

Synthèse des résultats de recherche sur l'agronomie du caféier arabica (*Coffea arabica* L.) au Rwanda au 31 mars 1994

V. Rutunga*, F. Kavamahanga† & C. Nsengimana**

Keywords : Results - Coffee agronomy - *Coffea Arabica* L.

Résumé

Le caféier arabica est la principale culture d'exportation et la plus importante dans la macro-économie du Rwanda. Pour cela, les Instituts de recherche agricoles ont essayé d'affiner son agronomie en vue d'accroître la production du café. Les conditions écologiques des zones caféicoles du Rwanda sont caractérisées par une pluviométrie inadéquate, un fort ensoleillement et des sols très variés.

Les résultats de recherche ont montré que les écartements de plantation de 2 m x 2 m ou 2,5 m x 1,5 m étaient appropriés. Les fortes densités multicaules produisaient mieux avec certaines variétés. Le régime de taille a été bien mis au point mais n'est pas bien suivi. Le paillage est la technique la plus appropriée pour augmenter la survie et la production du café. Il améliore les propriétés biologiques, hydriques, chimiques des sols et l'efficacité des engrais minéraux. Les matériaux servant de paillis sont variés mais insuffisants pour toutes les caféières. Le paillage est fait tard au Rwanda. Les couvertures vivantes bien qu'ayant certains avantages, ne peuvent cependant pas remplacer totalement le paillis. Les arbres d'ombrage n'ont pas eu de succès dans la caféiculture rwandaise.

L'engrais azoté suivi de celui potassique augmentaient la productivité du café. L'effet des engrais phosphatés est moins notoire. Le magnésium s'est montré déficient dans certaines plantations. Les formules N.P.K. et N.P.K.Mg ont été recommandées, leurs doses variant en fonction des sites et du niveau d'aménagement des caféières. Le vieux compost de pulpes de café s'est montré fumure efficace.

Summary

Synthesis of Results on Coffee Agronomy Research in Rwanda on 31 March 1994.

Arabica coffee plays an important role in the macro-economic performance of Rwanda. As a result, Agricultural Research Institutes have done research on coffee agronomy, aimed at improving coffee productivity. The ecological conditions for coffee in Rwanda are characterized by inadequate rainfall and high light intensity. Soil parental material and chemical properties are variable amongst different small holders coffee producers.

The available results indicate that spacing in coffee planting of 2 m x 2 m or 2,5 m x 1,5 m are convenient. Higher density with "multicaule" planting provided better production with some varieties. Pruning regime has been established but should still be correctly followed. Mulching is the best cultural technique to improve production. It improves soil physical and chemical properties and water storage. It can also improve mineral fertilizer use efficiency. The mulching materials are variable but not enough for all coffee plantations. Mulch is applied late (July, August) in Rwanda. Living cover with different species including legumes cannot replace efficiently the mulch, although the cover of *Desmodium* sp. and other few species can offer some advantages. Shade trees in coffee plantations have not been successful.

N fertilizer followed by K improved coffee production. The effect of P was not clear while Mg deficiency was observed in some plantations. The formula of N.P.K. and N.P.K.Mg. were recommended but their rates should vary according to the sites. Finally, a beneficial effect was observed in using rotted coffee rinds compost.

Généralités

Importance socio-économique du café au Rwanda

Le café (*Coffea arabica* L.) est la culture d'exportation la plus importante et la principale source de devises au Rwanda. Sa production moyenne annuelle depuis 1987 jusqu'en 1989 s'est élevée à 38 351 t de café

marchand. La valeur du café représentait respectivement 75%, 73% et 56% de l'ensemble des exportations du pays pour les années 1987, 1988 et 1989.

Le café est cultivé sur une superficie d'environ 53 000 ha par de petits planteurs dont le nombre s'élève à en-

* University of Nairobi, P.O.Box 30197, Nairobi, Kenya; † Ancien scientifique à l'ISAR Rubona, Butare, Rwanda; ** IIBC Muguga, P.O.Box 76520, Nairobi, Kenya. Adresse de contact: V. Rutunga, Faculty of Agriculture; P.O.Box 30197, Nairobi, Kenya. Reçu le 24.07.97 et accepté pour publication le 06.03.98.

viron 700 000 soit environ 55% des exploitations agricoles familiales du pays (20). La taille moyenne d'une caféière par exploitant est de 100-175 plants dont la production moyenne varie de 300 à 600 kg de café par ha/an. La vente du café permet une intense activité économique à travers tout le pays.

Exigences écologiques du caféier arabica

Selon Coste (2), l'espèce *C. arabica* prospère dans les milieux ayant des conditions écoclimatiques suivantes:

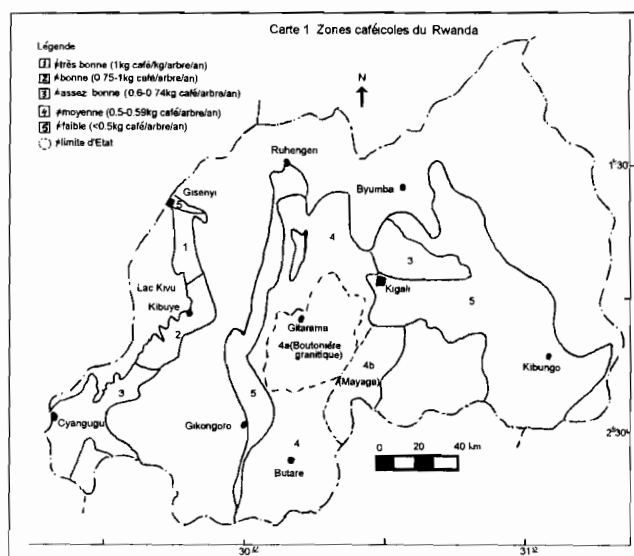
- une altitude comprise entre 1 300 m et 1 800 m;
- une saison sèche de 2 à 3 mois au maximum, qui permet un repos végétatif puis un déclenchement de floraison du caféier au retour des pluies;
- une pluviométrie annuelle de 1500 mm bien répartie;
- une humidité relative de 60% et peu de vents;
- une température moyenne journalière de 20 à 22°C avec des minima de 5°C et des maxima de 30°C: au-delà de ces températures extrêmes, des troubles physiologiques apparaissent.

Le caféier est une culture semi-héliophile. Il peut cependant prospérer en plein ensoleillement si sa culture est pratiquée de manière intensive avec paillage, bon entretien et fertilisation. Autrement, les jeunes arbres produisent beaucoup puis souffrent du die-back et du vieillissement précoce. L'évapotranspiration d'un caféier sans ombrage est de $\pm 6,3 \text{ g d'eau/dm}^2/\text{jour}$. Le caféier s'adapte à différents types de sols pour peu qu'ils soient profonds et de texture argileuse à argilo-sableuse. Des sols compacts entraînent un enracinement superficiel d'où la sensibilité à la sécheresse. Des sols légers et perméables mais non filtrants favorisent la pénétration des racines. Le pH (eau) optimal du sol est de 5 à 6. Ainsi, le caféier arabica peut s'adapter à des écologies très variées surtout lorsque les techniques de correction sont appliquées pour atténuer les conditions peu favorables du milieu.

