

CARACTERISATION DES TYPES D'ADAPTATION DES VARIETES D'AVOINE

S. SAIDI*

INTRODUCTION

L'avoine (*Avena sativa*) est l'espèce fourragère la plus utilisée en bour au Maroc. Elle occupe annuellement avec le mélange vesce-avoine entre 120 à 125.000 ha soit 34 % de la superficie fourragère totale (MARA/DPV/DCL/SLF 1990). Ces deux cultures sont appelées à s'étendre davantage puisque le Plan Fourrager (MARA/FAO/DPV 1990) prévoit une extension de la superficie d'avoine et du mélange vesce-avoine de 50.000 ha supplémentaires d'ici l'an 2000.

La culture d'avoine s'étend sur une vaste aire géographique, de Tanger au Nord jusqu'à Settat au Sud et du Moyen Atlas à l'Est jusqu'à Safi à l'Ouest. La diversité des conditions édapho-climatiques de l'aire de culture de l'avoine pose le problème du profil de variétés à sélectionner. Les variétés adaptées à un grand nombre de milieux ont souvent des performances moyennes, alors que les variétés hautement performantes ont une adaptation spécifique. La connaissance des types d'adaptation constitue donc une étape indispensable pour l'utilisation d'une variété donnée.

La présente étude a deux objectifs: (a) définir les types d'adaptation de quelques lignées et variétés d'avoine et (b) étudier les liaisons entre les paramètres de production et de stabilité de la production.

MATERIEL ET METHODES

1. Matériel végétal

Douze variétés et lignées d'avoine ont été utilisées. Ce sont:

- | | | | |
|-------------|---------------|---------------|------------------|
| 1. 81-C-704 | 4. 79-Ab-3028 | 7. 83-Ab-3103 | 10. Bulban |
| 2. III-31 | 5. 79-Ab-3082 | 8. 84-Ab-171 | 11. Ghali |
| 3. III-33 | 6. 79-Ab-7059 | 9. Rahma | 12. Rommani-153. |

Ces lignées ont été cultivées pendant les deux campagnes agricoles 1988/89 et 1989/90 dans quatre localités situées dans différentes zones de production de l'avoine.

* Programme Fourrages/INRA, B.P. 415, Rabat

2. Description des milieux

Quatre sites ont été retenus pour le test: Douyet, El Koudia, Had Soualem et Sidi El Aydi. Les descriptions édapho-climatiques de ces sites sont données dans le rapport d'activité du Programme Fourrages de 1981/82 pour Sidi El Aydi et Had Soualem et celui de 1982/83 pour El Koudia et Douyet. Dans ces quatre sites, l'incidence des maladies est différente. Ainsi à Douyet, la rouille couronnée et l'oïdium sont les plus fréquentes. A Sidi El Aydi, l'incidence des maladies est régulièrement faible. A El Koudia et Had Soualem, l'helminthosporiose, la jaunisse nanisante de l'orge et la rouille couronnée sont très fréquentes.

3. Protocole expérimental

Le dispositif expérimental est en bloc aléatoire complet à 4 répétitions; la parcelle élémentaire étant de 3 m x 5 m.

La dose de semis a été déterminée en tenant compte du taux de germination et du poids de 1.000 graines de chaque lignée, avec une densité de 300 graines/m². Pendant les deux campagnes l'intervalle maximum pour les dates de semis entre les quatre localités a été de dix jours.

La fumure phosphoro-potassique est de 40 unités/ha pour chaque élément. L'azote a été apporté sous forme d'urée, à raison de 40 unités/ha comme fumure de fond. Un autre apport de 40 unités/ha d'azote a été apporté au stade tallage.

La réaction aux maladies a été notée de 0 à 9. La note 0 est attribuée à l'absence totale de symptômes et la note 9 à une attaque totale de la plante.

La phénologie de la plante a été suivie selon le code décimal de Zadok (1974). La hauteur (du niveau du sol jusqu'à la panicule principale) est calculée à partir de la moyenne de 3 plantes prises au hasard par parcelle. La coupe a été faite au stade floraison pour mesurer la matière verte, sur une surface de 12 m² par parcelle. Des échantillons de 500 g ont été desséchés à l'étuve à 70°C pendant 48 heures, pour déterminer le rendement en matière sèche (MS).

