

Incidence de la densité de semis sur le rendement, les composantes du rendement et la croissance du blé dans la région du Mugamba (Burundi).

J.J. Schalbroeck* and R. Baragengana*

Résumé

Trente et un essais ont été installés chez des agriculteurs de la région naturelle du Mugamba au cours de la seconde saison culturale 1985 afin d'étudier l'incidence de trois densités de semis (110, 140 et 170 kg/ha) sur le rendement, les composantes de rendement et la croissance de la variété de blé Romany. Les densités de semis n'ont pas influencé le rendement quelle que fut la productivité de l'exploitation comprise entre 0.6 et 3.5 t/ha. L'accroissement de la densité de semis ne fut pas accompagné d'une augmentation dans la même proportion du nombre d'épis/m² et fut à l'origine d'une diminution du nombre de grains/épi, du poids des 1000 grains et du poids des pailles/plant.

Summary

Thirty one trials were carried out in the farmers' fields in the Mugamba area during the 1985 second crop growing season in order to study the effect of seeding rate (110, 140 and 170 kg/ha) on yield, yield components and vegetative growth of the wheat variety Romany. The seeding rate did not increase the grain yield of wheat which varied between 0.6 and 3.5 t/ha in the farmers' fields. The increase in seeding rate did not increase in the same way the number of spikes/m² and it decreased the number of kernels/spike, the weight of 1000 kernels and the weight of straw/plant.

Introduction

La densité optimale de semis du blé de printemps (*Triticum aestivum* L.) varie largement selon les conditions de culture et les variétés. Dans les plaines semi-arides du sud-ouest du Saskatchewan (Canada) la densité de semis recommandée est de 20 kg/ha alors qu'au Yemen du sud, en culture irriguée, elle peut atteindre 200 kg/ha (7, 14). En Afrique centrale et orientale, la densité de semis généralement recommandée en régime pluvial se situe entre 75 et 125 kg/ha. Elle est de 80 kg/ha en Zambie (5), de 80 à 100 kg/ha en Tanzanie (12), de 100 kg/ha au Rwanda (9) et de 75 à 125 kg/ha au Kenya (6).

Au Burundi, les densités de semis utilisées par les agriculteurs sont, en moyenne, de 95 ou de 140 kg/ha selon que les semis se font en poquets ou à la volée (15). Le semis en lignes ne se rencontre qu'exceptionnellement en milieu rural. Il facilite cependant le sarclage, pratique culturale permettant d'augmenter les rendements de 20% (13). Depuis 1958, époque à laquelle seules les variétés à haute paille (120 cm) étaient cultivées, on recommande le semis en lignes à une densité de 80 à 100 kg/ha (4).

Les premiers essais de densité de semis effectués chez des agriculteurs de la région naturelle du Mugamba datent de 1984. Ils ont été réalisés avec la variété Romany à paille intermédiaire (80-100 cm). Comparés aux semis de 100 kg/ha, ayant produit 1250 kg/ha, les semis de 120 kg/ha ont donné un supplément de production de 11% (15). Ces résultats, ainsi que des résultats similaires obtenus au Rwanda avec la variété Norteno à paille courte (inférieure à 80 cm), laissent entrevoir la possibilité d'augmenter quelque peu les rendements avec les variétés diffusées actuellement en utilisant des densités de semis supérieures à 100 kg/ha (10).

La présente expérimentation, réalisée en 1985, étudie l'incidence de la densité de semis sur le rendement, les composantes du rendement et la croissance du blé en relation avec la productivité des exploitations. Elle a été réalisée en seconde saison culturale (mars à août) dans le Mugamba où la moyenne des rendements du blé Romany, en culture sarclée, n'atteint que 1300 kg/ha suite à la pauvreté des sols, à l'absence de fertilisation minérale et à la sécheresse qui sévit de l'épiaison à la maturité (13).

Les emblavures de blé dans le Mugamba atteindraient annuellement 7 700 ha dont 6.600 ha en seconde saison culturale (1).

*Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU) B.P. 795, Bujumbura, Burundi.

