

Uso de la androesterilidad genética masculina en la reconversión de genotipos para realizar selección recurrente en trigo*

Using genetic male-sterility in the conversion of genotypes for recurrent selection in wheat

Héctor Eduardo Villaseñor Mir^{1§}, René Hortelano Santa Rosa¹, Eliel Martínez Cruz¹, Julio Huerta Espino¹, Elizabeth García León¹ y Eduardo Espitia Rangel¹

¹Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX)-INIFAP. Carretera Los Reyes- Texcoco km 18.5, Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, C. P. 56250. Tel: 01 595 92 127 15 Ext. 161. (rehosa_64@msn.com; elieloax@yahoo.com.mx; j.huerta@cgiar.org; elizabeth.garcia@colpos.mx; espitia.eduardo@inifap.gob.mx). [§]Autor para correspondencia: villaseñor.hector@inifap.gob.mx.

Resumen

La reconversión de genotipos elite fértiles a androestériles es una tarea importante para aplicar eficientemente la MSFRS en trigo, ya que será la base genética que representará los avances alcanzados por el programa y la plataforma para los futuros progresos genéticos. El objetivo de la investigación es valorar las ventajas que tiene el mutante androestéril dominante “Oly” en la reconversión e incorporación del carácter a material elite de trigo. Fueron utilizados 20 genotipos del programa de trigo de temporal del INIFAP-CEVAMEX y se empleó como fuente de esterilidad la causada por un gene simple dominante denominado “Oly”. Una vez realizada la cruce simple de los genotipos fértiles con plantas androestériles, se efectuaron seis retrocruces de los genotipos elite hacia plantas estériles para recuperarlos. La mayoría de los genotipos mostraron alto grado de similitud en altura de planta, en donde solamente tres mostraron diferencias estadísticas significativas, mientras que para longitud de espiga y reacción a roya amarilla sólo en dos isolíneas se detectó diferencia significativa. El mutante androestéril “Oly” fue efectivo en la reconversión y no se observó que esté ligado a efectos deletéreos, lo que permitirá su uso en la formación de poblaciones androestériles para realizar selección recurrente en trigo.

Abstract

The conversion of fertile male sterile elite genotypes is important to efficiently implement MSFRS in wheat, as it will be the genetic basis to represent the progress made by the program and platform for future genetic progress. The aim of the research is to evaluate the advantages of the dominant male sterile mutant “Oly” in the conversion and incorporation of character elite wheat material. 20 genotypes from the program of rainfed wheat from the INIFAP-CEVAMEX were used and, as the source of infertility the caused by a single dominant gene called “Oly”. Once the single cross of fertile male-sterile plants genotypes, performing six test crosses of the elite genotypes into sterile plants to recover them. Most of the genotypes showed high degree of similarity in plant height, where only three showed statistically significant differences, whereas for spike length and reaction to yellow rust only two isolines significant difference was detected. The male sterile mutant “Oly” was effective in the conversion and was not found to be linked to deleterious effects, allowing its use in the formation of male sterile populations for recurrent selection in wheat.

Keywords: dominant mutant, isolines on wheat, population improvement.

* Recibido: diciembre de 2014
Aceptado: marzo de 2015

Palabras clave: isolíneas en trigo, mejoramiento poblacional, mutante dominante.

La androesterilidad para realizar selección recurrente en trigo Male Sterile Facilited Recurrent Selection (MSFRS) es una técnica que requiere una fuente de esterilidad que no esté ligada a efectos deletéreos, que de preferencia esté gobernada por un gen simple dominante y que sea efectiva en su incorporación a germoplasma elite base (Villaseñor *et al.*, 2014). En especies autógamas poco se ha utilizado, porque de manera natural no hay germoplasma androestéril que permita la recombinación y el mejoramiento con la misma eficiencia que se logra en las alógamas (Sorrels y Fritz, 1982; Bockelman y Sharp, 1986). Para disponer de fuentes androestériles en trigo se han aislado mutantes inducidos mediante radiación recurrente o debido a mutaciones espontáneas, como por ejemplo, los reconocidos como Pugsley (Suneson, 1962); Probus (Fossati e Ingold, 1970); Cornerstone (Driscoll, 1977); Taigu-1 (Liu *et al.*, 1986) y LZ (Zhou *et al.*, 2008), los que en su mayoría están ligados a efectos deletéreos, por lo que han sido poco efectivos en el mejoramiento poblacional.