Conditions écoclimatiques prévalant pour la caféiculture au Rwanda

La culture du *C. arabica* est pratiquée dans une région d'altitude comprise entre 1 450 m et 1 900 m (9) et au-dessus de l'isohyète de 1 000 mm (31). Bien qu'ayant de nombreux microclimats dus au relief très accidenté, la région caféicole se retrouve selon la classification climatique de Köppen, dans la zone tropicale Aw₃ (15) où la température moyenne du mois le plus froid est supérieure à 18°C. Le régime pluviométrique est bimodal avec 2 saisons humides (mi-septembre à mi-décembre et mi-février à fin mai) et 2 saisons sèches (janvier-février et juin-septembre) (11). Néanmoins, la durée de la grande saison sèche est variable et devient de plus en plus longue lorsqu'on se dirige de l'ouest (60-90 jours) vers l'est (110-115 jours) du Rwanda. La pratique de la caféiculture est ainsi exclue au niveau de la Crête Zaïre-Nil et du Buberuka du fait de l'altitude et au niveau de l'Est à cause du déficit hydrique marqué. Les précipitations dans la région caféicole varient entre 950 et 1 350 mm et sont inférieures à l'optimum (1500 mm). Cette insuffisance d'eau défavorise le développement végétatif optimal et la fructification normale et par conséquent la production des plantations.

Les sols sont généralement des Oxisols, des Ultisols,



des Inceptisols et parfois même des Entisols et dérivent de matériaux très divers (4). Ceux issus de roches schisteuses et basaltiques sont généralement profonds tandis que ceux dérivés de roches acides (granites, quartzites) sont minces. Leur teneur en matière organique et leur richesse chimique sont fort variables et souvent faibles. L'acidification et l'érosion des sols sont des phénomènes généralisés. Les plantations de café ont des productivités variables en fonction de l'altitude, de la pluviométrie disponible, de la nature des sols et du niveau de gestion des parcelles. Sur base des rendements moyens annuels en café par ha enregistrés entre 1959 et 1961, De Vuyst et Brion (9) ont distingué cinq zones caféicoles (carte 1).

Problème posé

Les exigences écologiques du caféier et les conditions écologiques prévalant au Rwanda font que la caféiculture rwandaise soit confrontée aux contraintes liées à:

- l'altitude élevée;
- l'insuffisance ou la répartition temporelle et spatiale inadéquate des pluies;
- les terres à propriétés chimiques et physiques inadéquates;
- la prolifération des maladies et insectes.

L'objectif de la recherche était alors de mettre au point des technologies adéquates pour lever/atténuer ces contraintes à la bonne production du café et de rassembler les données devant servir plus tard à la caractérisation plus fine des zones caféicoles. Le présent article fait la synthèse des connaissances acquises sur les techniques culturales à utiliser en vue d'améliorer la production du caféier arabica.

Matériel et méthodes

Les données utilisées dans la présente étude ont été collectées à travers nos essais clôturés ou en cours à l'ISAR ainsi qu'à travers les articles et les rapports annuels publiés par les chercheurs de l'INEAC. Les essais étaient généralement conduits en blocs complètement aléatoires avec trois à quatre répétitions. La densité de plantation était propre à chaque essai. Le nombre de plants constituant la parcelle élémentaire effective était fonction de la disponibilité du terrain et du matériel de

plantation: il variait généralement de 4 à 25. La plantation avait lieu au début de la saison des pluies en octobre-novembre. Différents cultivars/varétés de café ont été utilisés: il y a lieu de citer Mibirizi, Mokka, Jackson 2/1257 et Caturra 140. Le paillage se faisait en mai-juin. Les engrais étaient appliqués soit en octobre-novembre soit en février-mars. Le sarclage se faisait à chaque moment opportun. La récolte de cerises mûres s'échelonnait sur toute l'année mais atteignait son pic en mai-juin. Les cerises récoltées étaient dépulpeées en "fully washed"; le café parche était séché au soleil. Des enquêtes en milieu rural ont servi à évaluer la disponibilité et le type de paillis dont la teneur en éléments fertilisants était déterminée selon les procédés rapportés par Novosamsky et al. (24).

Résultats et discussion

Durée et produits de conservation des semences

Les études sur la conservation des semences de café ont révélé que la graine une fois enrobée de produits fongicides organo-cuivriques, peut être efficacement conservée pendant un an. L'enrobage des graines avec du charbon de bois s'est aussi montré efficace en cas de conservation de courte durée (17).

Conduite de germoirs et pépinières

Les essais sur la conduite des germoirs et pépinières ont montré qu'un ombrage artificiel à partir de 2,25 m du sol est requis pour un bon germoir. Cet ombrage tamisé et uniforme assure une évaporation minimale de l'eau du sol et une hygroscopicité maximale de l'atmosphère dans la pépinière. L'incorporation du fumier à la terre des plates-bandes du germoir s'est montré néfaste à la bonne germination: elle favorisait la prolifération des insectes. Le paillage assurait la conservation de l'humidité du sol de surface. Il permettait ainsi de réduire le nombre d'arrosages et de semer les graines à faible profondeur (0,5 cm à 1,0 cm), ce qui assure une levée plus rapide et uniforme. La période propice pour la mise en place des germoirs se situe au mois de novembre/décembre. Le semis des graines doit se faire à l'écartement de 10 cm x 5 cm, ce qui permet d'avoir 3 000 à 4 000 plantules/kg de graines. Après 3 à 4 mois de séjour en germoir, les plantules au stade "cotylédon en parche" doivent être transplantées en pépinières établies à proximité des points d'eau et des champs à planter. Les jeunes plants sont repiqués dans les sachets en polyéthylène (18 cm x 24 cm) remplis d'un mélange de terre inerte (1/2) et de compost (1/2), ce qui garantit une meilleure reprise (7). Les plants séjournent ensuite en pépinière ombragée de 7 à 8 mois.

Techniques de plantation

Les premières plantations de café (variétés hautes) avaient été faites à des écartements de 2,5 m x 2,5 m et de 2,5 m x 2,0 m. Les trous de plantation de caféiers de 60 cm x 60 cm x 60 cm étaient recommandés pour des sols profonds et meubles. Il était par contre peu indiqué de planter le caféier en sols peu profonds ou compacts. L'apport du fumier à raison de 10 à 20 kg/trou de plantation était bénéfique.

Plus tard, il a fallu vérifier si l'on pouvait accroître le rendement du café en augmentant le nombre de plants/ha. Les essais conduits en tiges uniques à Rubona ont montré que les écartements de 2 m x 2 m soit 2 500 plants/ha ou de 2,0 m x 1,5 m soit 3 333 plants/ha étaient plus adéquats. De tels écartements assuraient une production de café plus élevée et réduisaient la prolifération de mauvaises herbes, ce qui diminue les coûts d'entretien (29). Un autre essai a montré que la densité de 3 333 caféiers/ha assurait de meilleurs rendements/ha alors que la densité de 2 500 caféiers/ha donnait une meilleure production par caféier. Pour les caféiers nains, une courbe théorique ajustée de production de café a montré qu'à Rubona, la densité optimale de plantation se situait à 3 880 plants/ha (18).

La supériorité des densités élevées a été encore confirmée par les résultats obtenus à Rubona sur caféiers en multicaulie (tableau 2). Les densités de 2 886 et de 3 770 plants/ha en triangle ont produit en fin du premier cycle de production (5 ans de récoltes), respectivement 17,3 et 11,4% de plus que la production de la densité de 2 500 plants/ha en carré actuellement utilisée.

