

Amélioration génétique de l'ananas.

III - Sélection de nouvelles variétés par utilisation d'un index phénotypique appliqué à l'analyse d'une descendance hybride issue du croisement entre les géniteurs Cayenne et Péroléra.

Chantal CABOT*

PINEAPPLE BREEDING.

III.- Selection of new varieties from Cayenne-Perolera progeny with the use of a phenotypical selection index.

Chantal CABOT

Fruits, Dec. 1989, vol. 44, n° 12 p. 655-667.

ABSTRACT - A particular technique is applied, in Côte d'Ivoire, to the Cayenne-Perolera hybrid selection for improving pineapple quality. First, an elimination step is made on the sexual cycle to discard plants and fruits with defects and bad hereditary characters. Remaining hybrids are more precisely analysed and are given a phenotypical selection index. The best ones are observed for four vegetative cycles with the same method. Then, they are quickly propagated for varietal comparison trials. In conclusion the results with the efficiency of the technique are set forth.

AMELIORATION GENETIQUE DE L'ANANAS.

III.- Sélection de nouvelles variétés par utilisation d'un index phénotypique appliqué à l'analyse d'une descendance hybride issue du croisement entre les géniteurs Cayenne et Péroléra.

Chantal CABOT.

Fruits, Dec. 1989, vol. 44, n° 12, p. 655-667.

RESUME - Ce document présente la méthodologie de sélection adoptée pour l'exploitation des descendance des croisements entre Cayenne et Péroléra pour la création de nouvelles variétés d'ananas en Côte d'Ivoire. Tout d'abord, sur la population issue de la génération sexuée, on pratique une phase d'élimination des fruits présentant des caractères défavorables susceptibles de marquer une descendance clonale. Les hybrides non éliminés sont analysés plus finement et soumis à un index de sélection phénotypique. Les plants retenus sont clonés et soumis à observations éliminatoires et index de sélection durant quatre cycles végétatifs successifs, estimés suffisants pour permettre l'expression de caractères réhibitoires saisonniers, s'ils existent. Les clones dont la sélection est confirmée sont alors multipliés activement pour participer à des tests de comparaisons variétales. Les résultats concernant l'efficacité de cette technique sont exposés.

INTRODUCTION

Cet article constitue un troisième chapitre de l'exposé traitant de la réalisation d'un programme de création variétale en Côte d'Ivoire, déjà présenté dans cette revue sous les intitulés :

I - Considérations préalables aux recherches conduites en Côte d'Ivoire. *Fruits*, oct. 1987, vol. 42, n° 10, p. 567-577.

II - Objectifs du programme de création variétale entrepris en Côte d'Ivoire et techniques utilisées pour sa réalisation. *Fruits*, avr. 1989, vol. 44, n° 4, p. 183-191.

Les objectifs d'amélioration ayant été clairement définis,

les géniteurs étant choisis et les techniques de croisement et de suivi des plantules hybrides étant acquises, une sélection adaptée à la population de forte variabilité créée a été entreprise. Elle prend en compte diverses particularités de la culture de l'ananas et s'appuie sur la connaissance du mode d'expression des caractères agronomiques analysés, dans les conditions écologiques de la Côte d'Ivoire.

DEFINITION D'UN SCHEMA DE SELECTION

Les particularités du cycle de production de l'ananas.

Certains éléments spécifiques de la biologie de l'ananas et des techniques culturales utilisées pour son exploitation, doivent être considérés pour la définition d'une stratégie de sélection :

* - IRFA/CIRAD - B.P. 5035 - 34032 MONTPELLIER CEDEX 01
France

- Le **phénotype d'un clone est sensiblement influencé par son environnement** défini par certaines conditions climatiques, la composition du sol, les fumures utilisées, les attaques parasitaires ou les relations de concurrences qui s'établissent entre les plants. L'étude des clones choisis comme géniteurs a permis de démontrer que l'ensemble de ces facteurs peut agir entre autre sur les rendements et la qualité du fruit.

- La germination d'une graine donne **un plant adulte en 30 mois**. Celui-ci ne produit qu'un seul fruit, une couronne et éventuellement des rejets et des bulbilles qui permettront d'assurer sa reproduction. L'appréciation de l'expression du génotype particulier représenté par la graine ne pourra donc s'effectuer à l'issue du cycle sexué qu'à partir de l'analyse d'un seul fruit. Or de nombreux facteurs externes peuvent modifier à ce niveau l'expression phénotypique du plant. Les sélections doivent donc être confirmées par **l'analyse de plusieurs cycles de reproduction végétative ou un clonage au départ**.

- En contre-partie des deux points précédents, **l'aptitude naturelle de l'ananas à se reproduire végétativement** constitue pour le sélectionneur un avantage certain puisque toute structure hybride jugée intéressante pourra être clonée facilement.

Ces particularités ont été prises en compte pour l'élaboration d'un schéma de sélection adapté à l'amélioration variétale de la plante.

Le schéma de sélection.

Destinée à systématiser le tri de plusieurs milliers d'hybrides produits annuellement, la méthodologie de sélection adoptée se doit d'être précise.

Dans ce contexte, un schéma avait été proposé par COLLINS (1960). Il envisageait des hybridations interspécifiques puis une série de backcross sur l'espèce *A. comosus* pour récupérer les caractéristiques liées à la domestication de l'ananas, complétées par certaines améliorations ponctuelles (texture, taux en sucre, acquisition de facteurs de résistances).

Cependant cette procédure semble peu adaptée à des croisements intra-spécifiques *A. comosus* pour lesquels la majorité de la descendance, bien que très hétérogène, possède déjà une partie des qualités requises pour une production de fruits consommables.

La variabilité observée dans une telle descendance, traduisant une forte hétérozygotie des parents, rend aléatoire le recours à des backcross qui, tout en permettant peut-être d'améliorer un caractère donné, serait susceptible d'en faire perdre plusieurs autres inopinément acquis dans une structure particulière. Chaque cycle sexué prolongeant le cycle de sélection global d'environ 30 mois, on envisagera un tel recours que dans des cas très particuliers et ce, de toute façon en fin de sélection, pour éventuellement tenter d'éliminer ou favoriser un nombre très restreint de caractères.

Le schéma finalement élaboré dans le programme d'amélioration ivoirien exploite les résultats obtenus lors de tra-

voux préliminaires déjà exposés, concernant la stabilité des caractères à travers la propagation végétative. Il est caractérisé par les différentes étapes présentées dans le tableau 1.

Stade d'observation du fruit.

La meilleure période pour observer et trier les hybrides est légèrement avant et pendant la maturité réelle des fruits lorsque leurs défauts ou qualités sont apparentes. Cependant certains rares caractères peuvent être observés avant ce stade.

Ainsi le **caractère épineux** des feuilles peut être noté dès la sortie de serre et permet une élimination d'une partie des plantules de phénotype épineux à un stade précoce, **avant le repiquage en plein champ**. Certaines malformations rares du plant telles que des fasciations de la tige peuvent également être repérées avant le stade de récolte des fruits.

Pour éviter d'obtenir un trop grand nombre de fruits analysables en même temps, les repiquages en champ et les traitements d'induction florale se font de façon échelonnée. Les parcelles d'hybrides sont alors visitées les unes après les autres, chaque matin, pour repérer les fruits mûrs et les observer.

