



TERCER TALLER DE PREDUZA EN RESISTENCIA DURADERA EN CULTIVOS ALTOS EN LA ZONA ANDINA

27-29 Septiembre de 1999
Cochabamba – Bolivia

Daniel L. Danial

**TERCER TALLER DE PREDUZA EN
RESISTENCIA DURADERA EN CULTIVOS
ALTOS EN LA ZONA ANDINA**

**27-29 Septiembre de 1999
Cochabamba – Bolivia**

Daniel L. Danial

PREFACIO

Los cultivos que crecen en la región andina son vulnerables a plagas y enfermedades y frecuentemente son severamente dañados, especialmente cuando las medidas de control no se implementan. Recordemos que el objetivo principal de la agricultura en cada país es alimentar a sus ciudadanos. Entonces cualquier dificultad que haga difícil este objetivo no debe ignorarse.

Algunas medidas incluyendo químicas, control biológico, fitosanitarias, medidas agronómicas o mejoramiento por resistencia pueden dar protección a nuestros cultivos alimenticios contra estas limitaciones bióticas. De estas el mejoramiento por resistencia ha mostrado ofrecer los mejores retornos económicos a los agricultores y se ha vuelto la medida más deseable.

Este tercer taller de Preduza es realizado en Cochabamba-Bolivia, del 27 al 29 de Septiembre de 1999. Las memorias cubren 29 presentaciones sobre diferentes tópicos y son presentados por técnicos de Ecuador, Peru, Bolivia, Mexico, Argentina y Holanda. Los trabajos presentados describen las actividades de investigación colaborativa que se han realizado en la región Andina entre los Institutos Nacionales de Investigación y Preduza, en cultivos alto andinos tales como: trigo, cebada, quinua, maíz, leguminosas y papa.

Los objetivos del taller se pueden resumir como siguen:

- Presentación y discusión de las actividades de investigación que han sido conducidas por los subproyectos de PREDUZA en la región Andina.
- Actualización e intercambio de información y nuevas tecnologías en mejoramiento por resistencia duradera
- Discutir las actividades de investigación y los problemas relacionados a la transferencia de tecnología a los pequeños agricultores en la región.

El taller está dirigido principalmente al mejoramiento para resistencia a factores bióticos y enfoca algunos tópicos tales como la evaluación de germoplasma, identificación de fuentes de resistencia durable, y su utilización en los programas de mejoramiento, la constitución genética de la resistencia y la estabilidad de la resistencia, poblaciones de patógenos, cambios de virulencia en el comportamiento de las poblaciones patógenas, rompimiento de la resistencia que está ocurriendo en la región y la investigación participativa.

Espero que este taller conduzca a estrechar el nexo entre los científicos y confío que estas memorias servirán como una valiosa fuente de información y conocimiento para aquellas personas envueltas en el mejoramiento de estos cultivos, como también para aquellos preocupados por el incremento de la estabilidad y sostenibilidad de la agricultura para contribuir a las presentes y futuras necesidades de esta región.

Daniel L. Danial

Organizador del Taller y Coordinador PREDUZA

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo del tercer taller de *Preduza*, sobre mejoramiento para resistencia duradera en los cultivos alto andinos es conducida como una investigación colaborativa entre la Universidad de Wageningen, Holanda, y los Institutos Nacionales de Investigación o Fundaciones de Ecuador, Perú y Bolivia.

Me gustaría dar las gracias a los siguientes grupos, organizaciones e individuos por su apoyo financiero y su contribución moral a la realización de este taller:

Al gobierno de Bolivia y en particular a la Fundación Proinpa en Cochabamba y al Programa Nacional de Trigo y Cereales Menores de la E.E.Taraja por facilitar el sitio de la conferencias, mis gracias especiales al Ing. Mario Crespo y Julio Gabriel por el soporte logístico y la preparación y organización del día de campo.

Al Ministerio de Desarrollo y Cooperación (DGIS) de Holanda por el apoyo financiero a los participantes de este taller.

A los miembros del Comité Directivo del *Preduza* y a todos los conferencista invitados por su excelente colaboración y por enviar sus materiales anticipadamente a la fecha de este taller.

Finalmente mis agradecimiento especiales a la Sra. Angela Machacilla por su excelente trabajo y sus extraordinarios esfuerzos en la organización de este taller y por la edición de los documentos del mismo.

Daniel L. Daniaf

INCIDENCIA Y PERDIDAS CAUSADAS POR EL VIRUS DEL RAYADO FINO DEL MAIZ EN ECUADOR

Vásquez, J. y E. Mora.

