

ETUDE COMPARATIVE D'HYBRIDES F₂ DE BLÉ DUR (*TRITICUM DURUM*) ET LEURS PARENTS

C.DJENADI

INRAA, CRP Mahdi Boualem, Laboratoire de Physiologie végétale et amélioration des plantes,
BP 37 Baraki, 16210-Alger.

Résumé : Cette étude est basée sur la comparaison de 17 hybrides F₂ de blé dur (*Triticum durum* Desf) obtenus au cours de l'année 1994 et de leurs parents. Elle a pour but de sélectionner des hybrides par l'estimation de l'hétérosis. Les mesures ont porté sur des caractères morphologiques et agronomiques. Globalement l'hétérosis se manifeste au niveau de la précocité, hauteur, tallage, col de l'épi, dernier entre noeud, longueur des barbes. Cinq (05) hybrides présentant des caractéristiques d'adaptation à la sécheresse ont ainsi été retenus.

Mots clés : : blé dur, hybride, hétérosis, caractérisation, adaptation à la sécheresse.

Abstract : In the present study 17 F₂ hybrids and their parents were compared. They were studied from morphological and agronomic traits. These traits are parameters of adaptation to drought. Globally the manifestation of heterosis in F₂ hybrids appears for some criteria such as precocity, height. Five (05) hybrids based on heterotic response have been selected.

Key words : Durum wheat, hybrid, heterosis, characterisation, drought adaptation.

INTRODUCTION

L'amélioration génétique du blé a eu pendant longtemps pour objectif l'augmentation de la productivité. Le succès de cette stratégie est lié à l'existence de conditions environnementales favorables, qui permettent ainsi l'expression des différents facteurs du rendement.

En Algérie, le déficit hydrique est le facteur environnemental abiotique le plus fréquent et le plus limitant de la production. L'obtention de variétés tolérantes au déficit hydrique passe par deux étapes successives: la création de la variabilité par croisements, mutagenèse ou culture *in vitro*, suivie de la sélection dans la diversité créée selon les conditions climatiques et stabilisation des types retenus. Ainsi par une sélection adéquate, une complémentarité entre les génomes locaux et étrangers à haut rendement permettrait d'obtenir des variétés capables de fournir des rendements stables et élevés. Cette sélection fait appel à l'étude de l'hétérosis, qui est défini au niveau d'un croisement, de deux lignées homozygotes comme le gain de vigueur d° à l'état hybride (Bonjean et Picard, 1990).

Plusieurs théories ont été formulées afin d'expliquer ce phénomène, les plus courantes étant: la théorie de la dominance elle explique surtout l'apparition de tares, ou éventuellement

de qualités conditionnées par des gènes majeurs et la théorie de la superdominance, qui suppose que cette supériorité viendrait de l'état hétérozygote à un certain nombre de locis. De cette dernière théorie plusieurs explications peuvent se concevoir: l'additivité des allèles, l'expression alternative des allèles, et la formation d'enzymes «hybrides» chez l'hétérozygote qui a ainsi plusieurs réponses enzymatiques par rapport à l'homozygote.

Ce présent travail a pour objectif la sélection d'hybrides F2 de blé dur présentant des caractères d'adaptation à la sécheresse. Il a porté sur la comparaison de 17 hybrides et de leurs parents respectifs, par des mesures de caractères morphologiques et agronomiques. La sélection est basée sur leur supériorité par rapport au parents, estimée par l'hétérosis.

MATERIEL ET METHODES :

1 • Matériel végétal :

L'expérimentation consiste en la comparaison de 17 combinaisons hybrides de blé dur (*Triticum durum*) avec les 5 lignées parentales correspondantes Waha, Hcdba 3, Oued Zenati, Gemgoum R'khem, Mohamed Ben Bachir. Les combinaisons figurent dans le tableau 1.

