

FECONDATION—NOUAISSON CHEZ THEOBROMA CACAO L.

par

G. MOSSU
Geneticien I.F.C.C.
Onarest-Cameroun

et

R. LOTODE
Maitre de Recherches Principal ORSTOM
Chef Service Biometrie I.F.C.C.
Onarest-Cameroun

23 JANV. 1985

D. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

N° : 16 512, x1
27

Cote : B

SUMMARY

Over a six month period (March to September) including the long season of natural flowering and fructification of the cocoa tree in Cameroon, a study has been undertaken in order to define the notions of "pollinating capacity" and "recepting capacity to pollen" and to study the influence of phenological and ecological factors at the pollination time on the fecundation and fruit set.

Four self-incompatible clones have been chosen: SNK 10, ICS 40, UPA 134 and IMC 67, this allowing twelve different crossings to be realised.

The study of the fecundation and the fruit set has been done with the twelve crossings. The pollen is called A pollen if taken away at the time of each pollination and B pollen if taken away in the morning to be used later at the three pollination times of the day.

Between A and B pollens, differences are weak. The pollination being well performed, the fruit set is not influenced by the pollen type.

The light intensity has no influence at all, whereas comparatively low temperatures are favourable, but significance only appears when A and B pollens are joined together. The rain is distinctly unfavourable to the pollination success.

The success levels increased with the flowering (1 % threshold) but are not influenced by the actual fruit set.

On the other hand, they drop off with the increasing fructification and significance thresholds are very high, especially the fruit set one.

At last, flushes are unfavourable for the successful fecundation level (1 % threshold) and favourable for the young fruit production (very high threshold).

RÉSUMÉ

Sur une période de six mois (mars à septembre) englobant la grande saison de floraison et de fructification naturelles du cacao au Cameroun, une étude a été entreprise visant à préciser les notions de "pouvoir pollinisateur" et de "pouvoir réceptif au pollen" et à étudier l'influence des facteurs phénologiques et écologiques au moment de la pollinisation sur la fécondation et sur la nouaison.

Quatre clones auto-incompatibles ont été choisis: SNK 10, ICS 40, UPA 134 et IMC 67; ce qui permettait la réalisation de 12 croisements différents.

L'étude de la fécondation et de la nouaison a été réalisée sur les 12 croisements selon que le pollen ait été prélevé au moment de chaque pollinisation (pollen A) ou le matin pour être employé lors des trois passages suivants dans la journée (pollen B). Entre pollen A et B, les différences sont faibles.

La fécondation étant réussie, la nouaison n'est pas influencée par le type de pollen.

La luminosité ne présente aucune influence, les températures relativement basses sont favorables mais la signification n'apparaît qu'en groupant pollen A et B. La pluie est nettement défavorable à la réussite de la pollinisation.

Les taux de réussite augmentent avec l'importance de la floraison (limite 1%) mais ne sont pas influencés par la nouaison existante.

Par contre, ils diminuent avec l'importance croissante de la fructification et les seuils de signification sont alors très élevés, sur tout pour la nouaison.

Enfin, si la présence de flushes, plus particulièrement au stade du débourrement, s'avère également défavorable au taux de fécondation réussies (limite 1 %) elle se révèle très favorable au développement des jeunes fruits néanmoins (limite très haute)

SUMARIO

Un estudio se realizó par definir las nociones de la "capacidad de polinación" y la "capacidad de receptividad del pollen" y también para investigar la influencia de los factores fenológicos y ecológicos al tiempo de polinación en la fecundación y la fruta. El estudio tomo lugar durante seis meses (marzo a septiembre) incluso la larga sazón de flora natural y de fructificación del cacao en Camerún.

seme. conférence internationale sur les recherches
cacaoyères. Ibadan Nigéria. 1-9 septembre
1975

Elegimos cuatro clones autocompatibles: SNK 10, ICS 40, UPA 134 e IMC 67, permitiendo doce cruces distintas a realizar.

El estudio de fecundación y de fruta se realizó con las doce cruces. El polen se llama Polen A si traslado durante cada polinación y polen B si traslado durante la mañana por usado más tarde durante los tres tiempos de polinación del día.

Las diferencias entre los polenes A y B eran floja's. La polinación siendo bien ejecutada, la fruta no ha sido influido por el tipo de polen.

La intensidad de luz no tiene ninguna influencia, aunque temperaturas bajas sean favorables, pero la significación aparece solamente cuando los polenes A y B se adjuntan. La lluvia no es, de ningún modo, favorable al éxito de polinación.

Los niveles de éxito aumentaron con la flora (1% de franco) pero no son influidos por las frutas reales.

En otra parte, dejaron la fructificación aumentando y los umbrales de significado son muy elevados, especialmente los de la fruta.

Finalmente, flujos no son favorables para un buen nivel de fecundación, pero favorables a la producción de frutos jóvenes (trancos muy elevados).

I — INTRODUCTION

LA régénération et l'amélioration variétale des plantations cacaoyères impliquent l'instauration et le bon fonctionnement des programmes de distribution de semences sélectionnées.

Ceci exige, de la part du fournisseur de semences, un contrôle étroit de la production de ses champs semenciers tant au point de vue de la quantité des cabosses qu'il doit fournir qu'à celui de la répartition des distributions.

Pour permettre ce contrôle, on peut envisager, indépendamment des méthodes d'ordre agronomique, une intervention directe sur les fleurs des champs semenciers par la pollinisation artificielle; la pollinisation naturelle paraissant, dans certains cas et pour diverses raisons, insuffisante.