E. E. Santa Catalina, INIAP. Km 18, Panamericana Sur. Casilla 17-01-340. Quito, Ecuador.

Resumen

En las zonas maiceras de Imbabura y Pichincha se efectuó un estudio epidemiológico, de respuesta varietal y de pérdidas que causa el virus del rayado fino del maíz (MRFV) en condiciones de infección natural. En el estudio epidemiológico se estableció que las siembras retrasadas con relación a la época normal tienen mayor incidencia del virus. Adicionalmente se encontró que el número de plantas infectadas se incrementa a medida que la planta se desarrolla para posteriormente decrecer al acercarse a la etapa de espigamiento. En cuanto a la respuesta varietal se estableció que las variedades que se derivan de "Guatemalteco" presentan menor infección. En el estudio de pérdidas se encontró que mientras más temprano ocurre la infección y más se retrasan las siembras las pérdidas en rendimiento son más altas.

Introducción

En las zonas maiceras de Imbabura y Pichincha, los agricultores atribuyen la pérdida de algunos lotes de maíz a un complejo de enfermedades que ellos denominan "royal" o "pigundra". Los síntomas asociados con esta enfermedad son el achaparramiento, amarillamiento, escaso desarrollo de las plantas y baja producción de grano y forraje. Esta enfermedad es asociada con las siembras "adelantadas" o "retrasadas" con relación a la época normal.

Los agricultores no distinguen el tipo de patógeno o plaga que causa esta epifitias, sin embargo el Programa de Maíz (PM) ha observado que la misma es causada por complejos virales y fitoplasmas. De los virus causantes de esta enfermedad, el más conspicuo y fácil de identificar por su sintomatología es el MRFV. El síntoma característico es el apareamiento de necrosidades de color blanquecino a lo largo de las nervaduras del limbo foliar las mismas que aparecen como rayas finas. El virus es transmitido por chicharritas de la especie *Dalbulus maydis*. La mayor o menor infección dependen de la mayor o menor población de este vector.

En lotes de alta infección, los síntomas, aparecen desde el momento que la planta tiene tres hojas desplegadas. Se ha observado que mientras más temprano se presenta la infección las pérdidas en rendimiento son más altas (Toler *et al.*, 1985).

J.Vasquez y E. Mora

No obstante estas observaciones, no se han cuantificado ni la incidencia, ni la respuesta varietal, como tampoco las pérdidas que causa esta enfermedad en el maíz en el Ecuador. Por esta razón el PM realizó un estudio epidemiológico, de respuesta varietal y de pérdidas que causa el MRFV en 2 zonas maiceras de Imbabura y Pichincha.

A. Incidencia de acuerdo a la fecha de siembra

Materiales y métodos

El estudio de la incidencia del MRFV se realizó en 3 localidades de Imbabura de acuerdo a la fecha de siembra. En Coñaquí, a 2200 m de altitud, la época normal de siembra es los primeros días de julio; en Tunibamba y Los Óvalos, a 2500 m de altitud, la época normal de siembra es los primeros días de octubre. Las variedades utilizadas en el estudio fueron: Chaucho local en Coñaquí y Tunibamba e INIAP-122 (Chaucho mejorado) en Los Ovalos. Para determinar la incidencia del MRFV se cuantificó el número de plantas infectadas por cada 100 plantas en 6 submuestras y se obtuvo el porcentaje de infección por lote. Las etapas de desarrollo en las cuales se realizó el muestreo fueron: 12 hojas desplegadas en Tunibamba, etapa lechosa en Coñaquí y espigamiento en Los Óvalos.

Resultados y discusión

En Coñaquí se cuantificó el porcentaje de plantas virosas en 3 lotes sembrados el 10 y 20 de junio y el 1 de julio. A cada fecha de siembra correspondió el 18, 12 y 1% de infección (Cuadro 1), respectivamente. En esta localidad hubo mayor incidencia del virus en la siembra adelantada.

En Tunibamba se contabilizó la incidencia del MRFV en 4 lotes sembrados el 15 de agosto, 15 de septiembre, 1 de octubre y 20 de noviembre. La incidencia del MRFV fue de 6, 4, 3 y 32% (Cuadro 2), respectivamente. En esta localidad, a diferencia de la anterior, hubo mayor incidencia del virus en la siembra retrasada.

En Los Óvalos se estudiaron 3 lotes sembrados el 28 de agosto, 3 de octubre y 31 de octubre. La incidencia fue de 8.3, 6.2 y 18.1% (Cuadro 3), respectivamente. En esta localidad se observa la misma tendencia que en Tunibamba, es decir, la siembra retrasada tuvo mayor incidencia de virus.

