

La culture du sésame en Afrique tropicale

Le sésame (*Sesamum indicum* L., Pedaliaceae) est cultivé sous les tropiques et dans les zones tempérées chaudes ; il est bien connu en Afrique (Ethiopie, Soudan, RCA, Burkina-Faso) où les conditions de production sont généralement médiocres, la culture étant souvent mise en place après les plantes principales (culture dérobée) et reléguée sur les sols les plus pauvres. Ces conditions expliquent les très faibles rendements obtenus (350 kg/ha, moyenne africaine), mais le sésame n'en joue pas moins un rôle important dans les systèmes de production traditionnels où il permet à la fois de valoriser les terres marginales et d'équilibrer le calendrier de travail de l'agriculteur qui en tire, à peu de frais, un complément de ressources appréciable. Une augmentation importante du rendement est possible et souhaitable ; quelques informations sont données sur la valeur économique du produit, et les indications, ci-après, permettront de conseiller utilement les petits exploitants qui assurent la quasi-totalité de la production africaine.

I. — DESCRIPTION DE LA PLANTE

1. — L'appareil végétatif

Le sésame est une plante annuelle érigée de 0,5 à 2 m de hauteur, dont le cycle varie de 80 à 180 jours. La plante a une racine pivotante d'environ 90 cm de long, avec un réseau dense de racines secondaires. La tige, dressée, a une section quadrangulaire ; elle est cannelée, plus ou moins velue, simple ou ramifiée selon les variétés. Les feuilles sont plus ou moins lobées, découpées ou entières et variables de forme et de dimension selon la variété et l'âge.

2. — L'appareil reproducteur

Les fleurs apparaissent par 1, 2 ou 3 dans l'aisselle des feuilles. La fleur comporte un tube floral généralement pileux sur toute sa partie externe. Quatre étamines (la cinquième est stérile) donnent du pollen viable pendant 24 heures. L'ovaire supère est composé de deux carpelles soudés subdivisés en 4 loges. Il existe cependant des variétés à 3 ou 4 carpelles subdivisées respectivement en 6 à 8 loges. Le stigmate de l'ovaire est réceptif un jour avant l'ouverture de la fleur et reste réceptif pendant quatre jours.

Le sésame est normalement une plante autogame, mais la fécondation peut se réaliser par des agents extérieurs tels que les insectes. Le taux d'allogamie est d'environ 5 % mais peut

varier dans une fourchette importante suivant la variété (des taux de 65 % sont cités). Après fécondation, les fleurs se transforment en capsules oblongues et profondément cannelées, déhiscents ou indéhiscents. Les graines sont petites, lisses ou réticulées, blanches, jaunes, brunes ou noires. Le poids de 1000 graines s'apprécie aux alentours de 2 à 4 g. La graine contient environ 50 % d'huile et 25 % de protéines, le taux d'huile variant suivant les variétés et les conditions de culture.

II. — MISE EN PLACE DE LA CULTURE

1. — Zones de culture

Le sésame est une plante des régions chaudes. Les températures basses (inférieures à 18° C) provoquent la stérilité du pollen et la chute prématurée des fleurs, tandis que les températures supérieures à 40° C affectent la fécondation de la fleur et peuvent induire une réduction du nombre de capsules sur les plants. Ces contraintes de température limitent la culture du sésame sous les tropiques à des altitudes inférieures à 1 500 mètres. Enfin, des hauteurs d'eau annuelles de 500 à 800 mm sont requises.

2. — Variétés

Il existe une gamme importante de variétés. La variété idéale associerait les caractères de couleur des grains (les grains clairs ont la meilleure valeur commerciale) ainsi que de leur dimension, une bonne vigueur au stade précoce, une bonne architecture peu ramifiée, une première fleur s'épanouissant au 8e noeud, une bonne résistance aux maladies, aux insectes, aux excès d'humidité, à la sécheresse et à la verse, une maturation simultanée des capsules.

Des essais variétaux conduits au Burkina-Faso ont permis l'identification de variétés adaptées aux conditions locales :

— Jaalgon 128 (originaire d'Inde), ramifiée ; cycle de 95 jours environ, 1 à 3 capsules à 4 loges par axe et graines blanches

— Cross N 3 (originaire du Nigéria), ramifiée ; cycle de 95 jours environ, 1 capsule à 4 loges par axe et graines blanches.

— Yandev 55 (originaire du Nigéria). ramifiée ; cycle de 100 jours environ, 1 capsule à 4 loges par axe et graines crèmes.

— 38-1-7 (issue du croisement Locale de Labola et Jaalgon 128), ramifiée ; cycle de 95 jours environ. 1 capsule à 4 loges par axe et graines crèmes.

Les rendements moyens des meilleures variétés varient selon les conditions de production de 400 à 750 kg/ha. Les rendements maximum obtenus en station au Burkina-Faso sont de l'ordre de 1 tonne/ha.

3. — Choix du terrain

Le sésame pousse bien dans les sols riches, légers et profonds sans être trop sableux. Les terres trop argileuses ne sont pas recommandées. Les alternances brutales d'humidité et de dessiccation étant très nuisibles aux jeunes plants : un bon drainage du champ est également requis. Une inondation de quelques heures suffisant à tuer le sésame pendant les premières semaines de sa vie. La limitation de la profondeur d'enracinement dans les zones où la cuirasse latérique est à moins de 60 cm de profondeur, condamne également ce type de terrain : la plante résiste à la sécheresse grâce à son système racinaire pivotant, à condition qu'il puisse s'enfoncer profondément.

4. — Préparation du terrain

Dans les régions à pluviosité moyenne, la culture se fait à plat sur un terrain préparé normalement. La culture en billon est pratiquée dans les zones à forte pluviosité.

La faible taille des graines et la fragilité de la plantule rendent nécessaire la réalisation soignée du lit de semence ainsi que la mise en place d'une protection du champ contre les inondations temporaires et le ruissellement qui pourraient détruire les plantules.