Nous avons voulu, pour notre part, entreprendre dans ce domaine une étude visant à mieux connaître les phénomènes de fécondation et de nouaison dans les conditions de pollinisation artificielle au Sud-Cameroun, sur la Station de Recherches et de Production de Semences sélectionnées de Nkomevone.

Cette étude se proposait d'une part de préciser les notions de "Pouvoir pollinisateur" et de "Pouvoir réceptif au pollen" de la fleur du cacaoyer, et, d'autre part, de déterminer l'influence des facteurs phénologiques et écologiques, au moment de la pollinisation, sur la réussite de la fécondation et de la nouaison.

II — DONNÉES EXPERIMENTALES

Sur une période de six mois (Mars à Septembre 1974), englobant la grande saison de floraison et de fructification naturelle du cacaoyer au Sud-Cameroun, 8.430 pollinisations artificielles ont été réalisées sur quatre clones auto-incompatibles: SNK 10, ICS 40, UPA 134 et IMC 67 (soit 12 croisements différents, y compris les réciproques) disposés en champ d'expérimentation clonale, plantés sans ombrage en 1967.

Ces pollinisations étaient effectuées sur des fleurs fraîchement ouvertes, après isolement du bouton

floral la veille, en quatre passages quotidiens aux environs de 8 heures, 11 heures, 14 heures et 17 heures.

L'aspect phénologique des arbres pollinisés, de même que les données écologiques aisément mesurables, étaient notés sur fiches au moment de chaque opération.

Les variables suivantes ont été relevées:

— Variables explicatives:

- 1.—*La température*: mesurée aux abords immédiats des arbres;
- 2.—*La pluviométrie*: cotée de 1 à 5 sur le terrain;
- 3.—*L'éclairement*: mesuré au niveau de la fleur pollinisée;
- 4.—*La floraison existante*: cotée de 1 à 4;
- 5.—*La nouaison existante*: cotée de 1 à 4;
- 6.—*La fructification existante*: cotée de 1 à 4;
- 7.—*Le flushing*: coté de 1 à 4.

— Variables expliquées:

1.—*La fécondation*:

On estime qu'il y a eu fécondation réussie lorsqu'à la fois l'efficacité du pollen et la réceptivité de la fleur ont conduit à l'état "ovaire gonflé", 3 jours après la pollinisation. La fécondation est cotée "1" lorsque l'ovaire n'est pas gonflé le 3ème jour, "2" lorsque l'ovaire est gonflé.

2.—*La nouaison*:

Il y a eu nouaison lorsque, la fleur ayant été fécondée, l'ensemble des conditions physiologiques et écologiques a permis le développement normal de l'ovaire observé 15 jours après la pollinisation. Le taux de nouaison est donc calculé sur le nombre de fécondations réussies.

La nouaison est cotée "1" quand l'ovaire ayant gonflé est tombé le 15ème jour, "2" quand l'ovaire existe encore ce même jour.

Fécondation et nouaison ont été étudiées sur les 12 croisements selon que le pollen ait été prélevé sur une fleur fraîche au moment de la pollinisation (Pollen A), ou recueilli sur des fleurs coupées lors du premier passage et conservées en tube pour être employées lors des trois passages suivants dans la journée (Pollen B).

ANALYSE DES RESULTATS

A) ETUDE DES POURCENTAGES DE REUSSITE

Les pourcentages de réussite concernant les deux phénomènes étudiés sont donnés dans les tableaux I à VI, par croisement et par passage pour les deux pollens considérés (A et B).

a/ *La fécondation* (Tableaux I, II, III): Du deuxième au quatrième passage, les pourcentages de réussite avec le pollen A sont constamment supérieurs à ceux constatés avec le pollen récolté au premier passage de 3,8 à 4,8 % ce qui est relativement faible surtout au dernier passage (tableau III).

En considérant les résultats obtenus avec les douze croisements comme douze répétitions, on peut comparer les pourcentages moyens par passage après transformation angulaire puisque les effectifs de base sont très voisins à chacun d'eux pour les pollens A et B. Au second passage, la différence de 4,7 % (sur un pourcentage de réussite de l'ordre de 50 %) est significative au seuil 1 %. Aux troisième et quatrième passages, une différence du même ordre ne l'est plus du fait de la présence de résultats nettement contradictoires chez les divers croisements.

Les maxima de réussite s'observent aux deuxième et troisième passages et pour le pollen A, la différence entre les taux des deux premiers est juste significative au seuil 10 %. La chute constatée au quatrième est nettement significative au seuil 1 % pour le pollen A et 2 % pour le pollen B.

b/ *La nouaison* (Tableaux IV, V, VI): Les pourcentages de réussite sont, là aussi, supérieurs avec le pollen A, quel que soit le passage, de 0,9 à 3,2 %, mais cette supériorité n'est pas manifeste.

De même, quoique les maxima de réussite situent aux deuxième et troisième passages, on ne met pas en évidence de différences significatives au cours de la journée.

c/ *Conclusion*: Il apparaît donc, globalement, que le pollen A est toujours plus efficace que le pollen B mais la différence est faible:

—de l'ordre de 4 % pour la fécondation (les moyennes se situant au cours de la journée autour de 50 %). On a toujours observé une viscosité moindre du pollen B issu de fleurs coupées se flétrissant, par rapport à celle du pollen A; ceci peut expliquer, en partie, la différence d'efficacité entre les deux pollens; de 1 à 3 % pour la nouaison (les moyennes se situant autour de 45 %) Différence nettement plus faible tendant à montrer que, la fécondation étant réussie, la nouaison n'est pas influencée par le type de pollen.