4. Méthodes statistiques

Les paramètres de production et de stabilité de production ont été calculés pour chaque génotype.

Les paramètres de production sont le rendement moyen en matière sèche (M) et le coefficient de régression (bi) de Eberhart et Russel (1966). Ce

dernier mesure la relation entre la performance d'une variété avec l'indice d'environnement ; ce dernier représente la différence entre la moyenne de tous les génotypes d'un environnement et la moyenne générale.

La déviation de la régression de Eberhart et Russel (Sd^2) mesure la stabilité du rendement. Les valeurs faibles de cette déviation révèlent la stabilité du rendement. D'autres paramètres de stabilité ont été calculés. L'écovalence (W) qui mesure la contribution de chaque génotype à l'interaction Génotype x environnement (Wricke 1962) et dont les valeurs faibles traduisent la stabilité de la performance. L'indice de supériorité (I_s) (Lin et Binns 1988) (somme des carrés des différences entre la performance d'une variété et celle de la variété la plus performante de l'environnement) a été calculé pour chaque variété. Les valeurs faibles de ce paramètre correspondent à la stabilité de la performance.

Les corrélations entre les différents paramètres ont été calculées. Toutes ces analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Agrobases.

RESULTATS

1. Rendements en matière sèche

Les rendements en matière sèche (tableau 1) ont varié de 3.81 t/ha pour la variété Rommani à Douyet en 1988/89, à 14.43 t/ha pour la lignée 81-C-704 à Sidi El Aydi, pendant la même campagne. Le rendement moyen a été de 7.01 t/ha.

Tabl. 1: Performances en t/ha de matière sèche mesurée au stade floraison pendant les campagnes 1988/89 et 1989/90

| Variété | El Koudia | | Douyet | | Had Soualem | | Sidi El Aydi | | x |
|----------------|-----------|-------|--------|-------|-------------|-------|--------------|-------|------|
| | 88/89 | 89/90 | 88/89 | 89/90 | 88/89 | 89/90 | 88/89 | 89/90 | |
| 1. 81-C-704 | 8.15 | 8.50 | 6.47 | 8.65 | 7.95 | 8.43 | 14.43 | 8.17 | 8.84 |
| 2. Ill-31 | 5.88 | 6.15 | 5.13 | 7.03 | 7.22 | 8.79 | 7.93 | 7.04 | 6.89 |
| 3. Ill-32 | 5.83 | 5.76 | 4.77 | 8.80 | 8.84 | 7.97 | 8.39 | 7.70 | 7.27 |
| 4. 79-Ab-3028 | 4.64 | 5.95 | 4.22 | 6.59 | 6.25 | 6.49 | 7.67 | 7.92 | 6.09 |
| 5. 79-Ab-3082 | 4.79 | 6.64 | 4.98 | 7.33 | 6.20 | 6.56 | 7.45 | 7.61 | 6.37 |
| 6. 79-Ab-7059 | 4.62 | 5.23 | 5.17 | 5.88 | 5.21 | 9.00 | 8.98 | 6.61 | 6.31 |
| 7. 83-Ab-3103 | 4.66 | 5.71 | 4.95 | 7.20 | 4.92 | 6.97 | 7.14 | 7.24 | 6.35 |
| 8. 84-SA-171 | 5.31 | 5.86 | 4.83 | 6.25 | 5.53 | 5.68 | 9.34 | 5.75 | 6.88 |
| 9. Rahma | 5.54 | 6.22 | 4.36 | 8.80 | 6.53 | 9.77 | 5.12 | 6.72 | 7.87 |
| 10. Bulban | 4.82 | 6.76 | 6.87 | 6.89 | 7.01 | 8.34 | 7.42 | 7.83 | 6.99 |
| 11. Ghali | 7.39 | 7.82 | 6.43 | 10.29 | 7.40 | 8.07 | 8.03 | 8.48 | 7.99 |
| 12. Romani-153 | 5.64 | 6.99 | 3.81 | 7.00 | 6.72 | 7.66 | 10.45 | 7.80 | 7.06 |
| Moyenne | 5.52 | 6.38 | 5.68 | 7.48 | 6.57 | 7.73 | 9.36 | 7.32 | 7.01 |
| C.V. | 16.73 | 13.82 | 10.46 | 19.70 | 21.35 | 18.3 | 17.17 | 10.59 | |
| L.S.D. | 1.11 | 1.06 | 0.64 | 1.76 | 1.68 | 1.69 | 1.92 | 0.93 | |

Les rendements moyens par lignée ont varié de 8.84 t/ha (génotype 81-C-704) à 6.09 t/ha (génotype 79-Ab-3028). Les caractéristiques agronomiques de ces lignées telles que la durée du cycle, la hauteur de la plante et les réactions aux principales maladies sont données dans le tableau 2.