5. — Semis

a. Traitement des semences

Les semences doivent être traitées contre insectes et moisissures. La petite taille des graines et la présence d'une cuticule très lisse nécessitent que le mélange graines + poudre soit réalisé par un brassage prolongé qui permet un enrobage correct des graines ; l'adhérence peut être améliorée en humectant légèrement la semence. Les produits utilisés localement pour l'arachide conviennent au sésame.

b. Date de semis

Les retards aux semis affectent fortement le potentiel de production des plantes. Traditionnellement, le sésame est semé, dans les conditions de culture pluviale, après toutes les autres cultures.

Au Burkina-Faso les semis s'étalent ainsi de la mi-juillet à la mi-août. La meilleure date de semis se situe autour du 15 juillet et assure un bon compromis entre la nécessité de maturation en période sèche et d'absence de stress hydrique en fin de cycle. De fortes baisses de rendement sont constatées sur les champs semés à partir de la fin juillet dans le centre du pays.

c. Techniques de semis

Le sésame apparaît comme relativement peu sensible aux variations de densités de semis, entre certaines limites, en ce qui concerne la production/ha. Pour des semis à plat, entre 80.000 et 450.000 pieds/ha les compensations de production par pied (augmentation de la hauteur d'insertion de la première capsule, diminution du nombre de capsules avec l'augmentation des densités), dans le cas d'une culture

correctement entretenue, amènent à des rendements/ha peu différents. En fait, les semis très denses sont souvent justifiés, en culture traditionnelle, par la meilleure protection qu'ils assurent contre les adventices.

On arrive à l'équivalence des modes de semis suivants :

— semis en poquets à 60 x 20 cm (à plat) ou à 80 x 20 cm (en billon) avec démariage à deux pieds par poquet, 10 jours après semis :

— semis manuels en lignes continues espacées de 60 cm (à plat) ou 80 cm (sur billon), 2 à 3 kg de semence étant mélangés à la dose d'engrais nécessaire par hectare ;

— semis manuels à la volée d'un mélange semence + engrais, puis enfouissement par préparation superficielle (3 kg de semence mélangés à la dose d'engrais) ;

— semis au semoir Fabre d'un mélange semence + engrais (2 kg de semence mélangés à la dose d'engrais).

Cependant, les semis en lignes sont recommandés, car ils autorisent un entretien mécanique de la culture tout en permettant d'obtenir une couverture végétale suffisante pour limiter le développement des adventices.

La profondeur de semis requise est de 1 à 2 cm, le sol devant être légèrement tassé pour assurer un bon contact de l'humidité avec la graine : la levée s'effectue 3 à 5 jours après semis. Un repiquage du sésame est possible s'il est pratiqué tôt (10 à 15 jours après semis) en conditions humides.



FIG. 1 — Floraison du sésame — (Sesame flowering stage — Floración del ajonjolí)



FIG. 2 — Fructification du sésame (capsules à 8 loges) — (*Sesame fructification stage (8 loculi capsules)*) — Fructificación del ajonjolí (cápsulas de 8 celdillas)

III. — FUMURE, ENTRETIEN ET PROTECTION DE LA CULTURE

La fumure et le traitement phytosanitaire du sésame restent très exceptionnels en Afrique, où ils constituent néanmoins une étape indispensable de l'amélioration de la culture et de son intégration dans les systèmes de production intensifiés.

1. — Engrais

Les effets très nets de l'azote et du phosphore, interagissant positivement, ont été mis en évidence tant sur la végétation que sur le rendement en graine. L'étude de formulations diverses au Burkina-Faso a conduit à préconiser des formules du type (8-10)N ; ((12-14)P ; (3-6)S. De façon pratique 60 kg/ha d'engrais coton (13-20-15) apportent les quantités d'éléments fertilisants correspondant au seuil de rentabilité économique dans les conditions actuelles de prix.

L'apport d'engrais peut se faire soit en mélange avec les semences, soit en localisation sur la ligne de semis peu après la levée (10 à 15 jours après semis) ou au billonnage lorsque cette technique est pratiquée. Ces méthodes alliées à une conduite optimale de la culture sont garantes de l'efficacité de la fumure. A défaut, les augmentations absolues de rendement dues à l'engrais restent faibles (de l'ordre de 100 kg/ha).

2. — Entretien de la culture

L'importance des sarclages a été mise en évidence, tout retard ayant des effets néfastes sur les paramètres de l'élaboration du rendement (hauteur de la première capsule, taille,

nombre de capsules). Ces effets s'apparentent à ceux observés par augmentation de la densité, c'est-à-dire en augmentant la compétition entre plants. Les fortes densités, si elles diminuent le développement des mauvaises herbes, ne permettent cependant pas pour les variétés vulgarisées de se passer d'entretien en cours de culture :

Au Burkina-Faso sur une variété ramifiée et pour des lignes de semis espacées de 60 cm, l'absence de sarclage fait chuter la production par hectare de 35 % avec un rendement potentiel d'une tonne. Une chute de 20 % est enregistrée pour des espacements entre lignes de 30 cm avec un rendement potentiel équivalent.

Un sarclage est généralement nécessaire, suivi d'un buttage en cours de culture vers le milieu du cycle afin d'assurer une meilleure résistance à la verse des plants. De plus, il a été constaté que le buttage amenait une meilleure assimilation des engrais et que la nutrition des plantes en était améliorée.

3. — Prédateurs et traitements

Le parasitisme fongique, jusqu'à présent, n'amène pas de dégât notable sur sésame en Afrique Occidentale, bien que des fontes de semis soient observées épisodiquement. Par contre, des dégâts d'insectes importants sont à signaler : *Antigastra catalaunalis* (chenille enrouleuse détruisant le bourgeon terminal) et *Asphondylla sesami* (mouche pondant dans les ovaires, et qui provoque la formation de gales au niveau des capsules dans lesquelles l'insecte continue son développement jusqu'au stade adulte) sont les plus dangereux. Il est donc possible de traiter préventivement, dès apparition des premières fleurs, au moyen de produits insecticides (3 l/ha de Decis, déltaméthrine). Généralement un seul traitement est suffisant. De façon pratique, la disponibilité en pulvérisateurs et produits insecticides dans les zones cotonnières rend aisé le traitement.

On a observé que la précocité des semis permettait de contrôler, en partie, les attaques en décalant la période sensible de la plante (floraison) et le pic de développement des insectes et champignons (septembre, au Burkina-Faso). A contrario, pour des semis tardifs, la floraison risque de coïncider avec les pullulations les plus dangereuses, difficilement contrôlables, à cette période, en raison des pluies importantes qui rendent l'efficacité des traitements aléatoire.