Enfin, les maxima de réussite s'observent au milieu de la journée mais on ne met en évidence une chute significative qu'au quatrième passage et pour la fécondation seule. Ceci tend à montrer également que, la fécondation étant réussie, la nouaison n'est pas influencée par l'heure de la pollinisation.

B) INFLUENCE DES DIVERS FACTEURS EXPLICATIFS

Il s'agit, tout en tenant compte des liaisons possibles entre les variables explicatives, de démêler, mesurer et juger la signification de leurs effets sur l'une et l'autre variable expliquée afin de les classer par ordre d'importance.

Une première analyse de régression multiple (programme FORTRAN IV sur IBM 370/155) concernant la nouaison pour le pollen A a été effectuée passage par passage, tous croisements réunis.

La signification des coefficients de régression partielle est donnée dans le tableau ci-dessous:

On constate au dernier passage une chute de la valeur des coefficients de régression partielle accompagnée d'une augmentation importante de la valeur des écarts-type correspondant, entraînant leur non signification (sauf pour le facteur pluie). Par exemple, entre les deux derniers passages, l'évolution des coefficients est la suivante (b):

Dans l'étude de la nouaison pour le pollen prélevé le matin, les tableaux se présentent ainsi:

Variable Passage	Variable							Nombre de données
	1	2	3	4	5	6	7	
1		xx		x		x	xx	1.199
2						xx		1.104
3		x		o			xx	671
4		xx				o		367

o = significatif au seuil 10%, x = au seuil 5 %, xx = au seuil 1 %.

<i>Facteur</i>					
		<i>Pluie</i>	<i>Floraison</i>	<i>Fructification</i>	<i>Flushes</i>
<i>Passage</i>	3ème	-0,0767	0,0528	-0,0302	0,0518
	4ème	-0,1328	0,0056	-0,0003	0,0184
et celui des écarts-type correspondant (sb):					
<i>Facteur</i>					
		<i>Pluie</i>	<i>Floraison</i>	<i>Fructification</i>	<i>Flushes</i>
<i>Passage</i>	3ème	0,3218	0,0282	0,0214	0,0162
	4ème	0,03433	0,0428	0,0389	0,0303
<i>Facteur</i>					
		<i>Pluie</i>	<i>Floraison</i>	<i>Fructification</i>	<i>Flushes</i>
<i>Passage</i>	3ème		0,0525	-0,597	0,0294
	4ème	-0,0839	0,0004	0,0554	0,0090
<i>sb:</i>					
<i>Facteur</i>					
		<i>Pluie</i>	<i>Floraison</i>	<i>Fructification</i>	<i>Flushes</i>
<i>Passage</i>	3ème	0,0358	0,0304	0,0222	0,0205
	4ème	0,0320	0,0430	0,0395	0,0332

Ce fait, constaté par ailleurs quel que soit le pollen et quel que soit le phénomène étudié, ajouté à la chute significative du taux de réussite indique l'intervention de facteurs non contrôlés perturbant l'étude des facteurs explicatifs et nous conduit à abandonner le quatrième passage dans l'étude globale des facteurs. D'autre part, aucune contradiction n'ayant été décelée dans l'action des facteurs au cours des trois premiers passages, ces derniers seront groupés afin d'augmenter le nombre de données et ainsi la précision.

Une seconde analyse de régression multiple a ensuite été effectuée en groupant les trois premiers passages mais par croisement.

Les réactions sont semblables, aucune contradiction n'est relevée. Une étude englobant les douze croisements et les trois passages peut alors être effectuée. Les résultats sont rassemblés dans les tableaux VII (fécondation) et VIII (nouaison).

Pour chaque variable explicative, ont été calculés:

—le coefficient de régression partielle b et son signe;

—le poids B correspondant au coefficient de régression partielle lorsque la distribution des valeurs de chaque facteur est centrée et réduite (transformation $\frac{x-\bar{x}}{s_x}$). Le classement suivant les poids correspond au classement-suitant l'in-

fluence des facteurs. Les poids sont les mesures relatives de la contribution de chaque facteur à la variable expliquée;

—l'écart-type sb ;

—le t de STUDENT ($t = b/sb$). Les significations du t sont données.

On a noté pour chaque analyse la valeur du coefficient de corrélation multiple puis le rapport de la variance expliquée par la régression multiple à la variance résiduelle: ce test F donne la signification du coefficient de corrélation multiple.

Les analyses ont été effectuées pour les deux phénomènes étudiés en séparant les résultats obtenus:

—avec le pollen A;

—avec le pollen B;

—tous polens réunis.

La nouaison retenue est le pourcentage d'ovaires gonflés au 15ème jour calculé à partir du nombre de fécondans réussies (ovaires gonflés au 3ème jour).

a) *La fécondation*: Etudons les facteurs suivant l'importance décroissante des influences observées dans l'étude effectuée tous polens réunis.

