TROPICULTURA, 1990, 8, 3, 144-146

Elaboration et utilisation de logiciels interactifs pour l'analyse d'essais et de démonstrations phytosanitaires

A. Gharby[1], T. Sghaier[2], J.J. Claustriaux[3] et C. Carême[4]

Keywords: Software — Data bank — Agrochemical experiments — Statistical analysis — Economic analysis.

Résumé

La mise au point et l'utilisation de logiciels interactifs pour l'exploitation des données d'essais et de démonstrations phytosanitaires en Tunisie sont brièvement décrites. Les méthodes d'exploitation des données sont précisées, notamment, les méthodes d'analyses statistique et économique ainsi que celles relatives à l'analyse de la flore adventice. Des tentatives d'analyses statistiques pluriannuelles des démonstrations de désherbage sont également décrites.

Summary

The preparation and utilization of interactive softwares regarding the using of data from agrochemical experiments and demonstrative trials in Tunisia are shortly described. The working methods on data are specified, more particularly those about statistical and economical analysis as well as the weeds analysis methods. Trials of pluriannual statistical analysis on agrochemical demonstrative experiments are also described.

1. Introduction

Dans un article précédent (3), les auteurs ont décrit la conception et la mise en œuvre d'un système intégré de gestion de démonstrations et d'essais phytosanitaires en Tunisie.

Dans cette communication, nous nous proposons de présenter une synthèse des outils informatiques disponibles, non seulement pour rassembler et analyser les données des démonstrations, mais aussi pour gérer au mieux les essais. Une brève description des logiciels interactifs utilisés pour résoudre le problème de l'analyse annuelle et pluriannuelle des données au moyen de l'ordinateur est exposée.

Les principes généraux de la méthodologie d'exploitation statistique des résultats sont précisés ainsi que ceux ayant trait aux acquis scientifiques relatifs à l'étude de la flore adventice. De même, quelques notions économiques de base relatives à l'exploitation des données par ordinateur complètent cette publication.

2. Matériel et méthodes

2.1. Les logiciels

2.1.1. Les démonstrations

Pour la gestion des informations, le système informatique, développé en FORTRAN 77 avec quelques sous-programmes en SPL, est interactif. Il est composé de quatre modules (saisie, mise à jour, traitement statistique, représentation graphique).

Outre le fichier des données, organisé séquentiellement avec un accès relatif, le système utilise quatre types de fichiers permanents:

- un fichier inversé composé de deux parties, à savoir, d'une part, des clés (structure arborescente) couramment utilisées pour sélectionner les démonstrations (zones, culture actuelle, culture précédente, codes des herbicides, codes des mauvaises herbes, etc.) et, d'autre part, des pointeurs (bits compactés dont la position indique le numéro d'ordre de chaque démonstration dans le fichier des données) rattachés à chaque clé;
- un fichier des messages affichés par le système (organisation séquentielle avec un accès relatif) et un fichier des commandes introduites pour l'utilisateur rendant ainsi les programmes du système indépendants de la langue de l'utilisateur;
- un fichier des paramètres (organisation séquentielle avec un accès relatif) comportant des tables statistiques, les commandes associées aux touches des fonctions du terminal et le fichier de contrôle et de validation des données normalisées (organisation séquentielle indexée) contenant les codes des zones, des objets et des adventices, ces derniers étant accompagnés de leur intitulé exprimé en plusieurs langues (français, latin, arabe);
- un fichier d'aide (organisation séquentielle avec un accès relatif) comprenant des paragraphes explicatifs sur les commandes autorisées à chaque niveau d'exécution et leur syntaxe.

Enfin, le système crée aussi temporairement des fichiers de travail de différents types pour les besoins de tri, de stratégie de recherche et de sélection des démonstrations.

2.1.2. Les essais

Le langage de programmation adopté pour la rédaction de l'ensemble des programmes du logiciel gérant les essais est également le FORTRAN 77. Le nombre total d'instructions des différents programmes est de l'ordre de 5.000 lignes (6).

Les fichiers utilisés sont de deux types, à savoir les fichiers d'enregistrement des informations (un fichier par essai) et les fichiers tables.