D'autres maladies, virales ou mycoplasmiques (phyllodie, fasciation, virescences diverses) sont de peu d'incidence et ne justifient pas actuellement un traitement spécifique.

IV. — RECOLTE

La maturité se manifeste d'abord par une défoliation importante. Les capsules des variétés vulgarisées mûrissent pratiquement toutes en même temps et prennent une teinte jaune caractéristique ; seules les plus jeunes, au sommet des tiges, restent vertes en fin de végétation. La récolte débute au moment où les capsules basales commencent à s'ouvrir. L'opération de récolte doit être rapide afin d'éviter la déhiscence des capsules et donc de limiter les pertes en graines.

Les tiges sont traditionnellement coupées à la faucille au dessous des premières capsules, poignée par poignée, et réunies en bottes. Ces bottes sont placées verticalement sur une bêche, une toile ou à défaut une aire bien dégagée et balayée. En raison des attaques possibles, il est utile de saupoudrer un insecticide en couronne autour de l'aire.

Le séchage en plein champ prend environ quinze jours si aucune pluie tardive ne survient. Les tiges sèches sont racornies, brunes et cassantes. Les capsules s'ouvrent sur les deux tiers de leur longueur sans se détacher. La position verticale des bottes empêchant la perte de graines. Le battage s'effectue en renversant et secouant les bottes sur des

bâches. Moins de 10 % de la récolte sont perdus de cette façon. De plus cette technique permet l'obtention d'un produit propre qu'il n'est pas nécessaire de vanner. De nombreuses autres techniques sont pratiquées, tel le séchage sur chevalet en Afrique de l'Est qui facilite la circulation d'air ainsi que le ruissellement des pluies.

La conservation ne pose pas de problème particulier et les produits utilisés pour la protection des céréales conviennent parfaitement. Des sacs de faible contenance sont utilisés pour éviter toute compaction et fermentation du sésame.

V. — BILAN ÉCONOMIQUE AU NIVEAU DE L'EXPLOITATION

Les temps de travaux, ci-après, correspondant aux techniques précédentes ont été relevés au Burkina-Faso en station agronomique et sur des multiplications semencières conduites en vraie grandeur :

- Préparation 20 jours
- Semis 15 jours
- Entretien 75 jours
- Récolte 15 jours
- Battage 10 jours

Le poste Préparation doit s'entendre pour un champ défriché, cultivé l'année précédente. Le poste Entretien inclut l'épandage d'engrais et le démariage. Tous les travaux sont faits à la main.

Le bilan économique sommaire, pour une culture bien conduite et une récolte de 800 kg/ha (135 jours/homme/hectare), s'établit comme suit (données Burkina-Faso 1990) :

Valeur production :	800 kg x 80 CFA	.. 64.000 CFA
Frais de fumure :	60 kg x 100 CFA	... 6.000 CFA
Frais de traitement :	1 passage	..... 15.000 CFA
	Revenu net	..... 43.000 CFA

VI. — QUELQUES DONNÉES SUR LE MARCHÉ DU SÉSAME

La production mondiale du sésame est assurée, pour l'essentiel, par de petits exploitants des PVD de la zone tropicale

sèche ; elle avoisine deux millions de tonnes par an issues de 65 pays, parmi lesquels l'Inde est le premier producteur mondial avec un tiers des superficies et un quart de la production. Parmi les pays africains francophones, le Burkina-Faso, le Tchad et la RCA, bien que petits producteurs, tirent du sésame une partie non négligeable de leurs ressources oléagineuses et de leurs exportations agricoles.

Le commerce international du sésame est restreint, portant sur moins de 15 % de la production, ce qui représente environ 2 % (base huile) du marché mondial des huiles végétales alimentaires. Toutefois, les transactions internationales se font en graines presque exclusivement, ce qui correspond à une valorisation du produit (utilisé en pâtisserie) bien supérieure à celle procurée par l'huile, alors que les pays producteurs triturent et consomment en huile une part importante de leur récolte : ceci explique les bas prix d'achat proposés à l'agriculteur africain.

Sur des périodes moyennes de cinq ans, l'évolution est la suivante pour les graines (1000t)

	Productions	Exportations
1957/58 à 1961/62	1.385	140
1972/73 à 1976/77	1.749	211
1982/83 à 1986/87	2.010	330
(prévisions <i>Oil World</i>) :		
1992/93 à 1996/97	2.359	460

Les cours de la graine de sésame, qui en raison de ses utilisations multiples ne suivent pas les fluctuations du marché des huiles végétales alimentaires, se présentent comme suit à la mi-1990, en comparaison avec ceux des principaux oléagineux tropicaux :

Graines de sésame	..... 1.050 \$/tonne
Graines arachide (huilerie)	..... 480
Huile d'arachide	..... 955
Huile de tournesol	..... 505
Huile de soja	..... 235
Huile de palme	..... 292

R. SCHILLING ⁽¹⁾ - P. CATTAN ⁽²⁾

BIBLIOGRAPHIE

[1] WEISS E.A. (1971). —Castor, Sesame and Sunflower, Leonard Hill London, 201 p.

[2] DJIGMA A. (1983). —Essai de définition d'un programme de sélection pour le rendement en graines du sésame en Haute-Volta. Thèse, Université de Paris-Sud.

[3] DJIGMA A. (1985). —Synthèse des résultats acquis en matière de recherches sur le sésame au Burkina-Faso. *Oléagineux*, **40**, (8-9), 443-449

[4] Fichiers d'expériences IRHO et INERA 1969 à 1990.

