



INIAP INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

PERFIL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

FECHA DE PRESENTACIÓN:	2010-02-18
ESTACIÓN EXPERIMENTAL:	Santa Catalina
PROGRAMA / DEPARTAMENTO:	Programa de Cereales
PROYECTO:	Código: 2100069001/Actividad 001 "Plan de recuperación y fomento del cultivo de trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.) mediante el desarrollo, producción y difusión de semilla de variedades mejoradas de trigo para la Sierra ecuatoriana".
RESULTADO:	Identificar fuentes de resistencia a roya amarilla y roya de la hoja en el germoplasma promisorio de trigo del INIAP y CIMMYT
ACTIVIDAD:	Caracterización de la resistencia a roya amarilla y roya de la hoja en el germoplasma promisorio de trigo del INIAP
UBICACIÓN:	Provincia: Pichincha Cantón: Mejía Parroquia: Cutuglagua
AUTOR (ES):	Jenny Maribel Quishpe Quinga
COAUTORES:	Ing. José Ochoa Ing. Esteban Falconí Ing. Cesar Vaca
COLABORADORES:	Dpto. Protección Vegetal
FECHA DE INICIO:	2010-02-01
FECHA DE TERMINACIÓN:	2011-01-01
PRESUPUESTO:	USD 5030,68
FUENTE (S) DE FINANCIAMIENTO:	FONDOS FISCALES 1028,68 USD (20.4%) TESISTA 4002,00 USD (79.6%)

1 ANTECEDENTES

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es uno de los cultivos alimenticios más importantes a nivel global, para su cultivo se destinan 217 000 000 ha, y la producción mundial llega a 620 000 000 tm al año (FAO, 2006).

La importancia del trigo en Ecuador se debe a que su consumo se ha incrementado notablemente por el rápido crecimiento de la población, los cambios en los hábitos de consumo, y los precios relativamente bajos de sus derivados. El consumo del trigo ha aumentado de menos 9.1 kg per cápita en la década de los sesenta a más de 24 kg per cápita en la actualidad (Rivadeneira, 2005).

Los factores limitantes en la producción de trigo son las enfermedades, la más importante es la roya amarilla (Rivadeneira *et al.*, 1997). La importancia de esta enfermedad se debe a la gran variabilidad de razas y a las condiciones climáticas de temperatura, precipitación y humedad relativa favorables para el desarrollo del patógeno (Ochoa *et al.*, 2007).

Las epidemias severas de roya amarilla (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici* Westend) reducen significativamente la productividad del cultivo (Broers *et al.*, 1996). Así, la variedad comercial más cultivada en el país, INIAP-Cojitambo 92, puede presentar niveles de susceptibilidad del 70% y pérdidas de rendimiento entre 50 y 70%; en tanto que variedades susceptibles a esta enfermedad disminuyen hasta en un 80% su rendimiento. Además cualquier variedad resistente al hongo causal, está expuesta a perder su resistencia en pocos años por la aparición de nuevas razas (INIAP, 2000).

Al momento por el cambio en las condiciones ambientales, y/o por el cambio en las virulencias del patógeno, la roya de la hoja (*Puccinia recondita* f.sp. *tritici*) se ha transformado también en una amenaza en el país. En variedades susceptibles, se llega a disminuir hasta en un 50% la producción. (Rivadeneira, *et al.*, 1997)

Esta enfermedad ha sido controlada genéticamente por ciertos genes como el Lr 34 y Lr 46 (Singh *et al.*, 1998; Hulbert *et al.*, 2007); sin embargo la evolución continua de nuevas razas convierte la inicial tolerancia de una variedad mejorada en susceptible a su ataque en pocos años. (Ochoa *et al.*, 2007).

El desarrollo de variedades mejoradas y más productivas es una prioridad para incrementar la productividad de trigo en el país, por lo tanto, el manejo genético de estas dos enfermedades debe ser un proceso más estable por ser esta alternativa la más económica y efectiva de proteger el cultivo (Broers *et al.*, 1996)

2 JUSTIFICACIÓN

Las variedades de trigo en Ecuador y en todo el mundo deben ser reemplazadas cada vez que pierden su resistencia a las enfermedades prevalentes, esto se logra mediante el desarrollo de variedades mejoradas.

Estas variedades mejoradas se han logrado mediante la introducción de germoplasma, gracias a la colaboración anual del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) México y otros países.

La resistencia es insuficiente en las variedades comerciales, sin embargo existen fuentes de resistencia disponibles en el material que maneja el Programa de Cereales del INIAP, que deben ser eficientemente exploradas, para esto es necesario identificarlas y caracterizarlas.

En el presente proyecto se caracterizará la resistencia a roya amarilla (*Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* Westend) y roya de la hoja (*Puccinia recóndita* f.sp. *tritici*) de las líneas promisorias de trigo (*Triticum aestivum* L) obtenidas del Programa de Cereales del INIAP Estación Experimental Santa Catalina, las que eventualmente podrán ser nuevas variedades de trigo y fuentes de resistencia para desarrollar programas de mejoramiento genético.

3 OBJETIVOS

3.1 General

- Identificar y caracterizar la resistencia a roya amarilla y roya de la hoja de las líneas promisorias de trigo obtenidas del Programa de Cereales del INIAP Estación Experimental Santa Catalina.