Quatre facteurs présentent des poids B voisins:

—*la pluie*: l'influence défavorable est constatée pour le pollen A (seuil 5 %), pour le pollen prélevé au premier passage (seuil 10 %), et d'une façon globale

(seuil 1 %). On peut estimer qu'elle est purement mécanique;

—la floraison: l'influence favorable est constatée dans le même ordre aux seuils 10 %, 1 %, 1 %;

—la fructification: on observe une influence géfavorable pour le pollen A (seuil 1 %) et globalement (1 %). Rien n'apparaît pour le pollen issu du premier passage;

—le flushing: le démarrage du flush influence défavorablement la fécondation aux seuils successifs de 10 %, 1 % et 1 % globalement.

Dans les limites observées de ses variations, la température relativement basse est favorable, mais la signification n'apparaît et à un seuil peu élevé, qu'en groupant pollens A et B afin de bénéficier d'un grand nombre de données

Les facteurs luminosité et nouaison existante ne présentent aucune influence sur la fécondation.

b) La nouaison: L'action des facteurs est beaucoup plus nette.

En premier lieu, la fructification a une influence défavorable très nette quel que soit le pollen (seuil 2 % et 1 %...) et bien entendu globalement à un seuil très élevé.

En second lieu, le flushing présente une influence nettement positive (alors qu'elle était négative dans l'étude de la fécondation). Les seuils de signification successifs sont les suivants: 1 %, 1 % et 1 % globalement.

La pluie ensuite a une action défavorable aux seuils 1 %, 1 % et 1 % o o (globalement).

La floraison présente une influence favorable aux seuils 1 % (pollen A et globalement). Rien n'apparaît avec le pollen prélevé au premier passage.

Les températures relativement basses semblent favorables à la nouaison mais ce n'est pas très net.

Luminosité et nouaison existante n'ont aucune action.

c) Conclusion: Cinq facteurs agissent donc sur les deux phénomènes observés, dans le même sens sauf pour le flushing. Leur poids est constamment plus important dans la nouaison que dans la fécondation, pour les quatre premiers.

L'adjonction du quatrième passage dans les études effectuées avec le pollen prélevé le matin permet d'augmenter relativement nettement le nombre de données qui passe de 3.107 à 3.842 pour l'étude de la fécondation et de 1.620 à 1.957 pour l'étude de la nouaison. L'augmentation de la précision que l'on pourrait espérer est compensée par le fait déjà cité que les données ajoutées ont une influence relativement moins importante (b inférieur) et qu'elles sont plus dispersées (sb supérieur). Les résultats obtenus sont, en conséquence, du même ordre.

Le tableau XI donne les valeurs moyennes des sept variables explicatives pour les quatre passages en distinguant les opérations effectuées avec le pollen A et le pollen prélevé le matin.

En appliquant l'équation de régression multiple, nous obtenons les pourcentages de réussite théoriques suivants (les pourcentages obtenus effectivement sont entre parenthèses). Les pourcentages théoriques pour le quatrième passage sont extrapolés.

FECONDATION

Passage					
		1	2	3	4
Pollen	A	54,8 (54,2)	56,6 (57,1)	58,4 (54,6)	55,6 (49,1)
	B		52,3 (52,4)	52,1 (49,8)	51,2 (45,8)

NOUAISON (sur fécondations réussies)

Passage					
				3	4
Pollen	A	44,4 (43,5)	45,8 (46,1)	47,4 (48,7)	50,1 (44,8)
	B		44,9 (45,5)	46,5 (46)	46,8 (42,2)

L'ajustement est bon pour les deux premiers passages. Un fléchissement (3 %) s'observe au troisième et s'accroît au quatrième (6 %) indiquant une diminution de la capacité du pollen quel que soit le type, et/ ou une diminution du pouvoir réceptif des ovules.

L'ajustement est bon pour les trois premiers passages. Le fléchissement (5 %) n'apparaît qu'au dernier.

IV — CONCLUSIONS GÉNÉRALES

—Il est toujours préférable d'utiliser du pollen prélevé au moment de la pollinisation.

Nous avons, en effet, pu constater que le pollen stocké pour être utilisé tout au long de la journée, perdait plus rapidement son pouvoir d'adhérence sur les stigmates par perte de viscosité. Ce "dessèchement" se manifeste d'ailleurs de manière visible par l'évolution de la coloration des grains allant du blanc très légèrement teinté au jaune foncé au fur et à mesure que la conservation se prolonge.

—Les pollinisations ne doivent pas être entreprises ni trop tôt, ni trop tard dans la journée. Les meilleures heures, dans les conditions du Sud-Cameroun, se situent entre 10 et 14 heures. Il semble qu'il y ait nécessité de "maturation" tant au niveau de la réceptivité des stigmates qu'à celui de l'efficacité du pollen dans la fleur fraîchement ouverte. En effet, dès l'ouverture de la fleur, les cinq stigmates restent étroitement accolés. Il semble que l'action des facteurs écophysologiques de la mi-journée diminue sensiblement la viscosité, favorisant du même coup la disjonction partielle des stigmates qui, tout en conservant une adhérence satisfaisante pour le pollen, offrent ainsi une plus large surface.

En ce qui concerne le pollen, les phénomènes sont semblables. L'anthèse s'effectue très tôt, peut-être même avant l'ouverture du bouton floral. Cependant, aux premières heures de la journée, le pollen, très clair, semble "dur" et reste collé aux sacs polliniques. A ce moment, le frottement de l'étamine sur les stigmates ne montre pas, à l'œil nu, l'abondant dépôt de pollen que l'on pourrait espérer et que l'on observe par contre très nettement en mi-journée. Le pollen est alors devenu une poudre blanchâtre qui adhère aisément.