Sesame cultivation in tropical Africa

Sesame (*Sesamum indicum* L., Pedaliaceae) is grown in the Tropics and in warm temperate zones; it is common in Africa (Ethiopia, Nigeria, Sudan, Central African Republic, Burkina-Faso), where production conditions are often mediocre - the crop is often sown after the main crops (catch crop) and relegated to the poorest soils. These conditions explain the very low yields obtained (African average: 350 kg/ha), but sesame still plays an important role in traditional production systems, where farmers use it to valorize their marginal land and balance their work schedule, since it brings in substantial extra income for little outlay. A large increase in yields is possible and desirable; the note provides some information about the product's economic value and the following guidelines will make it possible to provide useful advice to small-scale farmers who ensure almost all of Africa's production

I. — DESCRIPTION OF THE PLANT

1. — Roots, stem and leaves

Sesame is an annual, erect plant from 0.5 to 2 m high, with a growth cycle of between 80 and 180 days. The plant has a tap root around 90 cm long with a dense network of secondary roots. The upright stem has a quadrilateral cross-section; it is corrugated, more or less hairy and is single or branched depending on the variety. The leaves are more or less lobate, with indents or whole, and vary in shape and size depending on the variety and its age

2. — Flowers

The flowers appear singly, or in twos or threes in the leaf axils. The flower comprises a floral tube, usually hairy on the outside. Four stamens (the fifth is sterile) provide pollen that remains viable for 24 hours. The superior ovary consists of two welded carpels subdivided into 4 locules. However, there are varieties with 3 or 4 capsules subdivided into 6 to 8 locules respectively. The stigma is receptive one day before the flower opens and remains receptive for four days.

Sesame is usually an autogamous plant, but it can be fertilized by outside agents, such as insects. The allogamy rate is around 5%, but can vary within a fairly wide range depending on the variety (rates of 65% have been mentioned). Once fertilized, the flowers turn into oblong, deeply corrugated capsules which are either dehiscent or indehiscent. The seeds are small, smooth or reticulate, white, yellow, brown or black. The 1000 seed weight is around 2 to 4 g. The seed contains approximately 50% oil and 25% proteins; the amount of oil varies depending on the variety and growing conditions

II. — SOWING

1. — Growing areas

Sesame is a warm region plant. Low temperatures (under 18°C) cause pollen sterility and premature flower fall, whereas temperatures over 40°C affect flower fertilization and can lead to a reduction in the number of capsules on the plants. These temperature constraints limit sesame growing in the Tropics to areas under 1,500 metres above sea level. Finally, 500 to 800 mm of water are required per year.

2. — Varieties

There is a wide range of varieties. The ideal variety would combine the following characters: seed colour (the lighter coloured seeds are of greater commercial value), size, good vigour at an early age, good architecture with little branching, the first flower opening at the 8th node, good resistance to disease and insects, to excess moisture, to drought, and to lodging, along with simultaneous capsule ripening.

Variety trials in Burkina-Faso have led to the identification of varieties adapted to local conditions.

— Jaalgon 128 (originally from India); branched, growth cycle of around 95 days, 1 to 3 4-loculed capsules per axis and white seeds.

— Cross N 3 (originally from Nigeria), branched, growth cycle of around 95 days, 1 4-loculed capsule per axis and white seeds

— Yandev 55 (originally from Nigeria); branched, growth cycle of around 100 days, 1 4-loculed capsule per axis and cream seeds.

— 38-1-7 (from the cross between the Labola Local and Jaalgon 128). branched, growth cycle of around 95 days, 1 4-loculed capsule per axis and cream seeds)

The average yields of the best varieties vary, depending on production conditions, from 400 to 750 kg/ha. The maximum yields obtained on a station in Burkina-Faso are around 1 tonne/ha.

3. — Choice of land

Sesame grows well in rich, light, deep soils provided they are not too sandy. Soils that are too clayey are not recommended, as the sharp alternation from moist to dry conditions is very harmful to young plants, good field drainage is also required, since waterlogging for just a few hours is enough to kill plants in their first few weeks. Limited rooting depth in zones where laterite hardpan is less than 60 cm down also rules out this type of land; the plant's pivot root system enables it to resist drought, providing it can penetrate deep enough

4. — Land preparation

In regions with average rainfall, sesame is grown on normally prepared flat land. It is grown on ridges in zones with high rainfall.

The smallness of the seeds and the fragility of the seedlings means that the seeds have to be sown carefully and protection has to be provided in the field against temporary flooding and runoff, which could destroy the seedlings

5. — Sowing

a. Seed treatment

The seeds should be treated against insects and mould. The smallness of the seeds and their very smooth cuticle mean that the seed + powder mixture has to be stirred for some time to ensure that the seeds are properly coated. The powder will stick better if the seeds are moistened slightly beforehand. The products used for groundnut are also suitable for sesame.

b. Sowing date

Late sowing severely affects production potential. Sesame is traditionally sown under rainfed conditions, after all the other crops.

In Burkina-Faso, sowing is therefore staggered from mid-July to mid-August. The best date for sowing is around 15th July and this provides a good compromise between the need for ripening to take place in the dry period, and for no water stress to occur at the end of the cycle. Heavy reductions in yield are seen in fields sown after the end of July in the centre of the country

c. Sowing techniques

Sesame seems to be relatively unaffected, in terms of production/ha, by variations in sowing density, within certain limits. When sowing on flat ground, from 80,000 to 450,000 plants/ha, the production compensation per plant (increase in the height of the first capsule, reduced number of capsules as densities increase), leads to

yields/ha that differ little if crop upkeep is carried out correctly. In fact, very dense sowing is often justified in traditionally grown crops, as it offers better protection against weeds.

The following sowing methods work out about the same:

— sowing in 60 x 20 cm (flat) or 80 x 20 cm (ridges) pockets, thinning out to 2 plants per pocket 10 days after sowing

— sowing by hand in continuous rows 60 cm (flat) or 80 cm (ridges) apart, mixing 2 to 3 kg of seeds with the amount of fertilizer required per hectare.

— broadcast sowing, by hand, of a seed + fertilizer mixture, then digging in lightly (3 kg of seeds mixed with the required amount of fertilizer).

— sowing a seed + fertilizer mixture with a Fabre seeder (2 kg of seeds mixed with the required amount of fertilizer).

Even so, sowing in rows is recommended, as this enables mechanical crop upkeep, whilst providing sufficient plant cover to limit weed development.

The seeds should be covered by 1 to 2 cm of soil slightly tamped down to ensure good moisture contact with the seed; emergence occurs 3 to 5 days after sowing. Sesame can be transplanted if it is done soon enough (10 to 15 days after sowing) and if soil moisture is adequate.