3.2 Específicos

- Caracterizar la virulencia fisiológica de ocho aislamientos de roya amarilla y cinco aislamientos de roya de la hoja del trigo en invernadero.
- Evaluar la resistencia en plántula de 81 líneas de trigo del Programa de Cereales del INIAP a las razas cuyas virulencias se complementen para las dos enfermedades.
- Evaluar la resistencia en planta adulta de 81 líneas de trigo del Programa de Cereales del INIAP a la raza más virulenta de roya amarilla y roya de la hoja en campo.

4 HIPÓTESIS

Ho 1: Los aislamientos de roya amarilla y roya de la hoja no son virulentos.

Ho 2: No existe fuentes de resistencia a roya amarilla y roya de la hoja del trigo en el germoplasma de trigo del INIAP y del CIMMYT.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

Aislamientos de roya amarilla
Aislamientos de roya de la hoja
Semilla de líneas de trigo para evaluación
Diferenciales roya amarilla
Diferenciales roya de la hoja
Bandejas plásticas
Macetas
Ampollas de vidrio
Silica gel
Alcohol potable
Caja de cotonetes
Papel aluminio
Frascos de vidrio
Aceite mineral
Bomba para inoculación
Herramientas
Fertilizantes
Herbicidas
Cuaderno de campo
Material bibliográfico

5.2 Metodología

5.2.1 Características del sitio experimental.¹

LOCALIDAD 1:

Provincia:	Pichincha
Cantón:	Mejía
Parroquia:	Cutuglagua
Sitio:	INIAP Estación Experimental Santa Catalina
Altitud:	3 058 m
Longitud:	78°33'00" O
Latitud:	00° 22'00" S
Precipitación anual:	1500 mm
Temperatura promedio anual:	11.37°C
Humedad relativa:	83.62%

LOCALIDAD 2:

Provincia:	Pichincha
Cantón:	Quito
Parroquia:	Tumbaco
Sitio:	CADET Campo Académico Docente Experimental "La Tola"
Altitud:	2 460 m
Longitud:	78° 22' 06" O
Latitud:	00° 13' 42" S

¹ Datos obtenidos en Estación Meteorológica del INAMI (INIAP Santa Catalina y CADET)

Precipitación anual:	800 mm
Temperatura promedio anual:	15.7°C
Humedad relativa:	74.7%

Experimento 1. Caracterización de la resistencia a roya amarilla

Etapas 1: Identificación de razas fisiológicas (Invernadero)

En esta etapa del experimento no se utilizará diseño experimental, se evaluará el tipo de reacción de ocho aislamientos de roya amarilla, cada uno en un set de diferenciales (40 diferenciales).

El tipo de reacción para roya amarilla se determina utilizando la escala de Mc Neal (Anexo 3); se clasifica como resistente cuando los síntomas que presenten las plantas sean de los niveles 0 – 6; y susceptible cuando la reacción es de 7 – 9.

Para la identificación de la raza se designará a cada aislamiento el gen de virulencia que le corresponda, cuando la diferencial presente susceptibilidad.

5.2.2. Manejo específico del experimento

El set de diferenciales de roya amarilla se sembrará en bandejas plásticas conteniendo sustrato a base de tres partes de tierra, una parte de turba y una parte de pomina.

La inoculación se realizará cuando las plantas tengan 10 días de edad asperjando el inoculo de roya amarilla en las hojas primarias, utilizando una bomba de vacío y un atomizador de Vilbis.

Una vez realizada la inoculación las plantas se colocaran en cámara húmeda por 48 horas, con una humedad relativa de 90% y temperatura de 18 – 22°C.

Los síntomas serán evaluados 14 y 18 días después de la inoculación.

Etapas 2: Evaluación de líneas promisorias (Invernadero)

5.3. Factores en estudio

Severidad de Roya amarilla

5.3.1. Tratamientos

Los tratamientos estarán constituidos por 81 líneas de trigo evaluadas con al menos dos razas complementarias de roya amarilla.

LINEAS Y/O VARIETADES	ORIGEN
Líneas promisorias de trigo (73 Líneas de trigo provenientes de los ensayos internacionales)	ESWYT, SAWYT, HAWYT(CIMMYT), INIAP
Variedades testigo (ocho variedades)	INIAP- Cojitambo 92, INIAP-Zhalao, INIAP-Altar, INIAP-Quilindaña;
	un testigo de control Morocco
	líneas que serán lanzadas como variedades Tinamou, Seri/Atila y Berkut)
Al menos dos razas complementarias de roya amarilla	

5.3.2. Unidad experimental

Diez plantas de trigo.

5.3.3. Diseño experimental

Se utilizara un DCA (Diseño completamente al azar) para la ubicación de los tratamientos en invernadero; pero dado que se evaluara el tipo de reacción no se realizara análisis estadístico.

5.3.4. Variables en estudio

Tipo de reacción: El tipo de reacción se determina utilizando la escala de Mc Neal (Anexo 3); se clasifica como resistente cuando los síntomas que presenten las plantas sean de los niveles 0 – 6; y susceptible cuando la reacción es de 7 – 9.

5.3.5. Manejo específico del experimento

Se sembrará las líneas de trigo a evaluar en bandejas plásticas conteniendo sustrato a base de tres partes de tierra, una parte de turba, y una parte de pomina. Se sembrará 10 semillas de cada línea de trigo.

