

FECONDATION - NOUAISSON CHEZ THEOBROMA CACAO L.

-----oo000oo-----

par

G. MOSSU

Généticien I.F.C.C.
ONAREST-CAMEROUN

et

R. LOTODE

Maître de Recherches Principal ORSTOM
Chef Service Biométrie I.F.C.C.
ONAREST-CAMEROUN

I - INTRODUCTION

=====

La régénération et l'amélioration variétale des plantations cacao-
yères 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 natu-
relle 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 Nkoe-
mvone.

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

II - DONNES 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 qua-
tre clones auto-incompatibles: SNK 10, ICS 40, UPA 134 et IMC 67 (soit 12
croisements différents, y compris les réciproques) disposés en champ d'ex-
périmentation 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 receptivité 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).

.../...

III - 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 se 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 regression 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 regression partielle est donnée dans le tableau ci-dessous :

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

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

On constate au dernier passage une chute de la valeur des coefficients de regression 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) :

Passage \ Facteur	Pluie	Floraison	Fructification	Flushes
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) :

Passage \ Facteur	Pluie	Floraison	Fructification	Flushes
3ème	0,03218	0,0282	0,0214	0,0162
4ème	0,03433	0,0428	0,0389	0,0503

.../...

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

b :

Passage \ Facteur	Pluie	Floraison	Fructification	Flushes
3ème	- 0,0857	0,0525	- 0,0597	0,0294
4ème	- 0,0839	0,0004	0,0554	0,0090

sb :

Passage \ Facteur	Pluie	Floraison	Fructification	Flushes
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 β 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 suivant l'influence 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 pollens réunis.

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

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

Quatre facteurs présentent des poids (3) 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 défavorable 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 ‰ (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 regression 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		Pollen			
		1	2	3	4
A		54,8	56,6	58,4	55,6
		(54,2)	(57,1)	(54,6)	(49,1)
B			52,3	52,1	51,2
			(52,4)	(49,8)	(45,8)

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.

NOUAISON
(sur fécondations réussies)

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

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

IV - CONCLUSIONS GENERALES

=====

- 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'éta mine sur les stigmates ne montre pas, à l'oeil 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 en 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 (chérilles et cabosses) s'avère défavorable à la fécondation mais surtout très nettement défavorable à la nouaison. L'hypothèse selon laquelle une régulation physiologique interviendrait 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 écophysiologiques liés à la floraison, la pollinisation et la fructification du cacaoyer.

* * *

.../...

Tableau I
 ETUDE DE LA FECONDATION SUIVANT LES PASSAGES
 POLLEN A
 % de réussite au 3ème jour

passage Croisement	1er passage	2ème passage	3ème passage	4ème passage
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 %	54,2 %	57,1 %	54,6 %	49,1 %
Moy. pondérée	54,5 (2195)	57,3 (1923)	55,6 (1205)	49,7 (738)

entre parenthèses = nombre de pollinisations effectuées.

Tableau II
 ETUDE DE LA FECONDATION SUIVANT LES PASSAGES
 POLLEN B
 % de réussite au 3ème jour

Passage Croisement	2ème passage	3ème passage	4ème passage
1	55,2 (194)	63,4 (142)	42,1 (76)
2	54,9 (195)	57 (151)	58,9 (80)
3	57,9 (197)	54,7 (150)	41,5 (82)
4	57,7 (130)	42,4 (92)	57,4 (54)
5	56,4 (133)	58,7 (92)	46,3 (54)
6	55,9 (136)	49 (98)	49,1 (59)
7	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 %	52,4 %	49,8 %	45,8 %
Moyenne pondérée	52,5 (1919)	51,8 (1188)	46,3 (735)

.../...

Tableau III

FECONDATION - DIFFERENCE ENTRE POLLENS A ET B
(en %)

Croisement \ Passage	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
	S.***	N.S.	N.S.
Différence pondérée	+ 4,8	+ 3,8	+ 3,9

.../...

