

INSTITUT FRANCAIS DU CAFE, DU CACAO
ET AUTRES PLANTES STIMULANTES
(IFCC)
34, rue des Renaudes
PARIS (17°)

OFFICE DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER
24, rue Bayard
PARIS (8°)

SEMINAIRE SUR L'ECOLOGIE TROPICALE

ITABUNA, BAHIA, BPESIL - 12 au 22 JUIN 1972

NOTES D'INFORMATION

PAR JACQUES BOYER
MAITRE DE RECHERCHES PRINCIPAL DE
L'O.R.S.T.O.M.
LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE VEGETALE
CENTRE DE RECHERCHES DE L'I F C C
AU CAMEROUN B.P. 2067 YAOUNDE

oct. 1972

29 MARS 1973

O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

no 1859 72 Bio & Funct

Séminaire sur l'Ecologie Tropicale
Itabuna, Bahia, Brésil - 12 au 22 juin 1972

Cette réunion, effectuée sous l'égide de l'Institut Inter-Américain des Sciences Agricoles, s'inscrit dans le cadre du Programme Général de développement en Amérique Tropicale. Elle s'est tenue à Itabuna (Bahia), au Centre de Recherches du Cacaoyer (CEPEC) qui est lui-même rattaché à un organisme créé par l'Etat Brésilien en 1957, la "Commission Exécutive pour le rétablissement économique de la cacaoculture" (CEPLAC). Au cours de ce séminaire, les deux thèmes suivants ont été examinés :

- obtenus
- Mesures des facteurs de l'environnement et mode d'expression des résultats
 - Examen particulier de l'état actuel des Recherches écologiques sur le cacaoyer.
 - Etude de quelques problèmes généraux qui se posent en Ecologie Tropicale.

A - Première partie : Facteurs de l'environnement (12-17 juin)

(1) Après réception des participants et visite des locaux et installations du CEPEC, la séance inaugurale est ouverte par les Docteurs Paulo de T. Alvim, Directeur du CEPEC et Luis A. Montoya, Secrétaire Général du Programme de Développement Agricole en Amérique Tropicale, qui exposent les objectifs de ce séminaire.

Son programme est fixé de la façon suivante :

1) Importance des études écologiques en milieu tropical (Dr Paulo de T. Alvim, CEPEC, (Brésil)

2) Le climat : ses principales composantes

5 communications :

- Pr. J.L. Monteith, Univ. Nottingham, G.B.
- Dr. Paulo de T. Alvim, CEPEC, Brésil.
- W.V. Hutcheon, WACRI, Ghana.
- Dr. R. Fordham, Univ. Ste Augustine, Trinidad.
- J. Boyer, IFCC, ORSTOM, Cameroun.

3) Le climat : méthodes de mesure

2 communications (Pr. J.L. Monteith)

Visite de la Station météo - du CEPEC et des parcelles expérimentales utilisées par le Service de Physiologie Végétale.

(1) V. en annexe I la description et l'organisation de ce centre.

4) Le climat : mode d'expression et utilisation des résultats

3 communications :

- Pr. J.L. Monteith
- J. Boyer

5) Visite de l'Ecole pratique d'Agriculture (EMARC) et de la Station Expérimentale d'Uruçua.

Résumé des travaux exposés

- "Importance des études écologiques en milieu tropical"

(P. de T. Alvim)

La division de Physiologie végétale effectue, en liaison avec d'autres disciplines (1), des recherches de base qui puissent servir à l'amélioration des techniques de culture et des rendements du cacaoyer. Les principales causes du niveau très bas de la productivité de cette culture au Brésil résident essentiellement dans l'âge des plantations (souvent voisin ou supérieur à 50 ans), l'excès d'ombrage et les déficiences minérales. Dès lors, une connaissance approfondie des facteurs de l'environnement et des réactions du cacaoyer à leurs variations devient fondamentale si l'on veut établir un programme général de régénération des plantations et de rétablissement d'une productivité économiquement rentable. A cet effet, la Division de Physiologie végétale a été dotée d'installations et de moyens matériels substantiels.

- "Climat et végétation". (J.L. Monteith)

L'étude physiologique des facteurs de l'environnement demande une connaissance solide des lois physiques qui les régissent et un appareillage de mesure adéquat donnant toute garantie d'exactitude et de précision. Malgré tout, il est très difficile de tirer parti avec succès des informations recueillies, pour les raisons suivantes :

- L'interprétation statistique donne des corrélations supposées entre facteurs, mais n'explique aucun des mécanismes mis en jeu. Non seulement les résultats obtenus ne sont pas généralisables, mais leur précision est souvent falsifiée.
- Certains instruments employés fournissent un nombre tellement énorme de données, et avec une si grande précision, qu'elles ne peuvent jamais être analysées avec profit.

L'étude physiologique des facteurs de l'environnement pose donc les problèmes suivants :

- Difficulté du choix des facteurs primordiaux impliqués dans un phénomène d'interaction plante-atmosphère.

(1) V. Annexe I

- Les données météo - ont une grande variabilité à la fois dans le temps et dans l'espace.
- la réponse des plantes à cette variabilité est d'une interprétation très complexe, car il s'ajoute en outre une interférence des facteurs internes de leur développement.
- "Climat et cacaoyer". (P. de T. Alvim)

L'auteur résume l'état actuel des connaissances sur les effets des principaux facteurs du milieu sur les processus physiologiques liés à la productivité des cacaoyers. En particulier, les phénomènes de croissance végétative, floraison et développement des fruits semblent en relation étroite avec les facteurs hydriques et thermiques du milieu. Mais s'il est raisonnable de penser que les fluctuations de ces facteurs externes déterminent les périodes optimales d'activité chez les cacaoyers, on ne peut néanmoins nier que leur déterminisme réside dans le déclenchement de phénomènes internes qui sont encore actuellement très mal connus. Là encore, il se trouve établi que les réponses du cacaoyer au facteur milieu sont d'une interprétation très difficile, car à cette action vient se superposer un "rythme endogène" qui échappe encore à toute relation nette avec les composantes climatiques de l'environnement.

- "Quelques facteurs physiologiques impliqués dans les réponses des cacaoyers aux variations de l'environnement" (W.V. Hutcheon).

Etant donné les méthodes d'étude dont on dispose actuellement, il est sans doute impossible d'établir avec précision les relations qui existent entre le comportement du cacaoyer et les variations des facteurs de l'environnement. Il est en effet très difficile de décrire le micro-climat et ses variations multiples dans toutes les parties de la biosphère d'un arbre et d'établir les corrélations qui peuvent exister entre toutes ces variables. En outre, les conclusions que l'on peut en tirer sont sans doute de peu de valeur si on ne peut les mettre en relation avec certains mécanismes internes qui apparaissent prépondérants. C'est pourquoi il semble préférable de mesurer directement une résultante physiologique donnée de la plante que les multiples facteurs qui la conditionnent. En particulier, l'évaluation relativement simple du potentiel hydrique dans la plante rend inutile l'étude des nombreux facteurs qui y contribuent comme par exemple la pluviométrie et l'humidité du sol.

L'auteur pense donc que l'on doit accorder plus d'attention aux facteurs physiologiques qui interviennent entre l'action primaire des facteurs de l'environnement et la réponse ultime de la plante.

- "Recherches écologiques sur le cacaoyer à Trinidad".

(R. Fordham et D.B. Murray)

Les différentes composantes physiques d'un environnement forment un système complexe à interactions multiples. Il est donc dangereux de considérer leur action séparément indépendamment du "tout". Cependant, leur quantité et leur importance relative rend nécessaire de porter l'attention sur un nombre restreint de ces divers paramètres.

Les auteurs étudient successivement l'action de la pluviosité, de l'humidité relative de l'air, des radiations solaires, de la température atmosphérique, du vent et de l'humidité du sol sur le bilan hydrique de la plante. L'expérimentation en conditions contrôlées permet d'examiner séparément l'action d'un ou plusieurs de ces facteurs. Mais les observations recueillies peuvent difficilement être comparées avec celles effectuées dans les conditions naturelles, ce qui réduit beaucoup la valeur des conclusions. En outre, il existe dans les plantations une telle variabilité génétique du matériel végétal que les réponses des cacaoyers à tel ou tel facteur de l'environnement peuvent être difficilement interprétées.

