

## ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS CARACTERISTICAS CUANTITATIVAS EN LAS LINEAS COMPLETAS Y SUSTITUIDAS DE TRITICALE HEXAPLOIDE

Javier Lozano del Río<sup>1</sup>  
Sathyanarayanaiah Kuruvadi<sup>2</sup>  
René Romero Dávalos<sup>3</sup>

### RESUMEN

Se evaluaron 6 genotipos completos y 6 sustituidos de triticale, y 2 testigos bajo diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones, con el objeto de comparar las características cuantitativas, identificar las líneas de mejor rendimiento y detectar las características que están controlando los cromosomas de 2D (trigo) y 2R (centeno).

Los análisis de varianza indicaron diferencias significativas para rendimiento y otras 10 características agronómicas, que revelaron existencia de amplia gama de variabilidad entre genotipos estudiados. Al efectuar las pruebas de significación estadística para las diferentes características, se observó que los triticales completos fueron superiores a los sustituidos en diferentes características. Las líneas completas produjeron un 20.5% más de rendimiento; 16.1% peso de 1 000 granos; 14.6% longitud de espiga; 18% es-

---

1 Biol. y 2 Ph.D. Maestros Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento, Div. de Agronomía, UAAAN.

3 Tesista.

piguillas por espiga; 20.6% altura de planta; y 5 días precoces, en comparación con líneas sustituidas, las cuales produjeron un 11.7% más espigas por metro cuadrado y 23.6% más superficie foliar en la hoja bandera y estatura baja, en comparación con líneas completas.

Se puede deducir que probablemente el cromosoma 2D, procedente del trigo, está controlando corta estatura, precocidad, amacollamiento y más superficie de hoja bandera. El cromosoma 2R del centeno, parece estar controlando una mayor altura, número de espiguillas por espiga, granos por espiga, y peso de 1 000 granos.

## INTRODUCCION

Los fitomejoradores y citogenetistas, han generado nuevas variaciones para seleccionar genotipos superiores en los cultivos, mediante hibridaciones y mutaciones. La hibridación interespecífica es llevada a cabo en diferentes cultivos, cuando la variabilidad dentro de la misma especie se ha agotado para transferir rasgos deseables de una especie a otra; cuando el híbrido es estéril, debe tratarse con colchicina para duplicar el número de cromosomas y así poder sintetizar un nuevo alopoloide fértil.

El triticale es un anfidiplóide sintético, desarrollado por el hombre mediante cruza interespecíficas entre el trigo y el centeno, y posteriormente duplicando el número de cromosomas del híbrido. El triticale conjunta las características deseables del trigo, como son: tipo de planta, amplia adaptación, buena calidad panadera, buen amacollamiento, baja altura y número de espiguillas por espiga con las características de: rusticidad, alto contenido de proteína, longitud de espiga y resistencia a enfermedades del centeno.

En la actualidad, el triticale compite en rendimientos con el trigo harinero y macarronero, y tiene buen comportamiento en suelos con problemas de humedad, salinidad, acidez y tierras de clima frío.

En años recientes los aneuploides, líneas adiciones,delecciones y sustituciones de cromosomas, han sido usados por los fitomejoradores con el propósito de identificar los genes en los cromosomas y para examinar su comportamiento en los programas de mejoramiento (Briggs, 1977). En las líneas con adiciones de cromosomas extraños (trisomas), o en las líneas con delecciones (monosomas o nulisomas), tienen los cromosomas desbalanceados y, por lo tanto, muestran menos vigor y fertilidad reducida, y no tienen mayor importancia en los programas de fitomejoramiento.

Las líneas sustituidas fueron desarrolladas en trigo y triticale, y son muy estables en comparación de líneas adiciones o deleciones. Las líneas sustituidas de triticale tienen uno o más cromosomas del trigo, sustituidas por cromosomas respectivos homólogos del centeno; en cambio las líneas completas en triticale contienen todos los cromosomas de los trigos existentes.

La literatura disponible es escasa sobre estudios comparativos de las características cuantitativas en las líneas completas y sustituidas de triticale hexaploide. En esta investigación se utilizaron ciertas líneas completas y sustituidas con los siguientes objetivos:

1. Comparar la variedad para las diferentes características cuantitativas en las líneas completas y sustituidas de triticale.
2. Identificar líneas altamente rendidoras en los triticales completos y sustituidos.
3. Detectar las características que están controlando los cromosomas del trigo (D) y del centeno (R).