En cereales de grano pequeño han sido reconocidos los avances genéticos en el mejoramiento poblacional cuando se utiliza la MSFRS (Ramage, 1977). En México la técnica se ha utilizado por Villaseñor *et al.* (2002a), quienes reportaron avances genéticos para rendimiento de grano de 4.7% ciclo de selección, y por Solís *et al.* (2002) en donde indican que después de siete ciclos de selección recurrente, aumentó la frecuencia de genotipos de alto rendimiento y con resistencia a roya amarilla. Es importante indicar que el éxito del mejoramiento poblacional cuando se utiliza la MSFRS depende de la fuente de esterilidad, sin embargo, también es importante el germoplasma base a utilizar para formar las poblaciones (Ramage, 1977; Geraldí y de Souza, 1997; Villaseñor *et al.*, 2002b), ya que éste deberá de contener los genes recombinantes de interés para lograr los avances genéticos del programa.

Una vez elegido el germoplasma base, se procede a incorporarles la fuente de androesterilidad para formar las poblaciones recombinantes (Ramage, 1977; Geraldí y de Souza, 1997). La retrocruza es una técnica de mejoramiento genético que ha sido efectiva para incorporar caracteres cualitativos como la androesterilidad (Márquez, 1988) y lo es aún más cuando el carácter a incorporar es dominante (Geraldí y de Souza, 1997; Villaseñor *et al.*, 2014); entre mayor número de retrocruzas se realicen sobre el progenitor recurrente, mayor será la similitud. Villaseñor *et al.* (2014) realizaron cuatro retrocruzas en ocho variedades de trigo y evaluaron la

Male-sterility for recurrent selection in Wheat (Male Sterile Facilited Recurrent Selection: MSFRS) is a technique that requires a source of sterility that is not linked to deleterious effects, which preferably is governed by a single dominant gene and is effective in joining elite germplasm base (Villaseñor *et al.*, 2014). In autogamous species has been little used because naturally no male sterile germplasm allowing recombination and improvement with the same efficiency achieved in cross-pollinated (Sorrels and Fritz, 1982; Bockelman and Sharp, 1986) In order to obtain male sterile sources in wheat, mutants induced by recurrent or due to spontaneous mutations radiation have been isolated, such as those recognized as Pugsley (Suneson, 1962); Probus (Fossati and Ingold, 1970) Cornerstone (Driscoll, 1977); Taigu-1 (Liu *et al.*, 1986) and LZ (Zhou *et al.*, 2008), which are mostly linked to deleterious effects, which have been ineffective in population improvement.

In small-grain cereals, the genetic advances in population improvement have been recognized when MSFRS is used (Ramage, 1977). In Mexico, the technique has been used by Villaseñor *et al.* (2002a), who reported genetic advances for gains yield of 4.7% cycle selection, and by Solís *et al.* (2002) indicating that after seven cycles of recurrent selection, increased the frequency of genotypes with high yield and stripe rust resistance. It is important to note that, the success of population improvement when MSFRS is used depends on the source of infertility; however, it is also important the germplasm base to be used for making the populations (Ramage, 1977; Geraldí and Souza, 1997; Villaseñor *et al.*, 2002b), since it should contain the recombinant gene of interest to obtain genetic program progress.

Once the base germplasm is chosen, we proceed to incorporate the source to form the recombinant male-sterility populations (Ramage, 1977; Geraldí and de Souza, 1997). The backcross is a breeding technique that has been effective to incorporate qualitative characters as male-sterility (Márquez, 1988) and even more so when the character to be incorporated is dominant (Geraldí and Souza, 1997; Villaseñor *et al.*, 2014); more backcrosses between operations on the recurrent parent, the greater the similarity. Villaseñor *et al.* (2014) conducted four backcrossing in eight varieties of wheat and assessed the similarity in six qualitative characteristics, finding between 80% and 90% effective. Accordingly, the objective of this research was to evaluate the advantages of the dominant male sterile mutant "Oly" in the conversion and incorporation of character elite in wheat material.

similitud en seis caracteres cualitativos, encontrando entre 80% y 90% de efectividad. De acuerdo con lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue valorar las ventajas que tiene el mutante androestéril dominante “Oly” en la reconversión e incorporación del carácter a material elite de trigo.

