

LE POINT SUR LE PIX



DOCUMENT DE TRAVAIL

Préparé par José MARTIN
Février 1994

A la demande du CIRAD, j'ai participé à la réunion du groupe de travail "régulateurs de croissance" du Réseau Coton Europe + Moyen Orient (réseau inter-régional soutenu par la FAO et ouvert à d'autres pays) les 28 et 29 janvier 94 à Athènes. J'y ai présenté une communication sur nos travaux sur le Pix et sur l'utilisation du Pix en Afrique. Cela m'a amené à rassembler les références internes (ex IRCT et CIRAD-CA) à consulter les références internationales, même si celles-ci n'interviennent pas dans ma communication. Ce document est donc un recueil des principales références sur le Pix, avec quelques informations annexes sur d'autres régulateurs.

SOMMAIRE

1. Les documents Pix "maison"
2. Utilisation du Pix en Afrique francophone
3. La littérature américaine et internationale sur le Pix
4. Autres régulateurs
5. Pix et autres régulateurs en Europe et au Moyen-Orient

1. LES DOCUMENTS Pix "MAISON"

Trois documents sont reproduits in extenso :

- la communication J. MARTIN présentée à Athènes : nos travaux passés et récents sur le Pix, ainsi que l'utilisation du Pix en milieu producteur en Afrique francophone.
- un document de travail J. MARTIN sur les essais Pix dans les années 80 : synthèse à partir de rapports annuels ou de mission + commentaires critiques. Ce document est intéressant en ce qu'il montre (1) que le Pix peut conduire à de forts gains de rendements dans des conditions très diverses (des zones pré-forestières aux polders du Lac Tchad), (2) que le Pix peut conduire aussi bien à des gains importants qu'à des pertes de rendement, (3) que le critère de décision "hauteur début floraison", ou a posteriori "hauteur finale des témoins", sont insuffisants lorsqu'on recherche un gain de rendement, (4) qu'une approche descriptive (technique --> rendement) court-circuitant la transformation des états du peuplement est insuffisante pour comprendre et prédire l'énorme variabilité des réponses rendement au Pix. Ce document a été élaboré en vue de la communication précédente, mais il n'y est guère exploité, car les travaux Cameroun débutés en 90 présentent grossièrement la même variabilité avec davantage d'éléments d'explication.

- la synthèse J.C. FOLLIN 1979, présentée à la 10ème conférence du COLUMA

Dans Coton et Fibres il y a 4 références sur les régulateurs de croissance ; les 2 premières sont exploitées dans la synthèse FOLLIN 79, et la 4ème l'est dans la note MARTIN 94. La 3ème traite du CCC et de l'ALAR, mais pas du Pix.

- FOLLIN, J.C.** 1973. Action remarquable de deux régulateurs de croissance - BAS 0660 W et BAS 0640 W - sur le développement du cotonnier. Coton Fib. Trop. 28 : 449-451
- JOLY, A.** 1976. Expérimentation sur les régulateurs de croissance au Nord-Dahomey. Coton Fib. Trop. 31 : 273-281.
- CRETENET, S., M. BRAUD, R. KAISER.** 1979. Les recherches agronomiques conduites par l'IRCT dans le Sud-Ouest de Madagascar (1952-1974). Coton Fib. Trop. 34 : 269-293.
- MEGIE, C.** 1980. Essai du régulateur de croissance BAS 083 01 W sur les cotonniers cultivés (*G. hirsutum*) dans les polders de Bol (lac Tchad). Coton Fib. Trop. 35 : 343-345.

J'inclus aussi dans cette partie le début du rapport Pix Cameroun 89-90-91-92, car il illustre bien la position de faiblesse dans laquelle nous nous trouvions en 90 face à "l'offensive" de BASF. On ne disposait alors que des 4 références Coton et Fibres + la synthèse FOLLIN. Nous avons commencé ensuite à recevoir des articles américains... Nos résultats, qui représentaient une "découverte maison" (utilisation du Pix pour les semis tardifs si la croissance est vigoureuse) se sont avérés, a posteriori, correspondre avec un des 3 cas typiques d'utilisation du Pix aux USA (cf. 3ème partie, document "Cotton physiology today" ramené par Eric JALLAS). Morale : organisons nous pour éviter d'avoir à redécouvrir ce qui est déjà bien connu ailleurs...