## REVISION DE LITERATURA

La historia del triticale empieza hace aproximadamente unos 100 años atrás, y en su evolución como cultivo comercial contribuyeron muchos científicos de diversos países del mundo.

Skovmand *et al.* (1984) efectuaron un estudio de comparación de características agronómicas y de calidad en triticale hexaploide de Primavera completos y sustituidos, del Vivero Internacional de Selección. Este estudio demostró que existen diferencias entre los tipos completos y sustituidos; el rendimiento de grano y el peso hectolítrico fue el mismo, pero los patrones de adaptación para algunas características fueron diferentes, así los tipos sustituidos tendieron a ser más bajos y precoces que los tipos completos, así mismo, presentaron un nivel más alto de proteína, gluten y volumen de hogaza. Los completos presentaron mayor rendimiento en harina, grano más duro y una mayor altura.

Osmanzai *et al.* (1984) indicaron que el análisis de varianza combinado de 1983 y 1984 mostró que los triticales completos produjeron significativa-

mente valores mayores para fitomasa, rendimiento de grano, peso de grano y número de granos por espiga, que los triticales sustituidos. En otro experimento, los mismos genotipos fueron sembrados con y sin stress de agua. El tratamiento con stress de agua redujo la fitomasa, rendimiento de grano y componentes de rendimiento en ambos tipos. Sin embargo, los triticales completos produjeron significativamente más alta fitomasa, rendimiento de grano y peso de grano, que los triticales sustituidos en ambos regímenes de humedad. Esto indica que actualmente los triticales completos tienen más alto potencial de rendimiento que los triticales sustituidos, y mantienen una ventaja en condición de stress de agua.

Por otra parte, González (1984) reporta un estudio sobre selección de genotipos en triticales a partir de su adaptabilidad efectuada en diferentes localidades de la Sierra Tarasca, Michoacán, durante los años 1980, 1981 y 1982; la línea completa Juanillo 159, expresó un mejor comportamiento agronómico a reacción a enfermedades y rendimiento, cuyo promedio fue mayor a 3 500 kg/ha, y un peso hectolítrico de 65. También destacó la línea sustituida Boa "S" con rendimiento superior a los 3 5000 kg/ha; comparando los triticales completos y sustituidos entre sí, se observó que los primeros rinden bien en muchos ambientes, en tanto que los últimos rinden mejor en buenos ambientes.

Atale y Joshi (1981) reportaron un estudio en la comparación de variedades de triticales, trigo harinero y trigo cristalino en varios ambientes. El análisis de varianza indicó que, en general, hubo significancia en la interacción genotipo por ambiente para todos los caracteres en triticales, y que estas interacciones fueron más grandes para los triticales que para los trigos. De los caracteres medidos, peso de 1 000 granos parece ser el más estable, mientras que número de macollos por planta parece ser inestable. Los triticales mostraron una mayor capacidad que los trigos para retener el descenso del potencial de rendimiento bajo condiciones desfavorables, pero los trigos fueron más eficientes en utilizar el potencial disponible.

Fox y Skovmand (1983) efectuaron análisis de datos procedentes de ensayos internacionales de rendimiento de varios años, y concluyeron que la interacción genotipo por ambiente no fue adecuadamente descrita, usando el método de la regresión, por lo que la estabilidad en rendimiento fue examinada considerando las posiciones de las variedades dentro de las localidades. Comparando las variedades de Triticales Cananea y Beagte, comunes en todos los ensayos, revelaron incrementos en rendimiento y estabilidad en los

ensayos internacionales. Agrupando las variedades, los triticales completos y sustituidos mostraron una tendencia de comportarse en forma diferente, por lo que se infiere que existe una diversidad en cuanto a adaptación se refiere.

## MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el Campo Experimental de Navidad, Estado de Nuevo León, dependencia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante la primavera de 1984.

El material genético utilizado estuvo constituido por 6 genotipos de triticales completos y 6 genotipos de triticales sustituidos, que fueron desarrollados por el Programa de Triticale del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), un triticales completo, Juanillo 97, y un trigo harinero, Pavón, se utilizaron como testigos comerciales. En el Cuadro 1, se enumeran los 14 genotipos evaluados.

Los materiales de CIMMYT son genotipos élite que se han estado evaluando y seleccionando en los Viveros Internacionales de Selección y Rendimiento en diversos países del mundo, y se caracterizan por su buena producción de grano, amplia adaptabilidad, calidad nutritiva, precocidad, una mayor dormancia para prevenir el brote de los granos en la espiga antes de la cosecha y buena resistencia a enfermedades.