La inoculación y evaluación se realizará en forma similar a lo descrito en la Etapa 1 del experimento.

Etapa 3. Evaluación de líneas promisorias (campo)

5.4. Factores en estudio

Severidad de roya amarilla

5.4.1. Tratamientos

Líneas promisorias de trigo (73 líneas promisorias y 8 variedades testigo) evaluadas con una raza conocida de roya amarilla.

5.4.2. Unidad experimental

Tres surcos de 1m de longitud, separados entre sí a 0.15m.

5.4.3. Diseño experimental

Los tratamientos se dispondrán en un diseño de alpha láuces 9 x 9 con dos repeticiones.

5.4.4. Análisis estadístico

Cuadro 1. Esquema del ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	161
Repeticiones	1
Líneas de trigo L	80
Bloques ajustados	16
Componente a	8
Componente b	8
Error intrabloque	64
Promedio:	
CV: %	

5.4.5. Análisis funcional

Se calculará el coeficiente de variación, y se aplicara la prueba de Tukey al 5% para las variables que presenten diferencias significativas y altamente significativas.

5.4.6. Variables en estudio

5.4.6.1. Tipo de reacción: Utilizar la escala de Mc Neal (0-3 resistente; 4-6 moderadamente resistente 7-9 susceptible)

5.4.6.2. Severidad de la roya: Utilizar escala modificada de Cobb (Anexo 2) Esta evaluación se realizara semanalmente desde el inicio de la epidemia hasta la madurez fisiológica de la planta. Se identificará la fase fenológica mediante la escala de Zadoks (Anexo 5).

5.4.6.3. AUDPC: Se calculara con la siguiente fórmula.

$$AUDPC = \sum_{i=1}^n [(X_{i+1} + X_i)/2] (T_{(i+1)} - T_i)$$

Donde:

X_i = Proporción de tejido afectado en la i-ésima observación

T = Tiempo en días desde la siembra hasta el momento de la evaluación

$T_{(i+1)} - t_i$ = Tiempo en días entre dos lecturas

n = Número total de observaciones.

5.4.6.4. Días al espigamiento: Número de días desde la siembra hasta la aparición de la espiga (50% de plantas de la unidad experimental)

5.4.6.5. Tamaño de espiga: Se tomarán 10 plantas al azar de cada parcela neta, de las cuales se medirán las respectivas espigas y se expresará este resultado en cm

5.4.6.6. Número de granos espiga: Se tomarán 10 plantas al azar de cada parcela neta y se contará el número de granos de las espigas de éstas plantas.

5.4.6.7. Peso de 1000 granos: Se tomarán 1000 granos al azar de cada parcela neta y se procederá a tomar el peso correspondiente.

5.4.6.8. Peso hectolítrico: Se determinará el peso de un hectólitro de grano y se expresará en kg/hl.

5.4.6.9. Rendimiento por planta: Se tomarán 10 plantas al azar y se pesará el rendimiento por planta.

5.4.7. Manejo específico del experimento

La siembra en campo se efectuará en forma manual, en parcelas sobre las cuales se dispondrán tres líneas de siembra de 1m de longitud y distanciadas entre sí a 0.15m.

Para la fertilización se aplicará 150 kg/ha de 18-46-0 (N-P-K) y 50 kg/ha de sulpomag a la siembra. La fertilización complementaria se realizará a los 45 días después de la siembra con 75kg/ha de urea. Esta recomendación de fertilización esta en base a la extracción del cultivo.

Para el control de malezas se utilizará Metsulfurón Methil (Ally), específico para malezas de hoja ancha, a una dosis de 15 g/ha. La inoculación de roya amarilla se realizará cuando las plantas estén en la fase de macollamiento, trasplantando plántulas inoculadas con una raza conocida.

Experimento 2. Caracterización de la resistencia a roya de la hoja

Etapas 1: Identificación de razas fisiológicas (Invernadero)

En esta etapa del experimento no se utilizara diseño experimental, se evaluara el tipo de reacción de cinco aislamientos de roya de la hoja, cada uno en un set de diferenciales (43 diferenciales).

El tipo de reacción se determina utilizando la escala para roya de la hoja (Anexo 4). Se clasifica como resistente cuando los síntomas que presenten las plantas sean de los niveles 0, 0; 1 y 2 y susceptible cuando la reacción es de 3 o 4. Se clasifica como x a una reacción heterogénea.

Para la identificación de la raza se designara a cada aislamiento el gen de virulencia que le corresponda, cuando la diferencial presente susceptibilidad.

5.5. Manejo específico del experimento

El manejo de las plántulas e inoculación será similar la Etapa 1 del experimento anterior.

Etapa 2: Evaluación de líneas promisorias (Invernadero)

5.6. Factores en estudio

Severidad de Roya de la hoja

5.6.1. Tratamientos

Los tratamientos estarán constituidos por 81 líneas de trigo evaluadas con al menos dos razas complementarias de roya de la hoja.

LINEAS Y/O VARIEDADES	ORIGEN
Líneas promisorias de trigo (73 Líneas de trigo provenientes de los ensayos internacionales)	ESWYT, SAWYT, HAWYT(CIMMYT), INIAP
Variedades testigo (ocho variedades)	INIAP-Cojitambo 92, INIAP-Zhalao, INIAP-Altar, INIAP-Quilindaña;
	un testigo de control Morocco
	líneas que serán lanzadas como variedades Tinamou, Seri/Atila y Berkut)
Al menos dos razas complementarias de roya de la hoja	

5.6.2. Unidad experimental

Diez plantas de trigo.