Tableau 2
Production cumulée de café parche (variété Jackson 2/1257) depuis 1989 à 1993 à Rubona

Ecartement (m) et dispositif	Densité caféiers/ha	Rdt kg /ha café parche	Rdt kg/ arbre	% témoin (2 500kg)
2,5 X 2,0 rectangle	2000	2397	1,199	98,7
2,0 X 2,0 carré	2500	2428	0,971	100,0
2,5 X 1,5 rectangle	2666	2370	0,889	97,6
2,0 X 2,0 triangle	2886	2848	0,985	117,3
2,0 X 1,5 rectangle	3333	2143	0,643	88,4
1,75X 1,75 triangle	3 770	2705	0,715	111,4
PPDS 5%		416		
CV %		9		
ET		218		

Couverture du sol dans les caféières

Différents types de couverture à savoir, "clean weeding" ou absence totale de couverture, couverture vivante obtenue par installation de légumineuses herbeuses ou arbustives entre les lignes de caféiers, couverture sarclée où les plantes adventices sarclées servent d'engrais vert (sarclage sélectif), paillage par matériel végétal collecté de l'extérieur, ont été testés. Il a été trouvé que les types de couverture à adopter dépendent des conditions écologiques des sites. Là où la sécheresse n'est pas un facteur limitant, le paillage du sol était facultatif et son effet dans l'augmentation de la production par rapport à celui du sarclage intégral n'était ni notoire ni économique. Une culture intercalaire de légumineuses fauchées plusieurs fois pouvait maintenir une production satisfaisante de café (23). Par contre, la couverture vivante et la couverture sarclée peuvent causer la concurrence hydrique avec le caféier dans les zones à déficit hydrique (<1 500 mm d'eau, cas général du Rwanda). Dans ces dernières conditions, le paillage permanent est le mode de couverture qui convient. Appliqué correctement en quantité suffisante sur sol

encore frais, il assure une bonne économie en eau du sol en retardant l'évaporation (22), ce qui permet une bonne maturation des fruits en saison sèche. Par contre, en cas de faible pluviométrie, le paillis peut intercepter la pluie et limiter son arrivée au sol.

D'après Tian (30), le paillis protège le sol contre le compactage et la destruction des agrégats par la pluie; en se décomposant, il enrichit le sol en humus. Cet humus contribue à l'amélioration de la structure du sol. Le paillage contrôle efficacement l'érosion, même sur les terres en pentes sans structures anti-érosives appropriées (28). D'autres techniques pouvant servir dans le contrôle de l'érosion dans les caféières sont:

(a) des haies vives de *Leucaena* sp., taillées périodiquement ou d'autres arbustes tolérant la coupe et se régénérant facilement (exemple: *Glicidia* sp., *Calliandra* sp., *Vernonia* sp.);

(b) des aménagements en banquettes espacées de 10 à 15 m et plantées avec du *Setaria* sp. ou du *Tripsacum* sp.;

(c) des plantations d'arbres agroforestiers non concurrents comme *Grevillea robusta* A. Cunn., *Cedrela odorata* P. Browne, *Acrocarpus* sp., *Albizia* sp. et *Erythrina* sp.

Selon Coste (3), le paillage retarde la croissance des mauvaises herbes, atténuant ainsi la concurrence pour l'eau et pour les éléments minéraux nutritifs. Il favorise le développement des racines de caféier dans les couches superficielles du sol, de l'ordre de 40% de poids des racines primaires et de l'ordre de 50% de poids des racines secondaires. Il protège le sol contre les variations brusques de températures du sol (22), et de ce fait la minéralisation de la matière organique est régulière. Il améliore les propriétés chimiques du sol: le paillis végétal en se décomposant, apporte au sol des éléments minéraux tels que le phosphore, le potassium, le calcium, le magnésium et l'azote organique (30). L'humus produit contribue à l'amélioration du complexe adsorbant du sol. Le paillis devient ainsi un préalable indispensable à la bonne utilisation des engrais minéraux (6).

Les effets du paillage sur le sol influencent la croissance et la productivité du caféier. Les caféières bien paillées montrent un bon aspect végétatif et leur production de café peut doubler et même tripler par rapport à celle des caféières non paillées (29). Les résultats obtenus sur huit cultivars de café à Rubona (tableau 3) confirment cette action favorable du paillis sur la productivité du café. Le paillis a augmenté la production de 2 à 6 fois par rapport aux parcelles non paillées (17).

Les caféiers paillés ont généralement de plus gros grains et ont un rapport café marchand/cerises plus élevé (14,5% contre 13,2% en moyenne pour les caféiers non paillés). Les caféiers paillés ont produit 65% de refus au tamis de 5 mm contre 35% pour le sarclage intégral (29). L'apport élevé de potassium par le paillis peut cependant provoquer une carence relative en magnésium qui altère la qualité du café: la couleur cru devient brunâtre, la liqueur moins acide et l'aspect

Tableau 3
Effet du paillage sur la productivité de 8 cultivars à Rubona

Variétés	Production moyenne de cerises kg/arbre	
	Sarclage à nu, moyenne de 8 ans	Paillis permanent*, moyenne de 5ans
Amarello Rubona	1,26	5,42
Kent du Kenya	1,55	4,77
Blue Mountain Kenya	1,15	5,53
Blue Mountain Nilotica	1,82	5,77
Jackson Hybrid Kenya	1,24	8,15
Mysore Kenya	1,53	5,05
Bourbon Kenya	2,03	4,88
Mokka Kenya	1,85	7,15

*: Quantité et types de paillis non précisés.

du café torréfié terne (21).

Paillage dans la caféiculture au Rwanda

L'état de pluviométrie en région caféicole du Rwanda fait du paillage permanent la meilleure technique culturale pour la production satisfaisante du caféier arabe. Cette constatation est appuyée par plusieurs résultats de recherche. A Rubona, les caféiers Mibirizi plantés en 1943 à la densité de 1 333 caféiers/ha et paillés en permanence ont donné un rendement supérieur à celui des caféiers sous couverture vivante (tableau 4). De même, une jeune caféière de variété Jackson plantée en 1984 à la densité de 2 500 arbres/ha et sous paillis permanent a donné de 1986 à 1991, un rendement moyen annuel de café parche (0,354kg /arbre) supérieur à celui des caféiers cultivés avec *Flemingia* sp (0,220kg /caféier) (17). La couverture au moyen de *Desmodium* sp. présentait cependant quelques avantages. Cette légumineuse couvre bien le sol, se régénère facilement après la coupe et produit une matière végétale importante, de l'ordre de 40 t/ha/an (18). A défaut de paillis et dans les zones à déficit hydrique modéré, la couverture par *Desmodium entortum* et *D. uncinatum* Desv. fauchée avant la saison sèche donne des résultats satisfaisants (23). *Flemingia* sp. couvre aussi bien le sol et se régénère facilement après la coupe mais son installation par semis présente des difficultés. Sa production moyenne annuelle en matière végétale est évaluée de 10 à 15 t/ha.

Tableau 4
Rendement moyen en café parche des caféières Mibirizi sous différents types de couverture du sol (moyenne de 1982 à 1987).

Objets	kg/caféier	kg/ha	% témoin
Paillis	1,340	1 717	100
Desmodium	1,130	1 508	85
Stylosanthes	1,030	1 355	77
Mucuna	0,906	1 310	74
Soya fourrager	0,930	1 238	69

Haarer (14) et Snoeck (29) avaient aussi montré en se fondant sur des résultats d'essais menés au Kenya et au Rwanda (tableau 5) l'effet bénéfique et supérieur du paillis.