2. Rendement par milieu écologique

Selon les milieux les rendements moyens par environnement ont varié de 5.68 t/ha (Douyet en 1988/89) à 9.36 t/ha (Sidi El Aydi pendant la même campagne). A partir de leur niveau de productivité, ces milieux peuvent être répartis en deux groupes: le premier niveau de productivité supérieur à 7.01 t/ha (moyenne de tous les environnements): c'est le cas de Douyet 89/90, Had Soualem 89/90, Sidi El Aydi 88/89 - 89/90. Le deuxième niveau de productivité inférieur à 7.01 t/ha; ce sont Douyet 88/89, El Kouidia 88/89 - 89/90 et Had Soualem 88/89. Les effets du génotype, de l'environnement et de l'interaction GxE sont été hautement significatifs.

Tabl. 2: Caractéristiques des variétés cultivées et mesurées dans les domaines expérimentaux d'El Kouidia, Douyet, Had Soualem et Sidi El Aydi

| Variété | M A L A D I E S | | | | Hauteur en (cm) | C Y C L E | |
|------------|-----------------|----|-------|----|--------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|
| | R* | O* | BYDV* | H* | | Durée du cycle en jour à la floraison | Précocité / au témoin 153 |
| 81-C-704 | 3 | 3 | 3 | 3 | 118 | 160 | Tardive |
| Ill-31 | 5 | 2 | 3 | 7 | 112 | 145 | Semi-tardive |
| Ill-33 | 3 | 3 | 3 | 2 | 113 | 145 | " |
| 79-Ab-3028 | 1 | 3 | 3 | 3 | 109 | 131 | Précoce |
| 79-Ab-3082 | 1 | 3 | 2 | 2 | 100 | 131 | " |
| 79-Ab-7059 | 2 | 3 | 3 | 2 | 106 | 152 | Semi-tardive |
| 83-Ab-3103 | 5 | 2 | 3 | 2 | 90 | 145 | " " |
| 84-SA-171 | 2 | 2 | 2 | 7 | 92 | 131 | Précoce |
| Rahma | 3 | 3 | 3 | 5 | 112 | 145 | Semi-tardive |
| Bulban | 5 | 3 | 3 | 6 | 102 | 145 | " " |
| Ghali | 1 | 2 | 3 | 5 | 110 | 152 | " " |
| Romani-153 | 5 | 5 | 5 | 5 | 110 | 131 | Précoce |
| Témoin | | | | | | | |

R: Rouille couronnée

O: Oïdium

B.Y.D.V.: Barley Yellow Dwarf Virus

H: Helminthosporiose

3. Stabilité du rendement

Les différents paramètres de production et de stabilité de la production calculés pour chaque lignée sont présentés dans le tableau 3. Les valeurs du coefficient de régression b_1 ont varié de 0,44 à 2.36. La déviation de la régression Sd^2 a oscillé entre 0,16 et 1,46. Les valeurs de l'écovalence ont été très variables, de 1,52 à 32,72. L'indice de supériorité I_s a varié de 0,37 à 7,60.

Les associations entre le rendement moyen (M), le coefficient de régression qui mesure la réponse de la production au changement d'environnement (b_i) et les indices de stabilité (W, I_s et Sd^2) sont présentées dans le tableau 4.

Le rendement moyen M n'est significativement corrélé ni avec b_i , ni avec la déviation de la régression Sd^2 . Par contre, il est respectivement significatif et hautement significatif avec I_s et W ; le coefficient b_i n'est pas corrélé avec les indices de stabilité, alors que l'écovalence est le paramètre le plus corrélé avec tous les autres. L'indice de supériorité est négativement corrélé avec les autres paramètres, car les valeurs les plus faibles traduisent les plus hautes performances des lignées correspondantes.