5.6.3. Diseño experimental

Se utilizara un DCA (Diseño completamente al azar) para la ubicación de los tratamientos en invernadero; pero dado que se evaluara el tipo de reacción no se realizara análisis estadístico

5.6.4. Variables en estudio

Tipo de reacción: El tipo de reacción se determina utilizando la escala para roya de la hoja (Anexo 4). Se clasifica como resistente cuando los síntomas que presenten las plantas sean de los niveles 0, 0, 1 y 2 y susceptible cuando la reacción es de 3 o 4. Se clasifica como x a una reacción heterogénea.

5.6.5. Manejo específico del experimento

El manejo de las plántulas e inoculación será similar al de la Etapa 2 del experimento anterior.

Etapa 3. Evaluación de líneas promisorias (campo)

5.7. Factores en estudio

Resistencia a roya de la hoja

5.7.1. Tratamientos

Líneas promisorias de trigo (73 líneas promisorias y 8 variedades testigo), evaluadas con una raza conocida de roya de la hoja.

5.7.2. Unidad experimental

Tres surcos de 1m de longitud, separados entre sí a 0.15m.

5.7.3. Diseño experimental

Los tratamientos se dispondrán en un diseño de alpha látices 9 x 9 con dos repeticiones.

5.7.4. Análisis estadístico

Cuadro 2. Esquema del ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	161
Repeticiones	1
Líneas de trigo L	80
Bloques ajustados	16
Componente a	8
Componente b	8
Error intrabloque	64
Promedio:	
CV: %	

5.7.5. Análisis funcional

Se calculará el coeficiente de variación, y se aplicara la prueba de Tukey al 5% para las variables que presenten diferencias significativas y altamente significativas.

5.7.6. Variables en estudio

5.7.6.1. Tipo de reacción: Utilizar la escala respectiva para roya de la hoja (Anexo 4).

5.7.6.2. Severidad de la roya: Utilizar escala modificada de Cobb (Anexo 2) Esta evaluación se realizara semanalmente desde el inicio de la epidemia hasta la madurez fisiológica. Se identificará el estado fenológico con la escala de Zadoks (Anexo 5)

5.7.6.3. AUDPC: Se calculara con la siguiente fórmula.

$$AUDPC = \sum_{i=1}^n [(X_{i+1} + X_i)/2] (T_{(i+1)} - T_i)$$

Donde:

X_i = Proporción de tejido afectado en la i -ésima observación

T = Tiempo en días desde la siembra hasta el momento de la evaluación

$T_{(i+1)} - t_i$ = Tiempo en días entre dos lecturas

n = Número total de observaciones.

5.7.6.4. Días al espigamiento: Número de días desde la siembra hasta la aparición de la espiga (50% de plantas de la unidad experimental)

5.7.6.5. Número de granos espiga: Se tomarán 10 plantas al azar de cada parcela neta y se contará el número de granos de las espigas de éstas plantas.

5.7.6.6. Peso de 1000 granos: Se tomarán 1000 granos al azar de cada parcela neta y se procederá a tomar el peso correspondiente.

5.7.6.7. Peso hectolítrico: Se determinará el peso de un hectólitro de grano y se expresará en kg/hl.

5.7.6.8. Rendimiento por planta: Se tomarán 10 plantas al azar y se pesará el rendimiento por planta.

5.7.7. Manejo específico del experimento

El manejo será similar al descrito en la Etapa 3 del experimento anterior.

6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fase 1												
Revisión de bibliografía												
Elaboración del proyecto de investigación												
Revisión y aprobación del proyecto												
Fase 2												
Adaptación de protocolos												
Identificación de razas roya amarilla y roya hoja												
Evaluación de líneas promisorias en invernadero												
Fase 3												
Preparación del terreno												
Siembra												
Inoculación con roya amarilla y roya de la hoja												
Evaluación												
Cosecha												
Análisis de resultados												
Elaboración del documento												