Matériel et méthodes

Trente et un essais répartis chez des agriculteurs du Mugamba ont comparé, avec la variété Romany, les densités de semis de 110, 140 et 170 kg de grains/ha. Les semences utilisées ayant un poids de 1000 grains de 32 g et un pourcentage de germination de 90 %, ces trois densités correspondent aux semis de 310, 395 et 480 grains viables/m².

Chaque essai, réalisé en blocs aléatoires complets avec trois répétitions et des parcelles élémentaires de 8 m², a été semé en lignes espacées de 20 cm et sarclé.

Les 31 essais ont été départagés en deux séries selon le type de sol de l'exploitation. D'après les critères de la classification INEAC, 15 essais furent installés sur des kaolisols humifères et 16 sur des sols non humifères, soit 11 sur des hygrokaolisols et 5 sur des sols bruns (18).

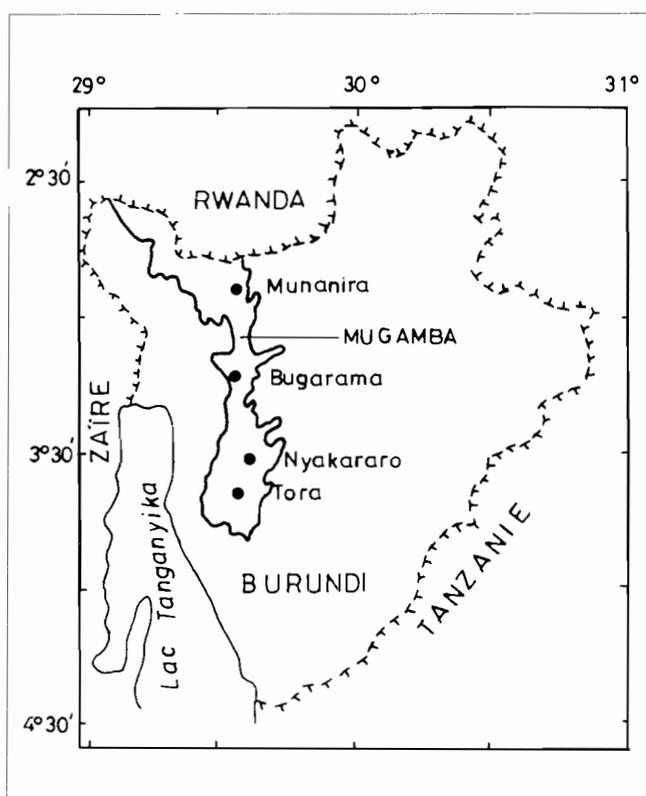


Figure 1. — Situation de la région naturelle du Mugamba et des localités citées dans le texte.

Les essais sur kaolisols humifères, généralement situés dans le sud du Mugamba entre Tora et Bugarama (13 essais sur 15), ont été semés entre le 26 mars et le 9 avril 1985 (figure 1). Ils ont été réalisés sans fertilisation minérale car les formules d'engrais étudiées à ce jour en milieu rural ne sont pas suffisamment rentables sur ce type de sol (16).

Les essais sur hygrokaolisols et sols bruns ont tous été réalisés dans le nord du Mugamba, entre Bugarama et Munanira. Ils ont été semés entre le 21 mars et le 2 avril 1985 après application à la volée, le jour du semis, de 40-40 unités NP/ha.

L'analyse statistique des résultats a été effectuée séparément pour ces deux séries d'essais. Les composantes du rendement (nombre de plants et d'épis/m², nombre d'épis/plant, nombre de grains/épi et poids des 1000 grains) et la croissance des plants (hauteur des plants, poids des pailles/plant et poids des pailles/m²) ont été observées dans 23 essais dont 7 installés sur des kaolisols humifères et 16 sur des hygrokaolisols et des sols bruns. Ces observations ont été effectuées sur les deux lignes centrales des parcelles élémentaires, soit sur 1.6 m². Les rendements ont été enregistrés sur 6.4 ou 8 m² par parcelle élémentaire selon que l'étude porte ou non sur les composantes du rendement et la croissance. Les rendements et les poids des 1000 grains ont été convertis à 13 % d'humidité; la teneur en eau des pailles au moment de la pesée était de 10 %. L'analyse chimique de l'horizon cultural (Ap) a été effectuée sur un échantillon composite de 40 prises prélevé avant le semis.