Plus tard, les sacs polliniques paraissent vides et deviennent plus colorés ainsi que le peu de pollen qu'ils contiennent.

—Toute pollinisation artificielle est déconseillée cas de précipitations atmosphériques (brumes, brouillards et surtout bruine ou pluie franche).

—Les températures les plus basses, dans les limites observées de leurs variations, sont, semble-t-il, favorables à la réussite des pollinisations.

La situation ombragée des fleurs favorise cette condition, mais nous avons montré que l'exposition plus ou moins directe à la lumière solaire n'était pas, en soi, un facteur influent sur la réussite ou sur l'échec des opérations.

—Il importe d'opérer sur des arbres abondamment fleuris. Les taux de réussite augmentent avec l'importance de la floraison.

—Par contre, si l'abondance de fleurs est un élément favorable et si les nouaisons existantes, quel que soit leur nombre, n'influent pas sur les taux de réussite la présence de fruits (chêrelles et cabosses) s'avère défavorable à la fécondation mais surtout très nettement défavorable à la nouaison. L'hypothèse selon laquelle une régulation physiologique intervient ait à l'encontre des nouvelles nouaisons lorsque l'arbre porte déjà un certain nombre de fruits paraît ici très nettement démontrée.

—Enfin, l'expérience montre que la présence de flushs, plus particulièrement au stade du débourrement, s'avère également défavorable au taux de fécondations réussies. Elle se révèle par contre très favorable au développement des jeunes fruits néanmoins obtenus.

Ceci montre que la réceptivité de la fleur, permettant et favorisant l'efficacité du pollen, l'ensemble conduisant à la fécondation, dépend de phénomènes physiologiques différents de ceux qui permettent la nouaison et le développement du fruit. Ces gradients physiologiques paraissant, dans tous les cas, liés aux rythmes alternés de croissance racinaire et de croissance foliaire

Nos observations ont été réalisées, rappelons-le, au moment de chaque pollinisation. Les conclusions que nous en tirons, bien qu'essentiellement pratiques, n'en soulèvent pas moins un certain nombre de questions d'ordre physiologique et pourraient, sous cet aspect, apporter un complément aux travaux de recherche déjà réalisés sur l'étude des facteurs écophysologiques liés à la floraison, la pollinisation et la fructification du cacaoyer.

TABLEAU I

Etude De La Fecondation Suivant Les Passages Pollen A
% de reussite au 3eme jour

<i>passage</i> Croisement	1er <i>passage</i>	2ème <i>passage</i>	3ème <i>passage</i>	4ème <i>passage</i>
1	57,7 (194)	59,8 (194)	55,4 (148)	44,7 (76)
2	61,7 (196)	60 (195)	56,7 (150)	57,3 (82)
3	65 (197)	59,2 (196)	59,3 (150)	54,9 (82)
4	56,6 (182)	62,9 (132)	62,1 (92)	51,8 (54)
5	58,8 (182)	61,8 (136)	54,2 (96)	57,1 (56)
6	67,6 (182)	59,6 (136)	65,3 (98)	57,9 (57)
7	40,6 (170)	48,5 (136)	48,4 (62)	43,7 (48)
8	40,6 (170)	50,7 (136)	48,5 (66)	40 (50)
9	45,3 (170)	49,3 (136)	37,5 (72)	34,6 (52)
10	51,6 (184)	58,6 (174)	56 (84)	46,6 (58)
11	47,3 (184)	54 (176)	60,2 (93)	52,5 (61)
12	57,1 (184)	60,2 (176)	52,1 (94)	48,4 (62)
Moyenne des % Moy. pondérée	54,2 % 54,5 (2195)	57,1 % 57,3 (1923)	54,6 % 55,6 (1205)	49,1 % 49,7 (738)

entre parenthèses == nombre de pollinisations effectuées.

TABLEAU II

Etude De La Fecondation Suivant Les passages Pollen B
% de reussite au 3eme jour

<i>Passage</i> Croisement	2ème <i>passage</i>	3ème <i>passage</i>	4ème <i>passage</i>
1	55,2 (194)	63,4 (142)	42,1 (76)
2	54,9	57 (151)	58,9 (80)
		54,7 (150)	41,5 (82)
	(130)	42,4 (92)	57,4 (54)
		58,7 (92)	46,3 (54)
	55,9 (136)	49 (98)	49,1 (59)
	50 (136)	30 (60)	37,5 (48)
8	50 (136)	45,3 (64)	34 (50)
9	43,4 (136)	36 (72)	34,6 (52)
10	49,3 (174)	53,6 (84)	55,2 (58)
11	48,3 (176)	50,6 (89)	41,7 (60)
12	49,4 (176)	56,4 (94)	51,6 (62)
Moyenne des % Moyenne pondérée	52,4 % 52,5 (1919)	49,8 % 51,8 (1188)	45,8 % 46,3 (735)

TABLEAU III

Fecondation — Difference Entre Pollens A et B (en %)