Les fichiers d'enregistrement des informations sont des fichiers binaires à organisation relative et à accès direct; ce sont des fichiers dans lesquels sont enregistrés respectivement, les informations qui permettent l'identification de l'essai,

[1] Centre National de Documentation Agricole, Tunis - Tunisie - [2] Ministère de l'Agriculture (Défense et Protection des Cultures), Tunis - Tunisie
[3] Faculté des Sciences Agronomiques B 5030 Gembloux - Belgique - [4] Station de la Défense des Cultures, Béja Tunisie

Reçu le 15.10.90 et accepté pour publication le 16.01.91

les caractéristiques générales de l'essai, la description des objets (nom des objets et concentrations en matières actives), les conditions de traitement, les résultats des comptages des adventices et les notations de la phytotoxicité des produits sur la culture, les résultats des comptages des insectes ou l'évaluation des maladies ainsi que les résultats des récoltes.

Tous ces fichiers sont des fichiers permanents; les informations de chaque essai sont reconnues par le numéro de l'essai.

Les fichiers tables sont de deux types, à savoir deux fichiers contenant les noms français et latin des adventices des cultures dans le nord de la Tunisie, chaque espèce étant reconnue par son code, et deux autres fichiers contenant les valeurs critiques nécessaires à la réalisation des tests statistiques (comparaisons multiples des moyennes).

3. Résultats

3.1. Analyse des démonstrations d'une campagne culturale

3.1.1. Analyse statistique
Comme nous l'avons vu dans l'article précédent (3), les principales analyses sont celles relatives aux rendements à la récolte et à la description de la flore adventice.

Dans le cas de parcelles adjacentes témoin-traité, avec répétition dans l'espace chez des agriculteurs différents, les tests classiques de comparaison des moyennes dans le cadre du logiciel sont suffisants pour mettre en évidence des écarts par rapport aux témoins.
Tenant compte du fait que toutes les démonstrations d'une série ne présentent pas nécessairement tous les produits, une analyse statistique de comparaison de ces derniers n'est envisagée que pour les essais démonstratifs ayant des objets identiques. Dans ce cas, les analyses des données font appel à des méthodes statistiques classiques d'analyse de la variance à deux ou à trois critères de classification.

3.1.2. Analyse floristique et sensibilité aux herbicides
L'inventaire et la classification de la flore adventice font partie d'un second type d'analyses.
Dans le cadre du logiciel, celui-ci prévoit l'établissement des listes floristiques par ordre décroissant d'importance à partir du fichier répertoriant les différentes espèces recensées. Pour les parcelles témoins, le calcul séparé de la fréquence moyenne relative (présence-absence) ainsi que de l'abondance moyenne relative suivant une échelle de 0 à 5 permet la classification de toutes les espèces à partir de la fiche de désherbage, par point d'appui, par zone et par culture. Pour la classification des espèces, il est apparu plus intéressant du point de vue agronomique de choisir le critère d'abondance moyenne plutôt que la fréquence moyenne. Pour les parcelles désherbées, l'action des herbicides est appréciée par cotation sur la base de l'échelle EWRS 1-9, ramenée à 5 catégories. La sélectivité sur la plante cultivée est aussi observée sur la base d'une échelle comparable. Les listes floristiques des différentes régions bioclimatiques établies par ordre décroissant d'importance sont judicieusement complétées par la sensibilité aux herbicides testés.

Les observations recueillies sur les adventices sont ainsi intégrées dans cette analyse afin d'obtenir une meilleure connaissance de la flore adventice des régions sub-humide et semi-aride tunisiennes et en particulier la sensibilité de ces plantes vis-à-vis des herbicides utilisés.