Phase d'élimination (voir photos).

Cette étape consiste à éliminer tous les fruits présentant des **caractères rédhitoires** ou anomalies dont la **transmission par reproduction végétative a été démontrée**. Elle porte sur un nombre limité de phénotypes facilement repérables en champ :

- fruits fasciés,
- fruits présentant plus de deux couronnes ou plus de cinq bulbilles,
- fruits de forme conique,
- fruits à yeux de profil proéminent.

Tous les autres fruits récoltés, présentant un aspect satisfaisant, sont observés plus en détail sur le terrain et analysés en laboratoire.

Analyse et sélection des fruits non éliminés.

Les premières observations portent au champ sur certains caractères agronomiques des plants hybrides retenus. Le caractère «Cayenne lisse», «**piping**» ou **autre phénotype lisse des feuilles** est ainsi noté de même qu'une estimation du **rapport entre le volume du fruit et le développement du plant**, la mesure de la **hauteur du pédoncule fructifère**, sa **tendance à la verse** et le **nombre de rejets** déjà apparents à la récolte.

L'analyse des fruits identifiés se poursuit en laboratoire. Les observations se font en série sur les quelques vingt à cinquante fruits récoltés journallement. La liste détaillée des analyses ainsi effectuées au laboratoire est présentée dans le tableau 2 et la signification des valeurs attribuées aux variables qualitatives figure dans le tableau 3.

Les observations sont transcrites au fur et à mesure de

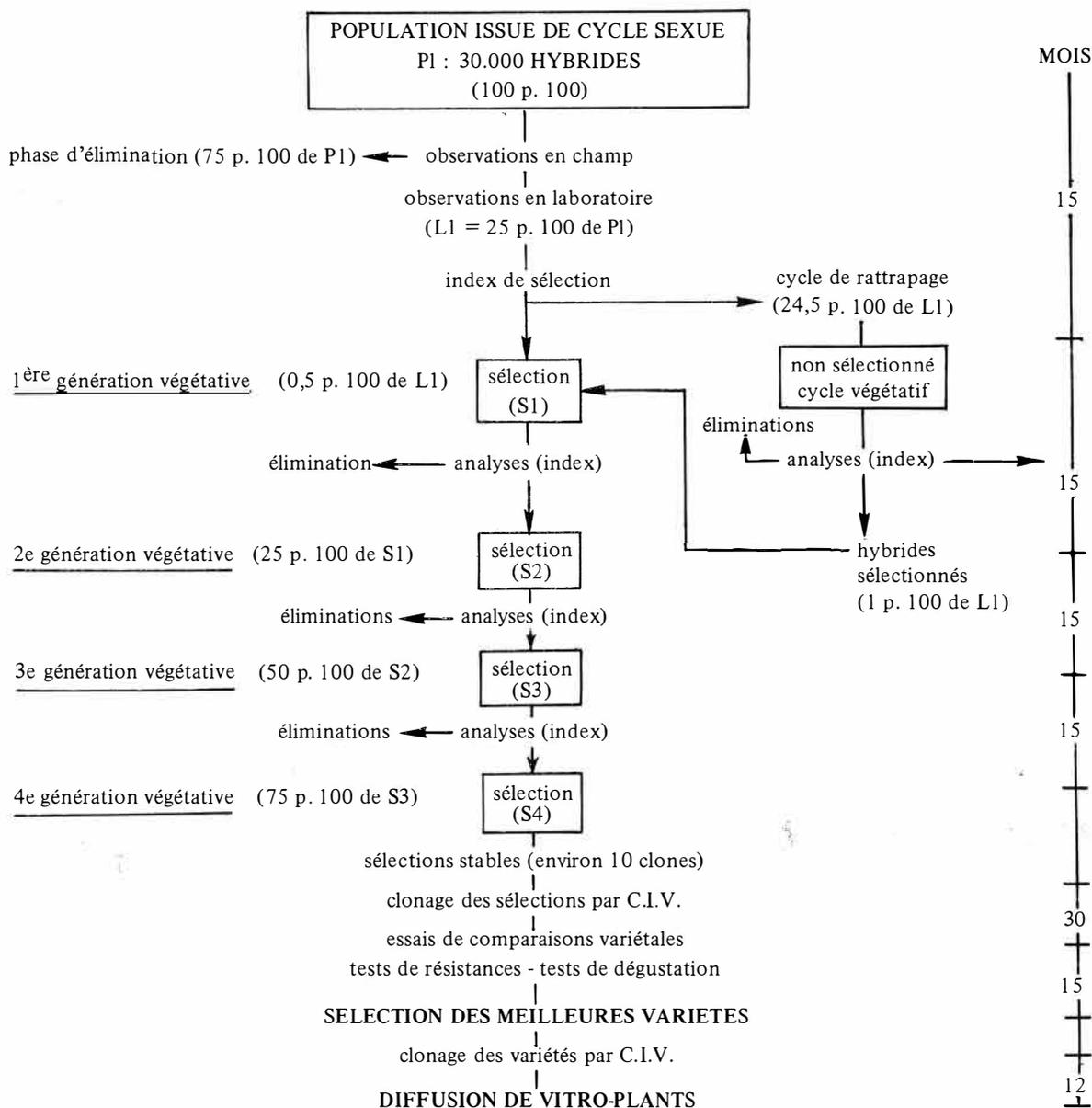


TABLEAU 1 - Schéma de sélection de l'ananas, utilisé en Côte d'Ivoire (les taux de plants sélectionnés proposés sont théoriques).

leur réalisation sur des bordereaux qui ont été élaborés spécifiquement pour l'analyse de ces hybrides.

En fonction des objectifs définis précédemment, certains caractères ont plus d'importance que d'autres. Ils seront plus fortement pondérés lors de l'intégration de l'ensemble des observations et mesures faites pour chacun des hybrides dans le calcul d'une note unique, attribuée par utilisation d'un **index phénotypique de sélection**.

La note obtenue scinde l'ensemble des hybrides analysés en deux lots, l'un constitué par les meilleurs d'entre eux entrant en pré-sélection, l'autre regroupant ceux ayant obtenu une note médiocre. La valeur clé de cette note qui détermine la sélection éventuelle de l'hybride analysé a été placée relativement haut pour dépasser dans la plupart des cas le score que pourrait obtenir à l'issue d'une telle analyse,

un fruit de Cayenne lisse, utilisé comme référence à l'amélioration recherchée.