III. — FERTILIZATION, UPKEEP AND CROP PROTECTION

Sesame fertilization and phytosanitary treatments remain very rare in Africa, though they are still essential requirements for crop improvement and its integration in intensive production systems.

1. — Fertilizers

The very clear effects of nitrogen and phosphorus, interacting positively, have been shown both on plant growth and seed yields. A study of different formulas in Burkina-Faso led to the following types being recommended: (8-10)N, (12-14)P, (3-6)S. Practically speaking, 60 kg/ha of cotton fertilizer (13-20-15) provide the amounts of nutrients corresponding to an economic cost-effectiveness threshold as prices stand at present.

Fertilizers can be applied either by mixing them with the seeds, or in localized applications along the planting row shortly after emergence (10 to 15 days after sowing), or along the ridges if this technique is practised. These methods, when combined with optimum crop upkeep, guarantee fertilizer effectiveness, otherwise absolute yield increases due to fertilizers remain low (around 100 kg/ha).

2. — Crop upkeep

It has been shown that hoeing is important and that any delays have a detrimental effect on yield elaboration parameters (height of first capsule, size, number of capsules). These effects are similar to those seen with an increase in sowing density, i.e. increased competition between plants. Whilst high sowing densities reduce weed development, they do not render upkeep unnecessary in extended varieties during the growing season.

In Burkina-Faso, with a branched variety sown 60 cm apart in rows, the lack of hoeing causes production/ha to drop by 35 % with a potential yield of one tonne. A 20 % drop is recorded for rows spaced 30 cm apart, with the same production potential.

Hoeing is usually necessary, followed by ridging around the middle of the growth cycle, to provide the plants with better lodging resistance. It is also seen that ridging leads to better fertilizer uptake and improved plant nutrition.

3. — Predators and treatments

So far, fungal parasitism has not caused any serious damage on sesame in West Africa, though damping off of seedlings is seen occasionally. On the other hand, there is serious insect damage: *Antigastra catalaunalis* (a leaf-roller caterpillar which destroys terminal buds) and *Asphondylia sesami* (a fly which lays its eggs in the ovaries and causes gall formation in the capsules, in which the insect continues to develop up to adulthood) are the most dangerous. It is therefore wise to carry out preventive insecticide treatment as soon as the first flowers appear (3 litres of Decis, deltamethrin/ha). One treatment is usually enough. Practically speaking, such treatment is made easy by the sprays and insecticides available in the cotton zones.

It has been seen that early sowing makes it possible to partially control attacks by staggering the plant's susceptible period (flowering) and the insect and fungus development peak (September in Burkina-Faso), whereas for late sowings, flowering is likely to coincide with the most dangerous outbreaks which are difficult to control at that time of year due to heavy rainfall, making treatment effectiveness uncertain.

Other diseases caused by viruses or mycoplasmas (phyllode, fasciation and various virescence phenomena) have little impact and do not currently warrant specific treatment.

IV. — HARVESTING

Maturity is shown first of all by substantial defoliation. The capsules of the extended varieties virtually all ripen at the same time and take on a characteristic yellow hue; only the youngest at the tops of the stems remain green at the end of the growth cycle. Harvesting begins when the base capsules begin to open. Harvesting should be rapid, so as to prevent capsule dehiscence and thereby limit seed losses.

Traditionally, the stems are cut in handfuls with a sickle below the first capsules and grouped together in sheaves. These sheaves are placed vertically on a tarpaulin, a sheet, or failing this in a cleared, swept area. In view of possible attacks, insecticide powder should be sprinkled in a circle all the way round this area.

Drying in the field takes about a fortnight provided there is no late rainfall. The dried stems are shrivelled, brown and brittle. The capsules open down two thirds of their length without becoming detached and the vertical position of the sheaves prevents seed loss. Threshing consists in tipping up the sheaves and shaking them onto tarpaulins. In this way, less than 10 % of the harvest is lost. This technique also makes for a clean product requiring no winnowing. Numerous other techniques are used, such as drying on trestles in East Africa which simplifies air circulation and rainwater runoff.

Storage poses no particular problems and the products used for cereal protection are perfectly suitable. The seeds are packed in small bags so as to prevent compaction and fermentation.

V. — ECONOMIC RESULTS AT FARM LEVEL

The work time indicated below, corresponding to the above techniques, were recorded at a Burkina-Faso agronomy station and on full-scale seed multiplications

• Preparation	.....	20 days
• Sowing	.....	15 days
• Upkeep	.....	75 days
• Harvesting	.....	15 days
• Threshing	.....	10 days

The "Preparation" entry applies to a cleared field cultivated the year before. "Upkeep" includes fertilizer application and thinning. All work is manual.

The economic results for a well managed crop and a harvest of 800 kg/ha (135 days/man/ha) are as follows (Burkina-Faso data, 1990):

Value of production	800 kg x 80 CFA F	..	64,000 CFA F	
Fertilizer costs	.....	60 kg x 100 CFA F	....	6,000 CFA F
Treatment costs	.....	1 round	.....	15,000 CFA F
Net income	.....			43,000 CFA F

VI. — A FEW SESAME MARKET FACTS AND FIGURES

The world's sesame production is mostly ensured by smallholders in developing countries in the dry tropics, it amounts to two million tonnes per year and comes from 65 countries, of which India is the world's largest producer, with a third of the areas planted and a quarter of the production. Of the French-speaking African countries, Burkina-Faso, Chad and the Central African Republic, although only small producers, derive a substantial part of their oil crop and farmland resources from sesame.

International sesame trading is limited and involves under 15 % of total production, which represents around 2 % (oil basts) of the world edible vegetable oils market. Even so, international transac-

tions are almost exclusively in seed form, which makes for much better valorization of the product (used in confectionery) than oil, whereas producer countries crush a large proportion of their crop and consume it in oil form, which explains the low purchase price offered to African farmers.

