

EVALUACIÓN DE UNA COLECCIÓN DEL GÉNERO *Triticum*: TRIGO HARINERO (*Triticum aestivum* ssp *aestivum*), TRIGO DURO (*Triticum turgidum* ssp. *durum*) Y TRITICALE (X *Triticum secale* Wittmack) EN LAS CONDICIONES DEL OCCIDENTE DE CUBA

R. Plana[✉], Marta Álvarez y M. Varela

ABSTRACT. An experiment was conducted at the National Institute of Agricultural Sciences (INCA), where a *Triticum* genus collection was evaluated, with the purpose to compare different wheat species under our western conditions. These were *Triticum aestivum* ssp *aestivum*, *Triticum turgidum* ssp. *durum* and X *Triticum secale* Wittmack. A randomized block design with four repetitions was used. The evaluated variables comprise: plant height (cm), spike length (cm), weight of 1000 grains (g) and yield (t.ha⁻¹). For every variable studied, a descriptive statistics was used, estimating the mean and typical deviation per species. The Cuban variety CC-204 was used as control. Therefore, the data matrix obtained was processed by the Main Components technique. All experimental data were processed by SPSS 11.0 for Windows. Most genotypes showed a mean general performance, although some floury wheat and triticale genotypes stayed apart from the rest. The mean and standard deviation values for all variables showed no differences per species, however, hard wheat plants were the smallest ones, the best genotypes being: 12 and 54 from *T. aestivum* (floury wheat); 17, 18 and 25 from *T. durum* (hard wheat); 29 and 37 from X *Triticum secale* (triticale).

RESUMEN. En el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) se evaluó una colección del género *Triticum*, con el objetivo de conocer el comportamiento de diferentes especies en las condiciones del occidente de Cuba. Las especies estudiadas fueron: *Triticum aestivum* ssp. *aestivum*, *Triticum turgidum* ssp. *durum* y X *Triticum secale* Wittmack. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los caracteres analizados fueron altura de la planta (cm), longitud de las espigas (cm), masa de mil granos (g) y rendimiento agrícola (t.ha⁻¹). Se utilizó la estadística descriptiva para cada una de las variables estudiadas, estimándose la media y desviación típica por especie. La variedad cubana de trigo harinero CC-204 fue utilizada como control. La matriz de datos obtenida (genotipo x variable) fue procesada mediante la técnica multivariada de Componentes Principales. Los datos para todos los análisis estadísticos se ejecutaron por el paquete estadístico SPSS 11.0 para Windows. La mayoría de los genotipos tuvieron un comportamiento medio general, aunque se separaron del resto algunos genotipos de trigo harinero y triticale. Los valores de la media y desviación estándar para las variables analizadas muestran que no fue posible distinguir diferencias por especie, aunque las plantas de trigo duro fueron las de menor altura, siendo los mejores genotipos: 12 y 54 de la especie *T. aestivum* (trigo harinero); 17, 18 y 25 de *T. durum* (trigo duro); 29 y 37 del X *Triticum secale* (triticale).

Key words: wheat, *Triticum*, species, varieties, yield components, statistical methods

Palabras clave: trigo, *Triticum*, especie, caracteres de rendimiento, variedades, métodos estadísticos

INTRODUCCIÓN

El trigo es la planta más ampliamente cultivada del mundo, superando a todas las demás especies productoras de semilla, silvestres o domesticadas. Se considera que cada mes del año una cosecha de trigo madura en

algún lugar del mundo y es la cosecha más importante de los Estados Unidos y Canadá, que crece en extensas zonas en casi todos los países de América Latina, Europa y Asia (1).

En el ámbito mundial, son los cereales los que proporcionan la mayor cantidad de calorías consumidas en los países subdesarrollados y ocupan más de 190 millones de hectáreas, pues resultan importantes para la alimentación humana y animal, influyendo directa e indirectamente en la cadena alimenticia que los humanos pueden tomar (2).

Dr.C. R. Plana, Investigador Titular del Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas; Dra.C. Marta Álvarez, Investigador Titular del Departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal y Dr.C. M. Varela, Investigador Auxiliar del Departamento de Matemática Aplicada, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700.

✉ plana@inca.edu.cu

En Cuba, es posible la producción de este tipo de cereales y numerosas investigaciones así lo demuestran (3, 4, 5, 6). Existen referencias que señalan la posible existencia de una variedad cubana de trigo aclimatada (7) y o adaptada desde la época de la colonia. Otro estudio que revisa el desarrollo del trigo en los países cálidos y húmedos tropicales y subtropicales, señaló que este cereal puede desarrollarse en las condiciones de esta región (8).

