

**COMPARACIÓN DE RENDIMIENTO ECÓNOMICO,  
BIOLÓGICO E ÍNDICE DE COSECHA EN TRIGO (*Triticum  
aestivum* L.) BAJO TEMPORAL**

Kuruvadi, S.<sup>1</sup>, Velasco, J. J.<sup>2</sup>, Vázquez, L.M.G.<sup>2</sup>, A.L. Benitez<sup>1</sup>

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México<sup>1</sup>  
Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca<sup>2</sup>

## RESUMEN

En esta investigación se evaluaron 17 genotipos de trigo con amplia gama de diversidad bajo condiciones de temporal, con el objetivo de comparar el rendimiento económico, biológico e índice de cosecha entre las variedades, y estudiar las correlaciones fenotípicas entre diferentes características agronómicas con índice de cosecha.

El análisis de varianza indicó variabilidad considerable para rendimiento económico, biológico e índice de cosecha, y otras características estudiadas entre los genotipos. Las variedades Romuma, Seri, Pavón y Junco presentaron valores altos de 24.9, 24.7, 24.3 y 24.1% de índice de cosecha, respectivamente, y también manifestaron altos rendimientos económicos; sin embargo, estas variedades expresaron menos rendimiento biológico. Las dos líneas PM5 y PM8 produjeron valores muy bajos para índice de cosecha y rendimiento económico, y el máximo promedio de producción de biomasa. Las variedades del grupo de alto índice de cosecha generalmente produjeron menos biomasa que las variedades del grupo de bajo índice de cosecha, pero manifestaron altos rendimientos. Se encontró una asociación positiva y significativa de rendimiento económico con índice de cosecha, mientras que el rendimiento biológico se asoció negativamente en forma significativa con índice de cosecha. La selección de genotipos basada en altos índices de cosecha, puede contribuir a obtener altos rendimientos económicos en trigo bajo temporal.

**Palabras clave:** trigo, *Triticum aestivum* L., rendimiento, biomasa, correlación.

## ABSTRACT

In this research 17 genotypes of wheat with a broad spectrum of variability were evaluated under dry land conditions with the aim of comparing economic yield, biological yield, and harvest index among varieties and to study phenotypic correlations between different agronomic traits with harvest index.

The analysis of variance indicated wide variability for economic yield, biological yield, harvest index and the rest of the traits between genotypes. The varieties Romuma, Seri, Pavon and Junco produced higher values of 24.9, 24.7, 24.3 and 24.1% of harvest index respectively. In addition, these varieties expressed higher economic yield and lower biological yields. The lines PM5 and PM8 expressed the lowest values for harvest index and economic yield and produced the highest quantity of biomass. Generally the varieties with higher values of harvest index produced lower biological yields when compared to the group of varieties with lower harvest index, but expressed higher economic yield. A positive and significant correlation was found between economic yield and harvest index. Meanwhile, a negative and significant association was observed between harvest index and biological yield. Selection of genotypes based on higher values of harvest index could contribute to a higher economic yield in wheat under dryland conditions.

**Key words:** wheat, *Triticum aestivum* L., yield, biomass, correlation.

## INTRODUCCIÓN

Donald (1962) introdujo el término índice de cosecha como una proporción de rendimiento de grano a rendimiento biológico de la planta, y se considera un importante rasgo para el mejoramiento del rendimiento de los cereales. Smith (1976) indica que el carácter de índice de cosecha está controlado genéticamente, por lo tanto es posible mejorarlo. Para lograrlo es conveniente identificar una combinación de rendimiento de biomasa con rendimiento de grano, que maximice el índice de cosecha. Un índice de cosecha alto es deseable para la conservación de biomasa dentro del grano. Hanson *et al.* (1982) mencionan que los granos de las mejores variedades de trigo semi-enanos reciben, aproximadamente, el 50% de los carbohidratos que la planta produce, mientras que las variedades tradicionalmente altas reciben cerca de una tercera parte de estos carbohidratos. Sharma y Smith (1986) indican que deben buscarse combinaciones de rasgos morfo-fisiológicos de la planta que ofrezcan altos índices de cosecha y altos rendimientos de grano, lo cual debe considerarse en los programas de mejoramiento.