Inicialmente los triticales son el resultado de la combinación de los componentes cromosómicos del trigo y centeno, seguida por una duplicación de los cromosomas para formar los triticales primarios. Los genotipos completos y sustituidos utilizados, fueron constituidos por triticales secundarios. Actualmente los métodos standar para la producción de triticales completos incluyen los cruzamientos de triticales hexaploides por triticales hexaploides, o de triticales octaploides por triticales hexaploides, acompañados de retrocruzamientos con los triticales hexaploides para restaurar su constitución, y se caracterizan por tener en su genomio los 7 pares de cromosomas del centeno. Para la obtención de los tipos sustituidos, el método standar incluye cruza artificiales entre trigos hexaploides por triticales hexaploides, seguidos de autofecundaciones o retrocruzamientos con triticales hexaploides. También el cruzamiento de la generación  $F_1$  de triticales hexaploides, por la  $F_1$  de los trigos harineros, producen triticales secundarios sustituidos, los que se caracterizan por presentar con mayor frecuencia sus-

**Cuadro 1. Líneas completas y sustituidas en triticale hexaploide.**

| Genotipo  | Cruza                               | Pedigree                            |
|---|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Completos</b>                                |                                     |                                     |
| Civet   | Mus "S" Drira-KGR                   | B-2658                              |
| Merino "S"-Jlo "S"                              | Mus "S" Drira-KGR                   | B-2736-298-OM                       |
| Juanillo-97 (T)                                 | Drira x Kiss-Arm "S"                | X-21295                             |
| SF-Cinuem x Bgl/Cml-Pato                        | Drira x Kiss-Arm "S"                | B-2681-441-OM                       |
| Bgl "S"-Cin x Mus "S"                           | Drira x Kiss-Arm "S"                | B-2686-1616-OM                      |
| Faro "S"  | Bgl "S"-Coq x Ira-Cml               | B-2264                              |
| Bgl "S"-Jlo "S"                                 | Bgl "S"-Coq x Ira-Cml               | B-2690-495-OM                       |
| <b>Sustituidos</b>                              |                                     |                                     |
| Lma "S"-Ira (2)                                 | Bgl "S"-Coq x Ira-Cml               | X-49524-3Y-2Y-1M-2Y-0B              |
| Pika "S"  | PTR "S" x Cin-FS-658                | X-30597-4Y-2M-1Y-2Y-0H              |
| Echidna "S"                                     | PTR "S"-MIA                         | X-34824-501M-500Y-501B-503Y-501Y-0M |
| Dingo   | BCM "S" x M A-Ira/FS-1897 x Ira-Cal | X-41047-A-1Y-2M-1Y-2Y-2M-1B         |
| (PG"S"-Cent. Bulk x Abn "S"/Ira (2) M A-FS-3268 | BCM "S" x M A-Ira/FS-1897 x Ira-Cal | X-53751-F-3Y-1M-6Y-0B               |
| Dack-Wiloszanowkie                              | BCM "S" x M A-Ira/FS-1897 x Ira-Cal | X-53260-3Y-2M-1Y-0M                 |
| <b>Testigo</b>                                  |                                     |                                     |
| Pavón F-76 (T)                                  | VCM x Cno "S"-7C/Kal-BB             | Cm-8399-D-4M-3Y-1M-1Y-1M-0Y         |

tituida el cromosoma 2R del centeno, por el cromosoma 2D del trigo harinero; por lo tanto, las líneas sustituidas del triticale contienen 6 pares de cromosomas de centeno ( $2n = 2x = 14 - 2$ ) y 15 pares de cromosomas de trigo ( $2n = 4x + 2$ ).

Los materiales se sembraron en el campo utilizando el diseño bloques completos al azar, con 4 repeticiones. La parcela experimental por cada tratamiento, consistió de 10 surcos de 4 metros de longitud cada uno, con una distancia entre surcos de 30 cm, con lo que se tuvo una área total de parcela de  $12 \text{ m}^2$ , y una área de parcela útil de  $6.3 \text{ m}^2$ .

Las prácticas de cultivo que incluyen el barbecho, rastreo y nivelación, se efectuaron adecuadamente para facilitar el desarrollo del cultivo y mejor expresión de rasgos. El nivel de fertilización aplicado fue de 120 kg/ha de nitrógeno y 60 kg/ha de fósforo; el 50% de fertilizante nitrógeno y el 100% del fósforo, fueron aplicados al momento de la siembra, y el restante 50% de nitrógeno antes del primer riego de auxilio. Se aplicaron 6 riegos durante el ciclo de cultivo.