Debe señalarse un trabajo realizado en las condiciones cubanas, donde se estudió el comportamiento de un grupo de variedades de trigo (9) de diferentes procedencias, con el objetivo de valorar el grado de diversidad existente en estos materiales y determinar las variedades o grupos que resultaban más aconsejables para cultivar o emplear como líneas parentales en futuros programas de mejora, aunque este solo incluyó variedades de trigo común (*Triticum aestivum* Lem Thell).

Dentro del género *Triticum* existen diversas especies que pueden tener interés para la alimentación humana y animal, como es el *Triticum aestivum* ssp. *aestivum* y el *Triticum turgidum* ssp. *durum* y X *Triticum secale* Wittmack, conocidos como trigo harinero, trigo duro y triticale, respectivamente, de cuyo comportamiento en las condiciones de Cuba no se tienen referencias.

Por lo anteriormente expuesto se desarrolló este trabajo, con el objetivo de evaluar el comportamiento de tres especies del género *Triticum* (*T. aestivum* ssp. *aestivum*, *T. turgidum* ssp. *durum* y X *T. secale* Wittmack), en las condiciones del occidente de Cuba, e identificar aquellas que pudieran ser empleadas en la producción y/o que pasaran a formar parte de la colección de germoplasma del género *Triticum* en Cuba, para futuras acciones de mejoramiento genético de esta especie adaptadas a nuestras condiciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental de Las Papas, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de las Lajas, La Habana, ubicada a los 23°00' de latitud norte, 82°12' de longitud oeste y a 138 m snm.

El ambiente donde se desarrolló el trabajo experimental fue catalogado como ME5A (10), conocido como húmedo y cálido de las regiones tropical y subtropical. El suelo fue Ferralítico Rojo Lixiviado típico (11).

Las parcelas experimentales fueron de 3 m de largo y 4.2 m de ancho para un área por parcela de 12.6 m². El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro repeticiones.

Las variables analizadas por la estadística descriptiva fueron: altura de la planta (cm), evaluada de la base del tallo hasta el terminal de la espiga, masa de mil granos (g), longitud de las espigas (cm) y rendimiento agrícola (t.ha⁻¹).

En la Tabla I se muestra el número de genotipos estudiados y las especies a las que pertenecen, todos provenientes de las colecciones del CIMMYT.

Tabla I. Relación de los genotipos del género *Triticum* y las especies incluidas en el estudio

Especie	Número de genotipos
1. <i>Triticum aestivum</i> ssp. <i>aestivum</i> (Trigo harinero)	13
2. <i>Triticum turgidum</i> ssp. <i>durum</i> (Trigo duro)	23
3. X <i>Triticum secale</i> Wittmack (Triticale*)	24

*El triticale es un cereal nuevo creado por el hombre, que proviene del cruce del trigo con el centeno; su rusticidad agronómica lo hace adaptable a áreas marginales (2)

La variedad cubana de trigo harinero CC-204 fue utilizada como control. Se empleó la estadística descriptiva para cada una de las variables estudiadas, estimándose la media, su intervalo de confianza y la varianza para cada especie.

La matriz de datos obtenida (genotipo x variable) fue procesada mediante la técnica multivariada de componentes principales (12).

Los datos para todos los análisis estadísticos se ejecutaron por el paquete estadístico SPSS 11. 0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los componentes principales (Tabla II) muestra que el porcentaje de contribución de los dos primeros componentes a la variabilidad total fue de 58.97 %, lo cual pudiera deberse a una baja correlación entre las variables evaluadas (12); sin embargo, la contribución de los tres componentes fue de 80.33 %, lo que evidencia que una buena parte de la variabilidad total fue explicada por los tres primeros ejes.

Tabla II. Resultados del análisis de componentes principales para las tres especies del género *Triticum* estudiadas

	Componentes		
	C1	C2	C3
Valores propios	1.363	.996	.855
Varianza explicada (%)	34.072	24.900	21.367
Varianza acumulada (%)	34.072	58.971	80.338
Vectores propios			
Altura	<u>-.702</u>	.025	.255
Longitud de la espiga	<u>.668</u>	.207	-.447
Masa de 1000 granos (g)	-.191	<u>.970</u>	.006
Rendimiento t.ha ⁻¹	<u>.623</u>	.105	<u>.768</u>

Las variables que más contribuyeron a la variabilidad de estas especies fueron la altura de la planta, con signo contrario a la longitud de la espiga y el rendimiento, para el componente C₁, la masa de mil granos para el segundo componente C₂ y, de manera notable, el rendimiento agrícola también tuvo influencia para el tercer componente C₃.