- "Etude des principales composantes du microclimat d'une cacaoyère au Cameroun - Importance écologique des variations spatiales et saisonnières". (J. Boyer)
Action conjointe AC VIII (IFCC, ORSTOM)

Une cacaoyère constituant un milieu forestier d'un type particulier, les études entreprises par l'IFCC au Cameroun ont souligné l'importance que revêt la connaissance des conditions d'habitat qui y règnent habituellement. Parmi les facteurs qui influencent le plus nettement le comportement des cacaoyers, le régime saisonnier des précipitations et de l'intensité du rayonnement solaire occupe une place de premier plan. Dans la zone culturelle étudiée, les autres facteurs climatiques apparaissent secondaires.

L'analyse factorielle des composantes énergétiques et thermiques des radiations solaires met en évidence de nettes différences dans leur répartition spatiale, qui pourraient bien être à l'origine du comportement différent des cacaoyers d'un point à un autre d'une même plantation. Ces observations pourraient vraisemblablement contribuer à l'étude du problème de l'ombrage dans une zone culturelle donnée.

Ces études montrent en outre qu'une cacaoyère camerounaise rappelle, si elle est en bon état végétatif et sanitaire, un microclimat de forêt secondaire humide mais dégradée, à caractère mésophylle. C'est donc dans cette optique qu'il faut aborder son étude écologique.

- "Instruments de mesure des principales composantes climatiques".
(J.L. Monteith)

L'auteur établit une distinction importante entre les instruments :

- qui mesurent une propriété spécifique quelconque de l'atmosphère (ex : thermomètres, hygromètres...)
- qui évaluent une propriété déterminée en partie par ces composantes climatiques (ex : bacs d'évaporation, Evaporimètres Piche...). Ces derniers n'ont qu'un usage limité malgré qu'ils soient communément utilisés en climatologie.

INSTRUMENTS FOR MEASURING WEATHER (TABLEAU I)

	RADIATION	TEMPERATURE	HUMIDITY	WIND
EXPERIMENTAL WORK (Special observation, high precision)	a) Solarimeter (Kipp, Eppley) b) Net Radiometer (Swissteco) c) Pyrheliometer d) Spectral radio- meter.	a) <u>Ventilated</u> thermocouple resistance thermometers thermistors quartz crystal thermometers b) Infra-rad thermometer.	a) <u>Ventilated</u> psychrometer sensors as temperatura column. b) Infra-res gas analyser. c) Dew-point recorder.	a) Cup anemo- meter pulse type (Rauchfuss) b) Hot wire anemometer c) Sonic anemometer.
CLIMATOLOGICAL STATION FIRST CLASS (Reliability, accuracy)+	a) Solarimeter (Kipp, Eppley) b) Solarigraph [‡] (Robitsch, Casella) c) Sunshine recorder	a) Unventilated glass thermo- meter in screen or soil b) Thermograph	a) Unventilated psychrometer as temperature column	a) Cup counter anemometer (dial type) b) Generator anemometer
CLIMATOLOGICAL STATION SECOND CLASS (Reliability, robustness)+	a) Solarigraph b) Sunshine recorder	a) Glass thermo- meter in screen and soil	a) as above.	a) Cup counter anemometer
CALIBRATION	a) Sub-standard solarimeter: twice a year b) Standard (Angstrom Pyrheliometer) every 2/3 years	a) Laboratory water-baths for experimental work b) Assman psychro- meter for climatological stations.	a) as temperature: also gravi- metric methods b) as temperature	a) in wind tunnel against standard ane- mometer for experimental work b) sub-standard anemometer for climato- logical station

‡ - for comparison with records at second class stations.

+ - nota also measurement of rainfall with recording raingauge (e.g. syphon or tilting bucket type) at first class stations and standard volumetric gauge at second class stations.

Les problèmes que posent l'emploi des instruments en micrométéorologie sont :

difficulté d'obtenir la réponse à un seul élément du climat, d'enregistrer ou d'éliminer les fluctuations dans le temps et dans l'espace, ainsi que l'interférence possible due aux visites des animaux ou de l'homme.

Les mesures essentielles que l'on doit effectuer sont celles des radiations, des températures, de l'humidité, du vent et de la pluviosité.

L'auteur propose une liste d'instruments, suivant la précision des mesures que l'on souhaite obtenir (v. tableau I et la publication suivante) :

"Survey of instruments for micrometeorology"
Ed. by J. L. Monteith
International Biological Programme, Handbook n° 22
Blackwell scientific Publications
7 Marylebone Road LONDON NW1

- "Méthodes et instruments destinés à la mesure des réactions des plantes aux facteurs du climat". (J. L. Monteith)

En comparaison du grand nombre d'instruments qui existent pour mesurer les composantes climatiques, il n'existe que très peu d'appareils capables d'enregistrer les réactions des plantes aux facteurs de l'environnement. De nombreuses méthodes conventionnelles se sont révélées impropres parce qu'elles ne peuvent intégrer ces effets qu'au bout d'un temps trop long ou bien parce qu'elles ne sont pas adaptées à un enregistrement continu.

A l'heure actuelle les mesures suivantes sont communément effectuées :

- 1) Production de matière sèche : par échantillonnage hebdomadaire pour les plantes annuelles, annuel pour les arbres. Mais ne peut fournir aucune information sur les réponses des plantes aux variations climatologiques s'effectuant au cours d'un laps de temps trop court.
- 2) Echanges gazeux (CO_2) : Outre les méthodes micro météorologiques qui permettent d'évaluer la photosynthèse apparente au cours d'une journée, on utilise surtout maintenant l'analyseur à IR ou l'absorption de C^{14} .
- 3) Croissance : le développement d'un couvert peut être évalué par détermination de l'"indice de surface foliaire" (L A I). Si l'on connaît la relation qui lie cette valeur à celle de l'interception lumineuse par le couvert, les variations du L A I peuvent être suivies par enregistrement de la valeur des radiations solaires sous les couronnes.

Le développement des jeunes feuilles et des bourgeons peut être mesuré à l'aide d'auxanomètres, mais pendant de courtes périodes. Cet instrument est peu employé jusqu'à présent.

L'utilisation des dendromètres indique l'accroissement en diamètre des troncs, ainsi que les fluctuations diurnes qui peuvent être dues aux variations du potentiel hydrique.

4) Bilan hydrique :

- Les poromètres qui mesurent la diffusion gazeuse à travers les feuilles peuvent être utilisés pour la mesure de l'ouverture des stomates (Alvim).

- le potentiel hydrique est évalué par pression dans une enceinte close (bombe de Scholander).

- la transpiration, par pesées de plantes en pots ou de fragments. La méthode lysimétrique peut également fournir des données sur plantes entières.

- "Influence du climat sur la croissance et la production en matière sèche".

(J.L. Monteith)

Le taux de production en matière sèche par assimilation photosynthétique dépend d'un certain nombre de facteurs physiques et météorologiques : quantité et qualité des radiations solaires, surface d'assimilation des feuilles actives et réponse à la lumière absorbée, taux d'utilisation des produits d'assimilation : pour la respiration, l'énergie de croissance et le métabolisme cellulaire.

Il existe à ce sujet des formules de calcul utilisant divers composantes énergétiques dont les principales sont :

- la fraction visible de l'énergie solaire incidente absorbée par les feuilles
- le nombre de quanta d'énergie lumineuse nécessaires pour produire une molécule de carbohydrates.
- la fraction d'énergie incidente interceptée par le couvert
- le taux de diffusion de CO_2 dans les cellules assimilatrices des feuilles
- la fraction de produits d'assimilation qui n'est pas utilisée pour la respiration.

- "Bilan hydrique et évapotranspiration" (J.L. Monteith)

Il y a une dizaine d'années, il existait déjà au moins 50 formules pour calculer l'E.T. A l'heure actuelle, ce nombre a probablement doublé. La plupart ne sont que des relations empiriques utilisant un ou plusieurs paramètres climatiques. Celle de Thornthwaite, par ex., sous-estime l'E.T. en climats arides alors qu'elle la sur-estime en milieux humides. La seule valable semble être la formule de Penman, car elle tient compte à la fois de paramètres physiques et biologiques. Pour les études des relations hydriques de la plante, on doit en effet non seulement tenir compte des propriétés physiques de l'atmosphère et du sol, mais leur associer des mesures de résistance à la diffusion des stomates et de potentiel hydrique des feuilles, qui concourent toutes à la détermination du bilan d'eau dans le système sol- plante- air.