Se tomaron mediciones sobre 12 características agronómicas en los tratamientos (Cuadro 2).

Los valores promedio de cada una de las características fueron utilizados para calcular el análisis de varianza y determinar la significancia mediante la prueba de Tukey al 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza (Cuadro 2) muestra diferencias altamente significativas para: rendimiento, granos por espiga, espiguillas por espiga, peso de 1 000 granos, longitud de espiga, peso hectolítrico, altura de planta, área de hoja bandera, días a espigado, días a floración y días a maduración, lo que indica una amplia gama de variabilidad en los genotipos estudiados. No hubo diferencias significativas para el carácter espigas por metro cuadrado. Los componentes del rendimiento estuvieron asociados con el 35% del total de la variabilidad en la estructura dependiente. Walton (1972) determinó una estimación semejante en trigo de primavera. Los coeficientes de variación para diferentes características oscilaron desde 1.27% a 20.62% lo que indica una alta confiabilidad en los resultados obtenidos.

El rendimiento es un carácter muy complejo, de naturaleza multigénica, en cuya expresión entran en función e interacción genes del núcleo, citoplasma y mecanismos genéticos, por lo que está bastante influenciado por el medio ambiente. El rendimiento varió entre 3 285.3 y 3 420.2 kg/ha, con un promedio de 2 896.5 kg/ha en las líneas completas (Cuadro 3). En las líneas sustituidas, el rendimiento varió de 1 760.0 a 2 726.2 kg/ha con un promedio de 2 403.2 kg/ha. Las líneas completas produjeron un 20.5% más de rendimiento, en comparación con las líneas sustituidas. Tres líneas completas: Civet 71 (3 420.2 kg/ha), Faro "S" (3 345.2 kg/ha) y SF-Cinvemex (3 012.7 kg/ha), registraron los más altos rendimientos. El testigo, Pavón, logró un rendimiento promedio de 2 304.8 kg/ha, valor que es inferior en 25.7% y 4.3%, en comparación de los triticales completos y sustituidos respectivamente.

**Cuadro 2. Análisis de varianza para las diferentes características agronómicas de líneas completas y sustituidas de triticales hexaploide.**

| Fuente de variación | g.l. | Rendimiento | Espigas (m <sup>2</sup> ) | Granos por espiga | Espiguillas por espiga | Peso 1000 granos | Longitud espiga | Peso hectolítrico | Altura planta | Area hoja bandera | Días a espigado | Días a flor. | Días a mad. |
|---------------------|------|-------------|---------------------------|-------------------|------------------------|------------------|-----------------|-------------------|---------------|-------------------|-----------------|--------------|-------------|
| Repeticiones        | 3    | 70666.67    | 2943.30                   | 31.27             | 0.93                   | 0.42             | 0.43            | 0.47              | 21.92         | 25.50             | 8.02            | 2.90         | 10.92       |
| Tratamientos        | 13   | 75037.69    | 7590.43NS                 | 84.92**           | 22.83**                | 40.31**          | 5.56**          | 32.21**           | 344.04**      | 30.94**           | 79.91**         | 40.44**      | 19.86**     |
| Error               | 39   | 94641.03    | 7109.01                   | 16.56             | 1.47                   | 1.67             | 0.44            | 0.69              | 13.75         | 6.62              | 3.19            | 3.71         | 3.87        |
| Total               | 55   | ---         | ---                       | ---               | ---                    | ---              | ---             | ---               | ---           | ---               | ---             | ---          | ---         |
| C.V. (%)            |      | 11.64       | 20.62                     | 10.39             | 6.16                   | 3.95             | 7.54            | 1.27              | 5.04          | 13.91             | 1.78            | 1.76         | 1.32        |

\*\* = Significación al nivel de 1%.  
 N.S. = No significación.  
 C.V. = Coeficiente de variación.