Se observó cómo en el primer componente la longitud de las espigas y el rendimiento agrícola alcanzaron valores cercanos con signo positivo, lo cual indicó que estas variables están estrechamente asociadas; sin embargo, la altura estuvo asociada negativamente con estas dos variables, de modo que existe la tendencia a que los genotipos de mayor altura sean los que desarrollen menores longitudes de la espiga y el rendimiento.

Los resultados expuestos en el párrafo anterior coincidieron con los anteriormente obtenidos para las mismas variables en un estudio desarrollado en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.), donde se aplicaron técnicas multivariadas en la clasificación morfoagronómica de este cereal (13). Al estudiar una colección de trigo (*Triticum aestivum* L.) con resistencia al *Helminthosporium sativum*, se encontró la misma respuesta al evaluar la relación existente entre las variables altura de la planta, longitud de la espiga y rendimiento agrícola, lo que parece ser común para los cereales (14).

Los resultados mostrados en la Figura 1 indican que un gran número de los genotipos estudiados tuvieron un comportamiento similar, ubicándose como una nube de puntos en la parte central de los tres ejes, lo que hace difícil discernir comportamientos individuales entre estos, demostrándose que, de forma general, existió una respuesta semejante a nivel del género *Triticum* en las condiciones experimentales del trabajo, siendo frecuente para los genotipos estudiados de las tres especies el desarrollo de plantas con porte mediano (altura) y alto rendimiento agrícola.

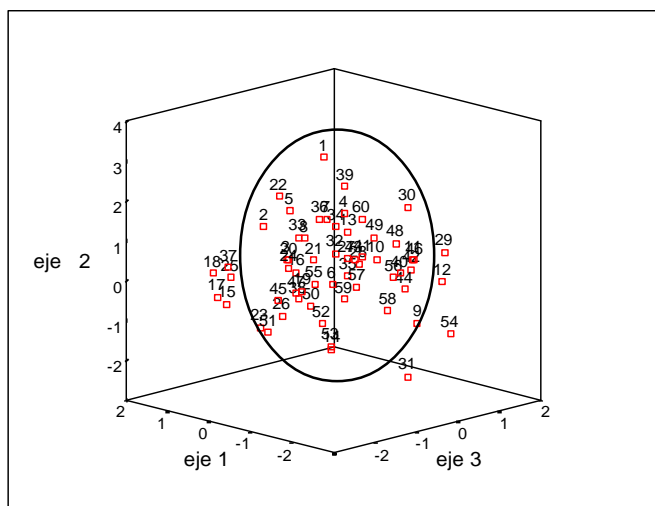


Figura 1. Distribución de los genotipos de trigo harinero, trigo duro y triticale para los tres primeros ejes de los componentes

Aun cuando el comportamiento general fue semejante para numerosos genotipos, se observó que algunos de ellos se ubicaron en el área izquierda y derecha del grupo central, siendo los de la derecha caracterizados por una mayor altura de la planta y una menor longitud de las espigas; entre estos se encontró la variedad cubana CC-204 (54 y 31), perteneciente a la especie de trigo ha-

rinero, la que se ubicó en la zona inferior derecha de la Figura 1, cerca de los genotipos 29 (triticale) y 12 (trigo harinero), que tuvieron espigas con longitud mayor a 13 cm, masa de mil granos de más de 33 g y rendimiento agrícola superior a una tonelada.ha⁻¹ (Tabla III a). En un estudio comparativo de diferentes genotipos de trigo y triticale (14), este último alcanzó mayor rendimiento que el trigo; en cambio, en este estudio se encontraron genotipos de triticale y trigo harinero con rendimientos altos y bajos, respectivamente.

De igual forma, a la izquierda del grupo central, donde se ubicó la mayoría de los genotipos estudiados, se observan cinco genotipos, cuatro pertenecen a la subespecie *T. durum* (15, 17, 18 y 25) y uno es triticale (37), caracterizándose por desarrollar plantas con una altura menor y longitud de espiga mayor que los individuos ubicados a la derecha de la Figura 1 (ver Tabla III b).