TABLEAU 1

Précipitations totales (P) et températures moyennes journalières (T) enregistrées au cours des principales phases de développement dans les deux séries d'essais.

| Phases de développement | Essais sur kaolisols humifères (1) | | | Essais sur hygrokaolisols et sols bruns (2) | | |
|--------------------------|------------------------------------|--------|--------|---|--------|--------|
| | Durées (jours) | P (mm) | T (°C) | Durées (jours) | P (mm) | T (°C) |
| semi-début montaison | 40 | 352 | 16.0 | 34 | 434 | 16.8 |
| début montaison-épiaison | 34 | 45 | 15.1 | 30 | 63 | 17.0 |
| épiaison-maturité | 64 | 5 | 14.0 | 60 | 10 | 17.1 |

(1) et (2) moyennes des dates de semis: 2 avril et 26 mars 1985
données des stations climatiques de Nyakararo et de Munanira.

Résultats et discussion

La répartition des précipitations au cours de la seconde saison culturale 1985 fut similaire dans le sud et le nord du Mugamba selon les relevés des stations climatiques de Nyakararo et de Munanira (tableau 1). Par rapport à la période de référence (1962-1976), les précipitations moyennes enregistrées dans ces deux stations furent excédentaires de 61 mm, ou 23 %, au mois d'avril qui correspond à la phase d'installation de la culture du blé. Elles furent, par contre, déficitaires de 82 mm, ou 59 %, au mois de mai c'est-à-dire pendant la phase de montaison. Les faibles précipitations enregistrées de juin à août, à l'époque de la floraison et pendant la phase de remplissage du grain,

TABLEAU 2

Rendements moyens et caractéristiques chimiques moyennes de l'horizon cultural (Ap) des exploitations selon le type de sol et le degré de saturation en bases (V).

| Degré de saturation (V) en % classes | n moyens | Rendements (1) | C t/h | N % | pH H ₂ O | Complexe adsorbant (meq/100 g sol) | | | | | Mg K | Ca+Mg K | Al m(4) | |
|---|-------------|-------------------|----------|--------|------------------------|------------------------------------|-----|-----|------|------|---------|------------|------------|----|
| | | | | | | Ca | Mg | K | S(2) | T(3) | | | | |
| Kaolisols humifères | | | | | | | | | | | | | | |
| >30 | 46 | 5 | 2.11 | 5.6 | 0.5 | 5.8 | 8.7 | 2.9 | 1.1 | 12.7 | 28 | 3.3 | 13.4 | 5 |
| 15-30 | 21 | 5 | 1.20 | 5.6 | 0.4 | 5.2 | 3.6 | 1.2 | 0.9 | 5.6 | 26 | 1.2 | 5.1 | 28 |
| <15 | 12 | 5 | 1.06 | 6.4 | 0.6 | 4.9 | 1.8 | 0.6 | 0.6 | 3.1 | 25 | 1.1 | 4.4 | 47 |
| Hygrokaolisols et sols bruns | | | | | | | | | | | | | | |
| >70 | 75 | 6 | 2.44 | 2.4 | 0.2 | 6.2 | 6.7 | 2.4 | 0.5 | 10.5 | 14 | 6.5 | 25.1 | 0 |
| 55-70 | 62 | 5 | 1.82 | 2.6 | 0.3 | 6.2 | 7.7 | 3.0 | 0.6 | 11.3 | 18 | 5.8 | 22.4 | 0 |
| <55 | 46 | 5 | 1.64 | 2.4 | 0.2 | 5.5 | 4.2 | 1.6 | 0.6 | 6.4 | 14 | 6.1 | 23.4 | 5 |