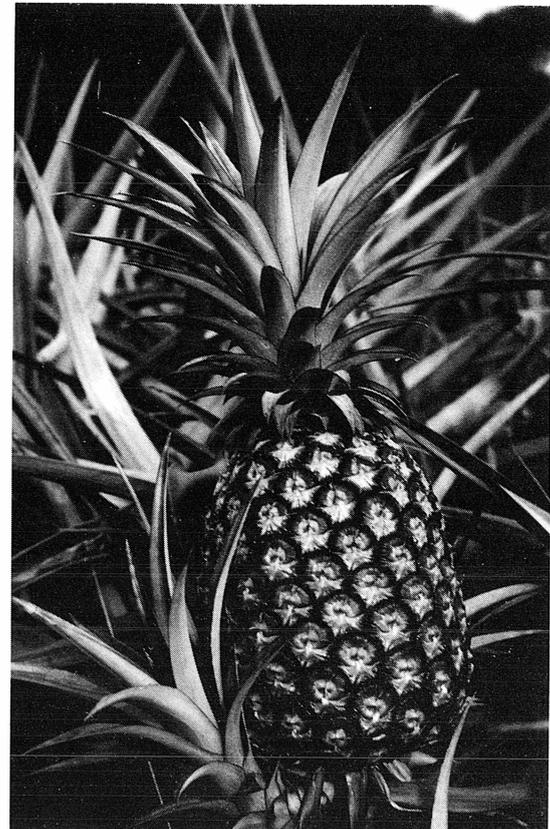
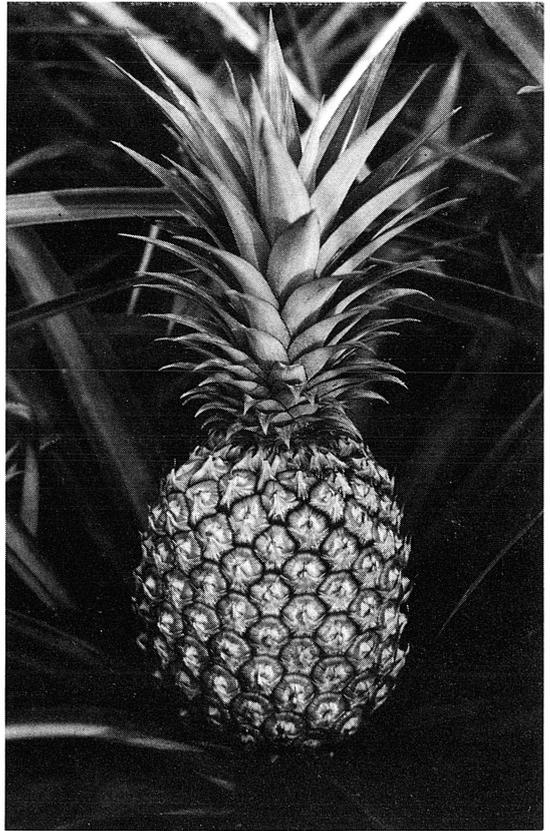
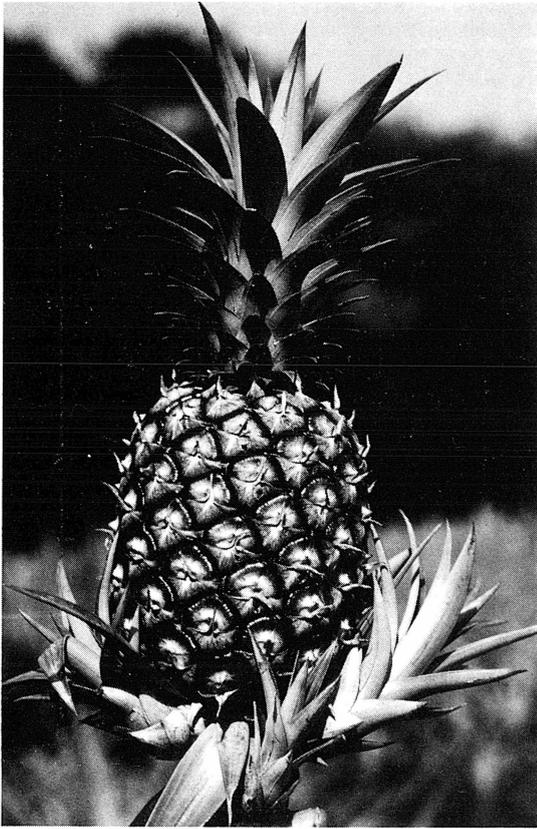
Sélection sur index phénotypique.

Le grand nombre de variables considérées pour l'analyse de chacun des hybrides impose l'utilisation de moyens informatiques pour en effectuer la synthèse et pour suivre sur le terrain les familles d'hybrides sélectionnées.

La gestion de ces familles d'hybrides nécessite en premier lieu la définition d'identifications **rigoureuses** des plants qui intègrent :

- leur **filiation** (mère, père, numéro dans la famille),
- le **cycle** dont ils sont issus (sexué puis numéro du cycle végétatif),

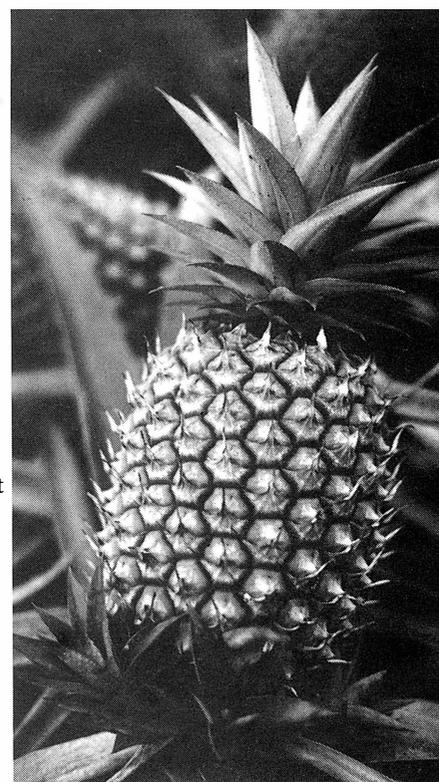
HYBRIDES EN VOIE DE SELECTION



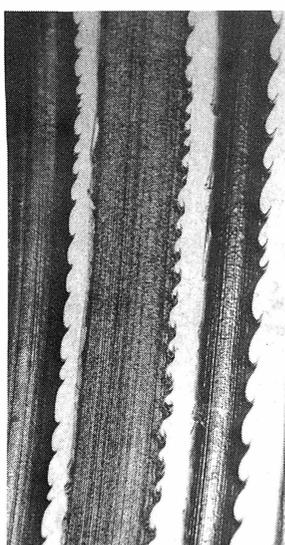
LES CARACTERES REDHIBITOIRES ENTRAINANT L'ELIMINATION DU FRUIT



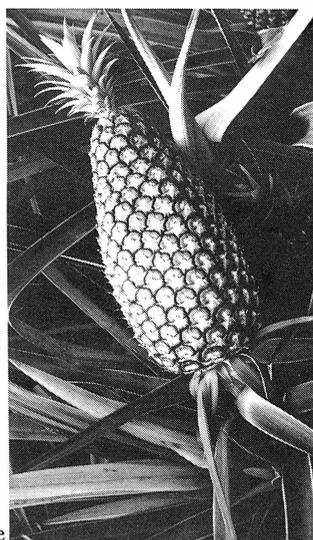
plus de 5 bulbilles



yeux de profil proéminent



feuilles épineuses



forme conique



couronnes multiples



fruit fascié

TABLEAU 2 - Variables étudiées pour l'analyse des hybrides.