Cuadro 3. Promedio de diferentes características agronómicas de líneas completas y sustituidas en triticale hexaploide.

| Líneas                              | Rendimiento | Espigas (m <sup>2</sup> ) | GranosEspiguillas por espiga | Peso por 1000 granos (g) | Longitud espiga | Peso hecto-lítrico (kg/hi) | Altura planta | Area hoja bandera (cm <sup>2</sup> ) | Días a espigado flor. | Días a mad. |
|-------------------------------------|-------------|---------------------------|------------------------------|--------------------------|-----------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|-----------------------|-------------|
| Completas                           |             |                           |                              |                          |                 |                            |               |                                      |                       |             |
| Civet - 71                          | 3420.2      | 364.8                     | 39.9                         | 20.3                     | 37.2            | 65.1                       | 77.8          | 15.2                                 | 96.8                  | 146.0       |
| Merino "S".                         |             |                           |                              |                          |                 |                            |               |                                      |                       |             |
| Jlo "S"                             | 2285.3      | 336.8                     | 42.7                         | 22.0                     | 34.0            | 65.1                       | 77.3          | 19.7                                 | 98.5                  | 147.0       |
| Juanillo-97                         | 2896.8      | 382.0                     | 47.8                         | 23.1                     | 37.2            | 62.4                       | 85.5          | 16.8                                 | 97.2                  | 146.8       |
| SF-Cinvemex                         |             |                           |                              |                          |                 |                            |               |                                      |                       |             |
| Bgl/Cml-Pato                        | 3012.7      | 413.3                     | 45.9                         | 22.0                     | 33.7            | 65.9                       | 81.0          | 14.2                                 | 100.0                 | 147.2       |
| Bgl "S".Cin x Mus                   | 2669.8      | 397.3                     | 42.0                         | 22.2                     | 34.3            | 67.3                       | 84.8          | 16.4                                 | 99.2                  | 149.0       |
| Faro "S".                           | 3345.2      | 449.0                     | 38.1                         | 21.4                     | 36.1            | 63.6                       | 85.5          | 14.8                                 | 97.5                  | 148.2       |
| Bgl "S". Jlo "S"                    | 2645.2      | 397.3                     | 39.2                         | 20.3                     | 34.6            | 63.6                       | 77.5          | 18.2                                 | 97.5                  | 148.5       |
| Promedio                            | 2896.5      | 391.5                     | 42.2                         | 21.6                     | 35.3            | 64.7                       | 81.3          | 16.5                                 | 98.1                  | 147.5       |
| Sustituidas                         |             |                           |                              |                          |                 |                            |               |                                      |                       |             |
| Lma "S".Ira(2)                      | 2504.4      | 373.0                     | 38.9                         | 19.2                     | 30.7            | 63.8                       | 66.3          | 19.1                                 | 105.2                 | 150.0       |
| Pika "S"                            | 2726.2      | 416.0                     | 37.9                         | 18.1                     | 32.1            | 64.1                       | 64.0          | 19.0                                 | 106.5                 | 151.0       |
| Echidna "S"                         | 1760.0      | 449.0                     | 33.1                         | 17.6                     | 32.6            | 65.0                       | 63.5          | 23.0                                 | 108.5                 | 151.5       |
| Dingo "S"                           | 2404.8      | 487.8                     | 39.2                         | 18.4                     | 28.2            | 65.9                       | 71.8          | 23.3                                 | 101.8                 | 149.8       |
| (PG-CB x Abn/<br>Ira (2) M2A-FS-    |             |                           |                              |                          |                 |                            |               |                                      |                       |             |
| 3268                                | 2507.9      | 450.0                     | 37.9                         | 18.5                     | 31.6            | 62.7                       | 72.3          | 19.1                                 | 106.0                 | 151.0       |
| Dack-Willoszanows-<br>kie x M2A (2) | 2515.9      | 448.3                     | 35.7                         | 18.0                     | 27.2            | 65.0                       | 66.8          | 19.2                                 | 102.2                 | 149.0       |
| Promedio                            | 2403.2      | 437.4                     | 37.1                         | 18.3                     | 30.4            | 64.4                       | 67.4          | 20.4                                 | 105.0                 | 150.4       |
| Testigo<br>Pavón                    | 2304.8      | 359.0                     | 30.2                         | 14.4                     | 29.0            | 74.0                       | 56.0          | 20.6                                 | 109.5                 | 154.2       |
| Promedio general                    | 2642.8      | 408.8                     | 39.2                         | 19.7                     | 32.8            | 65.3                       | 73.6          | 18.5                                 | 101.9                 | 149.2       |
| LSD 5%                              | 439.7       | 120.6                     | 5.8                          | 1.7                      | 1.8             | 1.0                        | 5.3           | 3.7                                  | 2.6                   | 2.8         |

Los resultados de la comparación de medias de los genotipos, en la prueba de Tukey al 5%, en relación a rendimiento grano (Cuadro 4), mostraron variación dentro de su agrupación, e indicaron diferencias entre genotipos. El primer grupo estuvo constituido por 6 líneas completas y una línea sustituida, las que no presentaron diferencias significativas entre ellas. En promedio, las líneas sustituidas produjeron menor rendimiento, en comparación con las líneas completas; pero, esta diferencia, al efectuar la prueba de t y comparación de varianzas (Cuadro 5), resultó ser no significativa. Skovmand *et al.* (1984), encontraron resultados similares al analizar líneas completas y sustituidas del Vivero Internacional de Selección de Triticale.