La fuente de androesterilidad “Oly”, debida a un gene simple dominante de trigo harinero (*Triticum aestivum* L.), se utilizó para incorporarla a 20 progenitores del programa de trigo de temporal del INIFAP. El proceso de reconversión se inició en ciclo primavera- verano de 2005 en el Campo Experimental Valle de México (CEVAMEX) ubicado en Chapingo, Texcoco, México y terminó en el ciclo Otoño-Invierno del 2009-10 en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ) ubicado en Celaya, Gto. De la población recombinante identificada como PANDOLY, portadora del gen androestéril dominante que segrega en la proporción 1:1 de estériles y fértiles (Villaseñor *et al.*, 2014), fueron sembradas 2000 semillas a una separación entre ellas de 15 cm (siembra espaciada); también fueron sembradas las semillas de los 20 progenitores a una separación de 15 cm en dos surcos separados a 30 cm y de 3 m de largo; antes de la floración, se cubrieron espigas de plantas androestériles para evitar que se polinizaran; posteriormente, grupos de cinco espigas cubiertas fueron elegidas para ser polinizadas con cada una de los 20 progenitores; la semilla recombinante se cosechó para obtener la F_1 de la cruce (F_1C). Para obtener la primera retrocruza, la semilla F_1C se sembró espaciada a 15 cm en dos surcos separados a 30 cm y de 5 m de largo, junto con su respectivo progenitor (parcelas apareadas); antes de floración se cubrieron espigas de plantas androestériles de cada F_1C ; posteriormente se polinizaron con su progenitor y fue así como se obtuvo la semilla F_1 de la retrocruza uno (F_1RC1); este procedimiento se repitió hasta obtener la semilla F_1 de la retrocruza seis (F_1RC6); se tuvo especial cuidado en realizar la retrocruza hacia plantas androestériles cada vez más semejantes al progenitor.

La semilla de los 40 genotipos F_1 de la retrocruza seis “ F_1RC6 ” de cada progenitor y los 20 progenitores) se sembró durante el ciclo primavera-verano de 2012 en el CEVAMEX espaciada a 15 cm en parcelas apareadas, cada una de dos surcos de 5 m y espaciados a 30 cm para dar un total aproximado de 60 plantas por parcela. El manejo agronómico del lote experimental se realizó bajo condiciones de temporal y de acuerdo a las sugerencias del INIFAP. Durante el espigamiento se cubrió una espiga en todas las plantas de las isolíneas androestériles para determinar la segregación fértil: estéril. En llenado de grano se evaluó la incidencia de roya amarilla (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) en cada una de las parcelas y en madurez,

The source of male-sterility “Oly”, due to a single dominant gene of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) was used to incorporate a 20 progenitors of the rainfed wheat program INIFAP. The conversion process began in spring-cycle summer of 2005 in the Valley of Mexico Experimental Field (CEVAMEX) located in Chapingo, Texcoco, Mexico and, finished in autumn-winter 2009-2010 in the Experimental Bajío (CEBAJ) located in Celaya, Guanajuato. Recombinant population identified as PANDOLY, carrying the dominant male sterile gene that segregated in a 1: 1 sterile and fertile (Villaseñor *et al.*, 2014) were seeded 2000 seeds at a spacing therebetween of 15 cm (spaced planting); were also planted the seeds of the 20 parents at a distance of 15 cm in two separate rows and 30 cm 3 m long; before flowering, ears of male sterile plants were covered to prevent pollinate; subsequently covered groups of five ears were chosen to be pollinated with each of the 20 parents; recombinant seeds were harvested for the F_1 crosses (F_1C). For the first backcross, the seed was sown F_1C spaced at 15 cm in two separate lines of 30 cm and 5 m long, together with their respective parent (paired plots); before flowering spikes of male sterile plants of each F_1C were covered; subsequently were pollinated with its father and that’s how the seed F_1 from the backcross 1 was obtained (F_1RC1); this procedure was repeated until obtaining the seed of the F_1 from the backcross 6 (F_1RC6); special care was taken to make the backcross to increasingly similar to the male-sterile parent plants.