Description du plant	
<i>variables qualitatives</i>	
EPINE	caractère épineux de la feuille
FR/PL	rapport volume du fruit/développement du plant
VERSE	tendance du pédoncule à verser
Production végétative	
<i>variables quantitatives</i>	
I.T.R.	intervalle en jours entre la date du traitement d'induction florale et la date de récolte
PDCOU	poids total des couronnes (g)
NCOUR	nombre de couronnes
NBULB	nombre de bulbilles
PDBUL	poids total des bulbilles (g)
HPEDO	hauteur du pédoncule (cm)
DPEDO	diamètre du pédoncule (mm)
NREJT	nombre de rejets récoltables en 6 mois
PDREJ	Poids total de ces rejets
Description du fruit	
<i>variables quantitatives</i>	
PDFRU	poids du fruit sans couronne (g)
HTFRU	hauteur du fruit sans couronne (cm)
DSFRU	diamètre supérieur du fruit (cm)
DIFRU	diamètre inférieur du fruit (cm)
INCYL	indice de cylindricité = $DSFRU/DIFRU$
NYEUX	nombre d'yeux sur une spirale du fruit
<i>variables qualitatives</i>	
FOFRU	forme du fruit
COLEX	coloration extérieur du fruit
HOCOL	homogénéité de coloration du fruit
RESPI	régularité des spirales du fruit
SESPI	sens de la plus longue spirale
LIEGE	présence de liège sur le fruit
CRAQU	présence de craquelures sur le fruit
PRYEU	profil des yeux
SUYEU	surface des yeux
Qualité du fruit	
<i>variables quantitatives</i>	
DCOEU	diamètre du coeur (mm)
TNOIR	nombre de taches noires (maladie fongique)
EXSEC	extrait sec (indice réfractométrique)
ACTIT	acidité titrable (meq/ml de jus)
ACASC	acide ascorbique ($\mu\text{g/ml}$ de jus)
<i>variables qualitatives</i>	
HOMAT	homogénéité de maturation
COLIN	coloration de la chair
TRANS	translucidité de la chair
REMP	remplissage du fruit
FERME	fragilité du fruit
FLOTT	flottaison du fruit lorsqu'immérgé dans l'eau
GRAIN	présence de graines (inflorescence protégée)

- leur localisation géographique qui permet de retrouver les plants sur le terrain.

A partir de cette identification, un logiciel d'application adapté à l'interprétation des analyses de fruits a été élaboré qui permet la saisie journalière des caractéristiques de chacun des hybrides récoltés (tableau 4). Il aboutit à la détermination d'une note de sélection et stocke les informations relatives aux hybrides étudiés dans une base de données qui en facilite la gestion.

L'index utilisé est basé sur les informations présentées sur le tableau 5 :

- les caractères **surface des yeux**, **coloration interne de la chair** et **translucidité de la chair** étant des facteurs secondaires de l'amélioration recherchée, contribuent plus faiblement au calcul de la note ;

- les autres caractères sont par contre davantage pondérés. Le **poids du fruit** est seul considéré parmi un ensemble de

TABLEAU 3 - Signification des valeurs attribuées aux variables qualitatives lors de l'analyse des hybrides.

Valeurs	1	2	3	4	5
COFEU	vert-jaune	vert pâle	peu anthocyané	très anthocyané	vert foncé
EPINE	très épineux	un peu épineux	«cayenne»	léger «piping»	«piping»
FR/PL	faible	-	moyen	-	fort
VERSE	verse	-	45°	-	90°
FOFRU	anormale	conique	rond	cayenne	cylindrique
COLEX	vert	1/4 jaune	1/2 jaune	3/4 jaune	4/4 jaune
HOCOL	irrégulière	-	moyenne	-	homogène
RESPI	médiocre	-	-	-	bonne
SESPI	à gauche	-	-	-	à droite
LIEGE	présence	-	-	-	absence
CRAQU	présence	-	-	-	absence
PRYEU	proéminent	-	normal	-	plat
SUYEU	petit	-	moyen	-	gros
HOMAT	hétérogène	-	moyenne	-	homogène
COLIN	pâle	-	normale	-	jaune foncé
TRANS	opaque	-	moyen	-	translucide
REMP	insuffisant	-	moyen	-	bon
FERME	fragile	-	moyen	-	ferme
GRAIN	nombreuses	-	plusieurs	-	aucune
FLOTT	flotte	-	entre 2 eaux	-	coule

variables corrélées exprimant la production (dimensions du fruit, nombre d'yeux, diamètre du pédoncule). Les rendements observés en Côte d'Ivoire présentant souvent une baisse de juin à septembre, du fait des conditions climatiques qui ont conditionné la croissance du plant et sa fructification, une pondération est donnée à ce caractère sur les hybrides récoltés durant cette période moins favorable à une bonne production.

- de même le **taux d'acidité titrable** présente des variations saisonnières. Les niveaux limites à considérer ont donc été définis différemment selon les périodes de faible acidité (mars à mai) ou de forte acidité (juillet à septembre) relevées dans les conditions de la basse Côte d'Ivoire. Le taux en sucre du jus étant localement moins sujet à variation, il sert de référence à l'estimation de la qualité du jus qui exige un degré Brix minimum de 16. La mesure du rapport entre le taux en sucre et l'acidité libre traduit ensuite assez bien la qualité gustative du fruit, mis à part les caractéristiques d'arômes plus difficiles à estimer ;

- la **floraison du fruit** enfin, caractère influencé par les conditions climatiques, est interprété différemment par l'index de sélection selon la période de récolte du fruit. Ainsi les mois de mars, avril et octobre étant propices à l'expression de l'anomalie physiologique présente en Côte d'Ivoire qui entraîne une forte densité du fruit (le «jaune»), les hybrides qui restent en surface à ces périodes sont donc particulièrement cotés.

A partir d'un tel barème, le cumul des points obtenus par chaque hybride pour les caractéristiques considérées individuellement permet, par l'attribution d'une note globale de sélection, de déterminer le devenir du plant analysé.

Suivi des hybrides en présélection.

Les hybrides qui ont été sélectionnés à l'issue de cette première série d'analyses sur la production du cycle sexué sont ensuite suivis individuellement au cours d'un certain nombre de cycles végétatifs.

Les résultats de l'analyse des fruits ayant été synthétisés par l'utilisation de l'index de sélection, le plant correspondant aux hybrides retenus est repéré physiquement dans le champ d'hybrides de première génération sexuée et les rejets qu'il émet sont récoltés et plantés au fur et à mesure de leur production. La couronne du fruit analysé est elle-même plantée dans une parcelle de génotypes en présélection. Ainsi deux à six plants issus de la sélection d'origine, dont celui obtenu à partir de la couronne du fruit, peuvent être testés au cours d'un premier cycle végétatif.

Les mêmes observations sur le terrain et en laboratoire que celles décrites pour la récolte des fruits hybrides issus du cycle sexué, sont effectuées sur cette production végétative. La sélection de l'hybride cloné est donc :

- confirmée si la majorité des fruits du clone obtient le score clé fixé arbitrairement pour la sélection,
- abandonnée si au moins un des fruits du clone présente une des caractéristiques éliminatoires ou si la majorité d'entre eux présente une note de sélection faible.

La même procédure est poursuivie pendant trois autres cycles végétatifs. Elle permet de détecter toutes expressions défavorables d'un caractère pouvant éventuellement être révélées à l'occasion de conditions d'environnement climatiques ou autres, favorables à l'observation de tels phénotypes.

Un clonage accéléré des hybrides retenus à l'issue de la

TABLEAU 4 - Ecran de saisie des analyses effectuées sur les hybrides
(se référer aux abréviations et codification des tableaux 2 et 3).