Tableau I : Les différents hybrides étudiés durant l'année 1996/1997

Hybrides testés	Code
Gemgoum R'khem X Waha	H9
Gemgoum R'khem X Mohamed Ben Bachir	H1
Gemgoum R'khem X Hedba 3	H14
Gemgoum R'khem X Oued Zenati	HZ
Waha X Gemgoum R'khem	H17
Waha X Hedba 3	H3
Waha X Oued Zenati	H10
Mohamed Ben Bachir X Gemgoum R'khem	H12
Mohamed Ben Bachir X Hedba 3	H7
Mohamed Ben Bachir X Oued Zenati	H4
Mohamed Ben Bachir X Waha	H16
Hedba 3 X Gemgoum R'khem	H5
Hedba 3 X Waha	H15
Oued Zenati X Waha	H6
Oued Zenati X Hedba 3	H11
Oued Zenati X Mohamed Ben Bachir	H13

2 - Description de l'essai :

L'essai s'est déroulé au centre de recherche en phytotechnie (CRP Mahdi Boualem, BARAKI).

Les hybrides et leurs parents ont été étudiés selon un dispositif en blocs aléatoires complets. La parcelle élémentaire étant constituée de 3 lignes de 7,5m espacées de 20cm.

3 - Caractères étudiés :

Les notations ont porté sur : La précocité (PRE), qui est appréciée en nombre de jours de la levée à l'épiaison (50% d'épiaison). Le tallage herbacé (TH), est évalué en comptant le nombre de tiges herbacées lors de la phase montaison. Le tallage épi (TE), est évalué en comptant le nombre d'épi/plante. La hauteur de la tige (HT), est mesurée en cm du sol à la base de l'épi. La longueur de l'épi

(LE), est mesurée en cm de l'épi à l'extrémité les barbes non incluses. Le col de l'épi (CLE), est mesuré en centimètre. Le dernier entre nœud (DEN), est mesuré du dernier nœud jusqu'à la base de l'épi. La longueur des barbes (LB), est mesurée de l'extrémité de l'épi à l'extrémité des barbes et le nombre de nœuds (NN).

Les mesures ont été effectuées sur 20 individus, plant par plant.

4 - Etude de l'hétérosis :

L'estimation de l'hétérosis a été calculée par rapport au parent moyen, ou au meilleur parent, selon les formules suivantes :

Selon le parent moyen :

$$\% \text{ d'hétérosis} = \frac{F2 - (P1 + P2)/2}{(P1 + P2)/2}$$

Selon le meilleur parent :

$$\% \text{ d'hétérosis} = \frac{F2 - P_{\max}}{P_{\max}}$$

F2 : valeur de l'hybride
 P1 : valeur du premier parent
 P2 : valeur du second parent
 Pmax : valeur du parent supérieur.

La référence au parent moyen met en évidence les effets de dominance donc l'écart à l'additivité. La référence au meilleur parent met en évidence les effets de supériorité (Lefort-Buson, 1985).

Pour révéler l'existence d'effets maternels aux niveaux des hybrides, les croisements réciproques ont été étudiés.

5 • Analyse statistique :

La méthode statistique utilisée est

l'analyse de la variance à deux critères de classification. Le logiciel STATIGRAF a servi à traiter l'ensemble des données. Les traitements graphiques ont été réalisés à l'aide du logiciel EXCEL.

RESULTATS ET DISCUSSION :

L'analyse de la variance effectuée pour les différentes variables étudiées révèle des différences qui sont en général très hautement significatives (Tableau II). Ces résultats indiquent l'existence d'une diversité génétique entre les différents hybrides et leurs parents respectifs.

Tableau II : Analyse de la variance pour les caractères à étudier parents-hybrides.
 (PRE = précocité; TH = tallage herbacé; TE = tallage épi; HT = hauteur tige;
 LE = longueur épi ; CLE = col de l'épi; LB = longueur barbes)

DDL	CARRE MOYEN									
	PRE	TH	TE	HT	LE	CLE	DEN	LB	NN	
	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	61,56	183,1	353,74	8,06	219,02	606,34	19,96	11,75		

*** : Significative à 5 %

** Significative à 1 %

Etude de l'hétérosis :

Les valeurs mesurées sur les hybrides sont représentées, en même temps que celles pour leurs parents sur la figure 1 qui regroupe les graphes pour lesquels il y a globalement un effet d'hétérosis. Ce travail a permis donc de révéler l'existence d'hétérosis au niveau des F2. Selon Bonjean et Picard (1990), il y aurait perte dès la

première génération d'autofécondation, de la vigueur hybride et on obtiendrait une F2 hétérogène. Les travaux réalisés par Kratochvil et al (1990) sur blé et portant sur la possibilité d'utilisation à grande échelle des hybrides F2 ou même F3 obtenus par voie chimique ont montré que la dépression de la vigueur hybride reste relativement faible à nulle pour certains caractères.