Over periods averaging 5 years, trends are as follows for seeds (1,000 t)

	Production	Exports
1957/58 to 1961/62	1,385	140
1972/73 to 1976/77	1,749	211
1982/83 to 1986/87	2,010	330
(Oil World forecasts).		
1992/93 to 1996/97	2,359	460

The going rate for sesame seed, which does not follow the fluctuations in the edible vegetable oils market due to its multiple uses, was as follows in mid-1990, compared to the main tropical oil crops:

Sesame seeds	\$ 1,050/tonne
Groundnut seeds (for oil)	480
Groundnut oil	955
Sunflower oil	505
Soybean oil	235
Palm oil	92

R. SCHILLING - P. CATTAN

El cultivo del ajonjolí (o sesamo) en el Africa tropical

El ajonjolí o sésamo (*Sesamum indicum* L., Pedaliaceae) se cultiva en el trópico y en las zonas templadas cálidas; está conocido en el África (Etiopía, Nigeria, Sudán, República Centroafricana, Burkina Faso) donde las condiciones de producción no son muy propicias por lo general, por establecerse el cultivo muchas veces después de las plantas principales (cultivo intermedio), quedando relegado el mismo en los suelos más pobres. Estas condiciones explican los rendimientos muy bajos que se obtuvieron (siendo la media de 350 kg/ha en el África), pero no por eso deja el ajonjolí de desempeñar un papel importante en los sistemas de producción tradicionales, donde permite aprovechar tierras marginales y equilibrar el calendario laboral del cultivador, que sin mucho esfuerzo logra sacar de este cultivo recursos de complemento notables. El rendimiento puede incrementarse y esta posibilidad es muy deseable, en la nota se dan algunas informaciones sobre el valor económico del producto, y las indicaciones que a continuación se dan permitirán dar consejos útiles a los pequeños agricultores que proporcionan la casi totalidad de la producción africana.

I. — DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

1. — Aparato vegetativo

El ajonjolí es una planta anual ascendente de 0,5 a 2 m de alto, su ciclo varía de 80 a 180 días. La planta tiene una raíz pivotante de poco más o menos 90 cm de largo, con una red densa de raíces se-

cundarias. El tallo erguido tiene una sección cuadrangular: es acanalado, más o menos velludo, simple o ramificado según las variedades. Las hojas son más o menos lobuladas, recortadas o enteras y su forma y su tamaño varían según la variedad y la edad.

2. — Aparato reproductor

Las flores aparecen solas o por grupo de 2 o 3 en la axila de las hojas. La flor tiene un tubo floral piloso por lo general en toda su parte externa. Cuatro estambres (siendo el quinto estéril) producen un polen viable durante 24 horas. El ovario súpero se compone de dos carpelos soldados subdivididos en 4 celdillas. Ahora bien, existen variedades de 3 o 4 carpelos subdivididos en 6 a 8 celdillas respectivamente. El estigma del ovario es receptivo durante un día antes de la apertura de la flor, y sigue siendo receptivo durante cuatro días.

El ajonjolí normalmente es una planta autógama, pero la fecundación puede ser efectuada por agentes externos como son los insectos. El porcentaje de alogamia es de unos 5 %, pero puede variar en una importante proporción según las variedades (se mencionan porcentajes de unos 65 %). Después de la fecundación las flores se transforman en cápsulas oblongas y profundamente acanaladas, dehiscentes o indehiscentes. Las semillas son pequeñas, lisas o reticuladas, blancas, amarillas, pardas o negras. El peso de 1000 semillas equivale a unos 2 a 4 gramos. La semilla contiene unos 50 % de aceite y unos 25 % de proteínas, variando el porcentaje de aceite con las variedades y las condiciones de cultivo.

II. — CARACTERISTICAS DEL CULTIVO

1. — Areas de cultivo

El ajonjolí es una planta de las regiones cálidas. Las temperaturas bajas (menores de 18°C) producen una esterilidad del polen y una caída prematura de las flores, mientras que las temperaturas mayores de 40°C afectan la fecundación de la flor y pueden inducir una reducción del número de cápsulas en los plántones. Estas limitaciones de temperatura no permiten cultivar el sésamo en las zonas tropicales a unas altitudes menores de 1500 metros. Por último, este cultivo requiere precipitaciones pluviales de 500 a 800 mm al año.

2. — Variedades

La gama de variedades de ajonjolí es importante. La variedad ideal sería la que conseguiría asociar los caracteres de color de los granos (al tener los granos claros un valor comercial más alto), como también de buen tamaño de los granos, un buen vigor en el estado precoz, una buena arquitectura poco ramificada, una primera flor que se abra al 8vo nudo, una buena resistencia a las enfermedades, a los insectos, a los excesos de humedad, a la sequía y a la caída, una maduración simultánea de las cápsulas.

Unas pruebas de variedades efectuadas en Burkina-Faso condujeron a identificar variedades adaptadas a las condiciones locales :

— Jaalgon 128 (natural de la India) ; ramificada, ciclo de unos 95 días, de 1 a 3 cápsulas de 4 celdillas por eje, semillas blancas ;

— Cross N3 (natural de Nigeria) ramificada ; ciclo de unos 95 días, 1 cápsula de 4 celdillas por eje, semillas blancas ;

— Yandev 55 (natural de Nigeria) ; ramificada, ciclo de unos 100 días, 1 cápsula de 4 celdillas por eje, semillas crema ;

— 38-1-7 (procedente del cruzamiento local de Labola con Jaalgon 128) ; ramificada, ciclo de unos 95 días, 1 cápsula de 4 celdillas por eje, semillas crema.

Los rendimientos medios de las mejores variedades varían con las condiciones de producción de 400 a 750 kg/ha. Los rendimientos máximos obtenidos en una estación en Burkina-Faso son de aproximadamente 1 tonelada/ha.

3. — Elección del terreno

El ajonjolí crece bien en los suelos ricos, ligeros y profundos, pero no demastado arenosos. No son de recomendar las tierras demasiado arcillosas, y las alternancias brutales de humedad y desecación afectan mucho a los plántones jóvenes ; asimismo el campo ha de tener un drenaje correcto, ya que una inundación de unas pocas horas basta para matar esta planta durante las primeras semanas de su vida. También han de descartarse los suelos cuya capa de laterita llega a menos de 60 cm de profundidad, por ser insuficiente el arraigo es que la planta resiste a la sequía con su sistema radical pivotante, siempre que pueda hincarse profundamente.