7. PRESUPUESTO ESTIMADO DEL ENSAYO

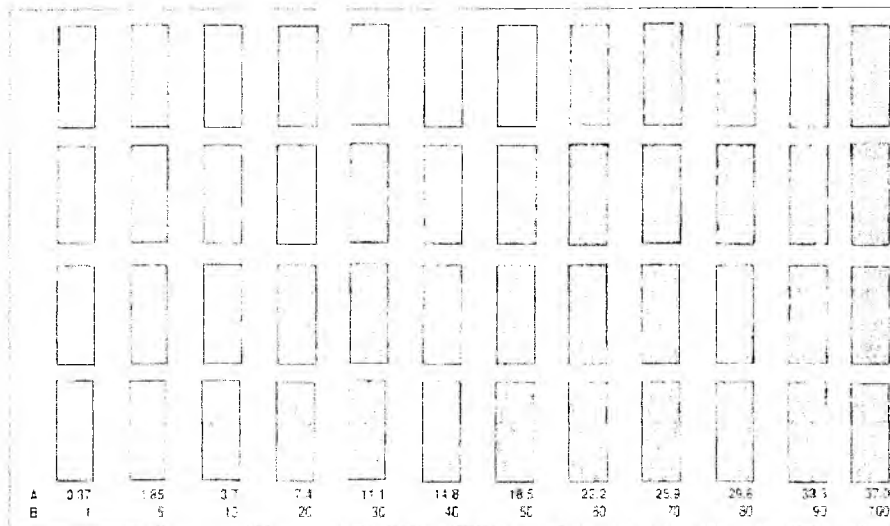
RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
Etapa 1 y 2 (Invernadero)				
Macetas	unidad	200	0.40	80.00
Sustrato	kg	100	0.60	60.00
Alcohol	litro	1	8.00	8.00
Aceite mineral	litro	1	16.00	16.00
Semilla diferenciales	kg	Sin valor comercial		
Semilla líneas seleccionadas	kg	Sin valor comercial		
Bandejas de germinación	unidad	15	2.00	30.00
Etiquetas	unidad	100	0.01	1.00
Caja de cotonetes	unidad	1	1.00	1.00
Rótulos	unidad	8	1.00	8.00
Papel Aluminio	Caja	2	5.00	10.00
Papel absorbente	Rollo	3	4.00	12.00
Ampollas de vidrio	unidad	100	0.15	15.00
Silica gel	kg	1	32.00	32.00
Bomba para inoculación (depreciación)	dólares/año	1 año	67.5	67.50
Etapa 3 (Campo)				
Preparación del terreno				
Arada	hora	4	20.00	80.00
Rastra	hora	2	20.00	40.00
Insumos				
Semilla	kg	Sin valor comercial		
Fertilizantes				
Urea	kg	10.14	0.55	5.58
Sulphomag	kg	5.24	0.76	3.98
11-52-0	kg	10.48	1.62	16.98
Herbicidas				
Ally (Metsulfuron Methyl)	g	2.03	8.00	1.08
Cosecha				
Sobres grandes de papel	unidad	150	0.10	15.00
Sobres pequeños de papel	unidad	150	0.08	12.00
Mano de obra				
Siembra	jornal	4	7.00	28.00
Fertilización	jornal	2	7.00	14.00
Control de malezas	jornal	2	7.00	14.00
Cosecha	jornal	4	7.00	28.00
Procesamiento de datos				
Hojas	resma	2	3.50	7.00
Impresión y empastado	tesis	6	30.00	180.00
Libro de campo	unidad	2	1.50	3.00
Otros				
Sueldo tesista	meses	12	300.00	3600.00
Aranceles Facultad	arancel	1	302.00	302.00
Visita de tesis	visita	1	100.00	100.00
Subtotal				4791.12
Imprevistos				239.56
Total				5030.68

Elaborado por: Jenny Quishpe
Año: 2009

8. BIBLIOGRAFÍA

- BROERS, L; Cuesta X; López R. 1996. Field assessment of quantitative resistance to yellow rust in ten spring bread wheat cultivars. *Euphytica* 90. p.9
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2006. Production Statistics. Published. Online. Consultado: 01-20-2010. Disponible en: <http://www.faostat.fao.org>
- GILCHRIST L, Fuentes G, Martínez C, López R. 2005. Guía práctica para la identificación de algunas enfermedades de trigo y cebada. CIMMYT- México. 2 ed. p19-21
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias Estación Experimental Santa Catalina.) 2000. Resistencia duradera en cultivos alto andinos. Resúmenes. Quito-Ecuador. p2-3.
- HULBERT, S; Bai, J; Fellers, J; Pacheco, M; Bowden, R. 2007. Gene Expression Patterns in Near Isogenic Lines for Wheat Rust Resistance Gene Lr34/Yr18. Online. Consultado: 15-02-2010. Disponible en: <http://apsjournals.apsnet.org>
- OCHOA, J; Danial D; Paucar B. 2007. Virulence of wheat yellow rust races and resistance genes of wheat cultivars in Ecuador. *Euphytica Special Edition*. 153. p287-293.
- SINGH, A; Mujeeb-Kazi; Huerta, J. 1998. Lr46: A Gene Conferring Slow-Rusting Resistance to Leaf Rust in Wheat. Online. Consultado: 02-15-2010. Disponible en: <http://apsjournals.apsnet.org>
- STUBBS, R.W, Prescott J; Saari E; Dubin H. 1986. Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales. Edición Alma Mc Nab. CIMMYT. México D.F. p. 20-29
- RIVADENEIRA, M. 2005. Inventario Tecnológico del Programa de Cereales. Rubro Trigo (*Triticum aestivum* L.) Quito, EC, INIAP. p. 27-39
- ROELFS, A; Sing, R; Saari, E. 1992. Las royas del trigo: Conceptos y métodos para el manejo de esas enfermedades. México. D. F. CIMMYT .p. 70-92

Anexo 2. Escala modificada de Cobb



Fuente: Roelfs *et al.*

Año: 2009

Anexo 3. ESCALA DE Mc NEAL

Descripción del tipo de reacción	Símbolo de codificación	Valor en el índice
Sin afección visible	0	0
Moteado necrótico/lorótico sin esporulación	MR	1
Líneas necróticas/loróticas sin esporulación	R	2
Líneas necróticas/loróticas con trazas de esporulación	MoR	3
Líneas necróticas/loróticas con esporulación ligera	LoR	4
Líneas necróticas/loróticas con esporulación intermedia	Mo	5
Líneas necróticas/loróticas con esporulación moderada	EM	6
Líneas necróticas/loróticas con esporulación abundante	MoS	7
Clorosis debajo de la esporulación abundante	S	8
Sin necrosis ni clorosis con abundante esporulación	MS	9