Tabl. 3: Les valeurs de rendement moyen (M), coefficient de régression (b) carré moyen de la déviation de la régression (Sd^2), indice de supériorité (I_s) et écovalence (W)

| Lignée | M | b_i | Sd^2 | I_s | W |
|----------------|------|-------|--------|-------|-------|
| 1. 81-C-704 | 8.84 | 1.28 | 0.85 | 0.37 | 14.20 |
| 2. Ill-31 | 6.89 | 0.74 | 0.63 | 5.10 | 4.06 |
| 3. Ill-33 | 7.27 | 0.87 | 1.25 | 4.29 | 7.79 |
| 4. 79-Ab-3028 | 6.09 | 0.80 | 0.16 | 7.18 | 1.52 |
| 5. 79-Ab-3082 | 6.37 | 0.66 | 0.42 | 6.49 | 3.98 |
| 6. 79-Ab-7059 | 6.31 | 1.09 | 0.98 | 6.27 | 5.99 |
| 7. 83-Ab-3103 | 6.35 | 0.70 | 0.48 | 7.60 | 3.98 |
| 8. 84-SA-171 | 6.87 | 0.87 | 0.58 | 6.50 | 3.68 |
| 9. Rahma | 7.88 | 2.36 | 1.46 | 1.81 | 32.72 |
| 10. Bulban | 6.99 | 0.45 | 0.81 | 5.67 | 8.74 |
| 11. Ghali | 7.96 | 0.44 | 1.03 | 3.53 | 10.23 |
| 12. Romani-153 | 6,99 | 1.55 | 0.66 | 5.95 | 7.93 |

Tabl. 4: Matrice de corrélation entre les paramètres de stabilité utilisés

| | b | W | Is | Sd ² |
|--------------------------------------|----------|---------|---------|-----------------|
| Coef. de régression b | | | | |
| Ecovalence W | 0,23 NS | | | |
| Indice de supériorité Is | 0,11 NS | -0,75** | | |
| Déviation de la rég. Sd ² | -0,25 NS | -0,76** | -0,11NS | |
| Rendement moyen M | 0,22 NS | 0,63* | -0,68** | -0,015NS |

NS: non significative; *: significative à 5 %; **: significative à 1 %

4. Types d'adaptation

La projection des génotypes sur le plan des axes constitués en abscisse par les moyennes de rendement et en ordonnée par les valeurs du coefficient de régression, est présentée dans la figure 1. Cette présentation graphique permet de répartir les génotypes en trois groupes distincts: Le premier groupe renferme le génotype 1 (81-C-704), Rommani 153 et Rahma. Il est caractérisé par des rendements supérieurs à la moyenne (7 t/ha de matière sèche) et un coefficient de régression supérieur à l'unité.

Le deuxième groupe comporte le génotype 3 (III-33), Ghali et Bulban. Pour ce groupe, le coefficient de régression est inférieur ou égal à l'unité et les rendements sont supérieurs à la moyenne.

Le dernier groupe renferme le reste des génotypes caractérisés par des rendements inférieurs à la moyenne et un coefficient de régression inférieur à l'unité.

Coefficient de régression

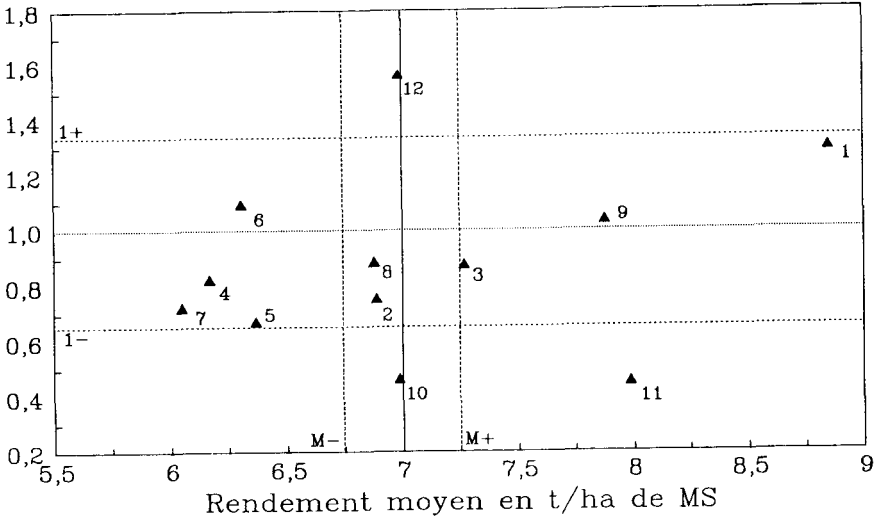


Fig. 1: Répartition des variétés selon leur rendement moyen en tonnes de MS par hectare en abscisse et le coefficient de régression en ordonnée