- "Relations entre variations climatiques et productivité chez des cacaoyers cultivés au Cameroun" (J. Boyer) - Action conjointe AC VIII IFCC ORSTOM

Les principales fonctions physiologiques qui aboutissent directement à la productivité ont été examinées au Cameroun (2). Dans les conditions de nos observations, la floraison des cacaoyers obéit à un rythme annuel très net qui semble déterminé par l'action conjointe du régime saisonnier des précipitations et de l'intensité du rayonnement solaire. Il est possible que la répartition spatiale de ce dernier facteur dans les couronnes influence l'intensité des floraisons dans les diverses parties de la charpente des arbres. On note en effet 60 à 70 % de fleurs de plus dans les parties les plus exposées des arbres sous ombrage modéré, par rapport aux sujets non ombragés. Par contre, il n'existe aucune différence significative au niveau des troncs.

Bien que de nombreux facteurs concourent à la productivité finale d'un cacaoyer, le taux des nouaisons et de chute par flétrissement physiologique au cours des premières périodes du grossissement des fruits semblent être prépondérants. Il est probable que ces deux importants facteurs soient également influencés par l'action conjointe ou séparée pluviosité - rayonnement solaire. Une interprétation statistique de 4 années d'observations continues est actuellement en cours.

Visites

1) Parcelles d'observations du Service de Physiologie végétale du C.E.P.E.C.

Comme on peut le voir sur les photos 1 à 5, cette parcelle est presque totalement dépourvue d'ombrage naturel. La cime des cacaoyers en effet forme une voûte foliaire continue où les taches de soleil sont peu étendues. Comme dans notre propre dispositif d'observation (3), les mesures micro-climatiques y prennent une grande importance :

- gradient vertical des températures dans la biomasse des cacaoyers, mesuré avec thermocouples et enregistreur Honeywell (photo 2)
- températures du sol et valeur énergétique de la radiation, cette dernière mesurée en permanence au Gun-Bellany (photo 3)

(2) Centre de Recherches de l'IFCC - B.P. 2067 YAOUNDE (Cameroun)

(3) voir BOYER J. café - cacao - thé, XIV, 3, 1970, 189-201.
" " " , XV , 4, 1971, 275-300.

L'activité végétative (chute des feuilles, rythme d'apparition des poussées foliaires) est également mesuré (photos 3 à 5) en utilisation des bacs de recueil des feuilles tombées et un système d'étiquetage des "flushes" (photos 4 et 5). La floraison (comptage des fleurs tombées dans des bâches, (photos 3 et 4) et fructification (cherelle Wilt).

D'autres mesures sont effectuées temporairement :

- ouverture des stomates (poromètres)
- potentiel hydrique (bombe de Scholander)
- croissance en épaisseur des troncs (dendromètres)
- rayonnement sous couvert (luxmètres, solarimètres portatifs à piles LINTRONIC à intégration électronique).

2) Parc météorologique

Situé à proximité immédiate des locaux du CEPEC, il est équipé de tous les instruments utilisés couramment en climatologie, et destinés à la mesure des composantes essentielles : l'intensité et durée du rayonnement solaire (solarimètres Kipp et Zonen à intégrateur électronique), la pluviosité, les températures (atmosphère et sol), l'humidité et le déficit de saturation atmosphériques, le vent et l'évaporation.

Le service de Physiologie végétale dispose donc d'une gamme complète de données générales pour ses études écologiques, auxquelles s'ajoutent les mesures micro-climatiques effectuées dans les parcelles expérimentales mises à sa disposition.

3) Ecole Pratique d'Agriculture (EMARC) et Station Expérimentale d'Uruçua.

La création de l'EMARC date de 1965 (1) et permet à la CEPLAC de former des cadres agricoles d'un niveau intermédiaire (Moniteurs, Assistants et Conducteurs de Travaux) capables d'apporter une aide technique aux agriculteurs de la zone cacaoyère.

Leur travail s'effectue suivant un programme qui s'intègre aux thèmes de recherche du CEPEC. Jusqu'en 1970, 133 techniciens d'Agriculture et 56 Assistants de plantation ont été diplômés par l'Ecole. Certains d'entre eux peuvent même accéder au niveau universitaire.

La Station Expérimentale d'Uruçua, qui fait partie intégrante de l'Ecole, dispose de nombreuses parcelles de démonstrations, collections botaniques, essais clonaux, champs semenciers (photo 7), techniques culturales diverses, horticulture, cultures vivrières. Elle comporte en outre une ferme d'élevage et un département de zootechnie.

(1) voir en Annexe I l'organisation de la CEPLAC.

B - Seconde partie : Ecologie tropicale (19-22 Juin).

Au cours de ce Séminaire, divers problèmes écologiques propres à l'Amérique latine tropicale ont été étudiés. Ces recherches doivent normalement servir de base à la mise en valeur de certaines ressources naturelles encore peu exploitées. L'attention générale semble surtout se porter vers l'immense Amazonie, dont la prospection se poursuit activement depuis la mise en chantier d'une route transcontinentale de 5000 kms qui la traversera d'Est en Ouest. Nous évoquerons succinctement quelques questions susceptibles d'intérêt pour nos propres recherches. Une partie du temps consacré à ce Séminaire a en effet été mis à profit pour examiner certains problèmes et aspects de la cacaoculture au Brésil (V. Annexe II).

Exposé succinct de quelques travaux de recherche

- "Phénologie de quelques espèces de la flore amazonienne".

"Le facteur lumière, élément de base de la croissance des arbres de la forêt amazonienne" (V. Campbell de Araùjo INPA, Manaus).

Dans le premier travail qui a débuté en 1962, l'auteur a sélectionné près de 70 espèces dont 21 présentent une valeur économique certaine. Les mesures comparatives de croissance et taux de mortalité de ces dernières ont montré qu'un développement optimum était obtenu, dans la majorité des cas, par éclaircissement et même suppression de l'ombrage naturel.

- "Fertilité des sols du bassin de l'Amazone".

(I.C. Falesi, IPEAN, Belem)

L'auteur décrit de nombreux types de sols que l'on retrouve dans presque toutes les régions tropicales du globe, et dont la fragilité réside surtout dans leur pauvreté en humus et éléments fins.

Ils offrent en général les carences classiques des sols tropicaux, celle en phosphore étant la plus marquée. La déforestation brutale entraîne souvent une podzolisation et latéritisation par lessivage des horizons supérieurs.

- "Cycle du calcium dans les eaux naturelles en Amazonie"

(W.L.F. Brinkmann, INPA, Manaus)

Dans les eaux de la région tertiaire de Manaus, la principale source de calcium est constituée par la végétation. Cet élément provient principalement du pluvio-lessivage des couronnes et de la décomposition des litières. Il n'existe par conséquent en quantités notables que dans un cycle fermé d'absorption, accumulation et restitution par lessivage et décomposition.

- "Périodicité de la croissance végétative des coffea Arabica L".

(R.S. Barros, Univ. de Sergipe, Brésil)

Les principaux facteurs de contrôle en milieux tropicaux sont la pluviosité et la température atmosphérique. L'action de la photopériode n'est pas aussi prononcée qu'en milieu tempéré. Mais l'importance relative de ces facteurs dépend des régions de culture et de leurs caractéristiques climatiques saisonnières. Leur action doit essentiellement porter sur des modifications de perméabilité cellulaire qui déterminent le phénomène de croissance.

Utilisation sur le terrain de quelques techniques de mesures écologiques.

Au cours d'une journée-type, comportant une alternance insolation-nébulosité, nous avons effectué quelques mesures dans une parcelle expérimentale de la station d'Uruçua, à l'aide de quelques appareils utilisés par le Service de Physiologie végétale du CEPEC.

1) Mesures micro-climatiques.

Elles ont surtout porté sur des mesures de radiations solaires à l'aide du solarimètre portatif à piles LINTRONIC (anglais). Cet appareil très pratique, peu encombrant et d'utilisation aisée, nous a permis d'examiner comparativement les valeurs obtenues sous couvert de cacaoyers âgés avec celles données par un luxmètre. C'est ainsi qu'au niveau du sol et en période ensoleillée on enregistre 13 % environ (4) du Rayonnement énergétique, les valeurs moyennes données par le luxmètre n'étant que de 3,5 %. Par temps nuageux, les valeurs se réduisent à 5,8 % (LINTRONIC) contre 2 % au luxmètre.

Ceci montre donc l'importance des radiations rouges et IR et l'inconvénient majeur du luxmètre qui n'est pas sensible à cette importante bande du spectre solaire.