Los componentes de rendimiento en el triticale son: número de espigas por unidad de superficie, número de granos por espiga y peso de 1 000 granos. En la expresión del carácter número de espigas por m<sup>2</sup>, interactúan muchos factores que influyen en el amacollamiento y, posteriormente, en la formación de espigas. Este carácter presentó un rango de variación de 336.8 a 449, con un promedio de 391.5 en las líneas completas, mientras que en las líneas sustituidas, el rango de variación fue de 373 a 487.8, con un promedio de 437.4. Las líneas sustituidas produjeron un 11.7% más de espigas por m<sup>2</sup> en comparación con las líneas completas. El testigo Pavón, produjo un promedio de 359 espigas por m<sup>2</sup>.

El número de granos por espiga en los cereales, es un componente determinante del rendimiento. Este carácter fluctuó de 38.1 (Faro "S") a 47.8 (Juanillo-97), con un promedio de 42.2 en las líneas completas; a su vez, en las líneas sustituidas, el rango de variación fue de 33.1 (Echidna "S") a 39.2 (Dingo "S"), con un promedio de 37.1. Las líneas completas produjeron 13.7% más granos por espiga, en comparación con las líneas sustituidas. El trigo, Pavón, produjo el menor número de granos por espiga, en comparación con los otros genotipos. Osmanzai *et al.* (1984) encontraron que, bajo condiciones óptimas y de stress de agua, los triticales completos produjeron significativamente más alto número de granos por espiga que los triticales sustituidos.

Tres líneas completas (Civet 71, Juanillo 97 y Faro "S" registraron 37.2, 37.2 y 36.1 g respectivamente) y 2 líneas sustituidas (Echidna y Pika "S" con 32.6 y 32.1 g) alcanzaron los más altos valores para peso de 1 000 granos, Las líneas completas registraron 16% más peso de 1 000 granos, en comparación con las líneas sustituidas. El trigo, Pavón, con 29 g, alcanzó un peso ligeramente más bajo que los triticales sustituidos. Al efectuar la com-

Cuadro 4. Comparación de medias para rendimiento grano (kg/ha) y granos por espiga en 13 genotipos de triticale y un genotipo de trigo, al 5% utilizando la prueba de Tukey.

| Tratamientos                       | Rendimiento (kg/ha) | Agrupación | Granos por espiga ( $\bar{x}$ ) | Agrupación |
|------------------------------------|---------------------|------------|---------------------------------|------------|
| Civet-71                           | 3420.7 c            | a          | 47.8 c                          | a          |
| Faro "S"                           | 3345.2 c            | a          | 45.9 c                          | a b        |
| SF-Cinvemex x Geagle/Cml-Pato      | 3012.7 c            | a b        | 42.7 c                          | a b c      |
| Juanillo-97 (T)                    | 2896.8 c            | a b        | 42.0 c                          | a b c      |
| Pika "S"                           | 2726.2 s            | a b        | 39.9 c                          | a b c d    |
| Bgl "S"-Cin x Mus                  | 2669.8 c            | a b        | 39.2 c                          | a b c d    |
| Bgl "S"-Jlo "S"                    | 2645.2 c            | a b        | 39.2 s                          | a b c d    |
| Dack-Wiloszanowski x M A(2)        | 2515.9 s            | b c        | 39.0 s                          | a b c u    |
| (Pg "S"-CB x Abn/Ira(2)M2A-FS-3268 | 2507.9 s            | b c        | 38.1 c                          | a b c d    |
| Lma "A"-Ira (2)                    | 2504.4 s            | b c        | 37.9 s                          | a b c d    |
| Dingo "S"                          | 2404.8 s            | b c        | 37.9 s                          | a b c d    |
| Pavón (T)                          | 2304.8 t            | b c        | 35.7 s                          | b c d      |
| Merino "S"-Jlo "S"                 | 2285.3 c            | b c        | 33.1 s                          | c d        |
| Echidna "S"                        | 1760.0 s            | c          | 30.2 t                          | d          |