Tableau 5
Effet des différents types de couverture des caféières au Kenya et au Rwanda (respectivement 5 et 10 ans d'observation).

Mode de couverture	Production café en % du témoin	
	Kenya (moyenne de 5 ans)	Rwanda (moyenne de 10 ans)
Paillis permanent	100	100
Sarclage intégral	80	52
Plantes de couverture	56	68

Les caféiers sous paillis permanent ont presque doublé la production par rapport à celle des caféiers sous sarclage intégral. Les légumineuses annuelles et celles vivaces plantées dans les caféières puis fauchées et utilisées comme paillis pendant la saison sèche, ont réduit le rendement du café. Le sarclage sélectif où les graminées sont enlevées laissant en place les dicotylées s'est également révélé moins efficace que le sarclage intégral.

Les matériaux les plus communs pour le paillage des caféières au Rwanda sont les feuilles et stipes de bananier, les produits de coupe de haies anti-érosives, le *Tripsacum* sp, le *Pennisetum* sp, les chaumes de maïs et de sorgho, les fanes de haricot, l'*Eragrostis* sp., le *Cyperus papyrus* L. et le *Themeda triandra* Forssk. *Themeda triandra* avec sa production moyenne annuelle (en 2 coupes) de 36 t/ha de matière verte peut aisément couvrir les exportations d'une tonne de café marchand/ha (25). L'analyse chimique de cette graminée a montré que 33 t de sa matière verte apportent 53 kg N, 3 kg P et 78 kg K, ce qui représente une quantité suffisante d'éléments nutritifs pour compenser les exportations d'une tonne de café marchand (39 kg N, 5 kg P et 37 kg K)/ha.

Le paillis est généralement un mélange de plusieurs matériaux. Sa composition chimique est variable. Selon ISAR (18), 15 à 20 t de paillis sec apportent 120 kg N, 8kg P, 107 kg K, 18 kg CaO et 30 kg MgO. En général, la teneur en matière sèche du paillis varie entre 10 et 15% mais peut atteindre 20 à 25% suivant l'âge des végétaux et la saison. La teneur en azote varie entre 1 et 3%, celle du potassium entre 0.5 et 2% tandis que les concentrations du phosphore et du calcium sont très faibles. Selon Mitchell (21), l'apport en potassium peut être important avec certains types de paillis jusqu'à atteindre des valeurs de l'ordre de 580 kg K/ha. Cet apport massif du potassium peut provoquer une déficience relative en magnésium. Toutes ces considérations montrent que la quantité de 20 kg de matière sèche/caféier/an soit 40 t/ha prescrite pour un paillage adéquat est bien suffisante.

L'époque idéale au Rwanda pour pailler le caféier en vue de lui permettre de bénéficier de l'économie d'eau du sol se situe aux mois de décembre et de mai précédents la petite et la grande saison sèche. Malheureusement, le paillage est fait tard en juillet et août. Ce retard s'explique par la disponibilité des résidus de récolte (chaumes de sorgho, fanes de haricot) seulement en saison sèche dans la plupart des régions

à café, par l'insuffisance d'autres types de matériaux de paillage et par l'éloignement des caféières par rapport aux sources de paillis.

D'après la C.N.A. (1), l'insuffisance du paillage se justifie par:

- l'insuffisance des terres où installer les plantes à paillis;
- la diffusion inadéquate des plantes à paillis;
- l'inventaire incomplet des ressources réelles du paillis (quantité, type de paillis, répartition des parcelles de production);

- la concurrence pour l'utilisation des matériaux de paillage (compost/paillis pour les cultures vivrières, matériel combustible, fourrage).

Tout cela fait qu'un effort considérable est à déployer par le caféiculteur pour réaliser un paillage adéquat de sa caféière.

Quelques solutions alternatives au paillage pourraient être les suivantes:

- le paillage alternatif d'un interligne sur deux, qui réduit la quantité de paillis à utiliser sans pour autant réduire son efficacité;

- l'utilisation d'un film de plastic noir qui peut assurer une excellente conservation de l'eau dans le sol durant la saison sèche. Le prix de ce plastic est cependant relativement élevé par rapport au revenu moyen des paysans rwandais;

- l'utilisation des plantes intercalaires de couverture (*Desmodium* sp, *Flemingia* sp, *Leucaena* sp etc.) dont les produits de fauche avant la saison sèche peuvent être utilisés comme paillis. Il faut cependant rappeler que la production du paillis dans la caféière s'accompagne de concurrence pour l'approvisionnement en eau, en éléments nutritifs et en lumière. Aussi, les plantes de couverture ne remplacent pas le paillis mais servent à en réduire la quantité nécessaire à apporter de l'extérieur.

Ombrage dans les caféières

Il a été rapporté que les arbres d'ombrage tels qu'*Albizia stipulata* Benth, *Leucaena leucocephala* Benth et *Erythrina abyssinica* DC. jouaient dans certains pays un rôle bénéfique dans la thermorégulation et l'enrichissement du sol en éléments nutritifs et n'exerçaient qu'une faible concurrence hydrique envers les caféiers. Néanmoins, les résultats d'un essai d'ombrage planté à Rubona en 1936 avec diverses plantes (bananiers, *Grevillea robusta* A. Cunn., *Albizia stipulata* Benth, *Cassia spectabilis* L. et *Gliricidia maculata* (H.B.K.) Steudel) ont abouti à déconseiller l'ombrage dans les caféières au Rwanda à partir de 1943-1944 (26). L'ombrage diminuait la production en général et seul l'ombrage d'*Albizia* sp. pouvait être toléré. Les bananiers diminuaient de 17% le rendement de café par rapport à celui des caféiers non-ombrés. Même plantés comme ombrage temporaire, les bananiers épuisaient le sol et pompaient 2 fois autant d'eau et d'éléments minéraux que les caféiers. L'idéal était donc de planter sans ombrage pour autant qu'il s'agisse des variétés de café résistantes à la brûlure et que la protection du sol soit assurée par le paillage (29).

Tableau 6
Production de café marchand d'un essai de taille de formation du caféier Mibirizi planté à Rubona en 1936

Systèmes de conduite du caféier	Rendement moyen (kg/ha/an) de café marchand, par période de 5ans			
	0-5 ans	5-10ans	10-15ans	en 15ans
Conduite en Agobiada multicaule	64	296	517	292
Conduite en multicaulie + étêtage	41	304	448	264
Conduite en unicaulie + écimage à 1m (en cylindre)	134	413	184	244
Conduite en unicaulie + écimage à 1,8m (cylindre)	153	449	258	287
Conduite en unicaulie + écimage à 1m (échelons)	116	410	183	236
Conduite en unicaulie + écimage à 1,8m (échelons)	147	406	187	247

Types de taille du caféier

Le caféier est taillé pour éliminer les branches faibles susceptibles de produire de petites cerises, empêcher la production hors saison, faciliter le contrôle efficient des maladies et insectes et pour rendre aisée la récolte (13), bref pour optimiser la quantité et qualité de bois productif. Au Rwanda, les résultats sont disponibles pour trois types de tailles.

Taille de formation

La taille de formation est pratiquée aussi bien sur le système de conduite de caféier en tige unique (unicaulie) que sur celui en tiges multiples (multicaulie). La conduite en tiges multiples exige une taille de formation précoce qui se fait de la manière suivante:

Dix mois après la plantation, les jeunes caféiers sont arqués afin de provoquer le départ des gourmands à la base du tronc. Une présélection de quatre à cinq rejets est faite. Lorsque les rejets atteignent 50 cm de hauteur, les trois meilleurs sont conservés tandis que les autres et la tige-mère sont supprimés. La méthode agobiada (ou arcure) est la plus adaptée pour provoquer la formation des tiges multiples chez le caféier.