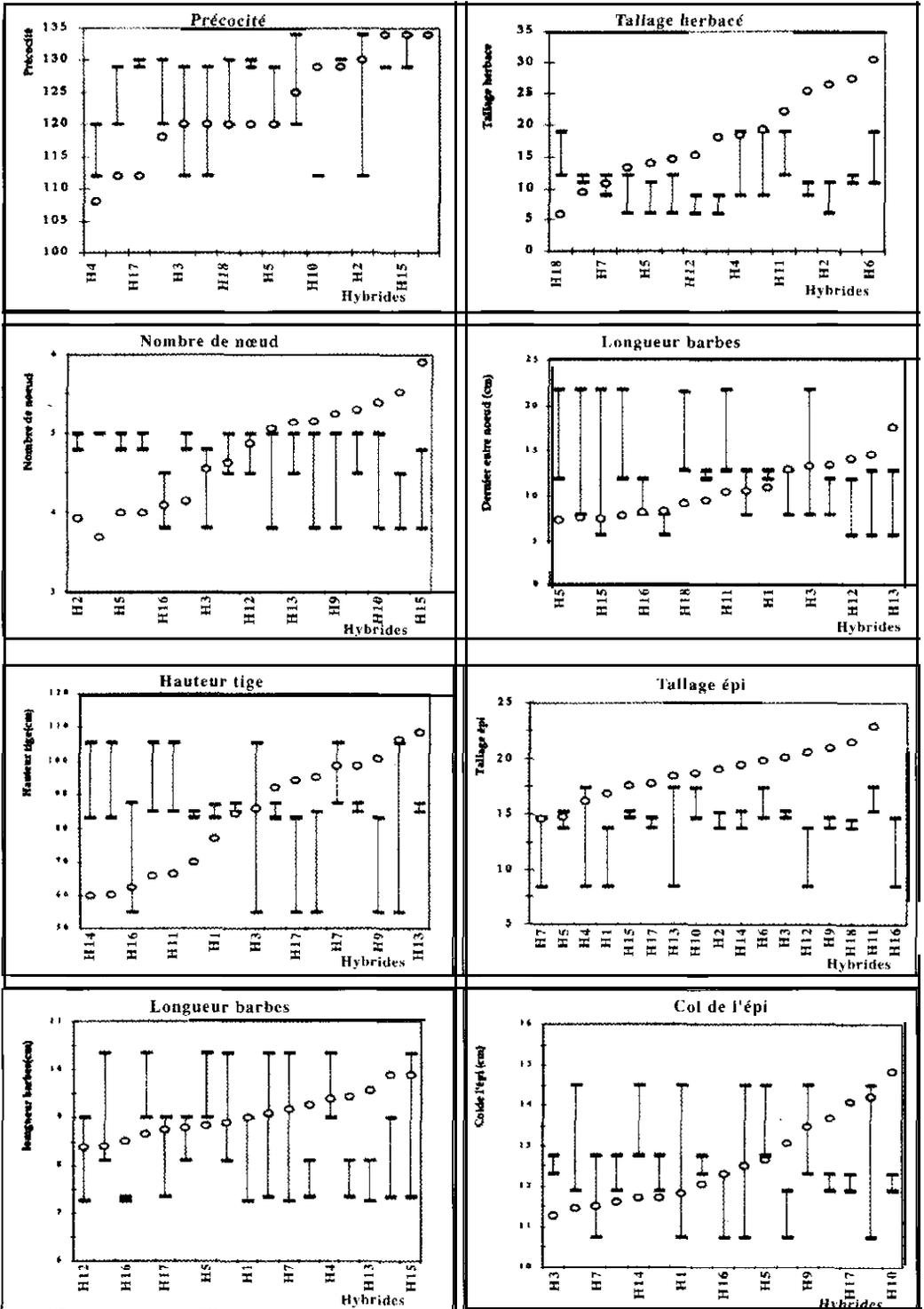


Fig. 1 : Valeurs observées pour les 18 triplets constitués par l'hybride (○) et les deux parents (-) respectifs pour les variables tallage herbacé, précocité, tallage épi ; hauteur tige ; hauteur épi ; col de l'épi ; dernier entre nœud et nombre de nœuds.

• Cas de superdominance :

L'hétérosis par rapport au parent supérieur n'apparaît que dans le cas du nombre de noeuds et de la hauteur de la tige; il est respectivement de 22,91% et 24,16%. Ingold (1974), souligne que la hauteur des plantes de blé est en général égale ou même supérieure à celle du parent le plus haut. Ces hybrides montrent une superdominance par rapport aux deux parents pour ces deux variables.

• Cas de dominance :

L'étude de la précocité a montré que seuls les hybrides H10 et H9 ont une précocité identique au parent le plus précoce. Cette hétérosis a été estimée à 89% pour l'hybride H10 et 40% pour l'hybride H9. Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Goujon et Paquet (1968), Deshmukh et Deshmukh (1989), Ziaddin et al (1989), Tarkeshiwar et Mishara (1990). La précocité est un paramètre phénologique d'adaptation à la sécheresse (Ben Abdellah et Ben Sallem 1993). Il est recherché par les sélectionneurs des cultivars à cycle court dont la période végétative se situe à l'intérieur de la saison favorable ou alors des cultivars dont les stades génératifs sont contrôlés par la photopériode pour coïncider avec la période la plus favorable (Renard, 1985). L'étude du tallage herbacé fait apparaître un hétérosis par rapport au parent moyen pour les hybrides H6 et