(1) n = nombre d'essais

(2) S = somme des bases échangeables (Ca + Mg + K + Na)

(3) T = capacité d'échange cationique mesurée à l'acétate d'ammonium N à pH7

(4) m = indice de Kamprath = 100 x Al/S + Al (11)

TABLEAU 3

Rendements, composantes du rendement et croissance observés pour les trois densités de semis dans les deux séries d'essais.

| Variables | Densités de semis (kg/ha) | | |
|--|---------------------------|---------|--------|
| | 110 | 140 | 170 |
| Hygrokaolisols et sols bruns (avec engrais) | | | |
| Rendement (t/ha) - 16 lieux | 1.96 a | 2.03 a | 2.05 a |
| Composantes du rendement - 16 lieux | | | |
| Rendement (t/ha) | 1.77 a | 1.73 a | 1.94 a |
| Nombre de plants/m ² | 258 a | 296 b | 352 c |
| Nombre d'épis/plant | 1.06 a | 1.06 a | 1.07 a |
| Nombre d'épis/m ² | 274 a | 314 b | 371 c |
| Nombre de grains/épi | 18,3 a | 16,2 ab | 15,3 b |
| Poids des 1000 grains (g) | 35,8 a | 35,0 a | 34,0 b |
| Croissance - 16 lieux | | | |
| Hauteur des plants (cm) | 92 a | 92 a | 92 a |
| Poids des pailles/plant (g) | 0,81 a | 0,72 b | 0,65 c |
| Poids des pailles/m ² (g) | 205 a | 208 a | 228 b |
| Kaolisols humifères (sans engrais) | | | |
| Rendement (t/ha) - 15 lieux | 1,52 a | 1,39 a | 1,46 a |
| Composantes du rendement - 7 lieux | | | |
| Rendement (t/ha) | 1,54 a | 1,65 a | 1,44 a |
| Nombre de plants/m ² | 269 a | 322 b | 373 c |
| Nombre d'épis/plant | 1,05 a | 1,06 a | 1,04 a |
| Nombre d'épis/m ² | 282 a | 343 b | 388 c |
| Nombre de grains/épi | 15,5 a | 14,1 a | 11,4 b |
| Poids des 1000 grains (g) | 33,6 a | 33,1 a | 32,2 a |
| Croissance - 7 lieux | | | |
| Hauteur des plants (cm) | 82 a | 85 a | 83 a |
| Poids des pailles/plant (g) | 0,65 a | 0,58 ab | 0,52 b |
| Poids des pailles/m ² (g) | 177 a | 190 a | 191 a |

TABLEAU 4

Analyses globales de la variance des rendements, des composantes du rendement et de la croissance pour les deux séries d'essais : tests F pour les différentes sources de variation.

| Variables | Sources des variations | | |
|--|------------------------|-----------|-------|
| | Densités (d) | Lieux (l) | d x l |
| Hygrokaolisols et sols bruns (avec engrais) | | | |
| Rendement - 16 lieux | ns | 55.3*** | ns |
| Composantes du rendement - 16 lieux | | | |
| Rendement | ns | 6.62*** | ns |
| Nombre de plants/m ² | 42.62*** | 19.92*** | ns |
| Nombre d'épis/plant | ns | 2.39* | ns |
| Nombre d'épis/m ² | 36.04*** | 20.22*** | ns |
| Nombre de grains/épi | 4.27* | 2.95** | ns |
| Poids des 1000 grains | 8.19** | 9.28*** | 1.78* |
| Croissance - 16 lieux | | | |
| Hauteur des plants | ns | 23.93*** | ns |
| Poids des pailles/plant | 15.06*** | 26.70*** | 1.75* |
| Poids des pailles/m ² | 3.93* | 35.61*** | ns |
| Kaolisols humifères (sans engrais) | | | |
| Rendement - 15 lieux | ns | 30.08*** | ns |
| Composantes du rendement - 7 lieux | | | |
| Rendement | ns | 13.35*** | 2.88* |
| Nombre de plants/m ² | 20.31*** | 4.79** | ns |
| Nombre d'épis/plant | ns | ns | ns |
| Nombre d'épis/m ² | 17.03*** | 3.77** | ns |
| Nombre de grains/épi | 4.01* | 12.04*** | 2.39* |
| Poids des 1000 grains | ns | 16.26*** | ns |
| Croissance - 7 lieux | | | |
| Hauteur des plants | ns | 21.08*** | ns |
| Poids des pailles/plant | 6.88* | 13.36*** | ns |
| Poids des pailles/m ² | ns | 17.76*** | ns |