Varios investigadores (Syne, 1970; Singh y Stoskopf, 1971; Donald y Hamblin, 1976; Alan, 1983; Sharma y Smith, 1986 y 1987; Malik *et al.*, 1988; Sharma, 1992 y Yildirim *et al.*, 1995) evaluaron el potencial económico y biológico de biomasa y el índice de cosecha, además de otras características asociadas con el trigo bajo condiciones de riego y alta dosis de fertilizantes. Tal información es escasa en trigo bajo condiciones de temporal. Un estudio de producción de biomasa e índice de cosecha determina la eficiencia del genotipo en la utilización de luz, agua y nutrimentos para la producción de grano. En

esta investigación se utilizaron 17 genotipos de trigo harinero con el objetivo de comparar el rendimiento económico, biológico e índice de cosecha entre las variedades, y de estudiar correlaciones fenotípicas entre diferentes características agronómicas con índices de cosecha, bajo condiciones de temporal.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Esta investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.

En este estudio se utilizaron 17 genotipos, incluyendo a la variedad Pavón como testigo, por sembrarse comercialmente en mayor superficie, bajo temporal, en el Estado de México. Las variedades Junco, Seri, Kauz, Opata, Romuma y Garambullo, fueron sobresalientes en rendimiento en tres tipos de temporal (crítico, regular y bueno) a nivel nacional. En varios centros de investigación, la variedad Zacatecas VT-74 se está utilizando como testigo para la resistencia a sequía. Las variedades Genaro T81, Garambullo V-86, Maya 74, Marte, Victoria y Bagula fueron identificadas como altamente rendidoras bajo condiciones de riego, mientras que las líneas PM trigo 5, 7 y 8 como susceptibles a la sequía. En estos recursos genéticos se incluyeron genotipos con una amplia gama de variabilidad para diferentes características: semi-enanas, altas, precoces, intermedias, diferentes colores y tamaño de grano, resistentes y susceptibles a sequía, genotipos con alto rendimiento bajo riego y temporal, alto contenido de proteínas y resistencia a enfermedades y plagas. Estos genotipos fueron seleccionados con base en los resultados obtenidos en el programa de trigo del Instituto

Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, y en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, en diferentes años.

Los genotipos citados anteriormente se sembraron en el campo utilizando un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, con una distancia entre surcos de 30 cm. La siembra se realizó en forma de chorrillo. Cada tratamiento constó de cuatro surcos de 4 m de longitud, con una superficie de 4.8 m<sup>2</sup>, y una parcela útil formada con cuatro surcos de 3 m de longitud, con una superficie de 3.6 m<sup>2</sup>; se dejó, a ambos lados, un borde de 50 cm. Antes de la siembra, en cada tratamiento se aplicó una dosis de 80-40-20 kg/ha NPK. El cultivo se desarrolló estrictamente en condiciones de temporal, de la siembra a la cosecha. Se registraron datos sobre diez características agronómicas. El índice de cosecha fue estimado con base al rendimiento económico y al rendimiento biológico por metro lineal. Se utilizó la relación rendimiento económico sobre rendimiento biológico, y se determinaron en porcentaje los valores promedios de cada tratamiento.

$$\text{Índice de cosecha} = \frac{\text{rendimiento económico}}{\text{rendimiento biológico}} \times 100$$

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El análisis de varianza (Cuadro 1) indica diferencias altamente significativas para todas las características estudiadas: rendimiento por metro lineal y hectárea, tallos y espigas

por metro lineal, longitud de espiga, granos/espiga, peso de mil granos, rendimiento biológico, índice de cosecha, altura de planta y días de floración. El coeficiente de variación obtuvo valores de 7.1 a 20.4% para todas las características estudiadas. Estos valores se consideran bajos y aceptables en condiciones de temporal, por lo tanto indican que la conducción del experimento y los resultados obtenidos fueron confiables.

El rendimiento por hectárea varió de 2038.9 a 5449.9 kg, con un promedio de 4029.4. La variedad Kauz expresó el máximo rendimiento de 5449.9 kg/ha; le siguieron Opata con 5281.8 kg/ha y Junco con 5145 kg/ha, que fueron estadísticamente iguales. Las variedades Kauz, Opata y Junco manifestaron 15.8, 10.5 y 9.3% mayor rendimiento por hectárea, en comparación con la variedad testigo. En este experimento se registraron rendimientos altos considerando los rendimientos promedio del país bajo temporal, lo que puede explicarse por los siguientes razonamientos: el lote de experimentación en Toluca está localizado a una altura de 2600 m y existe una buena distribución y alta precipitación (610 mm) durante el período del cultivo; el día y la noche son frescos y con bajas temperaturas, por lo que el número de días entre floración y madurez de grano es mayor que en otras localidades, además no hubo ataque de insectos y enfermedad.