4. — Preparación de campo

En las áreas de precipitaciones medianas, el cultivo se hace en un suelo plano en un terreno preparado normalmente. El cultivo en caballones se practica en las zonas de altas precipitaciones.

Dado el tamaño reducido de las semillas y la fragilidad de la plántula, se necesita preparar el lecho de germinación con mucho cuidado, y establecer una protección de campo contra las inundaciones temporales y la erosión pluvial que podrían destruir las plántulas.

5. Siembra

a. Tratamiento de las semillas

Las semillas habrán de tratarse contra los insectos y los mohos. El tamaño reducido de las semillas y la presencia de una cutícula muy lisa obligan a mezclar las semillas con el polvo agitando la mezcla durante mucho tiempo, a fin de empalmar las semillas correctamente ; el poder adherente puede mejorarse humedeciéndose levemente la semilla. Los productos empleados para el maní son adecuados para el ajonjolí.

b. Fecha de siembra

Las siembras atrasadas afectan mucho el potencial de producción de las plantas. Las condiciones tradicionales de cultivo son de cam-

pos bajo lluvia, realizándose la siembra después de todos los otros cultivos.

En Burkina-Faso las siembras se escalonan de mediados de julio a mediados de agosto. La mejor fecha para la siembra es alrededor del 15 de julio, y constituye un buen compromiso entre la necesidad de una maduración durante un período seco y la necesidad de que evitar un "stress" por falta de agua a fines del ciclo. Se observan importantes bajas de los rendimientos en los campos sembrados a partir de finales de julio en el centro del país.

c. Técnicas de siembra

La producción por hectárea del ajonjolí parece relativamente poco sensible a las variaciones de densidad de siembra, dentro de ciertos límites. Para las siembras en un suelo plano, si el mantenimiento es correcto, en las densidades de 80 000 a 450.000 pies/ha, las compensaciones de producción por pie (aumento de la altura de inserción de la primera cápsula, disminución del número de cápsulas con el incremento de las densidades) resultan en unos rendimientos/ha poco diferentes. En realidad, las siembras muy densas se explican a menudo en los cultivos tradicionales por la mejor protección que llevan contra las plantas adventicias.

Se obtiene la siguiente equivalencia de las formas de siembra :

— siembra a golpes a 60 x 20 cm (suelo plano) o a 80 x 20 cm (en caballones), con aclareo a dos pies por hoyo de siembra a los 10 días después de la siembra ;

— siembra a mano en hileras continuas a 60 cm de distancia (suelo plano) o a 80 cm (en caballones), con 2 o 3 kg de semillas mezclados con la dosis de fertilizante necesario por hectárea ;

— siembras manuales a voleo de una mezcla de semillas + fertilizantes, y luego incorporación por preparación superficial (mezclándose 3 kg de semillas con la dosis de fertilizante) ;

— siembra con sembradora Fabre de una mezcla de semillas + fertilizantes (2 kg de semillas mezclados con la dosis de fertilizante).

Ahora bien, se recomienda hacer siembras en línea, por permitir un mantenimiento mecánico del cultivo, proporcionando al mismo tiempo una cobertura vegetal lo suficientemente importante como para limitar el desarrollo de las plantas adventicias.

La profundidad de siembra que se requiere es de 1 a 2 cm, el suelo habrá de apisonarse levemente para proporcionar un contacto suficiente de la humedad con la semilla. El despunte tiene lugar de 3 a 5 días después de la siembra. Es posible trasplantar el ajonjolí, con tal que sea lo suficientemente temprano (10 a 15 días después de la siembra) dentro de condiciones húmedas.

III. — FERTILIZACION, MANTENIMIENTO Y PROTECCION VEGETAL

La fertilización y el tratamiento fitosanitario del ajonjolí no son nada comunes en el África, y sin embargo en este continente constituyen una etapa imprescindible para mejorar el cultivo e integrarlo dentro de los sistemas de producción intensificados.

1. — Fertilizantes

Los efectos muy marcados del nitrógeno y del fósforo, que tienen una interacción positiva, se evidenciaron tanto en la vegetación como en el rendimiento de semillas. El estudio de formulaciones varias en Burkina Faso condujo a recomendar fórmulas de tipo (8-10)N ; (12-14 P) ; (3-6 S). Concretamente, 60 kg/ha de fertilizante para el algodón (13-20-15) proporcionan cantidades de elementos fertilizantes que corresponden al umbral de rentabilidad económica, dentro de las condiciones actuales de precios.

El aporte de fertilizantes puede tener lugar ya sea en forma mezclada con las semillas, o en forma localizada en la hilera de siembra poco tiempo después del despunte (a los 10 a 15 días después de la siembra), o en el momento de realizar el alomado cuando se aplica esta técnica. Estos métodos empleados junto con un manejo óptimo del cultivo garantizan la eficacia de la fertilización. En su defecto, los aumentos absolutos de rendimiento que el fertilizante proporciona siguen siendo bajos (de poco más o menos 100 kg/ha).

2. — Mantenimiento del cultivo

Se ha evidenciado la importancia de las rocerías ; cualquier retraso en esta operación tiene efectos adversos en los parámetros que participan en el rendimiento (altura de la primera cápsula, tamaño,

número de cápsulas). Estos efectos se parecen a los que resultan del aumento de la densidad, o sea cuando se aumenta la competencia entre plantones. Las densidades fuertes impiden el desarrollo de malezas, pero no permiten prescindir de un mantenimiento en la fase de cultivo para las variedades difundidas ;

En Burkina-Faso, en una variedad ramificada y para hileras de siembra a 60 cm de distancia, la falta de rocería hace disminuir la producción por hectárea de un 35 %, con rendimiento potencial de una tonelada. Unas distancias de siembra de 30 cm con rendimiento potencial equivalente resultan en una baja de la producción del 20 %

Suele ser necesario efectuar una rocería, y a continuación una aporcadura durante la etapa de cultivo hacia mediados del ciclo, para proporcionar una mejor resistencia de los plantones a la caída. Además, se ha comprobado que la aporcadura resultaba en una mejor asimilación de los fertilizantes, y que mejoraba el estado nutricional de las plantas.