N.B. Les nombres suivis d'une même lettre ne diffèrent pas significativement entre eux au seuil de probabilité de 5% (plus petite différence significative).

*, **, *** : tests F significatifs aux niveaux de probabilité de 5, 1 et 0.1 %
ns : tests F non significatifs au niveau de probabilité de 5%

sont normales et caractéristiques de la grande saison sèche. La température moyenne journalière a peu varié au cours de la seconde saison culturale bien qu'une légère baisse de température en saison sèche fut observée à Nyakararo (tableau 1). Les températures moyennes journalières d'avril à août 1985 furent de 14.9°C à Nyakararo et de 17.2°C à Munanira. Elles diffèrent peu des températures de la période de référence (1971-1980) respectivement de 14.6 et 17.0°C.

Les essais installés sur un même type de sol ont bénéficié de conditions climatiques semblables puisqu'ils sont généralement regroupés dans une même zone d'expérimentation et qu'ils ont été semés dans un laps de temps relativement court. Les différences de rendement entre les essais réalisés sur un même type de sol reflètent donc bien les différences de fertilité de sol entre les exploitations. Les rendements ont varié de 0.6 à 2.8 t/ha sur les kaolisols humifères; ils furent compris entre 0.9 et 3.5 t/ha sur les hygrokaolisols et les sols bruns. Pour chaque classe de sol, les rendements décroissent lorsque le degré de saturation en bases (V) de l'horizon cultural diminue (tableau 2). Sur les kaolisols humifères, les rendements sont faibles lorsque le degré de saturation en bases est inférieur à 30%. Dans ce cas, selon les critères repris par Boyer (2, 3), le sol serait bien pourvu en potassium échangeable (teneur nettement supérieure au seuil de déficience évalué à 0.15 - 0.35 méq/100 g); il pourrait, cependant, être déficient en calcium et en magnésium suite à un déséquilibre entre ces éléments et le potassium (rapports Mg/K et Mg + Ca/K inférieurs aux seuils de déséquilibre respectivement de 3 à 4 et de 12 à 18). Les kaolisols humifères faiblement saturés en bases et donc fortement acides contiennent d'autre part des teneurs élevées en aluminium échangeable pouvant induire des phénomènes de toxicité. Les hygrokaolisols et les sols bruns sont généralement mieux saturés en bases que les kaolisols humifères. Moyennement à faiblement acides, ils ne contiennent que de faibles concentrations en aluminium échangeable.

Les trois densités de semis n'ont pas eu d'incidence significative sur le rendement dans les deux séries d'essais (tableaux 3 et 4). Elles agissent, en outre, indépendamment de la productivité de l'exploitation puisque dans les deux séries d'essais les interactions entre les densités de semis et les lieux sont non significatives (tableau 4). Les différences de rendement observées entre les exploitations d'une même série d'essais étant surtout attribuées à la fertilité du sol, il apparaît que des densités de semis comprises entre 110 et 170 kg/ha ne constituent pas un facteur déterminant du rendement lorsque la fertilité du sol permet d'obtenir de 0.6 à 3.5 t/ha sous les conditions climatiques de la seconde saison culturale.

Lyimo et Button (12) rapportent des résultats similaires obtenus en Tanzanie au cours d'une expérimentation multienvironnementale: aucune différence significative de rendement n'a été observée pour des densités de semis comprises entre 100 et 170 kg/ha dans des essais produisant de 1.3 à 3.2 t/ha. Read et Warder (14) n'observent pas d'interaction entre la fertilisation minérale et des densités de semis comprises entre 20 et 60 kg/ha dans des essais produisant sans engrais de 0.8 à 2.1 t/ha.