2) Mesures éco-physiologiques.

Des mesures parallèles de bilan hydrique ont été effectuées :

- ouverture des stomates (comparaison des méthodes porométriques et d'infiltration)
- potentiel hydrique (par pression dans l'enceinte close de la bombe de Scholander). L'utilisation d'un dendromètre nous a également permis d'enregistrer les fluctuations diamétrales d'un tronc, dues aux variations du potentiel hydrique au cours de la journée.

(4) par rapport aux valeurs recueillies en station découverte.

Visite de quelques plantations de cacaoyers de la région d'Itabuna, et de la Station
Expérimentale de Juçari.

Ces visites ont eu pour but d'illustrer, à l'aide d'exemples précis, l'action entreprise sous l'égide de la CEPLAC en matière de cacaoculture, à savoir :

- régénération des vieilles plantations,
- réduction d'un ombrage excessif,
- création de jeunes plantations avec absence totale d'ombrage naturel et application d'une fumure minérale adéquate
- aménagement de dispositifs rationnels de préparation du cacao marchand : cuves de fermentation, aires pour le séchage naturel ou artificiel des fèves.

Les informations recueillies à ce sujet sont exposées en Annexe II.

ANNEXE I

CEPLAC : Définition, buts, organisation.

La "Commission Exécutive pour le rétablissement économique de la cacaoculture" est une organisation gouvernementale chargée du développement de l'Agriculture dans les régions productrices de cacao au Brésil (5). Ses attributions s'étendent donc aussi bien aux domaines techniques (Recherche, vulgarisation), sociaux-économiques (modernisation des structures traditionnelles, commercialisation des produits) et financiers (crédits). Créée le 20/2/57 par Décret fédéral n° 40987, la CEPLAC n'intervenait au début, par l'intermédiaire d'un département de crédits et aides financières (DECRI), que pour améliorer la condition, alors très basse dans l'ensemble, des planteurs de cacao. A partir de 1963, l'action de cet organisme entre dans une phase nouvelle avec la création du Centre de Recherches du Cacaoyer (CEPEC), puis en 1964 d'un département d'aide technique et vulgarisation (DEPEX). En 1965, elle absorbe la vieille Station-Expérimentale d'Agua Preta, administrée alors par l'Institut du Cacao de l'Etat de Bahia, qui devient l'Ecole Pratique d'Agriculture d'Uruçua (EMARC).

Le budget de la CEPLAC est essentiellement financé par une taxe voisine de 10,5 % de la valeur du cacao exporté, payée par les producteurs 15 % sur les fèves brutes et 5 % pour les produits fabriqués).

Actuellement, elle emploie 174 cadres supérieurs, Ingénieurs, Docteurs et Gradués d'Université, soit : 70 pour la Recherche, 76 pour les services de vulgarisation, 9 ayant tâche d'Enseignants et 19 dans les Services techniques et administratifs divers. En outre, elle reçoit l'aide de Techniciens et Chercheurs de l'Institut Inter-Américain des Sciences Agricoles (IIAS) et de l'Institut Américain de Recherches cacaoyères (ACRI).

Problèmes actuels.

Les premiers résultats des travaux effectués par le CEPEC montrent que les facteurs suivants sont responsables de la basse productivité de la majorité des exploitations cacaoyères :

- plantations trop âgées : sur 450 000 ha occupés par le cacaoyer dans l'Etat de Bahia 250 000 sont plantés d'arbres âgés de plus de 50 ans. Parmi ceux-ci, 60 % ne sont plus économiquement rentables. Un programme de régénération a été mis sur pied depuis quelques années (V. Annexe II).

(5) voir : "quelques aspects de la cacaoculture au Brésil en 1970" par R.A. Muller
Rapp. d'Inform. Diffusion Int^{re} IFCC