The seed of the 40 genotypes F_1 from the backcross 6 “ F_1RC6 ” from each parent and 20 parents was planted during the spring-summer cycle 2012 at the CEVAMEX, spaced at 15 cm in paired plots, each of two grooves spaced 5 m and 30 cm for a total of approximately of 60 plants per plot. Agronomic management of the experimental plot was conducted under rainfed conditions and according to the suggestions of INIFAP. During the spiking a spike covered in all male-sterile plants isolines to determine the fertile segregation: sterile. In grain-filling the incidence of yellow rust (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) in each of the plots and maturity, in each parent and their respective conversion, were randomly selected 20 plants were evaluated in which they measured the plant height and spike length, which are the most visible variables in the process of backcrossing, and that somehow indicative of the efficiency of technical MEFSR. With the data obtained we proceeded to conduct an analysis of overall variance by completely randomized design with SAS (SAS-Institute 2002) statistical package thus obtaining the averages of each genotype for each variable.

en cada progenitor y su respectiva reconversión, se eligieron al azar 20 plantas en las que se midieron las variables altura de planta y longitud de espiga, que son las variables más visibles en el proceso de retrocruzamiento, y que en cierta forma son indicativas de la eficiencia de técnica MEFSR. Con los datos obtenidos se procedió a realizar un análisis de varianza general mediante el diseño completamente al azar con el paquete estadístico SAS (SAS-Institute 2002) obteniéndose así los promedios de cada genotipo por cada variable.

En total se tuvieron 556 plantas en las 20 isolíneas androestériles; se determinó la relación fértil:estéril, resultando que 268 fueron fértiles y 288 estériles, lo que de acuerdo con la Prueba de Ji Cuadrada (Ji^2 tablas= 3.6 > Ji^2 Calculada= 0.93) se ajusta a una relación 1:1, semejante a la segregación esperada para un gen simple dominante (Sun *et al.*, 1994; Villaseñor *et al.*, 2014). Todas las plantas fértiles lo fueron 100% y todas las plantas estériles lo fueron 100%, lo que confirma que la androesterilidad de mutante Oly se debe a un gen simple dominante (Villaseñor *et al.*, 2014).

En el Cuadro 1 se presentan los promedios por variable para cada progenitor y su isolínea androestéril, en donde se puede apreciar que para Altura de Planta solamente en las variedades Norteña F2007, Eneida F94 y Gálvez M87 hubo diferencia significativas, mientras que en los restantes 17 grupos de genotipos no se detectó diferencia, información que indica que para este carácter la incorporación del gene androestéril fue efectivo; para las tres variedades en donde hubo diferencia significativa, las isolíneas androestériles fueron más altas hasta en 12 cm, lo que indica que en su momento las plantas androestériles retrocruzadas no fueron bien elegidas, ya que en poblaciones recombinantes androestériles el porte de planta alto es uno de los caracteres más modificados cuando no se hace la selección adecuada de las plantas recombinantes o cuando se deja al azar (Sun *et al.*, 1994; Villaseñor *et al.*, 2002b). En la variable longitud de espiga (Cuadro 1), sólo en las variedades Altiplano F2007 y Gálvez M87 hubo diferencia significativas, mientras que en los otros 18 grupos de genotipos no se detectó diferencia, información que también confirma que la incorporación del gene androestéril fue efectiva. También en el Cuadro 1 se presenta la reacción en el follaje a roya amarilla (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) en los genotipos evaluados, en donde se observa que la respuesta en 15 progenitores y sus isolíneas androestériles respectivas fue prácticamente la misma en cuanto a porcentaje de infección y tipo de reacción, mientras que en los cinco grupos restantes varió ligeramente el tipo de reacción o el porcentaje de infección, información que permite determinar que para este carácter cualitativo también la incorporación del gene androestéril fue efectiva.