N.B. 1 : le rapport Cameroun est inachevé ; en particulier les observations "évolution des niveaux de floraison et de hauteur", "schémas de fructification" et "composantes du rendement" ne sont pas dépouillées. Le programme Pix, mis en place suite à la pression de BASF, a toujours été "annexé" au reste du programme de la section agronomie et le traitement des données autres que la hauteur et le rendement n'a pas été prioritaire. D'autant plus que le prix très élevé du litre de Pix ne laissait entrevoir aucune possibilité de vulgarisation à court terme. Nous essaierons de confier ce travail à un stagiaire.

N.B. 2 : la communication d'Athènes est en style parlé ; une fois les données Cameroun exploitées, un article devra être rédigé.

2. UTILISATION DU Pix EN AFRIQUE FRANCOPHONE

Le seul pays d'Afrique francophone où le Pix ait été utilisé est la Côte d'Ivoire (cf. papier Athènes). Les sources sont des communications personnelles de J. LANÇON et de M. VAISSAYRE. Sont reproduits :

- une note de 2 pages communiquée par J. LANÇON en déc. 93
+ la fiche des recommandations de la CIDT
- un bref compte-rendu d'un entretien avec M. VAISSAYRE en déc. 93 :

"In addition, there is a sensible evolution in farming-systems in the sub-forestal area : extension of annual double-cropping systems with cotton as second crop is decreasing while extension of cotton as unique annual crop is increasing. In the first system, although growing season is shorter, crops often exhibit high early growth rates because they are not water shortened. In the second system, with early sowing and a long growing season, potential yields are higher, but early stages of the crop can be submitted to drought stress because of the "small dry season", so opportunity for efficient MC use decreases (VAISSAYRE, personal communication)".

- un extrait du Numéro spécial Pix de BASF INFORMATIONS AGRICOLES relatif aux tests de prévulgarisations conduits en Côte d'Ivoire en Côte d'Ivoire ;

à noter que dans la même page, il est fait référence à des essais de formulations Pix ULV au Togo [HARNISCH, R. *Effet du Mépiquat chlorure (régulateur de croissance) sur le cotonnier (Gossypium hirsutum) et sur les conditions d'une meilleure répartition des insecticides. Dans Recherches sur les ravageurs des végétaux au Togo de 1969 à 1981, J.KRANZ ET J. PALTI éd. GTZ, 1986.*; ouvrage dont le ramage ne se rapporte pas au plumage...]. Ces formulations ULV ont été testées à la même époque par la SODECOTON au Cameroun, sans suite (cf. rapport Pix Cameroun reproduit en 1ère partie).

3. LA LITTÉRATURE AMÉRICAINE ET INTERNATIONALE SUR LE Pix

On peut y recenser de très nombreuses publications sur le Pix, spécialité très largement utilisée aux USA. A noter que les 4 facteurs de production gérés par le modèle GOSSYM sont l'eau, l'azote, le Pix et le Prep (ouvreur de capsules conduisant à une libération d'éthylène).

Sont reproduits :

- le numéro de "Physiology Today" (USA, National Cotton Council) consacré au Pix, 1991, in extenso.
- quelques abstracts de publications récentes (liste non exhaustive)

4. AUTRES RÉGULATEURS

Sont reproduits :

COGNÉE, 1983 : papier présenté au COLUMA sur les divers types de régulateurs utilisables en culture cotonnière.

Prof OOSTERHUISS : papier général sur les travaux en cours aux USA, présenté à Athènes le 28 janvier 1994.

5. Pix ET AUTRES RÉGULATEURS EN EUROPE ET AU MOYEN-ORIENT

La note J. MARTIN retracant l'historique du groupe de travail "Régulateurs de croissance" du Réseau coton Europe et Moyen-Orient est reproduite.

Les travaux de ce groupe jusqu'en 92 ont été rassemblés dans un document consultable auprès de MM. CRETENET ou DEAT et GABOREL à Montpellier. Ceux présentés à Athènes en janvier 94 seront publiés prochainement, et seront certainement envoyés à MM. DEAT et GABOREL par M. BRAUD, coordinateur du Réseau.