Les résultats d'essais effectués à Rubona ont montré la supériorité de la multicaulie par rapport à l'unicaulie au point de vue de la production de café. Cela a conduit à la généralisation du système de taille en tiges multiples chez les caféiculteurs. Il faut cependant noter que la supériorité de la taille multicaule n'apparaît pas au cours des premières années de production. D'après les résultats d'un essai avec caféier Mibirizi planté à Rubona en 1930, c'est à partir de la 12ème année que les rendements des caféiers en taille multicaule ont commencé à dépasser ceux des caféiers en taille unicaule. La taille de formation en tiges multiples retardait l'entrée en production. Ce retard persistait d'autant plus longtemps que le recépage était pratiqué de manière brutale (29). Un recépage progressif qui maintenait un tire-sève pendant deux ans (pratique actuelle),

permettait aux caféiers multicaules de rattraper l'avantage de production des monocauls avant la 12ème année. Un essai de confirmation avec la même variété (parcelle élémentaire: 2,1 ares; densité de plantations de 2 000 plants/ha) a été planté à Rubona en 1936. Les résultats, présentés par période de 5 ans (tableau 6), ont montré que la perte de production due à la taille multicaule est compensée entre la 10ème et 15ème année de production.

Sur 15 ans de récolte, la production moyenne tend à s'équilibrer. Pour cette même durée, la conduite en tiges multiples par l'étêtage en champ réduit le rendement du café à 90% du rendement moyen des caféiers taillés en simple agobiada (29). Coste (2) a cependant mentionné l'inconsistance des résultats obtenus dans deux pays (Kenya, Tanzanie) et a conclu qu'à égalité de rendements, les frais étaient sensiblement moins élevés pour la conduite multicaule. La conduite en tiges multiples est plus simple et exige un minimum de connaissances techniques de la part du planteur. Elle permet une importante économie en main d'oeuvre et elle assure la fluctuation des rendements annuels beaucoup moins prononcée.

Malgré ces avantages, le retard dans l'entrée en production pour les caféiers en taille multicaule a ces dernières années, conduit certains caféiculteurs rwandais à pratiquer de nouveau la conduite en tige unique. Cette situation a poussé la recherche à retravailler sur les techniques de taille de formation. La taille de formation par arcure (fausse agobiada) a été comparée depuis 1982 à la plantation de 3 plants par trou et à la plantation inclinée à 30° laissant croître 2 rejets et la tige-mère. Les premières observations sur deux variétés (tableau 7) ont montré que les trois méthodes ne diffèrent pas beaucoup. Le désavantage d'utiliser plus de plants à l'installation dans la méthode de trois plants/trou était supprimé grâce à la production plus rapide de rejets pour la méthode de plantation inclinée.

Tableau 7
Production de café parche de deux variétés soumises à trois types de taille de formation à Rubona de 1982 à 1989

Méthodes de taille	Variété Jackson		Variété Caturra	
	Rendement moyen (kg/ha) de 7 récoltes	% par rapport à l'Agobiada	Rendement moyen (kg/ha) de 7 récoltes	% par rapport à l'Agobiada
1. Fausse Agobiada	1215	100	1641	100
2. Plantation inclinée	1335	110	1770	108
3. Trois plants/trou	1343	110	1723	103

Taille de production ou d'entretien

La taille d'entretien consiste en l'ébourmandage périodique. A la fin de récolte en saison sèche, les branches inférieures tournées vers le bas et ayant produit au moins 2 fois sont considérées comme épuisées et doivent être coupées.

Taille de régénération

Cette taille a pour objet le renouvellement progressif des tiges et rejets en temps opportun, généralement tous les 5 à 7 ans, par le remplacement des axes verticaux qui servent à maintenir la pérennité de la production. Elle consiste en la suppression de vieilles tiges et en leur substitution par les jeunes tiges issues de la souche-mère. A la première étape, 2 tiges sont coupées en laissant une tige-mère qui sera coupée l'année suivante après la récolte. A cette 2ème phase, les 3 meilleurs rejets sont choisis pour le cycle de production suivant.

Il est difficile de connaître le moment opportun pour le recépage des caféiers compte tenu du cycle de production des arbres. La période la plus favorable au recépage se situe à la 4ème ou à la 5ème année après la récolte maximale. On obtient généralement une très faible récolte à partir de la 7ème année du cycle de production. La présence d'une bonne floraison sur les vieilles tiges tente le planteur de différer la régénération de sa caféière. C'est la raison pour laquelle des caféières de 8 ans et même de 10 ans non régénérées se rencontrent à travers tout le Rwanda.

Fertilisation minérale du caféier

Fertilisation des germoirs et pépinières

Une terre argilo-sablonneuse est la plus indiquée pour le germoir. L'incorporation du fumier a provoqué un effet dépressif sur le pouvoir germinatif du café à cause du développement des microorganismes parasites de la semence (29). L'engrais minéral à dose unique de l'ordre de 5 g d'un mélange contenant 2/3 d'azote et 1/3 de potassium appliqués en pépinière au pied du caféier âgé de 9 mois a induit un effet bénéfique (17).

Fertilisation en champs des caféiers

a) Généralités

Le caféier est une culture qui consomme de grandes quantités d'éléments minéraux N, P, K, Ca et Mg. Une tonne de café marchand exporterait 30-60 kg N, 3-7 kg P, 33-54 kg K, 4-10 kg CaO et 4-64 kg MgO (12). Le grain et la coque contiennent beaucoup de N et K et des quantités modérées de Ca, S, Mg et P. L'effet de l'azote est immédiat contrairement aux effets du K et P souvent tardifs et décelables lors de l'évaluation du rendement. La condition préalable à une fertilisation minérale efficace du caféier est l'application correcte d'autres méthodes culturales (sarclage, paillage et taille bien faits, contrôle des maladies et pestes). Les engrais minéraux sont directement appliqués à 30 cm autour de l'arbre au cours de la saison pluvieuse. Après l'apport d'engrais, le sol doit être directement couvert de paillis. La formule NPK 20.10.10 utilisée au Rwanda pourrait ainsi être remplacée par l'azote seul en présence du paillage qui fournit le phosphore et le potassium.

La fertilisation des cultures doit également tenir compte du type de sol (27). En sols fertiles, la fumure n'augmente pas les rendements, puis l'excès d'azote peut être néfaste en favorisant dans le cas des caféiers, une croissance végétative excessive au détriment de la production des cerises. Pour les sols moyennement fertiles, la fertilisation organique ou minérale, ou organo-minérale est indiquée et augmente sensiblement le rendement. En sols peu ou pas fertiles, la fumure minérale seule est peu indiquée: il est plutôt préférable de tester la fumure organique et organo-minérale. Beaucoup de sols du Rwanda étant acides (4), ils requièrent de préférence les engrais les moins acidifiants possibles. Toutes ces observations ont servi dans l'interprétation des résultats des essais de fertilisation menés sur le caféier au Rwanda depuis 1955 jusqu'en 1993.

b) Fertilisation minérale des caféiers en stations de recherche (INEAC-ISAR)

De 1957 à 1967, des observations sur la production de jeunes caféiers ont été effectuées à Rubona dans un essai factoriel NPK à 3 niveaux. Cet essai a été réalisé avec la variété Mokka plantée à la densité de 1 600 caféiers/ha et sans apport de paillis. Il a permis de mettre en évidence un effet hautement significatif et linéaire de l'azote, un effet bénéfique du potassium, et un effet non significatif du phosphore. La meilleure combinaison était constituée par une formule nitro-potassique comprenant 100kg N/ha et 100kg K/ha. L'application de cette formule a permis d'obtenir une augmentation de production de 71% par rapport au témoin général de l'essai (0-0-0) qui a produit en moyenne 585 kg/ha/an (tableau 8). La fumure nitro-potassique et l'azote ont induit un effet bénéfique notoire. La production de café est d'autant plus élevée que la dose d'azote appliquée est plus forte.