A total of 556 plants were in the 20 androsterile isolines; fertile ratio was determined: Sterile, resulting in 268 288 were fertile and sterile, which according to the Chi-square test (ji^2 tables= 3.6 > Ji^2 calculated= 0.93) is set to a 1: 1, like the expected segregation for a single dominant gene (Sun *et al.*, 1994; Villaseñor *et al.*, 2014). All the fertile plants which were 100% and all the sterile plants were 100%, confirming that Oly mutant male-sterility is caused by a single dominant gene (Villasenor *et al.*, 2014).

The Table 1 shows the averages per variable for each parent and male sterile isolate, where we can see that for plant height only in the varieties Norteña F2007, Eneida F94 and Gálvez M87 had significant difference while in the remaining 17 groups of genotype there was no difference detected, information indicating that this character incorporating male sterile gene was effective; for the three varieties where there was significant difference, male-sterile isolines were higher by up to 12 cm, indicating that male-sterile plants backcrossed were not well chosen at the time, since in androsterile recombinant populations carrying of high plant is one of characters altered when no proper selection of recombinant plants or when is left to chance (Sun *et al.*, 1994; Villaseñor *et al.*, 2002b). In the variable ear length (Table 1), only varieties Altiplano F2007 and Gálvez M87 had significant difference, while in the other 18 groups of genotypes there was no difference detected this information also confirms that, the incorporation of male sterile gene was effective. Also, in Table 1, the reaction occurs in the foliage to yellow rust (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) in the genotypes evaluated, where it is observed that the response in 15 parents and their respective androsterile isolines were virtually the same as a percentage of infection and type of reaction, while in the remaining five groups slightly varied the type of reaction or the rate of infection, information that helps determine that this qualitative also incorporating male sterile gene was effective.

The results presented indicate that backcrossing scheme applied to elite germplasm of wheat program from INIFAP-CEVAMEX was effective to incorporate the dominant sterile gene "Oly" as great similarity between parents and their androsterile isolines was achieved. This conversion to male-sterility is quite important because according to Geraldí and Souza (1997), an elite germplasm breeding program is the bearer of favourable genes that will enable progress in the medium and long term. Moreover, the aforementioned conversion allow recombinant formation populations for

Cuadro 1. Variables agronómicas y fitopatológicas de progenitores y su reconversión androestéril después de seis retrocruzas. INIFAP-CEVAMEX, Chapingo, Estado de México, primavera-verano-2012.

Table 1. Agronomic and plant pathology of parents and male sterile after 6 backcross of conversion variables. INIFAP-CEVAMEX, Chapingo, State of Mexico, spring-summer-2012.