Les documents sur les essais Pix Montpellier (1982, 89 et 90) ont également été rassemblés dans un document consultable auprès de MM. CRETENET ou DEAT et GABOREL à Montpellier. Les résultats de ces essais sont évoqués dans la dernière partie du papier présenté à Athènes. Depuis 90, il n'y a plus d'essai spécifique Pix à Montpellier, mais le Pix continue d'être utilisé dans la conduite de certaines parcelles de coton. Pour en savoir plus, consulter M. COGNEE (même retraité !) pour les essais cités, et E. JALLAS pour les pratiques actuelles.

Ces documents ne sont pas reproduits ici, car en l'état ils ne présentent qu'un intérêt tout relatif.

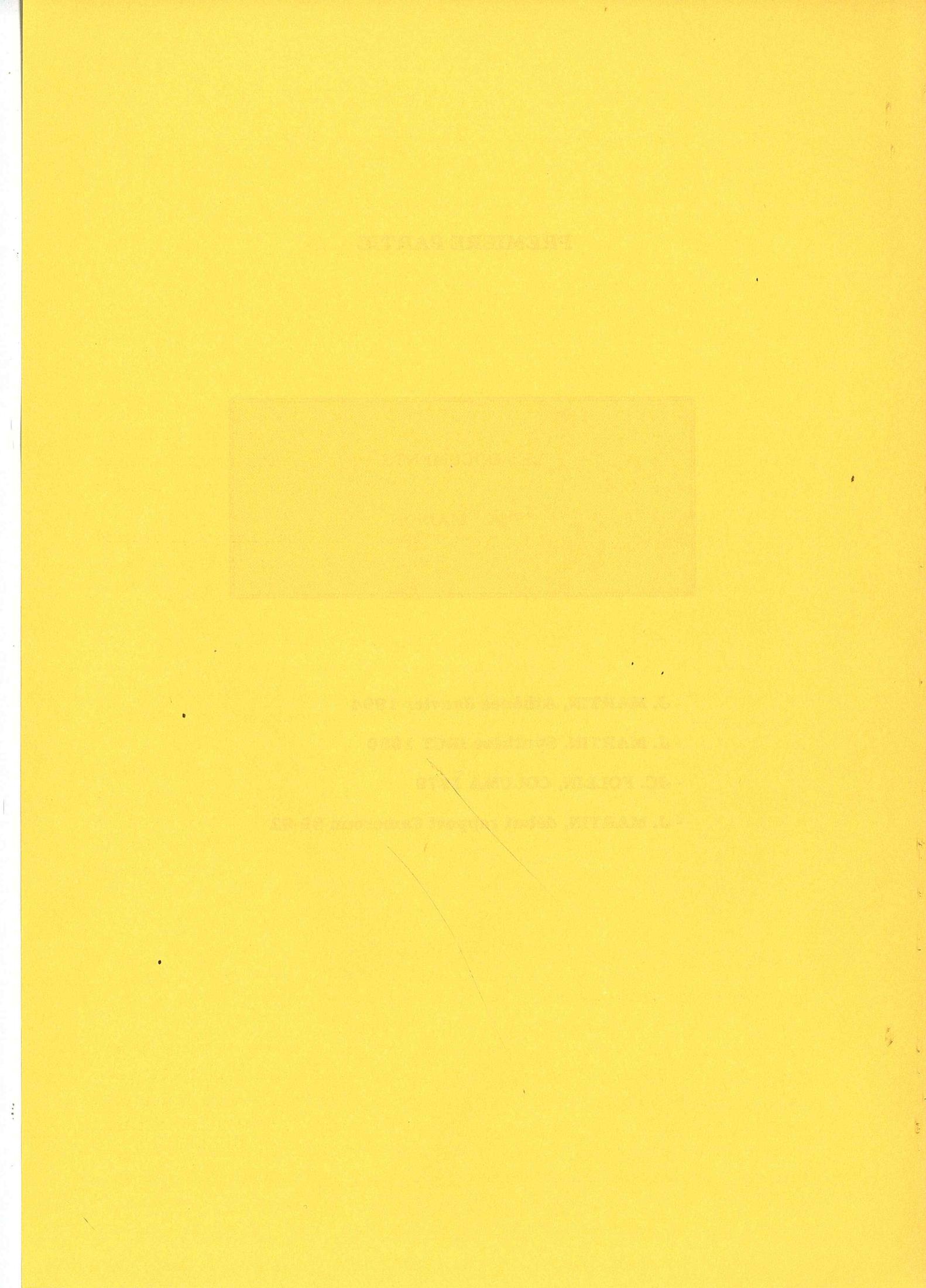
Montpellier, le 5 fév 1994.