OBSERVATION DES FRUITS EN LABORATOIRE									
Identification du plant									
MERE PERE N. HYBR CYCLE ORIG LIEU						D. HORM D. RECO			
----------*-----*-----*						*-----*			
.../..../..			
Description du fruit : variables quantitatives									
NBULB PDBULB NCOUR PDCOU PDFRU HTFRU DSFRU DIFRU NYEUX DPEDO									
----------*-----*-----*-----*									
.									
Description du fruit : variables qualitatives									
FOFRU PRYEU SUYEU LIEGE CRAQU COLEX HOCOL RESPI SESPI									
----------*-----*-----*-----*									
.									
Qualité du fruit : var. qualitatives					Var. quantitatives				
HOMAT COLIN REMPL TRANS FERME GRAIN						DCOEU TNOIR EXSEC ACTIT ACASC			
----------*-----*-----*						*-----*-----*-----*			
.			
Variables calculées						Résultat de l'analyse			
ITR P1OEI D.MOY I.CYL DP/DC ES/AT						NOTE		RESULTAT	
----------*-----*-----*						*-----*		*-----*	
(...)(...)(...)(...)(...)(...)						(...)		(.....)	

D. HORM : date d'hormonage du plant hybride

D. RECO : date de récolte du fruit mûr

(...) : variables calculées par le logiciel d'application

P1OEI : poids d'un oeil = PDFRU/(NYEUX*8)

D. MOY : diamètre moyen du fruit = (DSFRU+ DIFRU)/2

I. CYL : indice de cylindricité du fruit = DSFRU/DIFRU

DP/DC : rapport DPEDO/DCOEU

ES/AT : rapport EXSEC/ACTIT

NOTE : calculée à partir des informations portées sur le tableau 5

RESULTAT : l'hybride analysé peut être éliminé, sélectionné ou mis en multiplication végétative pour phase de rattrapage.

sélection sur le cycle sexué pourrait éventuellement être envisagé précocement de façon à limiter le nombre des cycles de multiplications végétatives ultérieures cependant cela représenterait un suivi de la multiplication d'une centaine d'hybrides par an, ce qui est assez lourd à gérer.

En fait ce sont les clones d'hybrides retenus à l'issue des 4 cycles de sélection répétés qui seront soumis à une multiplication accélérée *in vitro* (une dizaine de clones) afin d'obtenir rapidement un nombre d'individus suffisant pour mettre en place des tests agronomiques de comparaison des nouvelles variétés permettant de détecter les meilleures d'entre elles. La variété Cayenne lisse constitue la variété témoin de la comparaison de ces clones.

Cycle de rattrapage.

A l'issue des analyses de fruits faites au laboratoire à partir des hybrides issus de la génération sexuée, les hybrides ont été répartis en deux lots, les pré-sélectionnés et les non sélectionnés.

Ces hybrides non sélectionnés, n'ayant pas présenté de caractères réhhibitoires, ne peuvent être écartés définitivement à la suite de l'observation d'un seul fruit éventuellement peu représentatif de la nouvelle structure génotypique qu'il exprime. En effet, le même processus qui conduit à contrôler les sélections sur plusieurs cycles végétatifs pour détecter d'éventuels défauts du clone, incite à tester

TABLEAU 5 - Hiérarchie des variables dans la définition de l'index phénotypique utilisé pour effectuer une sélection parmi les hybrides.

Caractères éliminatoires

feuilles épineuses
 nombre de bulbilles supérieur à 5
 nombre de couronnes supérieur à 2
 forme du fruit conique
 profil des yeux proéminent

Caractères sans pondération

surface des yeux
 coloration de la chair
 translucidité de la chair

Caractères avec pondération

absence de bulbilles
 couronne unique
 forme du fruit cylindrique et «cayenne»
 profil plat des yeux
 absence de liège
 absence de craquelures
 remplissage du fruit
 fermeté de la chair
 autostérilité du fruit
 absence de taches noires
 rapport diamètre du pédoncule/diamètre du coeur
 teneur du jus en acide ascorbique
 extrait sec

Caractères pondérés en fonction de la date de récolte du fruit

poids du fruit
 flottaison
 rapport extrait sec/acidité titrable

les individus non sélectionnés pour révéler de possibles qualités de ces hybrides dont l'expression n'aurait pas été favorisée par les conditions extérieures réunies lors de la production du cycle sexué.

Ces hybrides non retenus sont donc réétudiés à l'issue d'un cycle végétatif au cours duquel ils ne sont pas suivis individuellement mais en une population constituée par un rejet de chacun d'eux, base d'un nouveau cycle de sélection. L'identification de leurs géniteurs est dans ce cas seule gardée.

Cette procédure permet de récupérer certains hybrides non retenus à l'issue du cycle sexué, qui sont alors soumis au même clonage suivi d'observations, que les pré-sélections étudiées précédemment.

La réalisation de tests de comparaisons variétales.

- La multiplication par C.I.V.

La multiplication *in vitro* conforme doit intervenir à deux niveaux au cours de la réalisation du schéma de sélection utilisé :

- pour la mise en place des tests de comparaisons variétales des sélections confirmées,

- pour la diffusion des nouvelles variétés créées, auprès des utilisateurs.

Elle permet d'obtenir potentiellement plus de 60 000 plants en 2 ans, ce qui permet la mise en place d'essais de comparaisons variétales interprétables.

- La mise en place des essais.

Les essais de comparaisons variétales mis en place doivent permettre :

- de confirmer la supériorité des nouvelles variétés créées sur la variété Cayenne pour au moins un caractère prioritaire parmi les objectifs d'améliorations définis,
- de définir l'exploitation préférentielle qui peut être faite de ces variétés (frais, usine ou diversification fruitière),
- d'envisager différentes techniques culturales aboutissant à une meilleure productivité des variétés sélectionnées.

Dans tous les cas, la variété Cayenne incluse dans les dispositifs expérimentaux à mettre en place et les méthodes de culture qui lui sont propres servira de référence pour estimer les progrès réalisés.

Compte tenu de l'influence importante des conditions écologiques sur les performances des clones d'ananas, des essais multiloaux faisant intervenir différents sites géographiques, couplés à des essais multisaisons échelonnés dans l'année sont nécessaires pour évaluer les potentialités des clones sélectionnés.

Réalisation des tests de résistance.

Les objectifs d'amélioration de l'ananas dans le contexte de la production ivoirienne s'orientant principalement vers la sélection de clones présentant des fruits de meilleure qualité, les tests de résistance à divers agents pathogènes présents en Côte d'Ivoire interviennent seulement en fin du schéma de sélection, au niveau des tests de comparaisons variétales.

Le criblage individuel des plants vis-à-vis de leur résistance à *Phytophthora*, est sans doute le seul qui puisse être réalisé dans le cadre de ces essais, ceci à partir de la mesure des réponses à une infestation contrôlée.

Il n'en est pas de même pour la mise en évidence de résistances vis-à-vis d'autres parasites. Des expérimentations spécifiques, plaçant les clones à tester dans des conditions de contamination optimum (contrôle d'un fort inoculum des formes virulentes, environnement climatique favorable) devront être réalisées pour mettre en évidence d'éventuelles différences dans les comportements des clones sélectionnés vis-à-vis de ces diverses autres attaques parasitaires (taches noires, cochenilles, nématodes).