Passage Croisement	2ème	3ème	4ème
1	+ 4,6	— 8	+ 2,6
2	+ 5,1	— 0,3	— 1,6
3	+ 1,3	+ 4,7	+ 13,4
4	+ 5,2	+ 19,7	— 5,6
5	+ 5,4	— 4,5	+ 10,8
6	+ 3,7	+ 16,3	+ 8,8
7	— 1,5	+ 18,4	+ 6,2
8	+ 0,7	+ 3,5	+ 6
9	+ 5,9	+ 1,5	0
10	+ 9,3	+ 2,4	— 8,6
11	+ 5,7	+ 9,6	+ 10,8
12	+ 10,8	— 4,3	— 2,2
Moyenne	+ 4,7	+ 4,9	+ 3,4
Différence pondérée	S.*** + 4,8	N.S. + 3,8	N.S. + 3,9

TABLEAU IV

Nouaison Apres Fecondation Reussie — Pollen A
(en %)

Passage Croisement	1	2	3	4
1	47,32 (112)	43,97 (116)	54,88 (82)	41,18 (34)
2	43,80 (122)	44,45 (117)	43,53 (85)	48,5 (47)
3	46,87 (128)	42,24 (116)	40,45 (89)	48,89 (45)
4	55,34 (103)	59,04 (83)	54,39 (58)	67,86 (28)
5	42,99 (108)	51,19 (85)	51,92 (52)	68,75 (32)
6	53,66 (123)	62,96 (81)	60,94 (64)	54,55 (33)
7	33,33 (69)	39,39 (66)	40,00 (30)	23,81 (21)
8	31,88 (69)	47,83 (69)	56,25 (32)	35,00 (20)
9	46,75 (77)	28,36 (69)	40,74 (27)	27,78 (18)
10	45,26 (96)	55,88 (102)	44,68 (47)	37,04 (27)
11	39,08 (87)	40,00 (95)	53,57 (56)	46,87 (32)
12	36,19 (105)	38,68 (107)	42,77 (49)	36,67 (30)
Moyenne des %	43,54	46,16	48,68	44,78
Moyenne pondérée	44,4 (1199)	46,2 (1104)	49 (671)	46,6 (367)

entre parenthèses = nombre de fécondations réussies.

TABLEAU V

Nouaison Apres Fecondation Reussie — Pollen B (en %)

<i>Croisement</i>	<i>Passage</i>	2		4
1		40,19 (107)	46,67 (90)	40,62 (32)
2		48,60 (107)	37,21 (86)	42,55 (47)
3		43,86 (114)	43,90 (82)	50,00 (34)
4		58,67 (75)	69,23 (39)	61,29 (31)
5		58,67 (75)	55,56 (54)	76,00 (25)
6		52,63 (76)	52,08 (48)	55,17 (29)
7		42,65 (68)	27,78 (18)	16,67 (18)
8		33,82 (68)	34,48 (29)	35,29 (22)
9		44,07 (59)	46,15 (26)	27,78 (18)
10		48,81 (84)	46,67 (45)	28,12 (32)
11		44,71 (85)	46,67 (45)	32,00 (25)
12		28,74 (87)	45,28 (53)	40,63 (32)
Moyenne des %		45,45	45,97	42,18
Moyenne pondérée		45,3 (1005)	46,3 (615)	43,4 (345)

entre parenthèses = nombre de fécondations réussies.

TABLEAU VI

Nouaison — Difference Entre Pollens A et B (en %)

<i>Croisement</i>	<i>Passage</i>	2ème	3ème	4ème
1		+ 3,8	+ 8,2	+ 0,6
2		- 4,2	+ 6,3	+ 6,4
3		- 1,6	- 3,5	- 1,1
4		+ 0,4	-14,8	+ 6,6
5		- 7,5	- 3,6	- 7,3
6		+10,3	+ 8,9	- 0,6
7		- 3,3	+12,2	+ 7,1
8		+14,0	+21,8	- 0,3
9		-15,7	- 5,4	0
10		+ 7,1	- 2	+ 8,9
11		- 4,7	+ 6,9	+14,9
12		+ 9,9	- 2,5	- 4
Moyennes		+ 0,7	+ 2,7	+ 2,60
		N.S.	N.S.	N.S.
Différence pondérée		+ 0,9	+ 2,7	+ 3,2

ETUDE DE LA FECONDATION (Ovaire non gonflé versus ovaire gonflé)

Tableau VII

b = coefficient de regression partielle
 sb = écart-type correspondant. $t = |b|/sb$ (student)
 β = coefficient de regression partielle standard.