3. — Depredadores y tratamientos

El parasitismo fungoso no produce hasta la fecha daños de importancia en el ajonjolí en el África Occidental, a pesar de observarse de vez en cuando podredumbres de las plántulas. En cambio cabe anotar importantes daños de insectos, con los más peligrosos que son : *Antigastra catalaunalis* (larva enrolladora que destruye la yema terminal) y *Asphondylia sesami* (mosca que pone sus huevos en los ovarios, y produce la formación de agallas al nivel de las cápsulas donde el insecto sigue desarrollándose hasta la etapa adulta). Así que es útil hacer un tratamiento preventivo en cuanto aparezcan las primeras flores, con productos insecticidas (3 l/ha de Decis, deltametrina). En general basta con un solo tratamiento. Concretamente, el tratamiento es fácil de realizar en las zonas algodoneras cuando se tiene pulverizadores y productos insecticidas

Se ha observado que la precocidad de las siembras permite controlar parte de los ataques, al desfasar el período sensible de la planta (floración) relativamente al nivel de desarrollo máximo de los insectos y hongos (septiembre en Burkina-Faso). A contrario, en el caso de unas siembras tardías, la floración amenaza coincidir con las pululaciones más peligrosas, difícilmente controlables en este período debido a las lluvias importantes que hacen que la eficacia de los tratamientos sea aleatoria.

Otras enfermedades virales o micoplasmáticas ("phyllodie", fasciación, virescencias varias) tienen poca incidencia y no necesitan ahora ningún tratamiento específico.

IV. — COSECHA

La madurez se manifiesta primero por una importante defoliación. Las cápsulas de las variedades difundidas maduran casi todas al mismo tiempo, tomando un tinte amarillo característico ; las más jóvenes en la cima de los tallos son las únicas que permanecen verdes al final de la etapa de vegetación. La cosecha empieza en el momento en que las cápsulas basales empiezan a abrirse. La cosecha tiene que efectuarse rápidamente, para evitar la dehiscencia de las cápsulas, y por lo tanto para reducir las pérdidas de semillas.

La forma tradicional de realizar la cosecha consiste en cortar los tallos con una hoz debajo de las primeras cápsulas, puñado a puñado, reuniéndolos en gavillas. Tales gavillas se colocan a su vez en una boca, en un toldo de lona o en su defecto en una área bien despejada y barrida. Para evitar los posibles ataques, se debe espolvorear un insecticida en corona alrededor de la era.

El secado en pleno campo lleva unos quince días si no cae ninguna lluvia tardía. Los tallos secos se ponen duros, pardos y quebradizos. Las cápsulas se entreabren en los dos tercios de su longitud sin desprenderse, y sin perderse muchas semillas debido a la posición vertical de las gavillas. La trilla se realiza volcando las gavillas y sacudiéndolas encima de bacas. Con esta forma de cosechar se pierde menos de un 10 % de la cosecha. Además, esta técnica permite obtener un producto limpio que es inútil cribar. Se practican otras muchas técnicas, como el secado en un caballete en el África Oriental que facilita la circulación del aire y el escurrimiento de las lluvias.

La conservación no plantea ningún problema particular, y los productos empleados para la protección de los cereales son muy convenientes. Se emplean bolsas de poca capacidad para que el ajonjolí no se compacte y fermente.

V. — BALANCE ECONOMICO PARA LA EXPLOTACION

En Burkina Faso se midió las duraciones de las técnicas aquí descritas, en operaciones de multiplicación de semillas realizadas en una estación agronómica y del tamaño de una explotación, obteniéndose los siguientes resultados :

- Preparación 20 días
- Siembra 15 días
- Mantenimiento 75 días
- Cosecha 15 días
- Trilla 10 días

La partida de Preparación corresponde a un campo tumbado, cultivado el año anterior. La partida de Mantenimiento incluye la aplicación de fertilizantes y el aclareo. Todos los trabajos se realizan a mano.

El balance económico sumario para un cultivo bien manejado y una cosecha de 800 kg/ha (135 días/hombre/ha) viene a ser el siguiente (datos de Burkina-Faso 1990) :

Valor de la producción . . 800 kg x 80 CFA	. . . . . 64.000FCFA
Gastos de fertilización . . 60 kg x 100 FCFA	
Gastos de tratamiento . . . 1 vuelta	15.000 FCFA
Ingreso neto	43.000 CFA

VI. — ALGUNOS DATOS SOBRE EL MERCADO DEL AJONJOLI

La producción mundial de ajonjolí corre a cargo principalmente de pequeños agricultores de países en vías de desarrollo de la zona tropical seca ; casi alcanza las dos millones de toneladas al año, entre 65 países, de los cuales la India es el primer productor mundial con un tercio de las superficies y un cuarto de la producción. Entre los países africanos de habla francesa, el Burkina-Faso, el Chad y la RCA, a pesar de ser pequeños productores, sacan del ajonjolí una parte cuantiosa de sus recursos oleaginosos que se practica en una parte apreciable de sus explotaciones agrícolas.

El comercio internacional del ajonjolí está limitado, ya que abarca menos de un 15 % de la producción, lo cual representa unos 2 % (en términos de aceite) del mercado mundial de aceites vegetales comestibles. Ahora bien, las transacciones internacionales se efectúan casi exclusivamente en semillas, lo cual corresponde a una valoración del producto (utilizado en pastelería) muy superior a la que proporciona el aceite, cuando los países productores trituran y consumen una parte importante de su cosecha en aceite : eso explica los precios de compra bajos que se abonan al cultivador africano.

La evolución (para las semillas 1000 t) a través de períodos medios de cinco años viene a ser la siguiente :

	Producciones	Exportaciones
1957/58 a 1961/62	1.385	140
1972/73 a 1976/77	1.749	211
1982/83 a 1986-87	2.010	330
(previsiones <i>Oil World</i>)		
1992/93 a 1996/97	2.359	460

Las cotizaciones de la semilla de ajonjolí, que no siguen las fluctuaciones del mercado de aceites vegetales comestibles, por la multiplicidad de sus usos, vienen a ser las siguientes a mediados de 1990 relativamente a las de las principales oleaginosas tropicales :

Semillas de ajonjolí	1.050 \$/tonelada
Semillas de maní (de aceite)	480
Aceite de maní	955
Aceite de girasol	505
Aceite de soya	235
Aceite de palma	292