H2. Il est respectivement de 30,45% et de 95%. Des résultats similaires ont été trouvés par Deshmukh et Deshmukh (1989), Khan et Bajwa (1989). Un hétérosis a été également observé par rapport au parent moyen chez les hybrides H14, H11, H4 et H8 pour le caractère hauteur de la tige, il est respectivement de 321,24%, 335,8%, 844,06% et 611,81%. Pour le caractère longueur de l'épi pratiquement tous les hybrides (H8, H14, H6, H10, H4, H7) sont supérieurs au parent moyen. L'hétérosis pour ces hybrides est respectivement de 22,62%, 11,86%, 23,62%, 22,33%, 22,47% et 4,26%. Des résultats similaires sont présentés par Oury et al (1990a), Ziaddin et al (1989) et Deshmukh et Deshmukh (1989). Selon Bammoun (1993) ce caractère est important pour l'adaptation à la sécheresse du fait que l'épi participe beaucoup plus que la feuille étendard à la photosynthèse en cas de déficit hydrique. La hauteur de la plante est un critère de sélection important particulièrement pour les zones arides. Il a été admis pendant longtemps par les sélectionneurs que les variétés à paille haute sont les plus tolérantes à la sécheresse. Le fait est qu'une taille élevée de chaume est souvent associée à un système racinaire profond (Ali Dib., 1990) et par conséquent à une meilleure aptitude à extraire l'eau du sol. Parmi tous les hybrides étudiés seul l'hybride H15 présente un tallage épi supérieur au parent moyen. L'hétérosis par rapport au parent