154

facteurs explicatifs	Temperature	Pluie	Floraison	Nouaison	Fructification	Flushing	Luminosité
qualité du pollen							
pollen frais	$b_1 = -0,00199$	$b_2 = -0,03434$	$b_3 = 0,01728$	$b_4 = 0,01094$	$b_5 = -0,02062$	$b_6 = -0,01379$	$b_7 = 0,00042$
5.323 données	$\beta_1 = -0,0249$	$\beta_2 = -0,0431$	$\beta_3 = 0,0268$	$\beta_4 = 0,0167$	$\beta_5 = -0,0529$	$\beta_6 = -0,0265$	$\beta_7 = 0,0204$
	$sb_1 = 0,00153$	$sb_2 = 0,01350$	$sb_3 = 0,01024$	$sb_4 = 0,01136$	$sb_5 = 0,00655$	$sb_6 = 0,00739$	$sb_7 = 0,00039$
	$t_1 = 1,30$	$t_2 = 2,54$	$t_3 = 1,69$	$t_4 < 1$	$t_5 = 3,15$	$t_6 = 1,87$	$t_7 = 1,08$
	N.S.	S. 5 %	S. 10 %	N.S.	S. 1 %	S. 10 %	N.S.
R = 0,069 Rapport de la variance expliquée par la regression multiple à la variance résiduelle = 3,68 (7/5315 ddl) - (significatif au seuil 1 %) interception à l'origine = 1,6344							
pollen du 1er passage	$b_1 = -0,00184$	$b_2 = -0,03163$	$b_3 = 0,04408$	$b_4 = 0,01808$	$b_5 = -0,00967$	$b_6 = -0,02953$	$b_7 = 0,00029$
3.107 données	$\beta_1 = -0,0197$	$\beta_2 = -0,0373$	$\beta_3 = 0,0671$	$\beta_4 = 0,0291$	$\beta_5 = -0,0247$	$\beta_6 = -0,0605$	$\beta_7 = 0,0108$
	$sb_1 = 0,00206$	$sb_2 = 0,01707$	$sb_3 = 0,01325$	$sb_4 = 0,01506$	$sb_5 = 0,00901$	$sb_6 = 0,00919$	$sb_7 = 0,00057$
	$t_1 < 1$	$t_2 = 1,85$	$t_3 = 3,33$	$t_4 = 1,26$	$t_5 = 1,07$	$t_6 = 3,21$	$t_7 < 1$
	N.S.	S. 10 %	S. 1 %	N.S.	N.S.	S. 1 %	N.S.
R = 0,097 Rapport des variances expliquée et résiduelle = 4,22 (7/3099 ddl) (significatif au seuil 5 %) interception à l'origine = 1,4979							
tous pollens	$b_1 = -0,00270$	$b_2 = -0,03471$	$b_3 = 0,02759$	$b_4 = 0,01371$	$b_5 = -0,01656$	$b_6 = -0,02027$	$b_7 = 0,00025$
8.430 données	$\beta_1 = -0,0334$	$\beta_2 = -0,0430$	$\beta_3 = 0,0425$	$\beta_4 = 0,0210$	$\beta_5 = -0,0424$	$\beta_6 = -0,0403$	$\beta_7 = 0,0115$
	$sb_1 = 0,00120$	$sb_2 = 0,01061$	$sb_3 = 0,00810$	$sb_4 = 0,00907$	$sb_5 = 0,00529$	$sb_6 = 0,00576$	$sb_7 = 0,00031$
	$t_1 = 2,25$	$t_2 = 3,27$	$t_3 = 3,41$	$t_4 = 1,51$	$t_5 = 3,13$	$t_6 = 3,52$	$t_7 < 1$
	S. 5 %	S. 1 %	S. 1 %	N.S.	S. 1 %	S. 1 %	N.S.
R = 0,071 Rapport des variances expliquée et résiduelle = 6,09 (significatif à un seuil très élevé, supérieur à 5 %). interception à l'origine = 1,6189							

Tableau VIII

ETUDE DE LA NOUAISON

(Ovaire gonflé tombe au 15^e jour versus ovaire gonflé existant au 15^e jour).

facteurs explicatifs	Température	Pluie	Floraison	Nouaison	Fructification	Flushing	Luminosité
qualité du pollen							
pollen frais	$b_1 = -0,00233$	$b_2 = -0,04894$	$b_3 = 0,04113$	$b_4 = 0,01035$	$b_5 = -0,03836$	$b_6 = 0,03904$	$b_7 = -0,00024$
	$\beta_1 = -0,0282$	$\beta_2 = -0,0592$	$\beta_3 = 0,0625$	$\beta_4 = 0,0155$	$\beta_5 = -0,0974$	$\beta_6 = 0,0787$	$\beta_7 = -0,0114$
2.974 données	$sb_1 = 0,00207$	$sb_2 = 0,01816$	$sb_3 = 0,01385$	$sb_4 = 0,01517$	$sb_5 = 0,00872$	$sb_6 = 0,00949$	$sb_7 = -0,00050$
	$t_1 = 1,13$	$t_2 = 2,69$	$t_3 = 2,97$	$t_4 = 0,68$	$t_5 = 4,40$	$t_6 = 4,11$	$t_7 < 1$
	N.S.	S. 1 %	S. 1 %	N.S.	S. 2 ‰	S. 1 ‰	N.S.
	R = 0,152	Rapport des variances expliquée et résiduelle = 9,99 (7/2966 ddl) (significatif à un seuil très élevé, supérieur à 5 ‰) interception à l'origine = 1,5074					
pollen du 1er passage	$b_1 = -0,00371$	$b_2 = -0,07646$	$b_3 = 0,02886$	$b_4 = 0,02499$	$b_5 = -0,06064$	$b_6 = 0,03609$	$b_7 = 0,00057$
	$\beta_1 = -0,0385$	$\beta_2 = -0,0839$	$\beta_3 = 0,0427$	$\beta_4 = 0,0382$	$\beta_5 = -0,153$	$\beta_6 = 0,0711$	$\beta_7 = 0,0201$
1.620 données	$sb_1 = 0,00287$	$sb_2 = 0,02484$	$sb_3 = 0,01855$	$sb_4 = 0,02025$	$sb_5 = 0,01240$	$sb_6 = 0,01309$	$sb_7 = 0,00080$
	$t_1 = 1,29$	$t_2 = 3,08$	$t_3 = 1,56$	$t_4 = 1,23$	$t_5 = 4,89$	$t_6 = 2,76$	$t_7 < 1$
	N.S.	S. 1 %	N.S.	N.S.	S. 1 ‰	S. 1 %	N.S.
	R = 0,177	Rapport des variances expliquée et résiduelle = 7,45 (7/1612 ddl) (significatif à un seuil très élevé, supérieur à 5 ‰) interception à l'origine = 1,56697					
tous pollens	$b_1 = -0,00310$	$b_2 = -0,05855$	$b_3 = 0,03655$	$b_4 = 0,01494$	$b_5 = -0,04586$	$b_6 = 0,03770$	$b_7 = -0,00010$
	$\beta_1 = -0,0373$	$\beta_2 = -0,0693$	$\beta_3 = 0,0550$	$\beta_4 = 0,0226$	$\beta_5 = -0,116$	$\beta_6 = 0,0754$	$\beta_7 = -0,0043$
4.594 données	$sb_1 = 0,00165$	$sb_2 = 0,01464$	$sb_3 = 0,01108$	$sb_4 = 0,01211$	$sb_5 = 0,00711$	$sb_6 = 0,00767$	$sb_7 = 0,00042$
	$t_1 = 1,88$	$t_2 = 4$	$t_3 = 3,28$	$t_4 = 1,23$	$t_5 = 6,45$	$t_6 = 4,92$	$t_7 < 1$
	S. 10 %	S. 1 ‰	S. 1 %	N.S.	S. 1 ‰	S. 1 ‰	N.S.
	R = 0,158	Rapport des variances expliquée et résiduelle = 16,7 (7/4586) (significatif à un seuil très élevé, supérieur à 5 ‰) interception à l'origine = 1,5542					