Variedad	Altura de planta			Longitud de espiga			<i>Puccinia striiformis</i>
	cm	F-E	F-E (%)	cm	F-E	F-E (%)	
Altiplano F2007	80.2			12.1			20MS
Altiplano F2007 androestéril	84.2	-4.0	5.0	13.8	-1.65**	13.6	20MS
Josecha F2007	76.2			13.3			10MR
Josecha F2007 androestéril	79.6	-3.4	4.5	13.2	0.05	0.4	10MR
Monarca F2007	86.6			13.9			30MS
Monarca F2007 androestéril	88.5	-1.9	2.2	14.3	-0.4	2.9	20MS
Nana F2007	96.8			15.7			10R
Nana F2007 androestéril	94.7	2.1	2.2	15.9	-0.15	1.0	10R
Norteña F2007	72.3			13.3			20MR
Norteña F2007 androestéril	81.3	-9.0**	12.4	13.1	0.15	1.1	20MS
Roelfs F2007	86.4			15.6			30MS
Roelfs F2007 androestéril	84.5	1.9	2.2	15.5	0.05	0.3	40MS
Urbina S2007	81.4			13.6			10R
Urbina S2007 androestéril	81.9	-0.5	0.6	14.2	-0.6	4.4	10R
Triunfo F2004	89			13.9			40MS
Triunfo F2004 androestéril	82.9	6.1	6.9	13.2	0.75	5.4	30MR
Kronstad F2004	82.4			12.9			0
Kronstad F2004 androestéril	82.6	-0.2	0.2	13.5	-0.55	4.3	0
Nahuatl F2000	91.4			13.9			20MR
Nahuatl F2000 androestéril	88.8	2.6	2.8	12.7	1.15	8.3	20MR
Rebeca F2000	85.4			13.3			5R
Rebeca F2000 androestéril	85.7	-0.3	0.4	12.9	0.35	2.6	5R
Tlaxcala F2000	80			14.6			20MR
Tlaxcala F2000 androestéril	83.4	-3.4	4.3	14.0	0.55	3.8	20MR
Romoga F96	85.2			14.0			10MR
Romoga F96 androestéril	88.3	-3.1	3.6	14.0	0.0	0.0	20MR
Batán F96	85.2			15.5			60S
Batán F96 androestéril	82.4	2.8	3.3	15.7	-0.15	1.0	70S
Eneida F94	80.2			11.8			20MR
Eneida F94 androestéril	92.7	-12.5**	15.6	12.7	-0.9	7.6	20MR
Temporalera M87	91.3			13.8			70S
Temporalera M87 androestéril	88	3.3	3.6	13.2	0.25	4.4	70S
Gálvez M87	74.8			14.9			50MS
Gálvez M87 androestéril	83.3	-8.5**	11.4	12.9	1.95**	13.1	50MS
Pavón F76	80			13.2			20MR
Pavón F76 androestéril	86	-6.6	7.5	13.3	-0.1	0.8	20MR
PM-1 [§]	77.8			12.8			0
PM-1 androestéril	81.4	-3.6	4.6	12.0	0.8	6.3	0
PM-2 [§]	67.4			11.3			0
PM-2 androestéril	69.5	-2.1	3.1	11.5	-0.2	1.8	0
Tukey ($\alpha=0.05$)	7.9			1.34			

[§]líneas avanzadas; **= diferencia altamente significativas; F= fértiles; E= estériles; R= resistente; MR= moderadamente resistente; MS= moderadamente susceptible; S= susceptible.

Los resultados presentados indican que el esquema de retrocruzas aplicado al germoplasma elite del programa de trigo del INIFAP-CEVAMEX fue efectivo para incorporar el gen estéril dominante “Oly”, ya que se logró gran similitud entre los progenitores y sus isolíneas androestériles. Esta

recurrent selection, as reported Sun *et al.* (1994) when they evaluated the effect of improvement using the dominant mutant gene Taigu-1, who concluded that the reconversion of its most outstanding male sterile germplasm allowed further progress.

reconversión hacia androesterilidad es muy importante, ya que de acuerdo con Gerald y de Souza (1997), el germoplasma elite de un programa de mejoramiento genético es el portador de los genes favorables que van a permitir los avances a mediano y largo plazo. Por otra parte, la referida reconversión permitirá la formación de poblaciones recombinantes para realizar selección recurrente, tal y como lo reportan Sun *et al.* (1994) cuando evaluaron el efecto del mejoramiento utilizando el gen mutante dominante Taigu-1, quienes concluyeron que la reconversión a androestériles del su germoplasma más sobresaliente permitió lograr mayores avances.

Conclusiones

El mutante androestéril “Oly”, después de seis retrocruzas y tomando como referencia caracteres agronómicos y fitopatológicos altamente influenciados por el ambiente, fue adecuado para incorporarle la fuente de androesterilidad a germoplasma elite de trigo, no se asoció con efectos deletéreos y segregó en la proporción 1:1 para plantas fértiles y estériles. La reconversión a androestériles del germoplasma elite considerado es una labor muy importante, ya que será la base para la formación de poblaciones recombinantes que permitirán realizar selección recurrente con la misma eficiencia que se logra con la MSFRS

Agradecimientos

Los autores(a) agradecen al Fondo CONACYT-SAGARPA, Proyecto Núm. 146788 por el financiamiento parcial de la presente investigación y su publicación.