3.1.3. Analyse économique
L'analyse économique qui est à la base du choix d'une stratégie de lutte par les producteurs doit tenir compte des paramètres suivants: les pertes de rendement attendues en l'absence de traitement, les seuils économiques de nuisibilité et les seuils d'intervention, les coûts des moyens de lutte et les seuils tolérables des infestations.
Le seuil économique de nuisibilité correspond au niveau d'infestation des adventices pour lequel les pertes de production sont égales aux coûts de la lutte. Il s'exprime par le rapport entre le coût du traitement à l'hectare et le prix de vente de l'unité de production choisie, par exemple: coût du traitement par hectare/prix de vente du quintal de blé par hectare (Qx/ha).
Le seuil d'intervention, en pourcents, s'exprime par le rapport entre le seuil économique en Qx/ha et le rendement de la parcelle désherbée également exprimé en Qx/ha. Il représente les pertes relatives de rendement correspondant au coût du traitement herbicide.
La détermination du seuil d'intervention est d'un intérêt certain, il permet de ne désherber que lorsque l'infestation adventice devient économiquement dangereuse pour l'agriculteur.
Enfin, le seuil tolérable des infestations correspond à la densité des adventices pour laquelle la chute de rendement est inférieure aux coûts de la lutte. On accepte, dans ce cas, une perte de récolte, car il n'est pas économiquement rentable de traiter.
Le logiciel utilisé pour l'analyse des démonstrations, en plus des deux fonctions décrites précédemment (analyse statistique et analyse floristique) est également conçu pour effectuer une analyse économique des données.
Au niveau de l'exploitation, ces données concernent les rendements moyens observés à la récolte, les gains moyens de rendement par rapport au témoin non désherbé, les prix de vente de la culture, les coûts des désherbants en valeur financière et en valeur de la production (seuil économique), les bénéfices ou les pertes enregistrées par le traitement en valeur financière et en valeur de la production, les pertes relatives de rendement du témoin non désherbé et les risques relatifs de pertes pour un désherbant (pourcentage de démonstrations où le coût du traitement n'est pas amorti) (2).
Toutes ces informations peuvent, bien entendu, être regroupées par point d'appui, par zone, par année et sur l'ensemble des 8 années concernées. Les performances réalisées dans ce domaine se mesurent par la facilité et la rapidité avec laquelle une synthèse des résultats peut être obtenue.

3.2. Analyse statistique pluriannuelle des démonstrations

Etudier l'efficacité des herbicides globalement dans l'espace et le temps n'est pas évident. De plus, en pratique, de nouveaux herbicides apparaissent sur le marché, remplaçant ainsi des anciens produits devenus moins intéressants. Enfin, même pour une culture donnée, il y a une évolution dans le choix des variétés ensemencées, critère supplémentaire d'hétérogénéité des résultats.

Une première tentative d'analyse globale sur les rendements fut réalisée pour les zones de Béja et de Bizerte, plus particulièrement pour la culture de blé dur, en considérant cinq années culturales de 1983 à 1987 (1). La méthode de travail est brièvement exposée.
L'ensemble de ces données se structure selon 10 traitements herbicides, 4 points d'appui, 9 variétés de blé dur et 5 années culturales.
Cette matrice de données, théoriquement composée de 1.800 informations n'en comporte que 389 pour des raisons agronomiques. Dès lors, le premier objectif du travail est la constitution d'une matrice la moins singulière possible afin d'obtenir des estimations des différents facteurs en faisant appel à un modèle d'analyse de la variance à quatre critères de classification non orthogonale.