c = completos  
s = sustituidos  
t = trigo  
T = testigo

**Cuadro 5. Comparación de varianzas y promedios de líneas completas y sustituidas para características agronómicas por la prueba de t.**

| Carácter                   | t  | Varianza  |             | Promedios |             |
|----------------------------|----|-----------|-------------|-----------|-------------|
|                            |    | Completos | Sustituidos | Completos | Sustituidos |
| Rendimiento                | NS | 651333.33 | 441600.00   | 2896.5    | 2403.2      |
| Espigas por m <sup>2</sup> | NS | 5099.22   | 6041.00     | 391.5     | 437.4       |
| Granos por espiga          | NS | 50.91     | 22.06       | 42.2      | 37.1        |
| Espiguillas/espiga         | ** | 4.23      | 1.10        | 21.6      | 18.3        |
| Peso de 1000 granos        | *  | 9.03      | 19.44       | 35.3      | 30.4        |
| Long. de espiga            | NS | 4.70      | 0.47        | 9.6       | 8.2         |
| Peso hectolítrico          | NS | 10.74     | 5.01        | 64.7      | 64.4        |
| Altura planta              | ** | 60.48     | 56.76       | 81.3      | 67.4        |
| Area foliar                | NS | 15.22     | 17.44       | 16.5      | 20.4        |
| Días a espigado            | *  | 5.57      | 26.94       | 98.1      | 105.0       |
| Días a floración           | *  | 1.74      | 16.17       | 106.9     | 111.4       |
| Días a maduración          | *  | 4.62      | 3.57        | 147.5     | 150.4       |

\* = Significancia al nivel de 5<sup>o</sup>/o

\*\* = Significancia al nivel de 1<sup>o</sup>/o

NS = No significativo

paración de medias con prueba de t, indicó que los completos resultaron significativamente superiores en este rasgo, que los sustituidos. Un alto peso de 1 000 granos en los triticales, está relacionado con un mayor tamaño del grano.

Las líneas completas produjeron 17.1<sup>o</sup>/o espigas de mayor longitud, en comparación con las espigas de las líneas sustituidas. El trigo Pavón, dio un promedio de espigas más pequeñas en comparación con los demás genotipos. Al efectuar la prueba de comparación de medias el 28<sup>o</sup>/o, respectivamente, de los genotipos, fueron estadísticamente iguales, destacando en todos los grupos los tipos completos. Zillinsky (1969), en su reporte, manifiesta que la mayor parte de las especies de triticales seleccionados por su alta fertilidad tienen espigas cortas y compactas; las espigas largas tienden a estar asociadas con baja fertilidad; sin embargo, hay espigas largas de fertilidad aceptable. En el experimento se ha podido observar que los genotipos completos que presentaron espigas más largas, mostraron algo de esterilidad en las espiguillas del extremo superior. La prueba de t no detectó diferencias significativas entre los tipos completos y sustituidos para este carácter.

El peso hectolítrico mostró una ligera variación de promedios en los 2 tipos de triticales, mientras que el trigo Pavón (74 kg/ha), registró el peso más alto, en comparación con el resto de los genotipos. Al efectuar la comparación de medias de Tukey al 5<sup>o</sup>%, el trigo Pavón fue significativamente superior sobre el resto de los genotipos. De acuerdo a Sapra (1979) el llenado del grano y su forma, son los 2 factores más importantes que contribuyen al peso hectolítrico del grano. Estudios efectuados en relación al efecto de la sustitución de cromosomas sobre el arrugamiento del grano, efectuados por Sandha *et al.* (1984), determinaron que éste no fue uniforme y específico en las líneas estudiadas, sugiriendo que este carácter está bajo control genético complejo. La causa por la cual los triticales tienen un peso hectolítrico más bajo que el trigo, está en el endospermo pobremente desarrollado que poseen.

Las líneas completas se comportaron más precoces que las líneas sustituidas, y registraron promedio de días a floración y maduración de 106.9 y 147.5 respectivamente, mientras que en las líneas sustituidas los promedios fueron de 111.4 y 150.4 días respectivamente. El trigo Pavón presentó floración y maduración ligeramente más tardía.