Dans les deux séries d'essais, les interactions entre les densités de semis et les lieux relatives aux composantes du rendement furent généralement non significatives (tableau 4). Les mécanismes de régulation du rendement furent donc peu sensibles à la fertilité du sol. L'accroissement de la densité de semis ne s'est pas traduite par une augmentation dans la même proportion du nombre d'épis/m² et fut à l'origine d'une diminution du nombre de grains/épi et du poids des 1000 grains (tableau 3). De tels mécanismes de régulation du rendement n'ont toutefois pas un caractère général. Plusieurs auteurs ont montré qu'ils dépendent des conditions expérimentales et de la variété utilisée.

Dans des essais du CIMMYT (8), produisant plus de 8 t/ha avec irrigation et apport d'engrais, l'absence d'incidence sur le rendement des densités comprises entre 50 et 200 kg/ha fut attribuée uniquement à une compensation au niveau du nombre d'épis/m² et du nombre de grains/épi. Read et Warder (14), par contre, ont observé, dans des essais produisant 1.3 t/ha en condition de sécheresse, une diminution du poids des 1000 grains lors d'un accroissement de la densité de semis de 20 à 60 kg/ha. Sisodia et Patel (17) n'ont pas observé d'effet significatif sur le rendement de densités de semis comprises entre 80 et 170 kg/ha dans des essais produisant de 4.4 à 5.1 t/ha avec irrigation et apport d'engrais. Ces auteurs ont cependant montré que la régulation du rendement s'obtient, selon les variétés, soit par l'intervention des trois composantes du rendement, soit par celle du nombre d'épis/m² associée à une diminution du nombre de grains/épi ou du poids des 1000 grains. La régulation du rendement par le nombre d'épis/m² observée dans les essais du CIMMYT (8) et de Sisodia et Patel (17) est attribuée à une diminution du nombre d'épis/plant lors de l'accroissement de la densité de semis. Dans la présente étude, elle n'est due qu'à une diminution du nombre de plants/m² étant donné la faible aptitude au tallage de la variété Romany (tableau 3).

L'augmentation de la densité de semis a également agi sur la croissance en diminuant le poids des pailles/plant sans en modifier la hauteur. Le poids des pailles/m² ne fut influencé par la densité de semis que dans les essais effectués avec engrais où il

augmente de 11% lorsque la densité de semis passe de 110 à 170 kg/ha. Cet accroissement du poids des pailles/m² est cependant faible comparé à celui de la densité de semis de 55% (tableau 3).

Conclusions

Les densités de semis supérieures à 110 kg de grains/ha n'ont pas eu d'incidence significative sur les rendements de la variété de blé Romany. Une telle densité de semis correspondait à 310 grains viables/m². Elle équivaut, en pratique, aux semis de 100 à 140 kg/ha de semences germant à 90% selon que leur poids de 1000 grains varie de 30 à 40 g. Des densités de semis supérieures ne s'accompagnent pas d'une augmentation dans la même proportion du nombre d'épis/m² et se traduisent par une diminution du nombre de grains/épi, du poids des 1000 grains et du poids des pailles/plant.

La régulation du rendement en liaison avec la densité de semis peut être attribuée principalement à une concurrence entre les plants pour satisfaire leurs besoins en eau. Il est peu probable que les résultats obtenus divergent fortement selon les

années car en seconde saison culturale la phase d'installation de la culture du blé correspond toujours à l'époque la plus pluvieuse de l'année tandis que la période qui s'étale de la fin de la montaison à la maturité se situe toujours en saison sèche. L'absence d'interaction entre les densités de semis et les lieux indique d'autre part qu'une densité de semis de 110 kg/ha (ou 310 grains viables/m²) peut être vulgarisée quel que soit le niveau de production de l'exploitation pour autant qu'il se situe dans les limites observées dans les essais, c'est-à-dire entre 0.6 et 3.5 t/ha.