Finalement, les données issues de 4 traitements (chlortoluron, diclofop-méthyl + mécoprop, 2-4D ester, témoin vrai), 3 points d'appui (Béja, Mateur, Medjez), 3 variétés (D58-25, Ben béchir, Karim) et 4 années (1983-1986) ont permis de bâtir le modèle significatif suivant (305 données):
Rendements = fonction (herbicides, points d'appui, variétés, années, interaction herbicides points d'appui, variétés points d'appui).
Au niveau de l'interprétation des résultats, la méthode de la régression conjointe s'est révélée intéressante pour comprendre l'efficacité des herbicides en fonction des années et des points d'appui (5).
Les principes de cette méthodologie ont ensuite été appliqués pour l'analyse de toutes les données récoltées de 1982 à 1989. Toutefois, cette étude globale a été réalisée zone par zone en faisant appel au logiciel statistique SAS (7).
De ce travail, il ressort, qu'outre les conditions agroclimatiques assez variables, les variétés de blé dur utilisées n'ont pas toutes le même potentiel de production. En effet, la variété Karim à paille courte, variété qui est la plus utilisée dans les essais démonstratifs, possède une supériorité significative par rapport à la variété D58-25 et surtout à la variété à paille haute Chili, variété utilisée uniquement au Kef. La variété Ben Bechir, qui a été utilisée principalement à Béja et Jendouba, possède un rendement équivalent à celui de Karim et donc significativement supérieur à celui de la variété D58-25 ou INRAT 69.
L'étude des résultats exposée dans l'article suivant (4) a également été effectuée par point d'appui. En effet, certaines zones sont hétérogènes au point de vue agroclimatique et l'on peut penser a priori que les données recueillies par point d'appui sont plus homogènes et donnent une représentation plus précise des résultats obtenus, notamment dans le cas de zones agroclimatiques hétérogènes comme Béja, par exemple.

4. Conclusions

La mise au point et l'utilisation de logiciels interactifs ont permis de résoudre d'une manière rationnelle l'exploitation des données aussi bien des essais que des démonstrations phytosanitaires au sein de la Direction de la Défense des Cultures du Ministère de l'Agriculture en Tunisie.
Une publication ultérieure (4) fera la synthèse des principaux résultats obtenus dans les démonstrations herbicides sur le blé dur, culture qui a fourni le plus grand nombre de données sur une période de 8 années d'observations.
L'aboutissement des outils informatiques mis en œuvre pour obtenir une synthèse rapide et aisée des informations des essais et des démonstrations permettra également la publication prochaine du rapport final du projet.
En poursuivant cette double démarche, par la formation de spécialistes hautement qualifiés d'une part et par la mise au point de logiciels performants d'autre part, les autorités tunisiennes concernées disposeront pour l'avenir d'un outil d'expérimentation et de vulgarisation peu commun.

Références bibliographiques

1 Ben Abed M.A., 1988: Analyse statistique d'essais répétés au cours de plusieurs années dans le nord de la Tunisie - Faculté Sciences Agro. de l'Etat, Gembloux - 115 p.

2. Carême C., Karbous B., 1988: Désherbage chimique des grandes cultures. Publ. Ministère de l'Agriculture, Tunis - 98 p.

3. Carême C., Gharbi A., Claustriaux J.J., 1990: Conception et mise en œuvre d'un système intégré de gestion de démonstrations et d'essais phytosanitaires en Tunisie - Tropicultura **8**, 2 p. 90-92.

4. Carême C. & Sghaier T., 1991: Conséquences de la nuisibilité des mauvaises herbes sur la production du blé d'hiver en Tunisie: les seuils d'intervention et la rentabilité du désherbage. Tropicultura. (à paraitre)

5. Finlay K.W., Wilkinson G.N., 1963: The analysis of adaptation in a plant-breeding program. Australian J. of Agric. Research **14** - pp. 742-754.

6. Sghaier T., 1988: Construction de plans d'expériences en blocs incomplets et conception d'un système intégré d'essais en champ. Faculté Sciences Agro. de l'Etat, Gembloux - 118 p.

7 Sghaier T., 1990: Analyses statistiques des démonstrations de désherbage. Projet tuniso-belge 1981-89 - Publ. Ministère de l'Agriculture, Tunis - 90 p.

A Gharbi, tunisien, Ingénieur informaticien, Sous-Directeur du Centre National de Documentation Agricole, Ministere de l'Agriculture, Tunis
T Sghaier, tunisien, Ingénieur principal, Statistique et Informatique Sous-Direction de la Défense des Cultures, Direction Générale de la Production Végétale Ministère de l'Agriculture, Tunis
J J Claustriaux, belge Docteur en Sciences Agronomiques, Professeur Unité de Statistique et d'Informatique, Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux Belgique
C Carême, belge, Ingénieur agronome, Conseiller, Sous-Direction de la Défense des Cultures Direction Générale de la Production Végétale, Ministère de l Agriculture, Tunis