Tabla III. Valor de las variables para los genotipos ubicados a la derecha e izquierda del grupo central

	Altura (cm)	Longitud de espigas (cm)	Masa de 1000 granos (g)	Rendimiento (t.ha ⁻¹)
(a) Genotipos ubicados a la derecha del grupo central				
12 (trigo harinero)	101.5	13.74	39.81	1.43
29 (triticale)	103.9	14.14	43.48	1.47
54 (trigo harinero)	107.3	13.78	33.07	1.37
31 (trigo harinero)	79.0	15.0	34.0	1.3
X	97.9	14.2	38.0	1.4
(b) Genotipos ubicados a la izquierda del grupo central				
15 (trigo duro)	74.05	16.51	36.74	1.10
17 (trigo duro)	81.03	18.15	33.8	1.4
18 (trigo duro)	72.3	17.07	39.75	1.20
25 (trigo duro)	83.5	17.7	39.15	1.17
37 (triticale)	89.73	18.61	39.61	1.20
X	80.12	17.60	37.81	1.21

En este caso, el genotipo 37, que pertenece a triticale, mostró un comportamiento semejante a otros genotipos de trigo harinero, lo cual ya había sido descrito en un estudio previo entre estas dos especies (14).

Los valores de la media y desviación estándar (Tabla IV) muestran que no hubo diferencias estadísticas entre las especies para las variables estudiadas, excepto entre el trigo duro y triticale para la altura de la planta. Estos resultados muestran concordancia con los obtenidos por la estadística multivariada (Figura 1), donde se demostró que no hubo una ubicación específica de los genotipos por especie en relación con los ejes que representan las tres componentes.

La no diferenciación de los genotipos por especie, atendiendo a características de importancia agronómica como las analizadas en este trabajo, responde a que el rango de variación de estos se sobrelapan, siendo identificados solo por caracteres cualitativos propios de cada especie más que por su comportamiento agronómico, de modo que deberán ser escogidos los mejores genotipos por su comportamiento agronómico para cada especie.

Tabla IV. Valores de la media y la desviación estándar de las diferentes variables en las especies estudiadas

Especies estudiadas	Estadígrafos	Altura (cm)	Longitud de las espigas (cm)	Masa de 1000 granos (g)	Rendimiento (t.ha ⁻¹)
Trigo harinero	X	84.4 a	14.2	38.9	1.3
	DE	9.8	0.9	4.3	0.3
Trigo duro	X	78.3 b	15.4	41.2	1.3
	DE	3.7	1.5	5.1	0.2
Triticale	X	92.4 a	14.9	43.6	1.2
	DE	6.9	1.3	6.4	0.4

Medias con letras diferentes difieren para $p < 0.01$

El empleo de una especie u otra está en dependencia del uso que se le vaya a dar a la producción del cereal: si va a ser destinada a la alimentación animal, se recomiendan las especies que puedan tener mayor rendimiento como granos para la producción de piensos y si va a ser destinada al consumo humano, se recomienda que tenga alto rendimiento en producción de granos y altos contenidos en proteínas y harina, siendo este su uso más importante, pues resulta la base de todos los panes, galletas y pasteles, pero además se emplea para hacer cereales para el desayuno, pastas y cuscús. La especie *T. aestivum* (trigo harinero) es el principal productor de harina (panes, galletas y pasteles), se cultiva en el 90 % del área triguera a nivel mundial y contribuye cerca del 94 % de la producción de harina a nivel mundial; el *T. durum* (trigo duro) se usa fundamentalmente para la producción de harina para pastas (15), y el X *Triticum secale* (triticale) puede ser cultivado en áreas marginales más rústicas y más productivo que el trigo en condiciones de suelos ácidos, pobres en cobre o que presenten toxicidad en aluminio, con un valor nutritivo intermedio entre el trigo y centeno (16).

Otro aspecto que debió influir en la no detección de diferencias agronómicas entre las tres especies pudo haber sido porque el CIMMYT (lugar de procedencia de los genotipos en estudio) selecciona los genotipos atendiendo a criterios estándares: baja altura (entre 50 y 100 cm), tallos y raíces adventicias fuertes, mayor número de flores fértiles, mayor ahijamiento, precocidad, elevada respuesta a la aplicación de nitrógeno, índice de cosecha alto, amplia adaptación, resistencia a las enfermedades, tolerancia a suelos ácidos y a las condiciones de sequía extrema, siguiéndose las mismas pautas en los objetivos de mejora para las distintas especies evaluadas (17, 18).