Remerciements

Les auteurs expriment leurs remerciements aux agronomes du Projet Cultures Villageoises en Haute Altitude ainsi qu'aux personnes de l'ISABU, MM. J. Gourdin, P. Hollebosch et Mme C. Kibiriti du Laboratoire de chimie agricole, M. L. Opdecamp du Groupe fertilité des sols, M. C. Otoul du Service biométrie-informatique et M. C. Bweyo, Chef du Centre de Munanira, qui ont contribué à la réalisation des essais.

Références bibliographiques

- Bergen D., 1985. Etude socio-économique sur la culture du blé dans le Mugamba. Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage. Burundi. ISABU, Publ. 81, 109 p.
- Boyer J., 1970. Essai de synthèse des connaissances acquises sur les facteurs de fertilité des sols en Afrique inter-tropicale francophone. Comité des sols tropicaux. Londres, 14-16 juin 1970. 175 p.
- Boyer J., 1973. Comportement du potassium dans les sols tropicaux cultivés. In Le potassium dans les cultures et les sols tropicaux. C.R. 10e Coll. Inst. Inter. Potasse. Abidjan, 3-7 déc. 1973, pp. 83-102.
- Bruyère R., 1958. Céréales d'altitude. Bull. Inf. INEAC. 7. 53-65.
- CIMMYT, 1977. Report on wheat improvement. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. El Batán, México. pp. 200-204.
- CIMMYT, 1978. Report on wheat improvement. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. El Batán, México. pp. 206-207.
- CIMMYT, 1978. Report on wheat improvement. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. El Batán, México. pp. 298-302.
- CIMMYT, 1979. Report on wheat improvement. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. El Batán, México. pp. 103-116.
- Goeteyn R., 1980. Le blé au Rwanda : historique et situation actuelle. Reg. Symp. on Wheat and Triticale. Gisenyi, 7-14 juin 1980. CIMMYT, México, pp. 41-52.
- IRAZ, 1986. Point de la recherche agronomique et zootechnique et situation actuelle des services généraux techniques au sein de la Communauté Economique des Pays des Grands Lacs (C.E.P.G.L.). Inst. de Rech. Agron. et Zootechn. de la C.E.P.G.L. Gitega, Burundi, pp. 67-85.
- Kamprath E.J., 1967. Soil acidity and response to liming. Int. Soil Testing Ser. Techn. Bull. 4. North Carolina State University, Raleigh.
- Lyimo S.D. and Button R., 1983. Review of crop management research in Tanzania. Proceedings of the Regional Wheat Workshop for East, Central and Southern Africa. Arusha, Tanzania. June 13-17, 1983. CIMMYT, Nairobi, Kenya pp. 51-59.
- Projets Cultures Villageoises en Haute Altitude, 1986. Rap. an. 1984-85 et programme d'intervention 1985-86. Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage. Burundi. 27 p.
- Read D.W.L. and Warder F.G., 1982. Wheat and barley responses to rates of seeding and fertilizer in Southwestern Saskatchewan. Agronomy journal 74 : 33-36.
- Schalbroeck J.J. et Baragengana R., 1985. Influence du sarclage et de divers modes et densités de semis sur les rendements du blé. Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage. Burundi. ISABU - Rapport des Recherches Agronomiques 1985. pp. 17-18.
- Schalbroeck J.J. et Baragengana R., 1986. Contribution à l'étude de la fertilisation minérale du blé cultivé en seconde saison dans le Mugamba (Burundi). Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage. Burundi. ISABU Publ. 97, 14 p.
- Sisodia N.S. and Patel J.C., 1985. Effect of seeding density on yield and yield components in wheat. Regional Wheat Workshop-Eastern, Central and Southern Africa, and Indian Ocean. Njoro, 2-5 sept. 1985, CIMMYT, Kenya, pp. 309-319.
- Tavernier R. et Sys C., 1965. Classification of the soil of the Republic of Congo (Kinshasa). In Pédologie. Int. Symp. 3. Soil classification (Ghent), pp. 91-136.