Adicionalmente, en la última localidad, se estudió la incidencia de la enfermedad de acuerdo a las etapas de desarrollo. En las etapas de 8 a 10 hojas, 12 a 14 hojas y espigamiento. En cada etapa hubo 3.6, 5.4 y 3% de infección, respectivamente (Cuadro 3). Es decir, el número de plantas infectadas aumenta a medida que la planta se desarrolla para luego disminuir al acercarse al espigamiento.

Conclusiones y recomendaciones

1. En lotes de siembras adelantadas o retrasadas la incidencia del MRFV es mayor, con relación a la época normal.
2. La infección se incrementa a medida que la planta se desarrolla para luego decrecer al acercarse al espigamiento.
3. Para reducir la infección causada por el virus debería sembrarse en la época normal de cada localidad.

B. Incidencia de acuerdo a las variedades

Materiales y métodos

El estudio de variedades se realizó en el CADET, Pichincha. El 24 de octubre se sembraron 4 parcelas de observación de 300 m² cada una con 4 variedades promisorias de grano amarillo duro: Población-86, ADTxHíbridos población-88, Iniap-180 e Iniap-180xHíbridos población-88. Mientras el 25 de noviembre se sembró un ensayo de adaptación y rendimiento de 8 materiales promisorios de grano duro amarillo y blanco: Iniap-160, Población-86, Iniap-151, Cadet-1, Iniap-180, Iniap-176, S. J. Minas (testigo) y Cadet-2.

El diseño utilizado fue bloques completos al azar con 4 repeticiones. La parcela experimental fue de 4 surcos de 5.5 m x 3.2 m (17.6 m²). En la etapa de espigamiento se determinó la incidencia del MRFV tanto en las parcelas de observación como en el ensayo. Además, en este último se registraron las variables días a floración, reacción a roya, pudrición de mazorca y rendimiento.

Resultados y discusión

Las variedades Población-86, ADTxHíbridos población-88, Iniap-180 e Iniap-180xHíbridos población-88 tuvieron 7.3, 6.8, 2.4 y 2.2% de infección (Cuadro 4), respectivamente. Las dos últimas poblaciones incluyen a "Guatemalteco" en su genealogía.

En el ensayo, las variedades INIAP-160, Población 86 e INIAP-151 ocuparon el primer lugar del primer rango con 14, 10.7 y 8.3% de infección (Cuadro 5), respectivamente; mientras el resto de materiales, cuya genealogía incluye a "Guatemalteco", tienen porcentajes de infección entre 4.3 y 2%.

De estos resultados se infiere que "Guatemalteco", un material introducido de Guatemala en 1962 y liberado como INIAP-176 en 1984 (Moreno, 1984), podría ser una fuente de resistencia a MRFV.

J. Vasquez y E. Mora

Conclusiones y recomendaciones

1. Las variedades que llevan genes de "Guatemalteco" son más resistentes al virus del rayado fino.
2. En siembras fuera de época deberían utilizarse variedades resistentes al MRFV como INIAP-176, INIAP-180, CADET-1 y CADET-2, u otros materiales derivados de "Guatemalteco".

C. Estudio de pérdidas de rendimiento de grano

Materiales y métodos

En Los Ovalos, en 3 lotes de 1000 m² cada uno, sembrados con la variedad INIAP-122, además de la de incidencia del virus, se cuantificaron las pérdidas de rendimiento de grano que causa el MRFV. Para ello, previamente se marcaron con pintura de diferente color entre 59 y 128 pares de plantas sanas y enfermas (plantas pareadas) que ocupaban el mismo sitio y tenían competencia completa. El marcaje se efectuó en 3 etapas de desarrollo: de 8 a 10 hojas, de 12 a 14 hojas y espigamiento en cada lote. A la madurez fisiológica se cosecharon cada par de plantas, se pesaron las mazorcas individuales y se estableció el rendimiento de grano al 15% de humedad.

Resultados y discusión

De los datos presentados en el Cuadro 6 se observa que los promedios de disminución del rendimiento de las plantas infectadas con relación a las sanas estuvieron entre 25 y 30%, lo cual concuerda con lo encontrado por De León (1998). De manera similar, se observa que mientras más temprana es la infección mayores son las pérdidas que causa, así: 43, 29 y 25% en las etapas V8-10 hojas, V12-14 hojas y espigamiento, respectivamente.

Con los porcentajes de disminución del rendimiento de mazorcas provenientes de plantas enfermas y el total de plantas sanas y enfermas en 1000 m² se estimaron las pérdidas en rendimiento por hectárea y el porcentaje correspondiente. En los lotes 1, 2 y 3 las pérdidas en rendimiento fueron de 70, 33 y 106 kg/ha, los mismos que corresponden a 2.4, 1.5 y 4.7%, respectivamente (Cuadro 7). Es decir que las siembras adelantadas y retrasadas se infectan más y producen menor rendimiento.