De acuerdo con el estudio realizado, se recomienda continuar trabajando con los genotipos: 12 y 54 de la especie *T. aestivum* (trigo harinero); 17, 18 y 25 *T. durum* (trigo duro); 29 y 37 del X *Triticum secale* (triticale), para la realización de estudios comparativos y ampliación de semillas para su prueba en condiciones de producción, tanto con destino a la alimentación humana como para el consumo animal (19).

REFERENCIAS

1. El trigo. Monografía [Consulta 01-02-2004]. Disponible en: <<http://www.monografias.com>>.
2. CIMMYT (International Maize and Wheat Improvement Center). 2004. Seeds of Innovation: CIMMYT's Strategy for helping to Reduce Poverty and Hunger by 2020. México, DF: CIMMYT, p. 6.
3. Moreno, I. Ramírez, A. Plana, R e Iglesias, L. El cultivo del trigo. Algunos resultados de su producción en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2001, vol. 22, no.4, p. 55-67.
4. Plana, R.; Álvarez, M.; Ramírez, A. y Moreno, I. Triticale (X *Triticum secale* Wittmack), a new crop in Cuba. A varietal collection from CIMMYT evaluated under the western conditions of the country. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, no. 2, p. 51-54.
5. Gutiérrez, L. /et al./ Algunas experiencias en la producción de trigo cubano. En: Memorias del Taller Internacional sobre Recursos Fitogenéticos. Sancti Spíritus, 2-4, noviembre 2005. Instituto de Ganadería Tropical Ministerio de la Agricultura (6:2005 nov. 2-4:Sancti Spíritus), 2005. p. 180-181.
6. CIMMYT. CIMMYT in 2001-2002. Diversity to health the earth and feed its people. México, DF: CIMMYT, 2002. p. 18-19.
7. Misas, R. La real sociedad patriótica de La Habana en el rescate de la variedad "naturalizada" del trigo de Villa Clara. La Habana: Academia de Ciencias de Cuba, 1991. 20 p.
8. Iglesias, L. A. y Pérez, N. El cultivo del trigo en condiciones tropicales y posibilidades para su siembra en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 1995, vol. 16, no. 1, p. 52-63.
9. Iglesias, L. A. e Iglesias, L. Clasificación del comportamiento de variedades de trigo en Cuba mediante el análisis de componentes principales. *Cultivos Tropicales*, 1995, vol. 16, no. 2, p. 66-69.
10. CIMMYT. CIMMYT in 2001-2002. Diversity to health the earth and feed its people. México, DF: CIMMYT, 2002. p. 62-64.
11. Cuba. Ministerio de la Agricultura. Instituto de Suelos. Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. La Habana: Agrinfor, 1999. 64 p.
12. Varela, M. Análisis multivariado de datos; aplicación a las Ciencias Agrícolas. La Habana:INCA, 1998. 56 p.
13. Morejón, R.; Díaz, S. y Pérez, N. Aplicación de las técnicas multivariadas en la clasificación morfoagronómica de genotipos de arroz obtenidos en la Estación Experimental "Los Palacios". *Cultivos Tropicales*, 2001, vol. 22, no. 1, p. 43-48.
14. Reynolds, M. P.; Trethowan, R.; Crossa, J.; Vargas, M. y Sayre, K. D. Physiological factors associated with genotype by environment interaction wheat. *Field Crops Research*, 2002, vol. 75, no. 2-3, p. 140-141.
15. Stubbs, R. W.; Prescott, J. M.; Saari, E. E. y Dubin, H. J. Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), México. 1986, p 1-2.
16. FAO. Triticale Improvement and Production. Plant and Protection Paper 179. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome, 2004, p. 1-7.
17. Plana, R.; Alvarez, M.; Moreno, I.; Ramírez, A. y Caballero, A. Evaluación de una colección de variedades de trigo resistentes a *Helminthosporium sativum* en el occidente de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2001 vol. 22, no. 2, p. 29-31.
18. CIMMYT. Adding value for development: CIMMYT. Annual Report 2003-2004. México, D. F: CIMMYT. 2004. p. 36-37.
19. López, L. Cultivos Herbáceos, vol. 1, Cereales. Madrid:Ediciones Mundi Prensa, 1991. p. 204-208.

Recibido: 6 de diciembre de 2005

Aceptado: 16 de noviembre de 2006