Fuente: Mc Neal *et al.*

Año: 1971

Anexo 4. ESCALA PARA EVALUAR ROYA DE LA HOJA

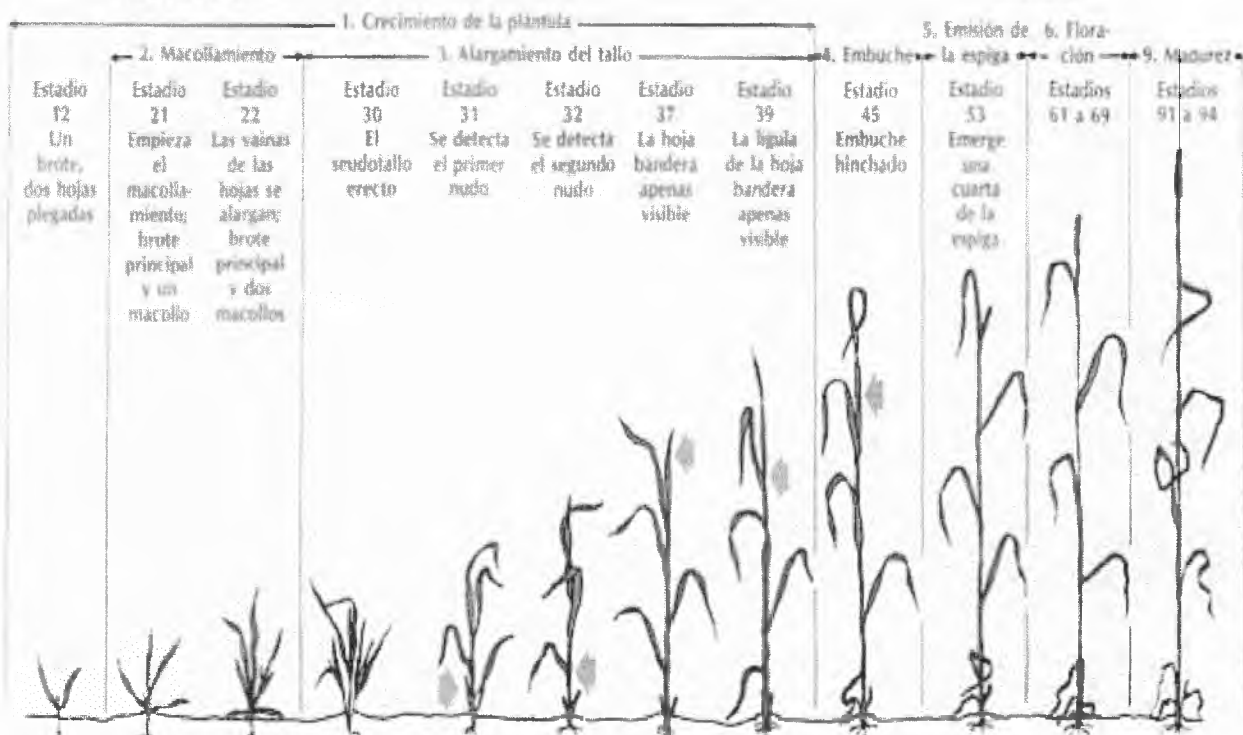
Valor en el índice	Descripción del tipo de reacción
0	Inmune: Sin enfermedad
0;	Prácticamente inmune: Sin pústulas, pero pecas (pequeñas áreas de tejido muerto) por hipersensibilidad observable.
1	Muy resistente: Pústulas de la roya aisladas y muy pequeñas, a menudo rodeadas por pecas nítidas y continuas causadas por hipersensibilidad
2	Moderadamente resistente: Las pústulas son de tamaño pequeño o mediano, generalmente presentes en áreas verdosas rodeadas de tejido amarillo, clorótico o muerto.
3	Moderadamente sensible: Las pústulas son de tamaño mediano, generalmente separadas, sin áreas de tejido muerto, pueden aparecer partes amarillentas (cloróticas)
4	Sensible: Pústulas grandes, numerosas y con frecuencia unidas, (aglutinadas), sin tejido muerto; la clorosis puede presentarse bajo condiciones de crecimiento desfavorables.
x	Reacción heterogénea: Las pústulas son variables en tamaño, se pueden encontrar todos los tipos de infección en una hoja; no es posible la separación mecánica. Al aislarse y reinocularse, las pústulas pequeñas pueden producir grandes y viceversa.