El rendimiento económico, biológico e índice de cosecha correspondientes a las variedades estudiadas se presentan en el cuadro 2. Donald y Hamblin (1976) definieron el rendimiento de biomasa en cereales como el total de materia acumulada durante la estación de crecimiento, mientras que el índice de cosecha es una medida de eficiencia económica de la producción de la planta. En esta investigación, los valores para el índice de cosecha variaron de 10.3 a 24.9%, con un promedio de 19.1%; las variedades Romuma

(24.9%), Seri (24.7%), Pavón (24.3%) y Junco (24.1%) manifestaron los valores más altos para el índice de cosecha. La variedad Romuma produjo valores altos para rendimiento y valores intermedios para biomasa. La variedad Seri presentó la segunda posición para el índice de cosecha, obtuvo un rendimiento biológico intermedio y un rendimiento económico alto, mientras que el cultivar Junco manifestó alto rendimiento económico, alto valor de índice de cosecha y valores intermedios para rendimiento biológico. El testigo Pavón expresó el tercer lugar para índice de cosecha y fue intermedio en la producción de biomasa y rendimiento. La variedad Opata registró la primera posición en rendimiento económico, la segunda en biomasa y el sexto lugar en índice de cosecha.

Las dos líneas PM5 (10.3%) y MP8 (12.8%) produjeron valores muy bajos de índice de cosecha en comparación con las variedades restantes; sin embargo, la línea PM5 manifestó la máxima producción de biomasa (887.7 g/metro lineal) pero, desafortunadamente, valores más bajos para el rendimiento e índice de cosecha. Las variedades del grupo de alto índice de cosecha generalmente produjeron menos biomasa que las variedades del grupo de bajo índice de cosecha, aunque manifestaron altos rendimientos. Por lo tanto, la selección basada en altos índices de cosecha puede contribuir a obtener altos rendimientos.

Bhatt (1977); Nass (1988) e Yildirim *et al.* (1995) consideran el índice de cosecha como criterio de selección para el rendimiento del trigo, e indican que el criterio de índice de cosecha fue muy efectivo en la identificación de líneas altamente rendidoras, lo que coincide con los resultados de este experimento, en tanto que Sharma y Smith (1986) indican que la selección en el grupo de alto índice de cosecha usualmente produjo un valor

bajo en biomasa en trigo, y altos rendimientos en la generación de  $F_3$ .

Las variedades Romuma, Seri y Junco en el grupo de mayor índice de cosecha fueron intermedios en la altura, con precocidad en la floración y la madurez fisiológica, mientras que los genotipos PM5 y PM8 presentaron una máxima altura de planta y fueron más tardíos en la floración y en la madurez fisiológica; además fueron muy poco rendidoras y registraron bajo índice de cosecha. En este estudio, los resultados indicaron que al seleccionar con mayor índice de cosecha produce un alto rendimiento económico y baja o intermedia cantidad de biomasa. Las líneas del grupo de menor índice de cosecha produjeron bajos rendimientos económicos y muy altos biológicos, por lo que se recomiendan estas variedades para la producción de forraje.

Se encontró una correlación positiva y significativa para el rendimiento cosechado de un metro lineal con rendimiento por hectárea ( $r=0.86$ ), granos por espiga ( $r=0.51$ ) e índice de cosecha ( $r=0.70$ ). Además, se observaron correlaciones negativas y significativas entre índice de cosecha con rendimiento biológico y días a floración, pero negativas con altura de planta (Cuadro 3), lo que indica que las variedades con valores bajos de índice de cosecha aumentan el rendimiento biológico, días a floración y altura de planta, como ya se observó. En los valores de índice de cosecha se encontró una variabilidad muy amplia, además, las asociaciones positivas de estos materiales con rendimiento, revelaron que existen posibilidades de mejorar el índice de cosecha genéticamente, lo que permitiría mejorar el rendimiento de grano. La correlación negativa entre índice de cosecha y altura indica que las plantas semi-enanas producen un mayor índice de cosecha en comparación con las plantas de porte alto.