L'effet de N et de K fut ensuite étudié de façon approfondie, mais cette fois en présence du paillis permanent, sur la variété Jackson 2/1257 plantée à la densité de 2 000 caféiers/ha. Les deux éléments furent combinés dans un essai factoriel NK à 4 niveaux équi-

Tableau 8

Rendement moyen de café parche (var Mokka) pendant 9 ans dans un essai factoriel NPK sans apport de paillis à Rubona

Traitements	kg de fertilisants /ha/an	kg/ha/an de café parche	% par rapport à la dose 0
NO	0	608	100
N1	50	732	120
N2	100	804	132
PO	0	704	100
P1	35	713	101
P2	70	726	103
KO	0	670	100
K1	60	696	104
K2	120	776	116
Témoin général	0-0-0	585	100
N + K	100 + 120	1005	171

Source: ISAR, Rapport Annuel 1967.

distants. L'azote était apporté sous forme de sulfate d'ammonium (0; 126; 252; 378 kg N/ha/an) et le potassium sous forme de sulfate de potassium (0; 80; 159; 239 kg K/ha/an).

Les observations réalisées sur 7 années de récolte (1968 à 1974) ont montré un effet hautement significatif dû à l'azote. L'azote et le potassium appliqués ensemble ont généré une interaction positive significative sur la production des jeunes caféiers. L'effet de la fumure ne s'est réellement manifesté qu'à partir de la 3ème année de production. Cette observation pourrait être expliquée par le fait que la fumure agit indirectement sur les rendements à travers une meilleure activité végétative. Cette hypothèse a été étayée par les corrélations positives hautement significatives qui ont été établies entre le poids des récoltes et le poids des produits de taille pour plusieurs essais à Rubona (18). L'azote est donc l'élément fondamental dans la fertilisation du caféier arabica; le potassium produit un effet bénéfique lorsque la caféière n'est pas bien paillée et un effet négligeable en présence du paillis; le phosphore n'avait guère d'effet. Ces constatations sont cependant à considérer avec réserve eu égard aux caractéristiques pédologiques rencontrées à Rubona où le sol sous essai est un Ferralsol humifère légèrement acide et bien saturé (pH H₂O: 5,7 à 6,3 et taux de saturation en base: 68%).

Un essai de vérification a été ensuite conduit à Rubona dans des champs de caféiers paillés. Quatre niveaux d'azote uréique (0; 150; 300; 450 kg d'urée 46%/ha/an) étaient appliqués de manière fractionnée (trois fractions: une en octobre, une autre en février et une 3ème en mai) sur une jeune plantation de caféier Jackson. Les résultats ont montré que les 3 niveaux d'N étaient équivalents mais différaient significativement du témoin sans engrais (18). La dose de 150 kg/ha/an était ainsi la plus rentable.

Puisque les sols du Rwanda sont à majorité acides, l'azote sous forme d'urée et de sulfate d'ammonium (acidifiant) a été également testé à Rubona à 2 niveaux (100 et 150 g urée, 210 et 315 g NH₄S₀₄ par arbre) et en 2 applications (mars et novembre). Les résultats de 6 ans de récoltes ont mis en évidence que 150 g d'urée ont augmenté le rendement moyen de café de 46% par rapport aux autres niveaux. L'urée peut donc facilement être utilisée dans la fertilisation du caféier. Les résultats (7 années d'observation) d'un essai de dose fractionnée d'un engrais nitro-potassique à Rubona ont montré une différence significative et un avantage en faveur du fractionnement, ce qui justifie la recommandation de 2 applications/an.

Compte tenu de l'importance de l'azote dans la fertilisation du caféier, l'ISABU a testé en 1979, 7 doses d'azote (0, 60, 90, 120, 150, 180 et 210 kg N/ha/an) sur le cultivar Jackson 2/1257, paillé et planté à la densité de 2 666 pieds/ha. Les productions moyennes de café parche calculées sur 6 années de production (1981 à 1986) ont mis en évidence l'effet significatif de l'azote. La production du témoin (539 kg/ha/an) est inférieure à celles des autres doses qui sont égales entre

elles. Le gain de production le plus élevé est obtenu à la dose de 150 kg N/ha (784 kg/ha/an). Dans les conditions de l'essai, la rentabilité maximale de l'application d'azote sur jeunes caféiers est atteinte à la dose de 60 kg N/ha/an avec un rendement de café de 697 kg/ha/an. La dose de 210kg N n'induit qu'une production de café de 678 kg/ha/an (16).

Une étude réalisée par Landa et al. (19) sur l'évolution de l'azote minéral appliqué dans une plantation de jeunes caféiers à Kayanza, a montré qu'après un épandage d'urée, l'appauvrissement en azote de la couche 0 - 10 cm du sol s'effectuait au rythme de 3,12% par jour. Cet appauvrissement peut être ajusté à une courbe de diminution exponentielle. Un mois et demi après l'application, le pourcentage d'azote présent dans cette couche de sol n'était plus égal qu'à 20% de la teneur d'au départ. Les 80% manquant avaient été prélevés par la plante ou lixiviés. Les auteurs ont alors conseillé de fractionner les apports annuels de fumure azotée en 4 applications séparées de 6 semaines (mi-octobre, début décembre, mi-janvier et début-mars) afin de pouvoir répondre continuellement aux besoins physiologiques des caféiers.

Récemment, l'ISAR a testé l'effet de la restitution des pulpes de café sous forme de compost à la caféière en production. Cet essai a mis en évidence l'effet bénéfique de l'application de 2 kg/caféier/an d'un compost bien décomposé, vieux de 2 ans. Ce traitement se traduit par un gain de production de l'ordre de 13% (17).

c) Fertilisation minérale en champs des paysans

Depuis 1958, de nombreux essais ont été conduits en champs des caféiculteurs, où différentes variétés (Mokka, Mibirizi, Jackson etc.) étaient plantées à des densités variant de 1600 à 2500 plants/ha. Ces essais ont été répartis en trois grandes phases: 1958-1961; 1962-1966; 1967-1993. Ils visaient à étudier la réaction des caféiers à la fumure dans des conditions pédologiques et écologiques très diversifiées et souvent plus réalistes que les conditions optimales rencontrées en stations de recherche. Les paramètres observés étaient le développement des caféiers, la vigueur de croissance de l'arbre et sa résistance à la défoliation en saison sèche, la maturation des cerises, les caractéristiques technologiques du café (rapports café parche/café cerise, café marchand/café parche, granulométrie des fèves) ainsi que les maladies. Les résultats obtenus ont fait l'objet de plusieurs publications dont les conclusions principales sont résumées ci-dessous.