Tableau IV

NOUAISSON 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)	48,94 (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 (67)	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

NOUAISSON APRES FECONDATION REUSSIE - POLLEN B

(en %)

Passage	2	3	4
Croisement			
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 %)

Croisement \ Passage	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.

facteurs explicatifs	Température	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	$(\beta_1 = -0,0249$	$(\beta_2 = -0,0431$	$(\beta_3 = 0,0268$	$(\beta_4 = 0,0167$	$(\beta_5 = -0,0529$	$(\beta_6 = -0,0269$	$(\beta_7 = 0,0204$
	$sb_1 = 0,00153$	$sb_2 = 0,01350$	$sb_3 = 0,01024$	$sb_4 = 0,01136$	$sb_5 = 0,00655$	$sb_6 = 0,00739$	$sb_7 = 0,00039$
	$t_1 = 1,30$	$t_2 = 2,54$	$t_3 = 1,69$	$t_4 < 1$	$t_5 = 3,15$	$t_6 = 1,87$	$t_7 = 1,08$
	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	$b_1 = -0,00184$	$b_2 = -0,03163$	$b_3 = 0,04408$	$b_4 = 0,01898$	$b_5 = -0,00967$	$b_6 = -0,02953$	$b_7 = 0,00029$
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

ÉTUDE DE LA NOUAISSON

(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	Tempé- rature	Pluie	Flo- raison	Nouai- son	Fructi- fication	Flushes	Eclai- rement
Passage	1	2	3	4	5	6	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

.../...

B I B L I O G R A P H I E

- ALVIM P. de T. : Ecophysiology of the Cacao tree.
1ère Conf. Intern. Rech. Agron. Cacaoyères
Abidjan - 1965.
- ALVIM P. de T. : Physiological responses of Cacao to environmental
MACHADO A. D. factors.
VELLO F. 4ème Conf. Intern. Rech. Cacao
Trinidad - 1972.
- BESSE J. : Influence des pollinisations artificielles et de
l'emploi de retardants de croissance sur la produc-
tion du Cacaoyer en Côte d'Ivoire. Etat d'avance-
ment des recherches.
I.F.C.C. Côte d'Ivoire - 1974.
- BOUHARMONT J. : Recherches cytologiques sur la fructification et
l'incompatibilité chez Theobroma cacao L.
Publications de l'I.N.E.A.C., Série scientifique -
1960.
- BOYER J. : 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 - N° 3 - 1970.
- BOYER J. : Influence des variations spatiales et saisonnières de
certains facteurs du micro-climat sur la floraison
et la fructification de cacaoyers cultivés au Came-
roun.
4ème Conf. Intern. Rech. Cacao
Trinidad - 1972.
- BOYER J. : Etude écophysiological du développement de cacaoyers
cultivés au Cameroun.
Café-Cacao-Thé - Vol. XVIII - N° 1 - 1974.
- BRAUDEAU J. : Le Cacaoyer
Techn. Agr. et Prod. Trop. - Ed. Maisonneuve et
Larose Paris - 1969.
- COUPRIE F. : Etude de certains aspects de l'écophysiological du
cacaoyer liés à sa productivité en Ouganda.
Café-Cacao-Thé - Vol. XVI - N° 1 - 1972.
- EDWARD D.F. : Pollination studies on Upper-Amazon cocoa clones in
Ghana in relation to the production of hybrid seed.
Journal of Horticultural Science - Vol. 48 - N° 3 -
1973.
- EDWARD D.F. : The production of Hybrid seed in Ghana.
4ème Conf. Intern. Rech. Cacao
Trinidad - 1972.-

- GNANARATNAM J.K. : Pollination mechanism of the Cacao flower.
Tropical Agriculturist - Avril-Juin - 1954.

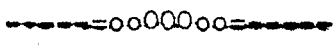
- SORIA J. : A preliminary report on experiments of hand pol-
lination and fertilizers in Cacao.
3ème Conf. Intern. Rech. Cacaoyères
Accra - 1969.-

* *
*

YACOUNDE, LE 5 JUIN 1975



FECONDATION - NOUAISSON CHEZ THEOBROMA CACAO L.



par

G. MOSSU

Généticien I.F.C.C.
ONAREST-CAMEROUN

et

R. LOTODE

Maître de Recherches Principal ORSTOM
Chef Service Biométrie I.F.C.C.
ONAREST-CAMEROUN

14 NOV. 1983

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

N° : 3703

Cote : B

133703

5^e conférence Internationale sur
les Recherches cacaoyères
Ibadan - 1975