Fuente: Stubbs *et. al.*

Año: 1986

Anexo 5. ESCALA DE ZADOKS

Codificación	Estado	Codificación	Estado	Codificación	Estado
0	Germinación	28	Brote principal y ocho macollos	6	Floración
00	Semilla seca	29	Brote principal y nueve macollos o más	61	Comienzo de la floración
01	Empieza la imbibición			65	Medio de la floración completa
03	Imbibición completa	3	Alargamiento del tallo	69	Floración completa
05	La radícula emerge de la semilla	30	Seudotallo erecto (solo cereales de invierno)		
07	El coleóptilo emerge de la semilla	31	Se detecta el primer nudo	7	Estado lechoso
09	Hoja justo en la punta del coleóptilo	32	Se detecta el segundo nudo	21	Madurez acuosa
		33	Se detecta el tercer nudo	73	Estado lechoso temprano
		34	Se detecta el cuarto nudo	75	Estado lechoso medio
		35	Se detecta el quinto nudo	77	Estado lechoso tardío
		36	Se detecta el sexto nudo		
1	Crecimiento de la plántula	37	Hoja bandera apenas visible	8	Estado masoso
10	Primera hoja emerge del coleóptilo	39	Ligula de la hoja bandera apenas visible	83	Comienzo del estado lechoso
11	Primera hoja desplegada			85	Madurez masosa suave (la impresión de la uña no permanece)
12	Dos hojas desplegadas	4	Embuche	87	Madurez masosa dura (la impresión de la uña se mantiene; la testa pierde colorida)
13	Tres hojas desplegadas	41	La vaina de la hoja bandera se extiende		
14	Cuatro hojas desplegadas	43	Embuche apenas visible		
15	Cinco hojas desplegadas	45	Embuche hinchado		
16	Six hojas desplegadas	47	La vaina de la hoja bandera se abre	9	Madurez
17	Siete hojas desplegadas	49	Las primeras barbas visibles	91	Grano duro difícil de dividir con la uña
18	Ocho hojas desplegadas			92	Grano duro fino se puede marcar con la uña
19	Nueve o más hojas desplegadas			93	Grano suelto durante el día
2	Macollamiento	5	Emisión de la espiga	94	Sobremadurez; paja muerta
20	Sólo el brote principal	51	La primera espiguilla de la espiga apenas visible	95	Dormancia de la semilla
21	Brote principal y un macollo	53	Emerge una cuarta parte de la espiga	96	Semilla viable germina un 50%
22	Brote principal y dos macollos	55	Emerge la mitad de la espiga	97	Semilla sin dormancia
23	Brote principal y tres macollos	57	Emergen tres cuartos de la espiga	98	Dormancia secundaria inducida
24	Brote principal y cuatro macollos	59	Emisión de la espiga completa	99	Dormancia secundaria perdida
25	Brote principal y cinco macollos				
26	Brote principal y seis macollos				
27	Brote principal y siete macollos				



Fuente: Stubbs *et al*
Año: 1986

Anexo 6. LÍNEAS PROMISORIAS DEL CIMMYT Y ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA SELECCIONADAS.

Número de orden	Nombre cruza y/o pedigree	Origen
1	WBLL1*2/KKTS	ESWYT S-112
2	WBLL1*2/BRAMBLING	HRWYT S-235
3	WBLL1*2/BRAMBLING	ESWYT S-125
4	WBLL1*2/KITITATI	ESWYT S-129
5	KIRITATI/WBLL1	ESWYT S-140
6	WBILL1*2/BRAMBLING	HRWYT S-236
7	PASTOR/WBLL1	SAWYT S-311
8	PRL/SARA//TSI/VEE#5/3/WBLL1	SAWYT S-323
9	WBLL1/6/TZPP*2/ANE//INIA/3/CNO67/JAR//KVZ/4/..	SAWYT S-328
10	HXL7573/2*BAU//WBLL1	SAWYT S-331
11	MILAN/S87230//BABAX	ESWYT S-105
12	THELIN/3/BABAX/LR42//BABAX/4/BABAX/L42//...	ESWYT S-134
13	CHEN/AE.SQ//2*WEAVER/3/BABAX/4/JARU	HRWYT S-218
14	BABAX/LR42//BABAX*2/3/BRAMBLING	HRWYT S-225
15	BABAX/LR42//BABAX*2/3/PAVON 7S3,+LR47	HRWYT S-239

Continuación Anexo 6

16	BABAX/LR42//BABAX*2/4/SNI/TRAP#1/3/KAUZ*2/...	ESWYT S-115
17	BABAX/LR42/BABAX*2/3/KUKUNA	ESWYT S-116
18	BABAX//IRENA/KAUZ/3/HUITES	HRWYT S-216
19	THELIN/3/LR42//BABAX/4/BABAX/LR42//...	HRWYT S-223
20	BABAX/LR42//BABAX*2/3/BRAMBLING	HRWYT S-224
21	BABAX/LR42//BABAX*2/3/TUKURU	HRWYT S-232
22	BABAX/LR42//BABAX*2/3/KUKURU	HRWYT S-233
23	BABAX/LR42//BABAX*2/4/SNI/TRAP#1/3/KAUZ*2/...	HRWYT S-228
24	BABAX/LR42//BABAX*2/3/KUKUNA	HRWYT S-230
25	THELIN#2/TUKURU	HRWYT S-220
26	INQALAB91*2/TUKURU	ESWYT S-109
27	FRET2/TUKURU//FRET2	ESWYT S-111
28	KAMB1*2/BRAMBLING	ESWYT S-130
29	SIRKKU/FINSI	SAWYT S-337
30	WAXWING/4/SIN/TRAP#1/3/KAUZ*2/TRAP//KAUZ	ESWYT S-113
31	WAXWING*2 VIVITSI	ESWYT S-119
32	WAXWING*2 TUKURU	ESWYT S-123
33	WAXWING*2/BRAMBLING	ESWYT S-117