DISCUSSION

La différence entre les lignées testées montre que ces dernières présentent des niveaux de productivité différents. L'interaction GxE traduit les changements de performances des lignées selon les différents milieux. L'examen des valeurs moyennes permet de distinguer trois groupes de lignées. Un premier groupe est constitué de la lignée 1 et les variétés Rommani et Rahma. Les performances de ce groupe peuvent s'expliquer par la hauteur qui est un caractère qui influence directement le rendement en matière sèche et une faible attaque des maladies communes: la rouille couronnée, l'oïdium, l'helminthosporiose et la jaunisse nanisante de l'orge (B.Y.D.V). L'impact de ces maladies sur les rendements est important, particulièrement à El Koudia et Had Soualem. Ces variétés présentent une bonne adaptation aux environnements favorables. Elles sont capables de répondre à une amélioration des conditions du milieu (pluviométrie, fertilisation etc...) par une augmentation de la production. Ce type d'adaptation est d'un grand intérêt économique. C'est le profil recherché dans une variété intensive (Beker 1981).

Un autre groupe de lignées ayant des performances moyennes est constitué de la lignées 3 et des variétés Ghali et Bulban. Celles-ci se caractérisent par une certaine sensibilité aux maladies, et présentent une adaptation à des milieux très divers. Elles ont des rendements élevés mais n'ont pas les mêmes performances dans les différents milieux. Ce type d'adaptation est recherché lorsqu'une variété est destinée à être utilisée dans une large zone écologique.

Le dernier groupe de lignées de performance médiocre, est constitué des lignées 6, 7, 8 et 10, caractérisées par une hauteur largement inférieure au témoin et une forte sensibilité aux maladies. Ces géotypes manifestent une relative adaptation, aux environnements défavorables, avec une faible réponse à l'amélioration des conditions du milieu. Ils ne constituent pas des variétés pour une utilisation intensive.

Le rendement moyen est utilisé le plus souvent pour le classement des environnements (Finlay et Wilkinson 1968; Allen *et al.* 1978). Dans notre cas, nous pouvons classer Had Soualem 89/90, Sidi El Aydi 88/89-89/90 et Douyet 89/90, comme environnements favorables; et Had Soualem 88/89, Douyet 88/89, El Koudia 88/89-89/90 comme environnements défavorables.

Dans les conditions défavorables on mesure le niveau d'adaptation; c'est le cas d'El Koudia pour les maladies. En conditions favorables, on estime le potentiel de production des lignées. Les deux aspects sont très importants pour le sélectionneur surtout dans un climat irrégulier comme le notre. Enfin, tout classement des environnements est dépendant du groupe des lignées utilisées.

Dans les essais ci-dessus, on note que le rendement moyen et le coefficient de régression b ; ne sont pas corrélés. Ce résultat diffère de celui obtenu par Eagle *et al.* (1977), Fatunla et Frey (1974) qui ont trouvé une haute corrélation entre ces deux caractères dans un groupe de lignées d'avoine. Par contre, ce résultat est conforme à celui trouvé par Langer *et al.* (1979). Cependant, Finlay et Wilkinson (1963) n'ont pas signalé de corrélations entre ces deux caractères. Le rendement et la réponse de la production au changement de l'environnement sont indépendants. Ils ont alors conclu qu'il est possible de sélectionner des variétés à haute productivité avec un haut, moyen ou faible coefficient de régression.

Les associations entre les indices de stabilité (W , Sd^2 et Is) et le rendement moyen M sont variables. La corrélation entre la production moyenne et Is est hautement significative mais négativement, du fait que les valeurs faibles de Is correspondent aux hautes performances des lignées. De même la corrélation entre M et l'écovalence est significative. Par contre Sd^2 et le rendement moyen M sont indépendants. Ce résultat suggère qu'il est possible de sélectionner des variétés à haut rendement et stables. Les corrélations entre

la réponse de la production et les indices de stabilité ne sont pas significatives. Il est donc possible de sélectionner des variétés avec différentes combinaisons de stabilité et de réponse de la production.