Conclusiones y recomendaciones

1. Las pérdidas en rendimiento de grano son mayores mientras más temprana es la infección, igualmente el rendimiento disminuye al adelantarse o retrasarse la siembra con relación a la época normal.

2. Para reducir las pérdidas en rendimiento causada por el virus deberían variedades resistentes en cualquier época del año.

Bibliografía

Moreno, F. 1984. Maíz INIAP-176, variedad para grano y forraje. INIAP. Quito, Ecuador. Boletín divulgativo No. 154.

Cuadro 1. Incidencia del virus del rayado fino del maíz, variedad Chaucho. Coñaquí, 1999.

Lote	Fecha de siembra	Plantas infectadas %
1	Junio 10	18
2	Junio 20	12
3	Julio 01	1

Cuadro 2. Incidencia del virus del rayado fino del maíz, variedad Chaucho. Tunibamba, 1999.

Lote	Fecha de siembra	Plantas infectadas %
1	Agosto 15	6
2	Septiembre 15	4
3	Octubre 01	3
4	Noviembre 20	32

Cuadro 3. Incidencia del virus del rayado fino del maíz en tres etapas, variedad Iniap- 122. Los Ovalos, 1999.

Lote No.	Siembra	Etapas de evaluación			
		V8-10 hojas %	V12-14 hojas %	Espigamiento %	Total %
1	Agosto 28	-	6.7	1.6	8.3
2	Octubre 03	1.2	2.0	3.0	6.2
3	Octubre 31	6.1	7.6	4.4	18.1
Promedio		3.6	5.4	3.0	12.0

Cuadro 4. Incidencia del virus del rayado fino del maíz en variedades de maíz amarillo duro. CADET, 1998.

No.	Variedad	Plantas infectadas %
1	Población-86	7.3
2	ADT x Híbridos Pob-88	6.8
3	Iniap-180	2.4
4	Iniap-180 x Híbridos Pob-88	2.2

J. Vasquez y E. Mora

Cuadro 5. Incidencia del virus del rayado fino del maíz y otros caracteres agronómicos en 8 variedades de maíz duro. CADET, 1998.

No.	Variedad	floración días	Roya 1-5	Pudrición Mazorca ¹ %	Rendimiento t/ha	Infección MRFV %
1	Iniap-160	102	4	47a	2.7ab	14.0a ²
2	Población-86	82	5	24bc	3.3ab	10.7ab
3	Iniap-151	90	4	36ab	3.1ab	8.3abc
4	Cadet-1	108	2	25bc	3.5a	4.3bc
5	Iniap-180	110	1	27ab	3.4ab	4.1bc
6	Iniap-176	114	1	22bc	2.6ab	2.5bc
7	S. J. Minas	126	1	19c	2.1b	2.3c
8	Cadet-2	106	2	19c	3.6a	2.0c
Promedio				27	3.1	6.0
CV%				21	19	58

¹ Promedio ponderado de pudrición causada por insectos y hongos.

² Promedios dentro de columna seguidos de la misma letra no difieren estadísticamente, Tukey 5%.

Cuadro 6. Porcentaje de pérdidas de rendimiento de grano por mazorca en plantas pareadas causadas por virus del rayado fino del maíz, variedad INAIP-122. Los Ovalos, 1998.

Lote	Siembra	Etapas de evaluación							
		V8-10 hojas		V12-14 hojas		Espigamiento		Total	
		Pares de plantas No.	Pérdida %	Pares de plantas No.	Pérdida %	Pares de plantas No.	Pérdida %	Pares de plantas No.	Pérdida %
1	Agosto 28	-	-	37	27	22	35	59	30
2	Octubre 03	8	51	32	34	43	14	83	25
3	Octubre 31	19	35	82	25	27	25	128	26
Promedio			43		29		25		27

Cuadro 7. Rendimiento potencial y real, pérdidas (kg/ha)¹ y porcentaje de pérdidas de rendimiento causadas por virus del rayado fino del maíz, variedad INIAP-122. Los Ovalos, 1998.

Lote	Siembra	Plantas No.	Plantas infectadas No.	Rendimiento potencial kg/ha	Rendimiento real kg/ha	Pérdidas kg/ha	Pérdidas %
1	Agosto.28	37.160	3.070	2.861	2.791	70	2.4
2	Octubre.03	38.790	2.390	2.133	2.100	33	1.5
3	Octubre 31	34.290	6.180	2.229	2.124	106	4.7

¹ Ajustado al 15% de humedad del grano