Tests de dégustation.

Ils doivent intervenir en fin de sélection et peuvent être menés dans le cadre des essais de comparaison des nou-

velles variétés sélectionnées. L'estimation gustative de la qualité du fruit intégrant le goût, l'arôme et la consistance de la chair, évaluée par un ensemble de consommateurs d'origine diverse peut compléter le choix des variétés les plus aptes à être diffusées.

Les dégustations qui ont pu être faites ponctuellement sur des hybrides actuellement en voie de sélection en Côte d'Ivoire, ont mis en évidence une large gamme de variations dans l'appréciation qualitative qui peut être faite de la consommation de tels fruits. Le problème qui semble posé à ce stade, si on s'en rapporte à l'expérience du programme d'amélioration hawaïen (COLLINS, 1960), est la possibilité d'un refus par le consommateur d'un produit nouveau qui, bien que possédant une qualité gustative bien supérieure au Cayenne, est rejeté du fait de caractéristiques (couleur, texture ou arôme) trop différentes du standard associé à la dégustation d'un ananas.

CONDUITE DU SCHEMA DE SELECTION

Etat d'avancement et efficacité de la sélection.

Les sélections les plus avancées sont actuellement en cours de quatrième cycle de reproduction végétative (voir photos).

A ce stade, il est déjà possible de tester l'efficacité de l'index de sélection utilisé.

Un échantillonnage de 2 000 hybrides analysés en laboratoire soumis à l'utilisation de l'index présenté, a permis d'obtenir la distribution de scores présentés sur le graphique 1.

On remarque qu'il s'agit d'une distribution en cloche presque symétrique dont la classe de plus grande fréquence se situe au niveau des scores atteignant la valeur de 70 à 80 points. Ce score est à rapprocher de la note maximum de 140 points, potentiellement caractéristique de l'hybride «idéal».

Dans ce programme, le seuil de sélection correspond au score de 90 points, on constate que dans l'échantillonnage plus particulièrement considéré on retient ainsi en pré-sélection 6,65 p. 100 des hybrides analysés.

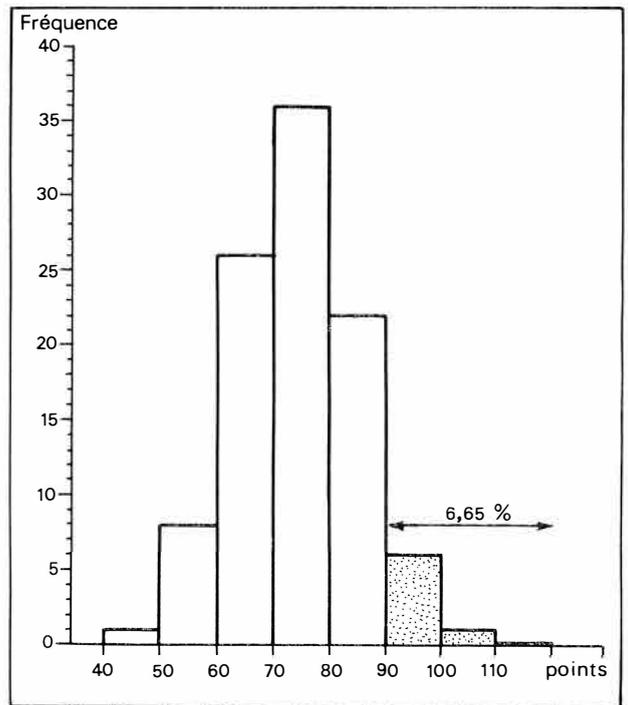


Fig. 1 * Distribution des scores obtenus par 2000 hybrides issus de cycle sexué à la suite de l'utilisation de l'index de sélection.

La comparaison des scores obtenus par les différentes descendance, issues des 4 types de croisements inter- et intra-variétaux Cayenne - Pêroléra, a alors été effectuée sur le graphique 2.

Les quatre distributions s'avèrent proches de la précédente. Cependant selon les descendance, on observe un taux d'hybrides sélectionnés différent :

- 11,90 p. 100 des plants analysés pour le croisement **intra-variété Pêroléra**.
- 9,39 p. 100 pour le croisement inter-variété correspondant à une mère Pêroléra et un père Cayenne.
- 4,76 p. 100 pour le croisement **intra-variété Cayenne**.
- 8,21 p. 100 pour le croisement inter-variété correspondant à une mère Cayenne et un père Pêroléra.

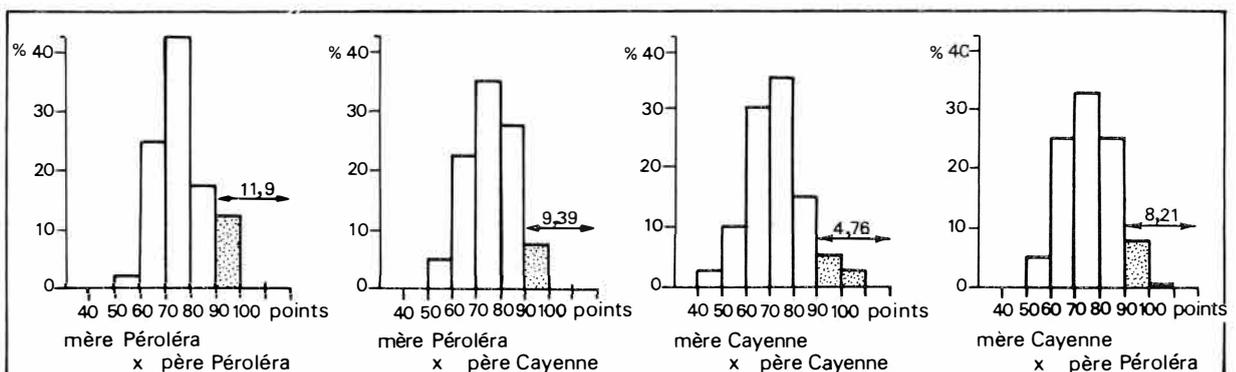


Fig. 2 * Comparaison des scores obtenus par les différentes descendance des croisements intra et inter-variétaux.

Ces résultats nous orientent vers le choix d'un **générateur maternel de variété Péroléra** pour favoriser l'obtention d'un taux performant d'hybrides sélectionnés dans la descendance induite.

L'analyse des scores obtenus à l'issue du premier cycle végétatif utilisé dans le schéma de sélection comme phase de «rattrapage» montre toujours le même type de distribution mais présente environ 10 p. 100 de plants sélectionnés parmi les hybrides analysés au laboratoire, donc ne possédant pas de caractères rédhitoires.

Présentation des caractéristiques des sélections les plus avancées.

Les plants-mères des **hybrides sélectionnés** à l'issue de l'analyse des fruits en laboratoire sont repérés sur le terrain et leurs rejets sont prélevés mensuellement pour être suivis en parcelle de pré-sélection.

Vingt clones sélectionnés de cycle sexué en cycles végétatifs successifs sont plus particulièrement retenus actuellement. Pour chacun d'eux, il est possible, à partir du code d'identification des plants, de réunir l'ensemble des résultats individuels obtenus au cours des cycles, stockés dans la base de donnée constituée et d'en effectuer la synthèse.