moyen est de 134,87 % révélant ainsi les effets de dominance. Ces résultats rejoignent ceux obtenus par Jatasra et Paroda (1980), Cox et Murphy (1990), Singh et Behl (1991), Vitikare et Atale (1991). En ce qui concerne la longueur des barbes, les hybrides H9, H4, H7 sont supérieurs au parent moyen révélant ainsi une dominance des gènes codant pour une longueur des barbes longue par rapport au gène codant pour des barbes courtes. Chétérosis atteint pour ces hybrides 22,55%, 25,54%, 17,87%. Ali Dib et al., 1992 attribuent aux barbes un rôle de photosynthèse en cas de déficit hydrique. Pour ce qui est du col de l'épi seul les hybrides H13, H4, H11 ont un hétérosis par rapport au parent moyen de 73 %, 57,42%, 14,50%. Ce caractère est proposé comme critère de sélection de génotypes tolérants au déficit hydrique. Les quantités d'assimilants stockés dans cette partie de la plante, sont susceptibles d'être transportées vers le grain même en conditions de déficit terminal (GATE et al 1992). Concernant le nombre de nœuds, les hybrides H4, H6, H7, HX et H9 ont un hétérosis de respectivement 11,78 %, 16,78 %, 19,35 %, 19,04 %, 22,44 %, mettant en évidence la dominance des gènes codant pour un nombre élevé de nœuds.

L'étude des croisements réciproque révèle deux cas :

- Cas de l'hybride H6 qui est égal à

son croisement réciproque H10 pour le paramètre col de l'épi et de l'hybride H13 qui est différent de l'hybride réciproque H4 pour le paramètre longueur de l'épi.

Dans le premier cas, il n'y a pas de différence. Les deux hybrides H6 et H10 sont égaux entre eux et supérieur au parent moyen, il n'y a pas d'effet maternel.

- Par contre pour le deuxième cas l'hybride H13 est supérieur au parent supérieur tandis que son réciproque H4 est égal aux deux parents ceci peut être expliqué par l'effet maternel.

L'étude des différents paramètres fait ressortir des hybrides intéressants :

L'hybride H4 est supérieur au parent moyen pour toute variable étudiée tallage épi, hauteur de la tige, longueur de l'épi, longueur des barbes, col de l'épi, nombre de nœud.

L'hybride H12 est supérieur au parent moyen pour les variables col de l'épi, hauteur de la tige.

L'hybride H9 quant à lui est supérieur au parent moyen pour les variables : précocité, longueur de l'épi, nombre de nœuds et hauteur de la tige présente un hétérosis.

L'hybride H10 est supérieur au parent moyen pour les variables précocité longueur de l'épi, longueur des barbes et nombre de nœuds.

L'hybride H7 est supérieur au parent moyen pour les variables longueur des barbes et nombre de nœuds.

CONCLUSION :

La manifestation de la vigueur hybride en ce qui concerne les variables étudiées apparaît d'une manière nette dans notre étude et les valeurs que nous obtenons sont comparables aux valeurs rapportées par d'autres auteurs. Ces hybrides ont acquis et gardent un niveau de vigueur hybride en F2 supérieur au parent moyen et en cela nous rejoignons les conclusions de plusieurs auteurs qui veulent utiliser à grande échelle des hybrides F2 ou F3.

Au vu des résultats obtenus la théorie de l'additivité reste celle qui explique au mieux le phénomène de l'hétérosis. Brin et Cocherhan (1961) cités par Tarkeshwar et Mishara, (1990) notent que plus la contribution de gènes additifs est grande plus la dépression en F2 sera petite.

Il est important de noter que les hybrides H4, H7, H9, H10, H12 sont supérieurs à leurs parents pour les caractères hauteur de la tige, longueur de l'épi, dernier entre noeud, col de l'épi et nombre de noeuds. Ces caractères sont des paramètres morphologiques d'adaptation à la sécheresse. Selon Gate et al (1992), ils attribueraient à la plante en cas de déficit hydrique, une meilleure capacité à la tolérance grâce à la quantité d'assimilats stockés à ce niveau.