La première phase (1958-1961) a permis de déterminer les zones caféicoles répondant favorablement à l'application des engrais minéraux. Les données de rendement de café et le prix du café et de l'engrais ont servi à la subdivision de la région caféicole en deux catégories, à savoir: les zones avec réponse économique à la fumure minérale et les zones avec réponse non économique à la fumure minérale (10).

La deuxième phase (1961-1966) avait pour objectif de

Tableau 9
Productions moyennes annuelles du café parche et formules minérales préconisées (période 1958-1966).

Sous-zones (voir carte 1)	Rendement en café parche (g/arbre/an)				Dose engrais g/caféier/an à appliquer
	1959-1961		1962-1966		
	Sans engrais (100%)	Supplément de production due à l'utilisation des engrais	Sans engrais (100%)	Supplément de production due à l'utilisation des engrais	
1*	810 g	19%	600 g (1)	150% (1)	500-700
2*	680 g	33%	600 g	75%	500
4a **	576 g	21%	720 g (1)	69% (1)	500
4b **	630 g	15%	840 g	38%	500

* engrais NPKMg 10.10.20.5; ** engrais NPKMg 20.10.10.5; (1) avec en plus 100g chaux/caféier tous les trois ans.

préciser les formules et les doses de fumures à appliquer et d'approfondir l'étude de la fumure minérale dans les zones où subsistaient les problèmes importants tels que les carences minérales, la détermination des doses économiques, les réponses nulles ou insuffisantes à la fumure minérale. Le choix des sites expérimentaux fut principalement dicté par leur importance dans la production du café et par les résultats obtenus durant la première phase. Le tableau 9 résume les principales observations réalisées au cours des deux premières phases et les formules minérales qui ont été préconisées après l'analyse des résultats (6).

L'utilisation des engrais minéraux améliorerait donc la production du café. Dans tous les terroirs où les essais furent installés, l'emploi de fumure a favorisé le développement des caféiers qui était caractérisé par plus de feuillages, une coloration plus foncée, une faible défoliation en saison sèche et par une croissance plus vigoureuse de l'arbre. La maturation des cerises était légèrement retardée. Les caractéristiques technologiques du café n'étaient pas influencées. Aucun effet de l'engrais sur l'antracnose (*Colletotrichum coffeanum* Noack) n'a été observé. Par contre, l'application de l'engrais a réduit l'intensité de l'attaque de la rouille (*Hemileia vastatrix* Berk et Br.) et du shedding des fruits.

Les sols dérivés de granites présentaient la meilleure réaction à la fumure, suivaient ensuite ceux dérivés de schistes et de quartzites et enfin ceux issus de roches basiques. Il a été également noté que les sols qui répondent le mieux, en valeur absolue, à l'apport de l'engrais minéral sont ceux où les caféiers plantés en parcelles témoin donnent des rendements relativement élevés.

L'effet du potassium s'était révélé beaucoup plus marqué et avait même dépassé dans certains cas celui de l'azote. La carence magnésienne (visible aux mois d'avril-mai) affectait surtout les zones de Kibuye (zone 2), Cyangugu (zone 3) et de la boutonnière granitique (sous-zone 4a). Ces signes de déficience apparaissaient dès que la teneur en magnésium dans la couche de 0 à 20 cm du sol était inférieure à 1,5 meq/100 g de sol (10). La carence magnésienne pouvait être corrigée par l'apport annuel de 100 g de kiesérite par arbre ou par la formule contenant du magnésium (9). Pour cela, les formules NPKMg 10.10.20.5 et NPKMg 20.10.10.5 ont été recommandées selon les zones caféicoles (6).

Des carences en manganèse ont été également observées sur les sols dérivés de cendrées volcaniques récentes du Nord du Rwanda. Ces sols sont caractérisés par une forte teneur en allophane, un pH légèrement acide (6,0 à 6,5) et par une forte capacité d'échange cationique. Ces conditions favorisent l'immobilisation du manganèse. Une pulvérisation de sulfate de manganèse en solution de 0,2% sur la surface foliaire faisait disparaître la carence manganique pour une période de deux à trois mois (26).

La 3ème phase (1967-1993) était constituée par des essais-ISAR en préfectures Butare, Gitarama et Kibungo. Les résultats de cette phase ont montré que l'application d'une fumure NPK 20.10.10 à raison de 400 g/arbre/an a provoqué, au cours de 7 ans, une augmentation de production significative de café parche (var Jackson et Mibirizi) de 61% et de 30% respectivement autour de Rubona (production de la parcelle témoin: 600 kg/ha) et au Sud Mayaga (production du témoin: 850 kg/ha), en préfecture Butare (18).

Tableau 10
Production moyenne de café parche et bénéfice réalisé dans un essai de fertilisation à Kibungo
(densité de plantation: 2 000 plants/ha)

Fumure/caféier	Dose de fumure	Café parche		Coût de l'engrais (\$ US/ha)	Supplément de marge brut/ha	Rapport valeur/ coût
	NPK 25.13.13/ha	kg/ha	%			
Témoin	-	833	100	-	-	-
60g NPK 17.17.17 + 20g urée	160kg	913	110	48	80	1,7
120g NPK 17.17.17 + 40g urée	320kg	1 098	132	96	265	2,8

Une telle fertilisation n'était rentable que si le prix d'un kg d'engrais et celui d'un kg de café parche sont de 0.32 \$ US et 1.00 \$ US respectivement. Les résultats obtenus en zone Kibungu dans une plantation à densité de 2 000 caféiers/ha (tableau 10) ont montré que l'engrais minéral de formule NPK 25.13.13 à la dose de 160 kg/ha sous forme de NPK 17.17.17 + Urée 46% accroît aussi la production du caféier. Cette augmentation de production n'est rentable qu'au prix de 0.3 \$ US/kg d'engrais NPK ou d'urée et de celui d'un 1.00 \$ US/kg de café parche.

Conclusion générale

La caféiculture au Rwanda se pratique en conditions de pluviométrie inadéquate et sans ombrage, sur des sols à fertilité fort variable. Les techniques d'installation et le régime de taille des caféiers ont été mis au point mais ne sont pas totalement appliqués par les caféiculteurs. La densité optimale de plants/ha varie en fonction de types de variétés: elle est plus ou moins égale à 2 888 pour les variétés hautes et à 3 800 pour les variétés naines. Le paillage est la pratique la plus appropriée pour la bonne production du café arabica au Rwanda. Il est malheureusement fait de manière inadéquate. Comme la disponibilité du paillis est très limitée, des techniques telles la densité optimale de plants/ha, le paillage alternatif d'un interligne sur deux etc. qui réduisent la quantité de paillis requis toute en assurant les bienfaits du paillage devraient être adoptées. La couverture vivante de même que les arbres d'ombrage n'ont pas donné des résultats satisfaisants. L'apport d'engrais minéral et de compost de pulpes de café peut améliorer la production du café, particu-

lièrement dans les caféières bien paillées. L'azote et le potassium paraissent de très loin les éléments les plus importants surtout si la caféière n'est pas paillée ou est paillée insuffisamment. Les fumures N.P.K. et N.P.K.Mg à dominance d'azote et de potassium sont donc recommandées, la dose requise étant fonction des types de sols et du niveau de gestion de la parcelle. La rentabilité de la fertilisation minérale dépend simplement des conditions de marché du moment.