PREMIERE PARTIE

LES DOCUMENTS

" PIX " MAISON

- J. MARTIN, Athènes Janvier 1994**
- J. MARTIN, Synthèse IRCT 1980**
- JC. FOLLIN, COLUMA 1979**
- J. MARTIN, début rapport Cameroun 89-92**





CIRAD RESEARCH AND PRACTICAL USE OF GROWTH REGULATORS IN AFRICA

José MARTIN
CIRAD agronomist
Cotton Section IRA CAMEROON

This is the first time that CIRAD takes part in this working group, and I'd like to take this opportunity to present you the main CIRAD research results on growth regulators in Africa. By Africa, I mean french speaking countries in the south of Sahara. And by CIRAD, I mean CIRAD in cooperation with national agronomic research intituts.

In these countries cotton is grown by small farmers and harvested by hand at the beginning of dry season, with no problems of cold temperatures. So defoliants, dessicants or boll openers are not necessary. That is why we have worked only on growth regulants, mainly on Pix.

I hope exchange of experience on Pix between Europe, Middle-East and Africa will be of interest for all of us, because cotton responses in such different conditions should lead to a better global comprehension of Pix action and should finally result in recommendations for improved crop management practices by farmers.

In the first section of my talk, I'll present a background of main results achieved by my colleagues in the 70's because their results have been our reference for a long time. In the second section, I'll speak of practical use of Pix by farmers. In the third section, I'll present our recent work in cameroun, in which I'm personally involved. Finally, I'll give a conclusion and I'll present our approach for further growth regulant studies.

1. RESEARCH RESULTS IN THE 70'S

Let me start the first section of my talk with an historical and geographical background. Experiments on growth regulants start in the 70'S and were carried out in almost all the countries of what I call the African Cotton Belt. Growth regulants were thought to be usefull for rank and vegetative cotton crops : tall plants carrying few bolls. Rank crops are usual in the south margins of the cotton belt, near the forest areas, with rainy and cloudy climate and deep

soils. Several chemicals were tested at the beginning of experimentation on growth regulants. But after a few years, only one remained : Pix.

Results on Pix experiments showed two main constant effects : reduction of height and an increase in earliness. The reduction of final height results from a reduction of internodes length. The increase in earliness expressed as the percentage of first picking results from more bolls set in the first nine sympodia. But yield results were erratic : yield were either increased, unchanged or decreased. Yields increases were recorded when control plants were tall, at high densities, and without rain or nitrogen limitations.

These results led to recommendations for practical use in humid areas: Pix should be applied in a single application at early bloom, at a rate 1 liter per hectare, if plants are taller than 80 cm.

Let me just mention that in the 80'S some experiments carried out in typical savana areas, showed that final tall plants are not always a necessary or a sufficient condition for getting a yield increase with Pix.

2. PRACTICAL USE ON FARMS

I'm beginning with a brief background on cotton production in Africa, then I'll go on with technical requirements for the use of Pix, and I'll finish with the presentation of the concrete example of Côte d'Ivoire.

Let me remind you of the dramatic increase of cotton production in Africa since the 60's. From around 100.000 tons of seed-cotton in 1960, the production of the french speaking countries of Africa reached more than 1 M tons thirty years later. Nowadays, Africa fiber sales represent almost 10% of the international exchanges. Factors that explain this progression :

- (1) the close links between research and cotton organisations
- (2) the cotton organisations, that manage all the up-hill and down-hill components of production : training, inputs management, credit management, purchase of cotton, ginning, etc
- (3) the farmers, they are all small farmers. They grow food crops for self-consommation, but they have been very motivated for growing cotton, because cotton with attractive and guaranteed prices has become their main cash crop. And they do all that with very low equipment.