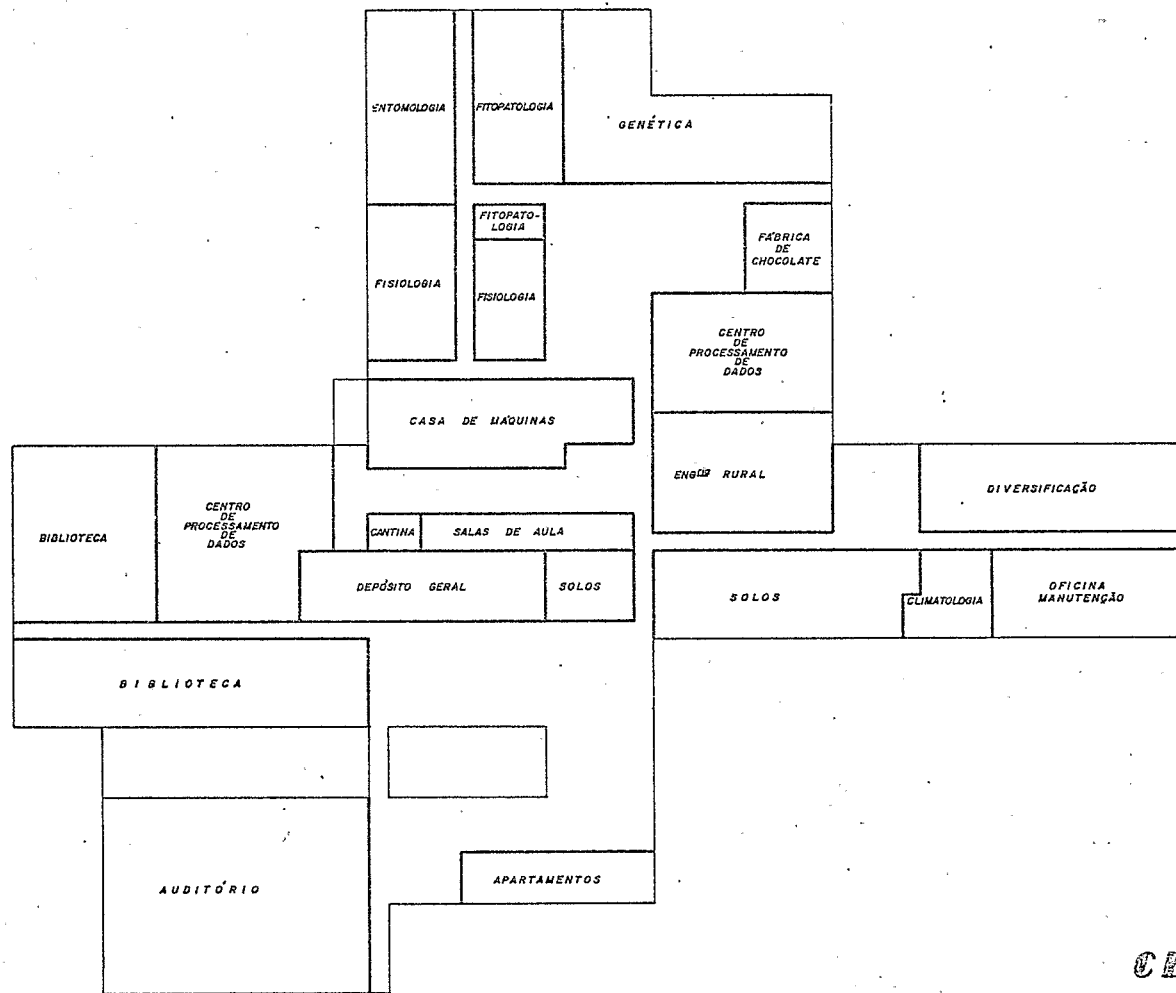


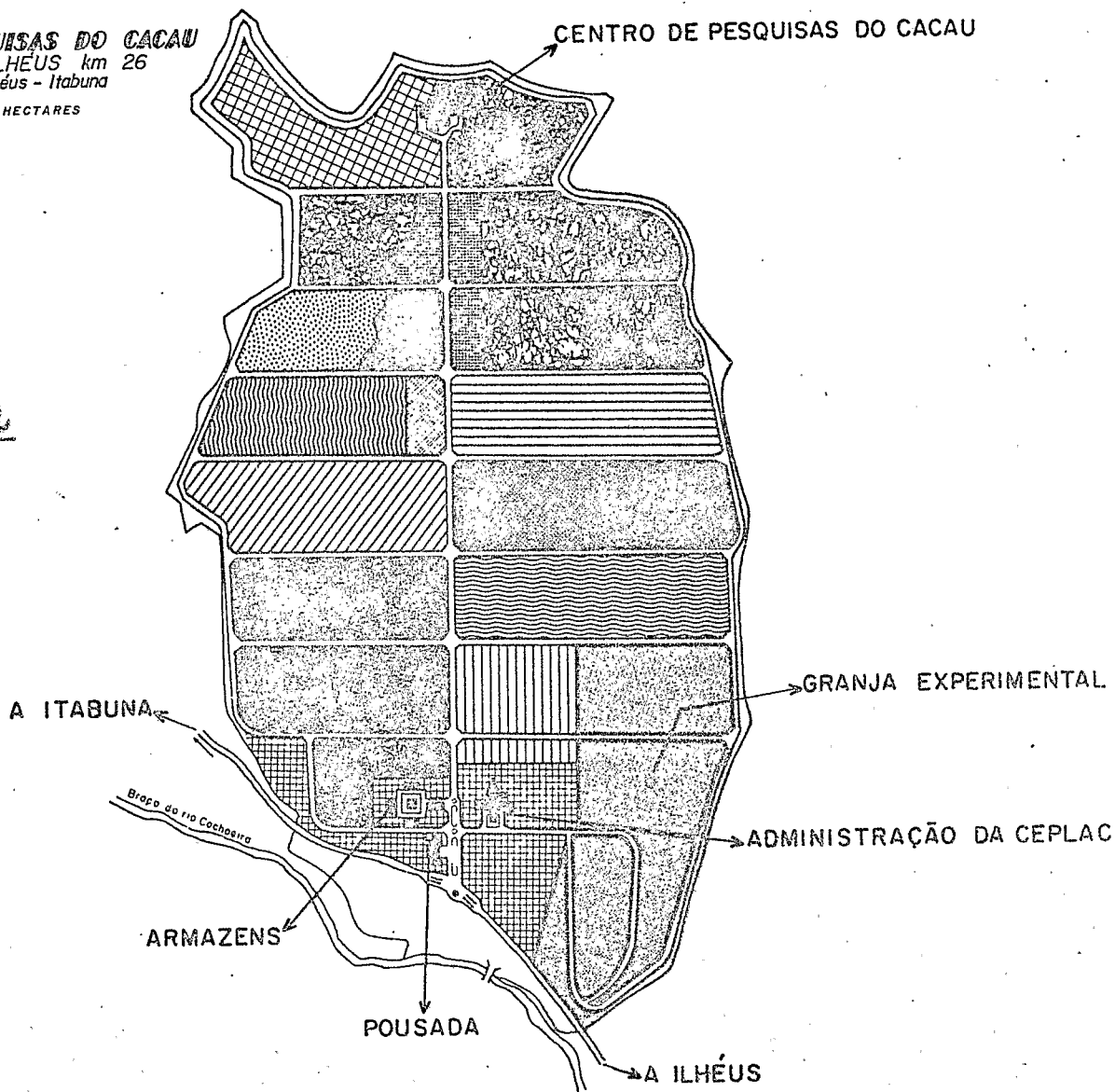
fig-3















CEPEC
 PAVIMENTO INFERIOR
 ÁREA CONSTRUÍDA C/ 7563m²

CENTRO DE PESQUISAS DO CACAU
 MUNICÍPIO DE ILHÉUS km 26
 Da Rodovia Ilhéus - Itabuna
 ÁREA - 761 HECTARES

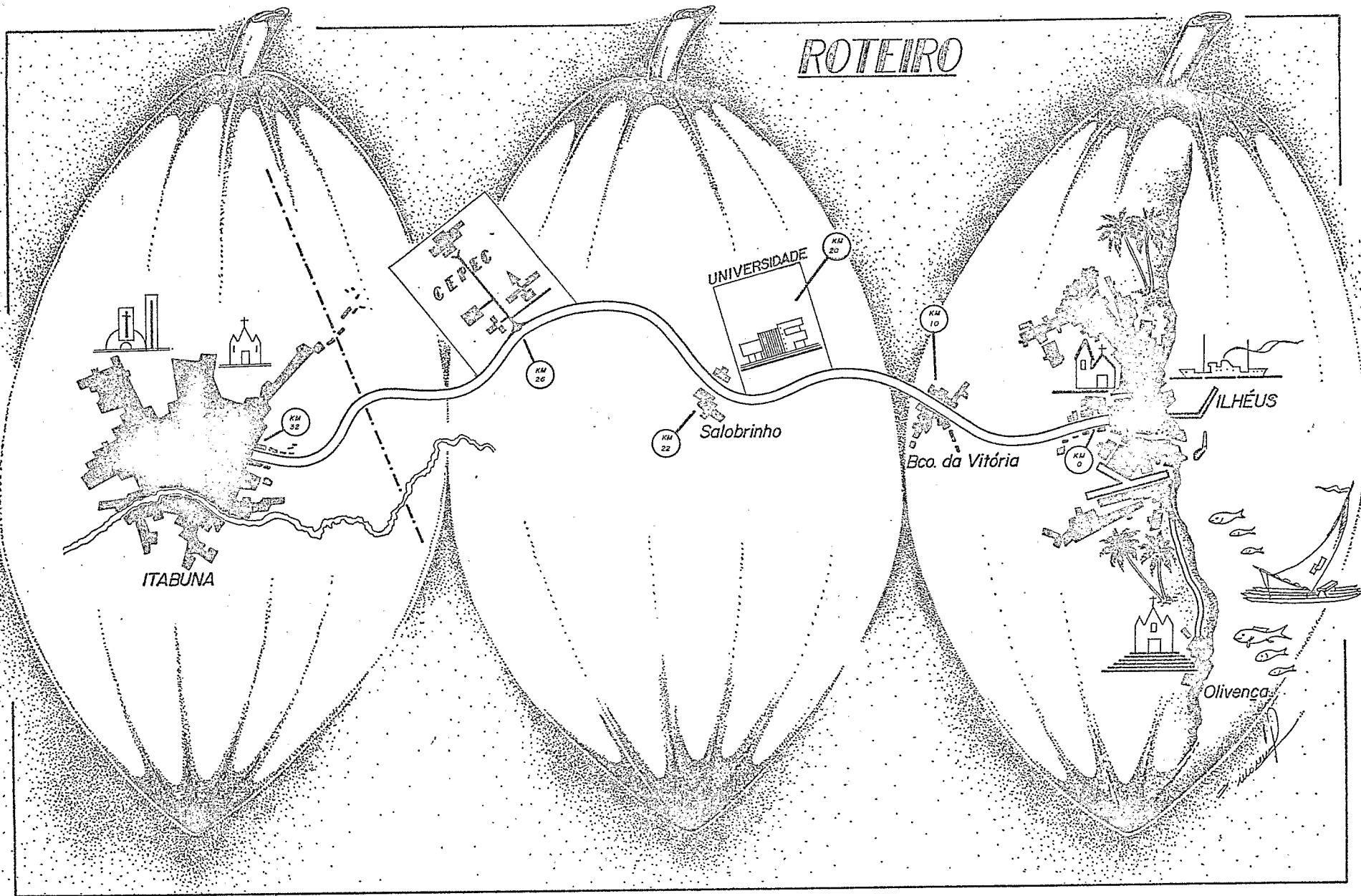
CENTRO DE PESQUISAS DO CACAU

Fig. 2



- | | | | |
|---|--|---|--|
|  | FITOPATOLOGIA (Campos de provas fitopatogênicas) |  | PARQUES E JARDINS |
|  | FISIOLOGIA VEGETAL (Ensaio diversos sôbre Ecologia e Fisiologia do cacau) |  | PASTAGENS |
|  | GENÉTICA (Ensaio de densidade e híbridos de cacau) |  | RESERVA BOTÂNICA |
|  | DIVERSIFICAÇÃO DE CULTIVOS (Arroz, milho, feijão, mandioca, soja etc.) |  | EXPERIMENTOS DIVERSOS (Jardim Clonal) |
|  | ENTOMOLOGIA (Campos de pesquisas entomológicas) |  | ECONOMIA (Fazenda Unitária) |
|  | GENÉTICA (Campos de produção de sementes híbridas de cacau) |  | ÁREAS DE PRODUÇÃO COMERCIAL DO CACAU |
| | |  | DIVERSIFICAÇÃO DE CULTIVOS |
| | |  | ÁREAS DE RENOVAÇÃO |

ROTEIRO



lira

- ombrage naturel excessif : dans les plantations de Bahia, le nombre moyen d'arbres d'ombrage est d'environ 80 à l'ha, ce qui est considéré comme excessif. La suppression de 40 à 50 sujets a augmenté la production qui, dans certains cas, a pu doubler, et réduit les attaques de la pourriture brune.
- déficiences minérales : 90 % des sols plantés sont déficients en phosphore, 40 à 50 % en azote et potasse. L'application d'engrais, associée à la réduction de l'ombrage naturel, a considérablement augmenté les rendements (5).
- attaques parasitaires : des pertes de 20 à 25 % de la production, dues aux attaques de la pourriture brune, peuvent être évitées par l'adoption de mesures phytosanitaires. (5).
- Les autres objectifs sont d'ordre technologiques, et visent à améliorer la qualité marchande des fèves (fermentation, séchage).