Recommandation

Les techniques pour une production satisfaisante du café sont connues. Le problème réside dans leur applicabilité par le caféiculteur rwandais. Pour amener ce caféiculteur à déployer tous les efforts en vue de promouvoir la culture du café, les actions suivantes devraient être entreprises et/ou renforcées:

- sensibiliser les caféiculteurs sur l'importance du café dans l'économie du Rwanda et sur l'intérêt d'appliquer correctement les méthodes de gestion des caféiers et de production du café;
- motiver l'agriculteur par un prix de café réellement rémunérateur de sorte que par exemple, la culture du café soit aussi rentable que celle du bananier ou de la pomme de terre;
- encadrer parfaitement le caféiculteur et mettre à sa disposition les intrants nécessaires et à des coûts bien ajustés;
- finalement, collaborer très étroitement avec le caféiculteur dans la recherche des possibilités d'assurer un paillage adéquat des caféiers;
- assurer une bonne recherche d'accompagnement dans cette caféiculture.

Références bibliographiques

1. C.N.A. (Commission Nationale d'Agriculture), 1992. Les cultures industrielles. Présidence de la République: Kigali Rwanda.
2. Coste, R. 1955. Les caféiers et les cafés dans le monde. Tome 1er: Les caféiers. Larose, Paris. 381 pp.
3. Coste, R. 1968. Le caféier. Tech. Agric. et Prod. Trop XIV. Maisonneuve et Larose, Paris. 310 pp.
4. CPR, 1992. Carte pédologique du Rwanda. Banque des sols du Rwanda. Minagri-AGCD, Kigali: Rwanda.
5. Delepierre G. & Prévot M. 1978. Disponibilité des terres au Rwanda. Publication Miniplan, Kigali: Rwanda;
6. De Vuyst, P. 1968. La fumure minérale du caféier d'Arabie au Rwanda. Experimentation et pratique. Bulletin Agricole du Rwanda 3: 136-145.
7. De Vuyst, P. 1972. Comparaison des rendements de quelques lignées de *Coffea arabica* à la station de recherches agronomiques de Rubona. Note technique n° 10; ISAR Rubona, Butare. 10pp.
8. De Vuyst, P. 1974. Un exemple de l'essai de fumure minérale sur caféier arabica au Rwanda. Son interprétation et sa portée pratique. Note technique n° 8; ISAR Rubona, Butare. 22pp.
9. De Vuyst, P. & Brion, L. 1968. Le caféier arabica au Rwanda. Bulletin Agricole du Rwanda 2: 59-78.
10. De Vuyst, P. & Paquay, R. 1964. La fumure minérale du caféier d'Arabie au Rwanda et au Burundi. Série technique n° 73. INEAC Yangambi, Bruxelles. 50pp.
11. Djimde, M. (éd.). 1988. Potentiel agroforestier dans les systèmes d'utilisation des sols des hautes terres d'Afrique de l'Est à régime pluviométriques bimodal - Rwanda. Rapport AFRENA NO.1. Nairobi: ICRAF. Kenya.
12. Gaie, W. & Flémal, J. 1988. La culture du caféier d'Arabie au Burundi. Publication du Service Agricole n° 14. AGCD Bruxelles.
13. Gathaara, M.P.H. 1996. Pruning Arabica Coffee: Some physiological aspects to consider. Kenya Coffee Bulletin 717 (61): 2257 - 2259.
14. Haarer, A.E. 1962. Modern coffee production. Leonard Hill, London. 495 pp.
15. ILACO, B.V. (éd.) 1985. Agricultural compendium for rural development in the tropics and subtropics. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, The Netherlands. 721 pp.
16. Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU). 1986. Rapport Annuel 1986. ISABU, Bujumbura.
17. Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda (ISAR). 1993. Rapport Annuel ISAR 1992. Printer Set, Kigali, Rwanda. pp 146-153.
18. ISAR. Rapports Annuels: 1960, 1961, 1967, 1980, 1982, 1985, 1986, 1991, 1992.
19. Landa, C., Gourdin, J. & Hollebosch, P. 1986. Evolution de l'azote minéral appliqué dans une plantation de jeunes caféiers arabica à Kayanza (Burundi). Publication n° 90. ISABU, Bujumbura. 31pp.
20. Miniplan, 1988. Statistiques agricoles au Rwanda. Miniplan Kigali: Rwanda.

21. Mitchell, W. 1968. Grasses for mulching coffee. Kenya Coffee XXXIII, **393**: 327-335.
22. Mwakha, E. 1987. Interaction in intercropped *Coffea arabica* L. and *Phaseolus vulgaris* L. Ph.D Thesis. University of Nairobi: Kenya.
23. Njoroge, J.M & Mwaka, E. 1983. Observations on the effects of weeding and cover crops on coffee yield and quality. Kenya Coffee **48** (569):219-224.
24. Novosamsky, I., Houba, V.J.G., Van Eck, R. & Van Vark, W. 1983. A novel digestion technique for multi-element plant analysis. Commun. Soil Sci. Plant Anal; **14**: 239-249.
25. Pasteels, A. 1979. Note de synthèse sur les problèmes de paillage des caféiers arabica au Burundi. Rapport annuel technique 1978, annexe n° 6, 14 pp, Carte 2. ISABU, Bujumbura.
26. Planard, A. & Paquay, R. 1961. Quelques observations sur la culture du caféier d'Arabie au Rwanda-Burundi. Bulletin d'information de l'INEAC X, **1**: 9-36.
27. Rutunga, V. & Nsengimana, J. 1990. Essai de synthèse des connaissances acquises sur la fertilité des terres et la fertilisation des cultures au Rwanda(+1960-1990); MINAGRI/FAO, Kigali, Rwanda. 125 pp.
28. Roose, E., Ndayizigiye, F., Sekayange, L. & Nsengimana, J. 1992. La gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols: une nouvelle stratégie pour l'intensification de la production et la restauration de l'environnement en montagne. Bulletin Mondial de l'Erosion **12**:140-160.
29. Snoeck, J. 1959. Le caféier d'Arabie à Rubona. Bulletin d'information de l'INEAC VIII, **2**: 69-99.
30. Tian, G. 1992. Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions on plant and soil under humid tropical conditions. PhD thesis. Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands. 114 pp.
31. Van Minnenbruggen, C. 1975. Esquisse climatologique du Rwanda + Appendices (5pp). ISAR Rubona, Butare, Rwanda.

AVIS

Nous rappelons à tous nos lecteurs, particulièrement ceux résidant dans les pays en voie de développement, que TROPICULTURA est destiné à tous ceux qui œuvrent dans le domaine rural pris au sens large.

Pour cette raison, il serait utile que vous nous fassiez connaître les adresses des Institutions, Ecoles, Facultés, Centres ou Stations de recherche en agriculture du pays ou de la région où vous vous trouvez. Nous pourrions les abonner si ce n'est déjà fait.

Nous pensons ainsi, grâce à votre aide, pouvoir rendre un grand service à la communauté pour laquelle vous travaillez.

Merci.

BERICHT

Wij herinneren al onze lezers eraan, vooral diegenen in de ontwikkelingslanden, dat TROPICULTURA bestemd is voor ieder die werk verricht op het gebeid van het platteland en dit in de meest ruime zin van het woord.

Daarom zou het nuttig zijn dat u ons de adressen zou geven van de Instellingen, Scholen Faculteiten, Centra of Stations voor landbouwonderzoek van het land of de streek waar u zich bevindt. Wij zouden ze kunnen abonneren, zo dit niet reeds gebeurd is.

Met uw hulp denken we dus een grote dienst te kunnen bewijzen aan de gemeenschap waarvoor u werkt.

Dank U.