Sharma y Smith (1986) indicaron que las correlaciones fenotípicas entre índice de cosecha y rendimiento de grano en trigo resultaron relativamente altas en la generación  $F_3$ , mientras que en  $F_4$  fueron bajas. El índice de cosecha se correlacionó negativamente con la altura de planta y días a floración, mientras que las correlaciones entre índice de cosecha y rendimiento de biomasa resultaron en su mayor parte no significativas. Los resultados indicaron que el índice de cosecha en la generación  $F_3$  resultó ser un buen estimador del índice de cosecha en  $F_4$ .

En este estudio se encontraron correlaciones útiles con rendimiento biológico. Se obtuvo una correlación negativa y significativa entre rendimiento de grano con altura, lo que indica que el rendimiento puede aumentar al disminuir la altura de la planta. Se detectó una fuerte asociación entre tallos por planta y espigas por planta ( $r=0.99$ ), lo que indica que el número de espigas por planta puede aumentarse al incrementar el número de tallos. El rendimiento biológico se asoció negativamente, en forma significativa, con el índice de cosecha, lo que indica que un aumento en el rendimiento biológico reduce el índice de cosecha, como ya se discutió.

## CONCLUSIONES

- Las variedades Romuma, Seri, Junco y Pavón presentaron valores altos para el índice de cosecha.
- Generalmente las variedades que presentaron valores altos de índice de cosecha, contribuyeron a un mayor rendimiento económico de los genotipos en el campo.

- Las variedades del grupo de menor índice de cosecha produjeron más alto rendimiento biológico, pero muy poco rendimiento económico.
- Existe una correlación positiva y significativa entre rendimiento económico con índice de cosecha mientras que el rendimiento biológico se asoció negativamente, en forma significativa, con el índice de cosecha.
- El índice de cosecha forma un criterio útil para medir el potencial de rendimiento en trigo para seleccionar líneas sobresalientes.

## **LITERATURA CITADA**

- Alan R. E., 1983. Harvest indexes of backcross derived wheat lines differing in culm height. *Crop Sci.*, 23, 1029-1032.
- Bhatt G. M., 1977. Variation of harvest index in several wheat crosses Euphitica. 25, 41-50.
- Donald C.M., 1962. In search of yield. *Journal of Australian Agricultural Science*. 28, 171-178.
- Donald C.M., Hamblin J., 1976. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. *Advances in Agronomy*. 28, 361-405.
- Fisher R.A., Kertesz Z., 1976. Harvest index in space populations and grain weight in microplots as indicators of yielding ability in spring wheat. *Crop Sci*. 16, 55-59.
- Hanson H. E., Borlaugh N. E., Glenn A. R. 1982., *Wheat in the third world*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Westview, p. 174.
- Malik K. S., Moghe B. M., Gadewadilar P.N., Pandya S. C., Verma S., 1988. A comparative study

- of biomass production and harvest index in triticales and wheat and their relationship with grain yield. *Cereal Research Communication*. 16 (3-4), 219-222.
- Nass H.G., 1988. Harvest index as a selection criterion for grain yield in two spring wheat crosses grown at two populations densities. *Canadian Journal of Plant Science*. 60,1141-1146.
- Sharma R. C., Smith E. L., 1986. Selection for high and low harvest index in three winter wheat populations. *Crop Sci.*, 26, 1147-1150.
- Sharma R. C., Smith E. L., 1987. Effect of seedling rates on harvest index, grain yield and biomass yield in winter wheat. *Crop Sci.*, 27, 538-531.
- Sharma, R.C., 1992. Analysis of phytomass yield in wheat. *Agron. J.* 84:926-929.
- Singh I.D., Stoskopf N.C., 1971. Harvest index in cereals. *Agronomy Journal*. 63,224-226.
- Smith E.L., 1976. The genetics of wheat architecture. *Oklahoma Academic Science*. 6,117-132.
- Syne J.R., 1970. A high yielding mexican semi-dwarf and relationship of yield to harvest index and other verietal characteristics. *Australian Journal of Agricultural and Animal Husbandary*, 10,350-354.
- Yildirim, M.B., N. Budak and Y. Arshad, 1995. Inheritance of harvest index in a 6x6 diallel cross population of bread wheat. *Cereal Res. Commun.* 23 (1-2): 45-48.