Le Centre de Recherches du Cacaoyer (CEPEC)

Fondé le 27/12/62, il n'entre en fonction qu'en Juin de l'année suivante. Il occupe une surface de 761 ha, au km 26 de la route Ilhéus-Itabuna (fig. 1), qui inclue des champs expérimentaux, cultures, réserves forestières, ainsi qu'une ferme expérimentale de 80 ha (fig. 2). Le but essentiel de ses recherches est l'augmentation de la production du cacaoyer par la mise au point de pratiques culturales adéquates et réduction des prix de revient par unité de surface cultivée.

Les laboratoires comportent un vaste ensemble moderne (photo 8) dont l'inauguration a été effectuée du 5 au 10/6/72), qui occupe une surface de 7563 m² (fig. 3). Ils comportent 17 Divisions spécialisées groupées en 3 Départements de recherches :

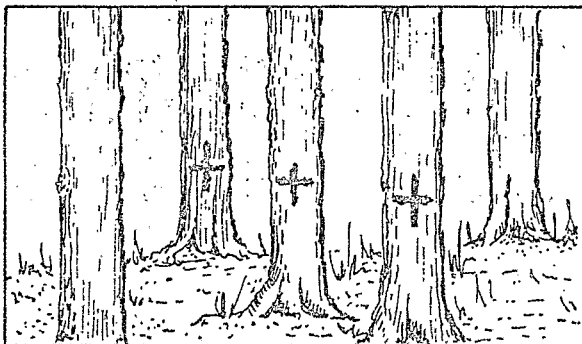
- 1) Sciences biologiques : Botanique, Génétique, Physiologie végétale, Phytopathologie, Entomologie et Techniques Culturelles.
- 2) Sciences physiques : Pédologie, Fertilité des Sols, Physique des Sols, Cartographie, Géologie, Technologie, Climatologie et Génie rural.
- 3) Sciences sociales : Economie Rurale, Sociologie et Etudes socio-économiques.

L'expérimentation est conduite aussi bien dans les parcelles intégrées au Centre que dans les fermes ou les Stations Expérimentales suivantes : Uruçua; Juçari, Réconcavo, Belmonte, Una (Etat de Bahia), Linhares (Espírito Santo), Belem (Para) et Manaus (Amazonie). Les résultats obtenus servent de base à l'action du DEPEX (vulgarisation).

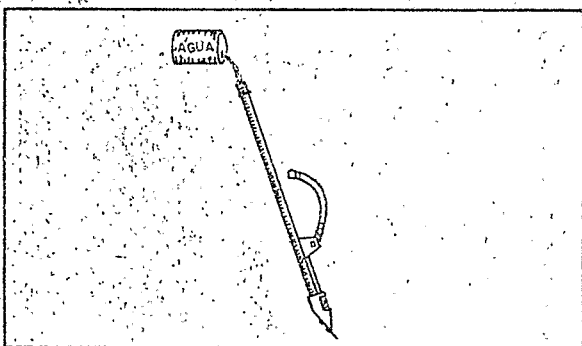
Le Centre dispose dans ses nouveaux locaux d'un équipement très moderne et d'un appareillage qui semble bien adapté à ses besoins. Des services satellites sont annexés à ce centre : documentation (bibliothèque), Mécanographie (calculs, programmation). Une micro-usine est en cours de construction pour la fabrication du chocolat et de la gelée de cacao.

Le Service de Physiologie végétale : comprend 6 chercheurs et techniciens qualifiés, essentiellement axés sur des problèmes d'Eco-physiologie et de Biochimie. Outre l'excellent équipement dont dispose cette division de recherche, un micro-phytotron vient d'être mis en service pour l'étude des réactions de jeunes plants cultivés en vases de végétation. Un phytotron, qui permettra encore d'élargir le champ d'action est en cours d'aménagement dans les sous-sols.

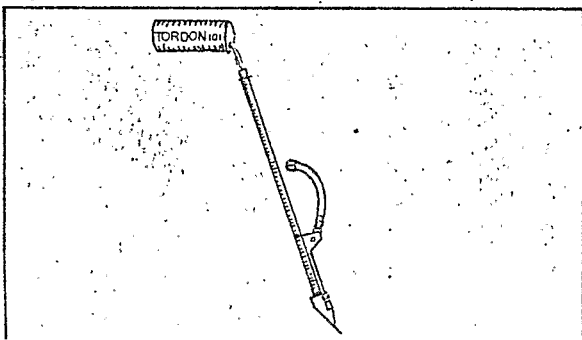
1. Marcar com tinta a óleo as árvores que devem ser eliminadas.



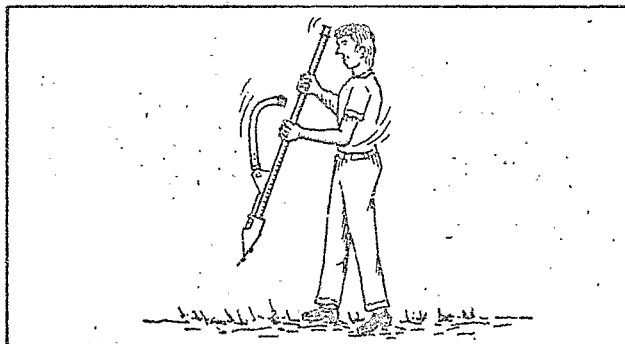
2. Colocar 1 litro de água no interior do injetor.



3. Adicionar 1 litro de arboricida Tordon 101.



4. Agitar vigorosamente o injetor durante alguns segundos, para misturar bem a água com o Tordon 101.



5. Com o injetor, dar um golpe firme no tronco da árvore a uma altura de 30 centímetros acima do solo.



6. Baixar um pouco a parte superior do injetor para abrir o corte feito com a lâmina na casca da árvore.



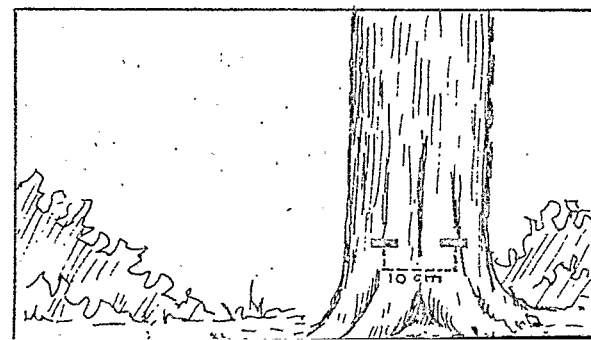
7. Empurrar para baixo a alça do injetor e contar até 3, nesta posição.



8. Retornar a alça do injetor, com um rápido movimento, a posição anterior.



9. Repetir a operação a cada 10 centímetros (centro a centro), contornando todo o tronco da árvore.



ANNEXE II

Examen de quelques problèmes liés à la cacaoculture au Brésil.

Cette question ayant déjà été traitée par R.A. Muller (V. rapport d'inform. 1970), nous nous bornerons à exposer quelques observations qui puissent compléter la documentation dans ce domaine.

- Replantation des cacaoyères trop âgées : Cette action, qui a débuté en 1967, n'a abouti jusqu'à présent qu'à la replantation de 5000 ha sur les 150 000 prévus. A l'heure actuelle, les hybrides à haute productivité sélectionnés à cet effet, sont produits en quantité suffisante pour que l'on puisse prévoir une réalisation complète de ce plan de régénération dans les 10 années à venir. Les principales étapes de cette réhabilitation sont illustrées par les photos 9 à 14 ;

. Tous les arbres d'ombrage naturel sont supprimés par empoisonnement. Le produit utilisé est le Tordon 101 (6), qui se révèle un peu plus efficace que l'arséniate de soude, et surtout, d'un prix de revient 3 fois moins élevé. Les diverses opérations de cette élimination sont illustrées par la notice jointe. L'appareil utilisé est un injecteur américain (7) (JIM - GEM tree injector) de manipulation très aisée. (photos 15 et 16).