Continuación Anexo 6

34	WAXWING*2/4/SIN/TRAP#1/3/KAUZ*2/TRAP//KAUZ	ESWYT S-118
35	WAXWING*2/KUKUNA	ESWYT S-122
36	WAXWING*2/TUKURU	ESWYT S-124
37	VEE/PJN//KAUZ/3/PASTOR/4/FISCAL	ESWYT S-144
38	SW89.5193/KAUZ/3/CHIBIA//PRLII/CM65531	ESWYT S-146
39	PASTOR/3/KAUZ*2/OPATA//KAUZ/4/CHEN...	SAWYT S-313
40	TOB/ERA//TOB/CNO63/3/PLO/4/VEE#5/5/KAUZ/6/...	SAWYT S-309
41	TOB/ERA//TOB/CNO63/3/PLO/4/VEE#5/5/KAUZ/6/...	SAWYT S-310
42	PASTOR/3/KAUZ*2/OPATA//KAUZ/4/CHEN...	SAWYT S-312
43	FRAME//MILAN/KAUZ/3/PASTOR	SAWYT S-314
44	PASTOR/3/URES/JUN//KAUZ/4/WBLL1	SAWYT S-318
45	PFAUWEAVER*2//KIRITATI	ESWYT S-131
46	PFAUWEAVER*2//KIRITATI	ESWYT S-132
47	KIRITATI//PBW65/2*SERI.1B	ESWYT S-136
48	KIRITATI//PRL/2*PASTOR	ESWYT S-137
49	KIRITATI//HUW234+LR34/PRINIA	ESWYT S-139
50	UP2338*2/VIVITSI//DOLL E-08-0E	S-414

Continuación Anexo 6

51	FRET2/TUKURU//FRET2/6/PVN//CAR422/ANA/5/BOW/CROW//BUC/PVN /3/YR/4/TRAP#1 E-08-0E	S-128
52	INQALAB 91*2/TUKURU*2//KIRITATI E-08-0E	S-2137
53	TACUPETO F2001*2/KUKUNA E-08-0E	S-400
54	TACUPETO F2001*2/KUKUNA//PVN/5/WBLL1*2/4/YACO/PBW65/3/KAUZ*2/TRAP//K AUZ E-08-0E	S-472
55	TACUPETO F2001*2/KUKUNA//TNMU/3/TACUPETO F2001/BRAMBLING E-08-0E	S-485
56	TACUPETO F2001*2/KUKUNA*2//KIRITATI E-08-0E	S-524
57	FRET2*2/KUKUNA//PVN/5/FRET2*2/4/SNI/TRAP#1/3/KAUZ*2/TRAP//KA UZ E-08-0E	S-791
58	FRET2/KUKUNA//FRET2/3/TNMU/5/FRET2*2/4/SNI/TRAP#1/3/KAUZ*2/T RAP//KAUZ E-08-0E	S-804
59	FRET2*2/KUKUNA*2//SNLG E-08-0E	S-824
60	FRET2/KUKUNA//FRET2/3/WHEAR/4/FRET2/KURUKU//FRET2 E-08-0E	S-855
61	PFAU/WEAVER*2//BRAMBLING/3/DIAMONDBIRD E-08-0E	S-253
62	PFAU/WEAVER*2//BRAMBLING/9/RABE/6/WRM/4/FN/3*TH//K58/2*N/3/A US-6869/5/PELOTAS-ARTHUR/7/2*RABE/8/IRENA E-08-0E	S-268
63	KAMBI*2/KUKUNA	PC.BWIR Y 07-08
64	WAXWING*2/TNMU E-08-0E	S-1423
65	WAXWING/PARUS//WAXWING/KIRITATI E-08-0E	S-1426
66	WAXWING	PC.BWIR Y 07-08

Continuación Anexo 6

67	ELVIRA/CHIBIA//DIAMONDBIRD E-08-0E	S-342
68	PBW343*2/KHVAKI/6/PVN//CAR422/ANA/5/BOW/CROW//BUC/PVN/3/YR/ 4/TRAP#1 E-08-0E	S-396
69	KS82W418/SPN/3/CHEN/AE.SQ//2*OPATA/4/FRET2 CMSA01M00316T-040Y-040M-030ZTM-040SY-040M-51Y-0M-0SY-0E	S-95
70	TINAMOU CM91045-9Y-0M-0Y-5M-0Y-5M-4M-0Y-0E-0E	ER 4/02 V-84
71	CHUM18/SERI CM92634-7P-0Y-030M-4Y-3Y-0Y-5SJ-0Y-0PZ-0Y-0E-0E	S-3
72	KVZ//BB/CHAT/3/TRM/4/TEMU36.78/5/OVAI QUP2552-2C-3C-4M-0Y-4PZ-0Y-0E-0E-0E	S-6
73	CS/TH.CU//GLEN/3/GEN/4/SUZ8/5/TOW/SARA//BAU/6/CBRD	ENS.ADAP COCHICARANQUI /03
74	CHIMBORAZO/CATBIRD//DESCONOCIDO/CATBIRD E97-CD-20247-3E-0E-0E-0E-0E-0E	S-3
75	INIAP Cojitambo 92	
76	INIAP Zhalao	
77	INIAP Altar	
78	INIAP Quilindaña	
79	Seri/Atila	
80	Berkut	
81	Morocco	

Fuente: Libro de campo Programa de Cereales EESC
Año: 2009