D'une façon générale, ces résultats montrent qu'il est possible de sélectionner des variétés spécifiques d'avoine pour lesquelles le rendement, la réponse de la production et la stabilité de la production sont indépendantes les unes des autres.

RESUME

Douze variétés d'avoine ont été testées, durant les campagnes agricoles 1988-89 et 1989-90, dans quatre localités caractérisées par des conditions édapho-climatiques différentes.

La biomasse totale, la hauteur au stade floraison, le nombre de jours à l'épiaison et les réactions aux différentes maladies ont été notées. Les paramètres de stabilité selon le modèle de Eberhart et Russel, l'écovalence et l'indice de supériorité ont été calculés pour déterminer le type d'adaptation des variétés.

Les lignées 81-C-704 et les variétés Rahma et Ghali ont été les plus productives en matière sèche. Les variétés peuvent être classées en 3 groupes selon les paramètres de stabilité. Le premier groupe est constitué par les variétés 81-C-704, Rahma et Rommani-153 caractérisées par des rendements supérieurs à la moyenne (7 t/ha de MS) et par des coefficients de régression supérieurs à l'unité, donc adaptées aux environnements favorables. Le deuxième groupe comporte les lignées Ill-33, Ghali et Bulban avec un rendement supérieur à la moyenne et un coefficient de régression inférieur à l'unité. Ces variétés représentent une large adaptation. Le reste des lignées a donné des rendements inférieurs à la moyenne et un coefficient de régression inférieur à 1; ces lignées sont donc à écarter.

SUMMARY

Twelve oat cultivars were tested during growing seasons 1988-89 and 1989-90 in four locations with different edapho-climatic conditions.

Total biomass and height at flowering stage, days to heading, and reaction to prevailing diseases were recorded. Stability parameters of Eberhart and Russel, Ecovalence and Superiority index were calculated to characterize the area of adaptation of cultivars.

The line 81-C-704, and the cultivars Rahma and Ghali were the most productive. According to the stability parameters, the material tested can be divided into three groups. The first group includes 81-C-704, Rahma and Romani-153 which yielded more than the average (7 t/ha), and had a regression coefficient above the unit, and thus adapted to the more favourable environments. Ill-33, Ghali and Bulban also had an above average yield but their regression coefficient was under the unit. These genotypes are widely adapted. The remainder cultivars yielded less than the average and their regression coefficients were lower than the unit and therefore should be discarded.

REMERCIEMENTS

J'exprime mes vifs remerciements à M. A. SOUIHKA pour son assistance technique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Allen, F.L., Comstock, R.E., and Rasmusson, D.C. (1978). Optimal environments for yield testing. *Crop Sci.* **18**: 747-51.
- Beker, H.C. (1981). Correlation among some statistical measures of phenotypic stability. *Euphytica* **30**: 835-40.
- Eagles, H.A., Hinz, P.N., and Frey, K.J. (1977). Selection of superiors cultivars of oats by using regression coefficients. *Crop Sci.* **17**: 101-6.
- Eberhart, S.A., and Russel, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* **6**: 36-40.
- Fatunla, T., and Frey, K.J. (1974). Stability indexes of radiated and non radiated oat genotypes propagate in bulk population. *Crop Sci.* **14**: 719-24.
- Finley, K.W., and Wilkinson, G.N. (1963). The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Aust. J. Agric. Res.* **14**: 724-42.
- Langer, I., Frey, K.J., and Bailey, T.B. (1979). Production response and stability characteristics of oat cultivars developed in different areas. *Crop Sci.* **28**: 17-24.
- Lin, C.S., and Binns, M.R. (1988). A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Can. J. Plant Sc.* **68**: 193-8.

- MARA/DPV/DCLF/SLF (1990). Bilan des cultures fourragères, campagne 1988-1989.
- MARA/FAO/DPV (1990). Plan Directeur Fourrager MOR/87/001. Rapport de synthèse.
- Wricke, G. (1962). Estimate of genotypic value: a proposed method. *Euphytica* **22**: 121-3.
- Zadok, J.C., Chang, T.T., and Konzak, C.F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Res.* **14**: 415-21.