Literatura citada

- Bockelman, H. E. and Sharp L. E. 1986. Development of disease resistant germplasm in barley utilizing recurrent selection techniques. RACHIS. Barley and Wheat Newsletter. 5(2):17-24.
- Driscoll, C. J. 1977. Registration of cornerstone male sterile wheat germoplasm. Crop Sci. 17:190.
- Fossati, A. and Ingold, M. 1970. A male sterile mutant in *Triticum aestivum* L. Wheat information service. 30:8-10.
- Gerald, I. O. y de Souza, C. L. 1997. Muestreo genético para programas de mejoramiento poblacional. In: Guimaraes, E. P. (Ed.). Avances en el mejoramiento poblacional de arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 9-21 pp.

Conclusions

The male sterile mutant “Oly”, after 6 backcrosses and, taking on agronomic and phytopathologic traits as reference highly influenced by the environment, making it appropriate to incorporate the source of male-sterility in elite germplasm of wheat, not associated with deleterious effects and was segregated in the proportion 1:1 for fertile and sterile plants. The conversion to androsterile of elite germplasm is considered a very important task, since it will be the basis for the formation of recombinant populations that will make recurrent selection with the same efficiency achieved with MSFRS.

End of the English version



- Liu, B.; L. Yang, and Deng, J. Y. 1986. A dominant gene for male sterility in wheat. Plant Breed. 97:204-209.
- Márquez, S. F. 1988. Genotecnia vegetal. Tomo II. AGT Editor, S. A. México. 661 p.
- Ramage, R. T. 1977. Varietal improvement of wheat through male sterile facilitated recurrent selection. ASPAC. Tech. Bull. Núm. 37. Republic of China. 13 p.
- Statistical Analysis System (SAS) Institute. 2001. SAS user's guide. Statistics. Version 9. SAS Inst., Cary, NC. USA. Quality, and elemental removal. J. Environ. Qual. 19:749-756.
- Sorrells, B. and Fritz, S. E. 1982. Application of a dominant male sterile allele to the improvement of self pollinated crops. Crop Sci. 22:1033-1035.
- Solís, M. E.; Molina, G. J. D.; Villaseñor, M. H. E. y Sandoval, I. S. 2002. Efecto de la selección masal visual recurrente para rendimiento sobre la resistencia de planta adulta a roya lineal amarilla y roya de la hoja en trigo. Rev. Fitotec. Mex. 25(1):81-88.
- Sunesson, W.; Pope, K.; Jensen, N. F.; Poehlman, J. M. and Smith, G. S. 1963. Wheat composite cross I. Created for breeders everywhere. Crop Sci. 3:101-102.
- Sun, F. H.; Chen, X. M. and Zeng, Q. M. 1994. Effects of population improvement on grain weight per plant and ears per plant as well as plant height by using Ta1 gene in wheat. Acta-Agronomica-Sinica. 20:3282-289.
- Villaseñor, M. H. E.; Castillo, G. F.; Rajaram, S.; Espitia, R. S. y Molina, G. J. D. 2002a. Selección recurrente para rendimiento de grano en una población androestéril de trigo. Agric. Téc. Méx. 28(1):43-52.
- Villaseñor, M. H. E.; Castillo, G. F.; Espitia R. E.; Rajaram S. y Molina, G. J. D. 2002b. Perspectivas del uso de la androesterilidad en el mejoramiento por selección recurrente de trigo en México. Rev. Fitotec. Mex. 25(3):321-326.
- Villaseñor, M. H. E.; Huerta, E. J.; Espitia, R. E.; Hortelano, S. R. M.; Rodríguez, G. F. y Martínez, C. E. 2014. Genética y estabilidad del mutante androestéril dominante de trigo “Oly” Rev. Mex. Cienc. Agríc. 8:1509-1515.
- Zhou, K.; Wang, S.; Feng, Y.; Ji, W. and Wang, G. 2008. A new male sterile mutant LZ in wheat (*Triticum aestivum* L.). Euphytica. 159(3):403-410.