Tout plant, appartenant à un clone en cours de sélection, exprimant l'un des caractères définis comme éliminatoires entraîne l'abandon de ce clone. Les scores obtenus par les individus analysés pour chacune des variétés restant en compétition permettent de déterminer les plus prometteuses d'entre elles. A ce niveau une vingtaine de rejets issus de la descendance végétative d'un génotype sélectionné au départ peuvent avoir été produits à l'issue de 3 cycles végétatifs mais tous n'ont pu encore donner un fruit.

La plupart des clones éliminés en cours de sélection pour l'expression d'un caractère rédhitoire l'ont été, soit à cause de l'expression d'**yeux proéminents**, soit à cause de la production de **couronnes multiples**. Chacun de ces caractères spécifiques semble, de fait, caractériser une tendance du clone qui s'exprime sous certaines conditions, confirmant les observations qui avaient été mises en évidence lors de l'analyse des hybrides obtenus en préliminaire à ce programme d'amélioration.

La synthèse des analyses obtenues sur les clones ne présentant aucun de ces caractères contre-sélectionnés nous conduit à délaissier certains d'entre eux présentant globalement des résultats médiocres au niveau des analyses du jus, de la tendance au «jaune» ou d'une sensibilité possible à

Penicillium funiculosum, bien que par ailleurs certains des fruits produits puissent éventuellement atteindre le score minimal de sélection. D'autres parmi ces clones, n'ont pas encore obtenu suffisamment de descendants ayant fructifié pour permettre de se prononcer quant à leur qualité.

Les clones intéressants présentent un certain nombre de caractères améliorés par rapport au **Cayenne** :

- feuille «piping»,
- réduction du nombre de jours entre le traitement d'induction florale et la récolte,
- meilleure fermeté de la chair,
- acidité libre et sucre du jus meilleurs que ceux de la variété **Cayenne**,
- taux d'acide ascorbique supérieur au Cayenne,
- production de rejets précoces récoltables en même temps que le fruit.

Si ces caractéristiques se confirment, 5 à 6 nouvelles variétés pourraient être diffusables dès les prochaines années.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les travaux d'améliorations génétiques de l'ananas qui viennent d'être exposés, entrepris en Côte d'Ivoire dans un contexte de développement de la culture confrontée à certaines contraintes locales, sont en voie d'aboutir à la sélection de variétés nouvelles d'origine hybride, compétitives par rapport à la variété traditionnelle, la **Cayenne lisse**. Il est donc possible de diversifier la gamme des variétés, notamment pour la consommation des fruits frais, avec de hauts standards de qualité.

La conduite et l'analyse des différentes phases de ce programme de sélection ont permis de mettre en évidence la nécessité de certaines études ponctuelles qui viennent en appui à ce programme, elles concernent :

- . l'étude de la conformité au phénotype de départ du matériel végétatif obtenu par culture *in vitro*,
- . la recherche de variabilité dans la sensibilité à des agents pathogènes d'un certain nombre de géniteurs potentiels présents en collection ainsi que la mise au point de tests précoces pour la détecter au niveau des hybrides.

Ces études ont été entreprises en 1987, les résultats obtenus seront directement exploitables par le schéma de sélection élaboré qui suppose la possibilité d'une multiplication active conforme et la réalisation du criblage de résistances diverses parmi les hybrides en fin de cycle de sélection.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BHOWMIK (G.). 1979.
Selection of male parents on the basis of male gametophyte for pineapple breeding.
Ind. J. Agric. Sci., 50, 10, 753-756.
- CABOT (Chantal). 1979.
Synthèse génétique.
Doc. int. IRFA, RA 79, n° 135.
- CABOT (Chantal) 1982.
Synthèse génétique.
Doc. int. IRFA, RA 82, n° 17.
- CABOT (Chantal) 1986.
L'amélioration génétique de l'ananas.
Doc. int. IRFA, RA 86, n° 13.