Una cuidadosa examinación de los resultados, revela que las líneas completas produjeron altos valores para la mayoría de las características, y probablemente el cromosoma 2R del centeno, está controlando: espiguillas por espiga, granos por espiga, peso de 1 000 granos, longitud de espiga, estatura alta y días a floración y maduración retrasada. Las líneas sustituidas fueron superiores para las características: espigas por planta, área de hoja bandera, baja estatura y precocidad, y el cromosoma 2D procedente del trigo, está controlando estas características útiles.

Pilch (1981) comparó las líneas completas y sustituidas de triticales hexaploide para el rendimiento y adaptación, y se concluyó que las líneas completas tuvieron superior adaptación y rendimiento, en comparación con las líneas sustituidas.

Skovmand *et al.* (1984), estudiaron la relación entre sustitución de cromosomas y características agronómicas en triticales, e indicaron que las líneas completas fueron superiores a las líneas sustituidas en diversas características cuantitativas; sugirieron que mejorar las líneas completas es mejor en el fitomejoramiento de triticales. Sin embargo, las líneas sustituidas manifestaron características muy importantes, tales como: estatura baja y precocidad, por

lo tanto, recomendaron que la hibridación entre ambos tipos, es muy benéfica para el progreso genético del cultivo de triticale.

### CONCLUSIONES

1. Existe una amplia gama de variabilidad para componentes del rendimiento y características agronómicas en los genotipos incluidos en el estudio.
2. Tres líneas completas: Civet-71, Faro "S" y SF-Cinvemex, produjeron rendimientos superiores.
3. Las líneas completas produjeron: 20.5<sup>o</sup>/o más de rendimiento, 16.1<sup>o</sup>/o peso de 1 000 granos, 14.6<sup>o</sup>/o longitud de espiga, 18.1<sup>o</sup>/o espiguillas por espiga, 20.6<sup>o</sup>/o altura de planta y 5 días precoces con comparación de líneas sustituidas.
4. Las líneas sustituidas sobresalieron 11.7<sup>o</sup>/o más espigas y 23.6<sup>o</sup>/o más superficie foliar en la hoja-bandera y estatura baja.
5. El cromosoma 2D procedente del trigo, está controlando corta estatura, amacollamiento y más superficie de hoja bandera, mientras que el cromosoma 2R del centeno, está controlando una mayor altura, número de espiguillas por espiga, granos por espiga y peso de 1 000 granos.
6. Se recomiendan cruza entre líneas completas y líneas sustituidas de triticale hexaploide, para obtener recombinantes superiores para características agronómicas.

### BIBLIOGRAFIA

- Atale, S.B., and M.J. Joshi. 1981. Study of genotype x environment interaction in triticale. New Delhi, India. Div. Genet. IARI. p. 1228-1240.
- Briggs, F.N. and P.F. Knowles. 1977. Introduction to plant breeding. California, USA. Reinhold Publishing Corporation, Davis. p. 292-298.
- Fox, P.N. and B. Skovmand. 1983. Relationship between international locations and selection for yield and adaptation in hexaploid triticale. In: Agronomy Abstracts. Annual Meetings. American Society of Agronomy, USA.

- González, R.M. 1984. Selección de genotipos de triticale a partir de su adaptabilidad para la Sierra Tarasca. En: Resúmenes X Congreso Nacional de Fitogenética CAESIT-CIAB-INDIA. ITEA No. 20. Aguascalientes, México.
- Osmanzai, M., J.K. Ranson, S.R. Waddington and M. Yoshida. 1984. Performance of complete and substituted triticales in stress and no stress environments. In: Agronomy Abstracts. Annual Meetings. American Society of Agronomy, USA.
- Pilch, J. 1981. Rye chromosome constitution and the amount of telomeric heterochromatin of the widely and narrowly adopted (CIMMYT) hexaploid triticale. Z. Pflanzenzuecht. 87:58-68.
- Sandha, G.S., K.D. Grewal and C.K. Satija. 1984. Study of R-D chromosome substitutions and their effects in triticale. Crop Improvement. 11(2): 119-122.
- Sapra, V.T. and J.L. Huges. 1979. Selection for kernel density and size in hexaploid triticale. In: Proc. 5th Int. Wheat Genetics Symp. 1978.
- Skovmand, B., H.J. Braun and P.N. Fox. 1984. CIMMYT report on wheat improvement. Mexico. The International Maize and Wheat Improvement Center. 135 p.
- Walton, P.D. 1972. Factor analysis of yield in spring wheat (*Triticum aestivum* L.), Crop Sci. 12:731-733.
- Zillinsky, F.J. 1969. Progress Report. The CIMMYT triticale program. Mexico. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.