. Les jeunes plants de remplacement sont mis en place dans les interlignes (photo 10). Si les vieux cacaoyers couvrent mal le sol, par suite de déséquilibre végétatif, ou s'il y a des manquants, on y adjoint quelques bananiers et érythrines comme ombrage provisoire.

. Au bout de la 1ère année de plantation, les vieux cacaoyers sont élagués (photo 12).

. Un an plus tard, après la 2ème année de plantation, toutes les branches principales des vieux cacaoyers sont coupés (photo 13 et 14). Cette opération n'est effectuée que lorsque les jeunes arbres ont un développement suffisant. L'élaguage progressif doit donc être conduit de façon à ne pas créer de taches de lumière, de façon à éviter une trop forte implantation de la végétation adventice (graminées en particulier).

(6) Sels des acides 2,4 - dichlorophénoxyacétique et 4 - amino - 3, 5, 6 - trichloro-picolinique.

(7) Fournisseur : Forestry suppliers INC - PO BOX 8397
JACKSON - 39202 - Mississippi.

- A la fin de la 3ème année les vieux cacaoyers sont abattus.

Cette action apparaît donc être une des résultantes des travaux entrepris par le CEPEC, dont l'objectif principal est le renouvellement du potentiel productif de la cacaoyère brésilienne.

- Le problème de l'ombrage, qui a déjà été évoqué précédemment (V. chap. "problèmes actuels"), est une des préoccupations majeures du CEPEC, car il est étroitement lié à la productivité. Considéré dans la majorité des cas comme excessif, on a tendance à admettre actuellement que sa suppression se révèle bénéfique, pour peu que l'on sache utiliser un matériel végétal sélectionné et des techniques culturales adéquates (fumure minérale, densité de plantation...). Dans ce but, le CEPEC utilise des parcelles de démonstration chez des planteurs ou dans des Stations Expérimentales contrôlées par la CEPLAC. L'ombrage naturel d'origine peut être totalement supprimé et remplacé temporairement par des bananiers ou une Légumineuse à croissance rapide, *Erythina glauca* (photos 17 et 18). Sur la photo 19, l'ombrage d'érythrine est considéré comme excessif. Dans certains cas, des plantations de plants sélectionnés à haute productivité ont été réalisées à titre expérimental, en l'absence totale d'ombrage, comme le montre la photo 20 (Station de Juçari). L'utilisation d'une forte densité de plantation (2 m x 2 m 50) donne à l'ensemble un aspect homogène et une couverture parfaite du sol (photo 21). Cette dernière vue montre l'excellent aspect végétatif des jeunes arbres âgés de 6 ans environ.

- Un programme de rationalisation des méthodes de séchage des fèves est actuellement en cours de réalisation, par l'intermédiaire de la Division de Technologie du CEPEC. Les crédits et prêts alloués aux planteurs doivent permettre l'aménagement d'aires de séchage rationnelles, comme celles représentées par les photos 22 et 23. Notons également que l'usage du séchage artificiel a tendance à se répandre de plus en plus. Il semble que l'utilisation du gaz naturel comme source de chaleur se révèle économiquement rentable au Brésil. Des études sont en cours.

CONCLUSIONS GENERALES

Au niveau de la Recherche, les études éco-physiologiques des facteurs de productivité des cacaoyers sont, au Brésil comme ailleurs, de toute première importance.

Les difficultés de réalisation d'un tel programme de travail ont été soulignées au cours de ces réunions : choix des facteurs primordiaux impliqués dans l'interaction plante-environnement, choix des instruments de mesure susceptibles de les enregistrer avec précision et exactitude. D'autre part, les réponses des plantes à la grande variabilité climatique au sein d'un biotope sont d'une interprétation complexe, à cause des interférences multiples entre tous les facteurs qui entrent en jeu.

Malgré tout, la recherche systématique des corrélations qui peuvent exister, entre certains phénomènes biologiques et les variables climatiques, fournit des indications précieuses pour étayer des hypothèses relatives à leur mode d'action respectif. Il est donc nécessaire que les observations soient répétées dans le temps sur une succession de phases climatiques, étant donné qu'une corrélation n'établit pas une relation de cause à effet, surtout si elle est effectuée sur un nombre de données insuffisant.

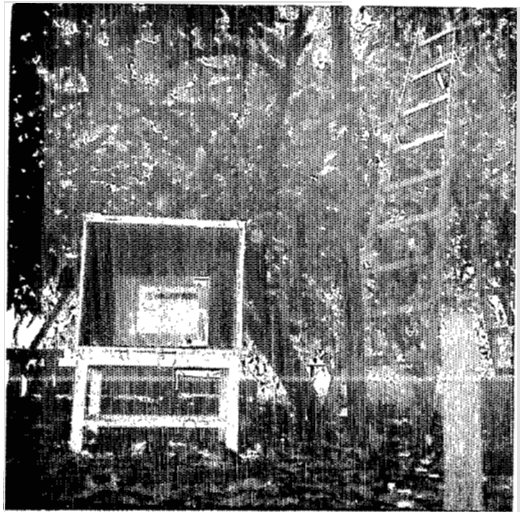
La nécessité d'une certaine coordination entre tous les travaux entrepris dans ce domaine a également été reconnue, de façon à conduire à une normalisation des méthodes de recherche et du mode d'expression des résultats obtenus.

Pour répondre aux objectifs économiques qui constituent le plus souvent le but de ces Recherches Ecologiques en milieu tropical, les Services d'exécution doivent être dotés de moyens matériels suffisants. Au Brésil, l'organisation de la CEPLAC en est un exemple concret.

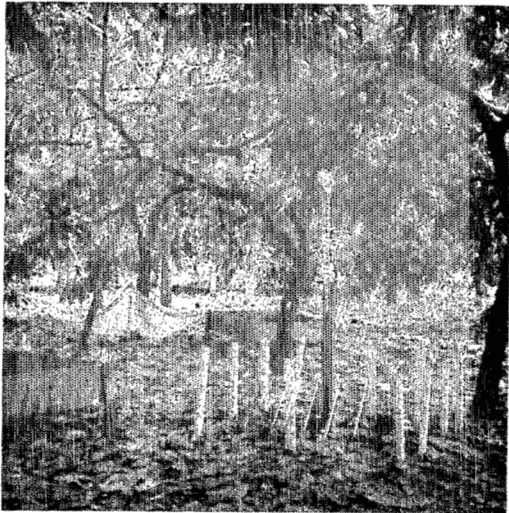
Remerciements : L'auteur tient à exprimer ses remerciements à l'Institut Français du Café-Cacao (IFCC) qui a bien voulu assurer les frais de cette mission au Brésil, ainsi qu'au Dr Paulo de T. Alvim, Directeur du CEPEC, pour l'accueil chaleureux qu'il lui a réservé à Itabuna.