- CABOT (Chantal). 1987 a.
Practice of pineapple breeding.
Acta Horticulturae, 196, 25-36.
- CABOT (Chantal). 1987 b.
Amélioration génétique de l'ananas.
I.- Considérations préalables aux recherches conduites en Côte d'Ivoire.
Fruits, 42 (10), 567-577.
- CABOT (Chantal). 1988.
Amélioration génétique de l'ananas : exemple de création variétale, analyse des ressources génétiques disponibles.
Thèse, Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay, 250 p.
- CABOT (Chantal). 1989.
Amélioration génétique de l'ananas
II.- Objectifs du programme de création variétale entrepris en Côte d'Ivoire et techniques utilisées pour sa réalisation.
Fruits, 44 (4), 183-191.
- CHAN (Y.K.). 1986.
Hybridization and selection in F1 as a methodology for improvement of pineapple.
Prosid. Simp. Buah-buahan Keb., Serdang, 307-314.
- CHAN (Y.K.) and LEE (C.K.). 1985.
The hybrid 1 pineapple : a new canning variety developed at MARDI.
Teknologi. Buah-buahan, Jil. 1, Bil. 1, (Mac), 24-30.
- COLLINS (J.L.). 1960.
The pineapple, botany, cultivation and utilization.
Leonard Hill Ltd London, 294 p.
- DALLDORF (E.R.). 1975.
Plant selection of the Cayenne pineapple.
The Citrus and Subtropical Fruit Journal, 507 p.
- DALLDORF (E.R.). 1977.
Selection and preparation of pineapple planting material.
Farming in South Africa, Pineapple Ser. D3.
- DALLDORF (E.R.). 1978 a.
Pineapple cultivars in South Africa.
Farming in South Africa, Pineapple Ser. C1.
- DALLDORF (E.R.). 1978 b.
Pruning of Queen pineapple. G1.
Farming in South Africa.
- DREW (R.A.). 1980.
Pineapple tissue culture unequalled for rapid multiplication.
Queensland Agric. J., 106, 5.
- EMBRAPA, 1983.
Transferencia de resistencia a fusariose do abacaxi através de hibridação.
Pesquisa em Andamento, Nx11, sept.
- EMBRAPA. 1984.
Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura 1984, 56 p.
- FITCHET (M.). 1986.
Tissue culture in pineapple : cloning.
Farming in South Africa, Pineapples D7, 4 p.
- GIACOMELLI (E.J.). 1984.
Selecao preliminar de algumas cultivares de abacaxizeiro resistentes a fusariose.
Anais do VII Congresso de Fruticultura, 1, 145-161.
- GIACOMELLI (E.J.) et PY (C.). 1981.
L'ananas au Brésil.
Fruits, 36 (11), 645-687.
- GIACOMETTI (D.C.). 1978.
Melhoramento genética de abacaxi.
1º Encontro de abacaxicultura, Feira de Santana, 25-37.
- GLENNIE (J.D.), WINKS (C.W.) and LANHAM (R.E.). 1984-1985.
Progress report : Pineapple clonal selection.
Maroochy Hort. Res. St. Rep., n° 4.
- GOPIMONY (R.), BALAKRISHMAN (S.) and MARYKUTTY (K.C.). 1978
A comparative study of certain fruit qualities of twenty pineapple varieties.
Agri.Res. J. Kerala, 16 (1), 28-32.
- KERNS (K.R.). 1928.
Persistence of characters in the Smooth Cayenne pineapple.
Exp. St. Ass. Hawaiian Pineapple Cannery. Univ. Hawaii 11, 15 p.
- KERNS (K.R.) and COLLINS (J.L.). 1947.
Chimeras in pineapple. Colchicine induced tetraploids and diploid-tetraploids in the Cayenne variety.
J. Hered., 32, 322-330.
- LEE (C.K.). 1977.
Characterising two F1 lines of pineapple, *Ananas comosus* L., Merr.
MARDI Res. Bull., 5 (1), 1-5.
- LEE (C.K.) and TEE (T.S.). 1978.
Plantlet quartering, a rapid propagation technique in pineapple.
20th. Int. Congress, Sydney, Australia.
- MADHUSUDANAN (K.N.), NABEESA (E.), UMAVEDI (V.) and NANDAKUMAR (S.). 1982-1983.
Differentiation of propagules and crop growth pattern in 20 pineapple cultivars.
Scientia Horticulturae, 18, 215-224.
- MAPES (M.O.). 1973.
Tissue culture of bromeliads.
The International Plant Propagation Society, 23, 47-55.
- MATOS (A.P.) de. 1987.
Pineapple fusariosis in Brazil : an overview.
Fruits, 42, 7-8, 417-422.
- NYENHUIS (E.M.). 1964.
James Queen, a new pineapple variety.
Farming In South Africa, 40 (8), 54-56.
- PANNETIER (C.) et LANAUD (C.). 1976.
Divers aspects de l'utilisation possible des cultures *in vitro* pour la multiplication végétative de l'*Ananas comosus* L. MERR. variété Cayenne lisse.
Fruits, 31 (12), 739-750.
- PY (C.). 1962.
Comparaison de différentes sélections d'ananas Cayenne lisse et de plusieurs autres variétés.
Fruits, 17 (11), 559-571.
- PY (C.). 1981.
Propagation clonale de l'ananas.
Conférence Mexico.
- PY (C.), LACOEUILHE (J.J.) et TEISSON (C.). 1984.
L'ananas, sa culture, ses produits.
Technique Agricole et Production Tropicales, Ed. Maisonneuve et Larose, 562 p.
- RAMIREZ (O.D.), GANDIA (H.) and VELEZ FORTUNO (J.). 1970.
Two new pineapple varieties.
J. Agri. Univ. Puerto Rico, 54 (3), 417-428.
- RANGAN (T.S.). 1984.
Pineapple.
Handbook of plant cell culture, vol. 3
Editors Ammirato, Evans, Sharp, Yamada, Collier Macmillan Publishers, London, 373-382.
- SEOW K.K. and WEE (Y.C.). 1970.
The leaf bud method of vegetative propagation in pineapple.
Malays. Agric., 1 (47), 499-507.
- SINGH (R.), SINGH (H.P.) and IYER (C.P.A.). 1979.
Frequency of spontaneous mutation for spiny leaves in Kew pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.).
Ind. J. Hort., 145-146.
- VALSAMMA MATHEW LYLE (K.R.) and NAYAR (N.K.). 1979.
Estimation of genetic variability in pineapple for quantitative and qualitative traits.
Ind. J. Agric. Sci., 49 (11), 855-857.
- WAKASA (K.), KOGA (Y.) and KUDO (M.). 1978.
Differentiation from *in vitro* culture of *Ananas comosus*.
Japan J. Breed., 28 (2), 113-121.
- WAKASA (K.). 1978.
Induction of variants through tissue culture in *Ananas comosus* (L. Merr.)
Japan J. Breed., 28.
- WAKASA (K.). 1979.
Variation in the plants differentiated from the tissue culture of pineapple.
Japan J. Breed., 29, 1, 13-22.
- WEBBER (H.J.). 1905.
New fruit production of the Department of Agriculture.
Yearbook Dept. Agr. Washington, 281-290.
- WEE (Y.C.). 1972.
Some common pineapple cultivars of West Malaysia.
Malays. Pineapple, 2, 7-13.

- WEE (Y.C.). 1974.
The Masmerah pineapple : a new cultivar for the Malaysia pineapple industry.
World Crops, 26, 64-65.
- WEE (Y.C.). 1979.
Improving Malaysian pineapple by roguing.
World Crops, March/April 1979, 66-69.
- ZEPEDA (C.) and SAGAWA (Y.). 1981.
***In vitro* propagation of pineapple.**
HortScience, 16 (4), 495.

VERBESSERUNG DES ZUCHTMATERIALS DER ANANAS.
III.- Zucht neuer Sorten durch Einsatz eines phänologischen Index zur Analyse von Bastardnachkommen aus einer Kreuzung von Cayenne- und Perolera-Stammpflanzen.

Chantal CABOT.

Fruits, Dec. 1989, vol. 44, nº 12, p. 655-667.

KURZFASSUNG - Der Beitrag behandelt die Selektionsmethode, die zur Verwertung der Nachkommen aus Kreuzungen zwischen Cayenne und Perolera zur Züchtung neuer Ananas-Sorten in Côte d'Ivoire angewendet worden ist. Zunächst werden aus der Population der geschlechtlichen Generation alle Früchte eliminiert, die ungünstige Charakteristika aufweisen, welche die klonale Nachkommenschaft belasten könnten. Die nicht eliminierten Hybriden werden einer Feinanalyse unterzogen und nach einem phänotypischen Selektionsindex bewertet. Die verbleibenden Jungpflanzen werden kloniert und während vier Vegetationszyklen zum Zwecke der Elimination beobachtet und nach einem Selektionsindex bewertet. Diese Zeitspanne wird als ausreichend erachtet, damit sich saisonal auftretende Ausschlusskriterien entfalten können.

Die Klone, deren Auswahl bestätigt worden ist, werden dann aktiv vermehrt, damit sie Sortenvergleichstests unterzogen werden können. Die Leistungsfähigkeit dieses Verfahrens wird anhand der Ergebnisse erläutert.

MEJORA GENETICA DE LA PINA.

III.- Selección de nuevas variedades por utilización de un índice fenotípico aplicado al análisis de una descendencia híbrida procedente del cruzamiento entre los genitores Cayenne y Perolera.

Chantal CABOT.

Fruits, Dec. 1989, vol. 44, nº 12, p. 655-667.

RESUMEN - Este documento presenta la metodología de selección adoptada para la explotación de las descendencias de los cruzamientos entre Cayenne y Perolera para la creación de nuevas variedades de piña en Côte d'Ivoire. En primer lugar, sobre la población procedente de la generación sexuada, se practica una fase de eliminación de los frutos que presentan caracteres desfavorables susceptibles de marcar una descendencia clonal. Los híbridos no eliminados se analizan más finamente y se someten a un índice de selección fenotípica. Las plantas retenidas son clonadas y sometidas a observaciones eliminatorias y a índice de selección durante cuatro ciclos vegetativos sucesivos, estimados suficientes para permitir la expresión de caracteres redbitorios estacionales, si existen. Los clones cuya selección se confirma van a ser entonces multiplicados activamente para participar a tests de comparaciones varietales. Se exponen los resultados referentes a la eficacia de esta técnica.