Tableau IX

MOYENNE DES VARIABLES EXPLICATIVES PAR PASSAGE

variable	Température 1	Pluie 2	Flo- raison 3	Nouai- son 4	Fructi- fication 5	Flushes 6	Eclai- rement 7
1 p.A	21,89	1,62	2,76	1,69	2,94	1,65	69,70
1 p.B							
2 p.A	28,84	1,17	2,94	1,83	2,82	1,71	95,74
2 p.B	29,13	1,17	2,96	1,84	2,82	1,71	96,72
3 p.A	33,10	1,24	3,13	1,86	2,42	1,88	98,05
3 p.B	33,15	1,24	3,14	1,87	2,44	1,87	98,53
4 p.A	25,85	1,63	3,26	1,81	2,16	2,14	60,83
4 p.B	25,52	1,64	3,26	1,82	2,17	2,10	61,40

BIBLIOGRAPHIE

- ALVIM P. de T. (1965). Ecophysiology of the Cacao tree. 1ère Conf. Intern. Rech. Agron. Cacaoyères Abidjan.
- ALVIM P. de T., MACHADO, A.D., and VELLO, F. (1972). Physiological responses of Cacao to environmental factors 4ème Conf. Intern. Rech. Cacao Trinidad.
- BESSE, J. (1974). Influence des pollinisations artificielles et de l'emploi de retardants de croissance sur la production du Cacaoyer en Côte d'Ivoire. Etat d'avancement des recherches. I.F.C.C. Côte d'Ivoire.
- BOUHARMONT, J. (1960). Recherches cytologiques sur la fructification et l'incompatibilité chez *Theobroma cacao* L. Publications de l'I.N.E.A.C., Série scientifique.
- BOYER, J. (1970). Influence des régimes hydrique, radiatif et thermique du climat sur l'activité végétative et la floraison de cacaoyers cultivés au Cameroun. Café-Cacao-Thé — Vol XIV — No 3.
- BOYER, J. (1972). Influence des variations spatiales et saisonnières de certains facteurs du micro-climat sur la floraison et la fructification de cacaoyers cultivés au Cameroun. 4ème Conf. Intern. Rech. Cacao Trinidad.
- BOYER, J. (1974). Etude écophysologique du développement de cacaoyers cultivés au Cameroun. Café-Cacao-Thé — Vol. XVIII — No 1.
- BRAUDEAU, J. (1969). Le Cacaoyer Techn. Agr. et Prod. Trop. — Ed. Maisonneuve et Larose Paris.
- COUPRIE, F. (1972). Etude de certains aspects de l'écophysologie du cacaoyer liés à sa productivité en Ouganda. Café-Cacao-Thé — Vol. XVI — No. 1.
- EDWARD, D.F. (1973). Pollination studies on Upper-Amazon cocoa clones in Ghana in relation to the production of hybrid seed. Journal of Horticultural Science — Vol. 48 — No. 3.
- EDWARD, D.F. (1972). The production of Hybrid seed in Ghana. 4ème Conf. Intern. Rech. Cacao Trinidad.
- GNANARATNAM, J.K. (1954). Pollination mechanism of the Cacao flower. Tropical Agriculturist — Avril-Juin.
- SORIA, J. (1969). A preliminary report on experiments of hand pollination and fertilizers in Cacao. 3ème Conf. Intern. Rech. Cacaoyères Accra.

YAOUNDE, LE 5 JUIN 1975

V INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE

IBADAN, NIGERIA

1 — 9 SEPTEMBER, 1975

PROCEEDINGS

V CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES RECHERCHES CACAOYÈRES

IBADAN, NIGERIA

1 — 9 SEPTEMBRE, 1975

PROCEDES

V CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE PESQUISAS EM CACAU

IBADAN, NIGERIA

1 — 9 SETIEMBRE, 1975

PROCEDIMIENTO

Cocoa Research Institute of Nigeria, Ibadan, Nigeria 1977.



W/O 2000

B 16572