1



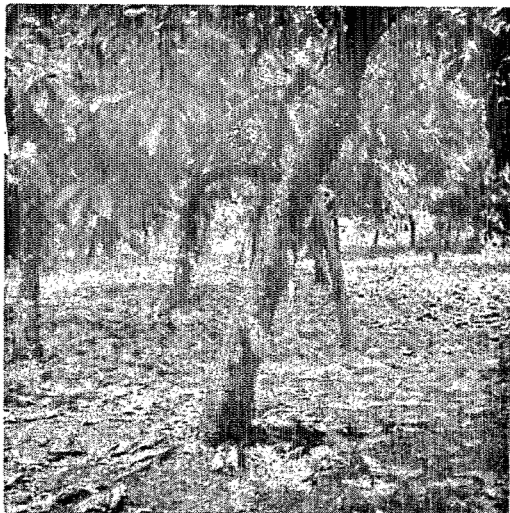
2



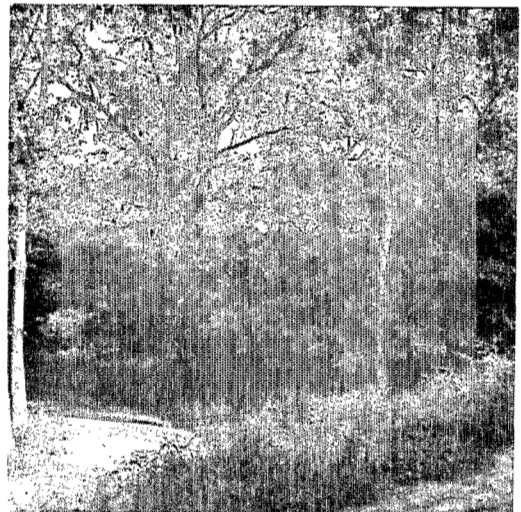
3



4



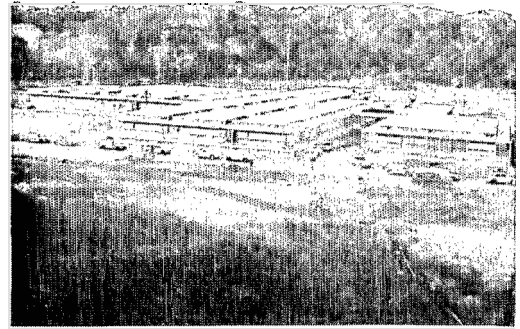
5



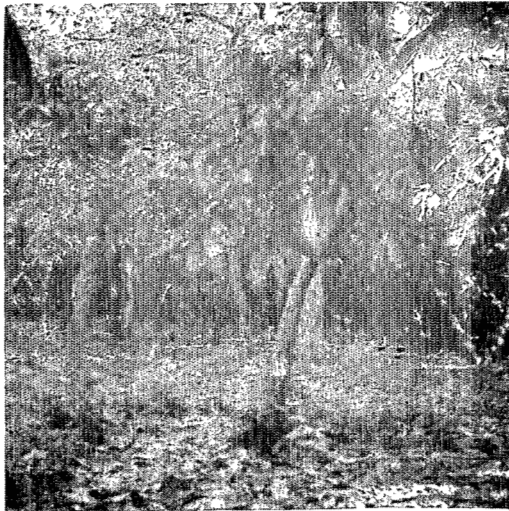
6



7



8



9



10



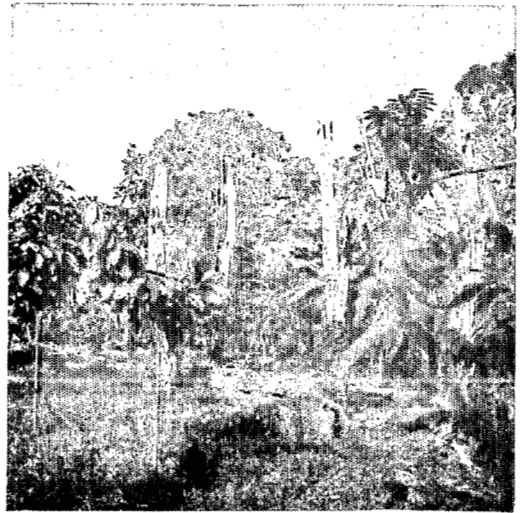
11



12



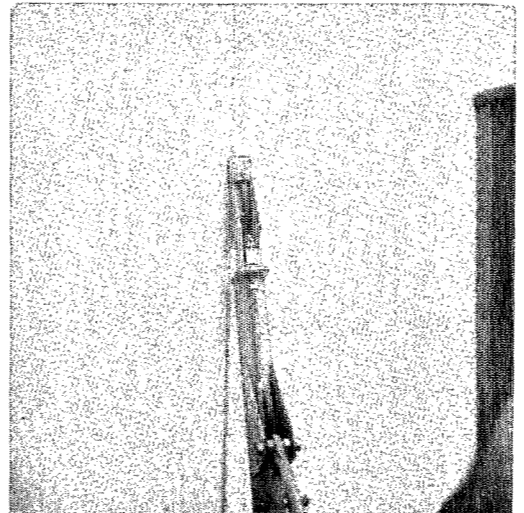
13



14



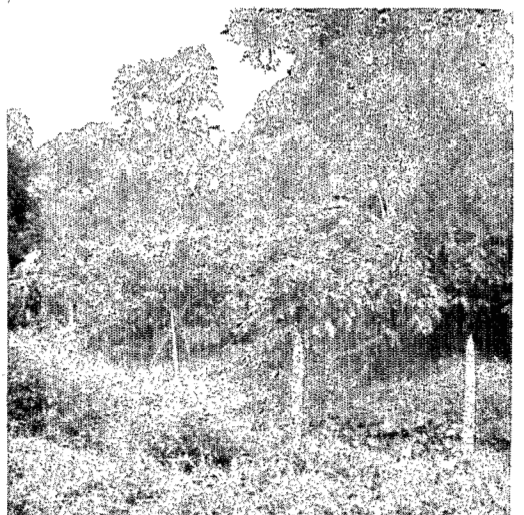
15



16



17



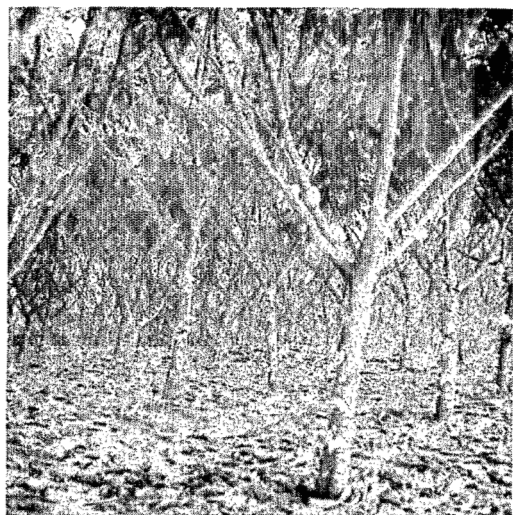
18



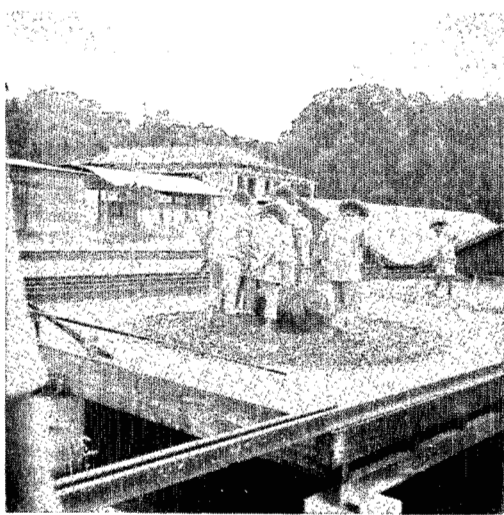
19



20



21



22



23

LEGENDE DES PHOTOS

- 1 - Parcelle expérimentale utilisée en Physiologie végétale. Vue générale.
- 2 - Mesure du gradient vertical des températures atmosphériques à l'aide de thermo-couples et enregistreur HONEYWELL.
- 3 - Mesures des températures dans le sol et de l'énergie des radiations (GUN-BELLANY).
- 4 - Observation des activités végétatives et florales : au premier plan un bac de recueil des feuilles tombées, au fond à gauche un filet tendu pour la récolte des fleurs.
- 5 - Etude des poussées foliaires : étiquetage des "flushes" en observation (étiquettes le long du tronc situé au premier plan, reliées aux rameaux par des fils de nylon).
- 6 - Parcelle expérimentale à la station d'URUÇUCA.
- 7 - Champ Semencier (même Station).
- 8 - Centre de Recherches du Cacaoyer (CEPEC). Vue générale des laboratoires.
- 9 - Vieille cacaoyère à régénérer : les arbres d'ombrage ont été empoisonnés.
- 10 - Les jeunes plants viennent d'être mis en place dans les intrelignes.
- 11 - Jeunes plants âgés de 6 mois. On aperçoit dans le fond des bananiers utilisés comme ombrage provisoire.
- 12 - Un an après replantation : les vieux cacaoyers sont élagués.
- 13 & 14 - Aspect de la cacaoyère à la fin de la 2ème année : toutes les branches principales ont été coupées.
- 15 & 16 - Injecteur de fabrication américaine, utilisé pour empoisonner les arbres.
- 17 & 18 - Parcelles de démonstration où l'ombrage naturel a été supprimé et remplacé temporairement par des bananiers (17) ou des érythrines (18).
- 19 - Parcelle où l'ombrage d'érythrines est considéré comme excessif.
- 20 - Cacaoyers âgés de 6 ans plantés sans ombrage (Station Exp. de Juçari).
- 21 - Vue intérieure sous le couvert de la même plantation.
- 22 & 23 - Aires de séchage naturel des fèves, aménagées par la Division de Technologie du CEPEC.