Ces hybrides seront introduits dans notre programme d'amélioration des céréales vis à vis de la tolérance à la sécheresse par l'utilisation de la technique d'haplodiploïdisation qui nous

permettra d'obtenir directement des lignées d'homozygotes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- Ali Dib T., 1990.** Contribution à l'étude de la tolérance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Etude de la diversité des caractères phénologiques et morphologique d'adaptation. Thèse de doctorat, Montpellier, 180p.
- Ali Dib T., Monneveux P., Araux J L., 1992,** Adaptation à la sécheresse et notion d'ideotype chez le blé dur : caractères physiologiques d'adaptation. *Agronomie* (1992). 12. 381-393.
- Bammoun A., 1993.** Induction de mutations morphologiques chez le blé et l'orge. Utilisation pour l'amélioration génétique de la tolérance à la sécheresse. Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité et amélioration variétale, Montpellier, France. INRA Edition.
- Ben Abdellah N., Ben Sallem. 1993.** Paramètres morphophysologiques de sélection pour la résistance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier (France), INRA éditions.
- Bonjean et Picard E., 1990.** Les céréales à pailles. Origine, Histoire, Economie, Sélection. Softword ed., 205 p.
- Cox T S et Murphy J P, 1990.** The effect of parental divergence on F2 heterosis in winter wheat crosses. *Theor Appl Genet* 79:241-250.
- Deshmukh S N, Deshmukh J N, 1989,** Extent of heterosis in a few crosses of wheat (*Triticum spp*). *PVK. Res J. vol 13* (1).

- Gate P., Bouthier A., Moynir J L., 1992.** La tolérance des variétés à la sécheresse : une réalité à valoriser. Perspectives agricoles n°169, 62-66.
- Goujon C., Paquet J., 1968.** Contribution à l'étude de la vigueur hybride chez le blé tendre. *Ann. Amélior. des plantes*, 18(3), 223-235.
- Ingold M., 1974.** La longueur de la paille dans les hybrides F1 du blé. *La recherche agronomique en suisse*. Vol. 13, fasc. 112, 235-243.
- Jatassra D S., Paroda R S., Behl R K., Waldia R S., 1979.** Heterosis and combining ability for synchrony traits in wheat. *Indian Journal of Genetic & Plant Breeding*. Vol. 39. N°3.
- Khan N et Bajwa M A , 1989.** Potential of hybrid wheat in punjab. *Sarhab J. Of Agric.*, Vol.5, no.4.
- Kratochvil., Sammons DJ., 1990,** Acomparaison of Soft Red Winter Wheat F2 populations. Their F1Hybrides, and Parents. *J. Prod. Agric.*, vol.3, n°3, 1990. 363.367.
- Lefort-Buson M., 1985.** Les distances génétiques : estimations et applications. Paris INRA, 181.
- Oury F X., Brabant P., Pluchard P., Berard P., Rousset M. , 1990a.** Etude multilocale de blés hybrides : Niveau d'hétérosis et élaboration du rendement. *Agronomie* 10.735-748.
- Oury F X., Koenig J., Berard P., Rousset M., 1990a.** Comparaison entre des blés hybrides par voie chimique et leurs parents. Niveau d'hétérosis et élaboration du rendement. *Agronomie* 10.29 1-304.
- Renard C., 1985.** Mécanismes d'adaptation à la sécheresse chez le riz pluvial. *Rapport de conférence internationale «besoins en eau des cultures»*. INRA, Paris, 195-203.
- Sharma S.K., S., Singh K. I?, Singh I. 1989.** Manifestation of hétérosis for grain Weight in Wheat (*Triticum aestivum*). *Indian J. Genet.*, 49 (1) 59-62 (1989).
- Singh I., Bechl R K, 1991.** Genetic divergence in relation to combining ability and transgression in wheat. *J. Genet & Breed.* 45 : 147-150.
- Scheisguth B., 1962.** Sélection pour la vigueur hybride. *Bulletin de l'association des sélectionneurs français, le sélectionneur français* n°7, 35-42.
- Tarkeshwar S., Mishara D P., 1990.** Teterosis and inbreeding depression in bread wheat (*Triticum aestivum* L. EM. THELL). *Narendra Deva J. Agric., Res.*, 5 (1) : 128-131
- Vitkarc D G., Atali S B., 1991.** Studies on heterosis for the yield attributes in 15 x 15 diallel in Wheat (*Triticum aestivum* L.). *PKV. Res. Vol.* 15 (2).
- Ziauddin A., Pramod K., Katiyar R.P., Gupta R.R., (1988).** Heterosis in Macaroni Wheat. *Indian Journal of Genetics & Plant Breeding*. Vol. 39, n°2 279-284.