Now I move to the technical requirements for Pix use.

The possibility of using Pix depends on insecticide spraying equipments, as shown by next table 1. At the beginning, insecticide were sprayed with backpacks sprayers, that required relatively a lot of water. So it was or easy to combine Pix treatment with the first or the second insecticide treatment. Then in the 80's, came the Ultra Low Volume sprayers. Insecticide treatments became very easy, and that is one of the main factors for explaining the fantastic increase of african cotton production . But these sprayers need no water and Pix needs water. So Pix use became quite impossible, because it was not possible to

have special equipment only for Pix. Recently, a new Technic appeard : the Very Low volume, that requires 10 liters of water per hectare. Now, in theory, Pix use again became possible.

Now let us see the concret example of Côte d'Ivoire.

Côte d'Ivoire is in fact the only country in Africa where Pix has been used by farmers. The potential area in which Pix can be used , that is the humid area in the forest margins, is around 40.000 hectares. In the early 80's, Pix has been used, and well appreciated both by farmers and by coton organisation. But with the event of the Ultra low volume, Pix use decreased and stopped. In 1990, research recomended again the use of back-packs, because back-packs sprayers are more efficient against mites ; then coton organisation bought again Pix and farmers used it again. But in 92, there was a general economic reform, and certain inputs moved in the private sector. But the lack of guarantee for credit led to the failure of Pix sales to farmers. So there is a potential for Pix use in Côte d'Ivoire, but presently economical conditions among all partners concerned with cotton production are not fullfilled.

3. RECENT ACHIEVEMENTS IN CAMEROON

As a result of an increasing use of the Very low volume (that is with 10 liters of water), in 1990 B.A.S.F. decided to promote Pix use in Cameroun. So we were obliged to supply references for decision aid for the cotton organisation and for farmers. Initially, the potential area for Pix use was supposed to be the most humid and productive area, where early sown fields exhibit tall plants. So we set up a series of tests in this area. These tests were carried out on farms, in 3 villages. We chose homogeneous fields that presented optimal initial conditions : early sowing, good growth. The tests were very simple : with and without Pix. It was a single application, at early bloom, in early august, what means that 2 rainy months were still available.

These tests gave us very interesting informations and results. The first result is that Pix has no problem with very low volume applications : as expected, leaves are dark green, height was reduced, reproductive developement was enhanced (for instance, two bolls at some nodes), and earliness increased in all the cases.

As a second result, these tests clearly showed that:

- Pix accelerates cut-out, sometimes to a great extent,
 - height reduction results not only from the reduction internodes lenght but also from the production of fewer nodes,
 - Pix accelerates senescence and defoliation,
- and this could be an advantage against aphids, that are responsible of the major problem of sticky cotton,

- but Pix accelerates also regrowth, and in a strong way because residual soil moisture is still available. So previous advantage against aphids becomes a great disadvantage because of late and long harvest.

The third result is that yield responses are not constants. The yields responses were different in the 3 villages, but rather homogeneous inside the villages (heterogeneous tests were eliminated). So, the cases of these 3 villages represent a typology, as shown by table 2. Initial conditions are almost equivalent in the 3 cases : white bloom between the first and the second fruiting branch and plants 80 to 85 cm tall. In the first case, control has short plants, and medium yields, and the yield response to Pix is negative ; control plants exhibit naturally a very good reproductive/vegetative balance, maybe due to a moderate water stress because of less rain in august. In the second case, control exhibits medium tall plants, and low yields, that is a bad reproductive/vegetative balance, and yield response to Pix is very positive. In the third case, control exhibits both tall plants and high yields, and Pix has a big effect in reducing height, but no effect on yield. This is very interesting because with tall plants, this case was supposed to be the ideal situation for Pix use. In both second and third cases, plants were 85 cm tall at early bloom, and 1m35cm at least. Pix led more or less to the same control of height growth, and cut-out occurred more or less at the same time. On the other hand, control plants were 1m50cm in one case, against 1m70cm in the other case. In the last case, growing season was longer, and more late bolls could compensate for the additional early bolls set by Pix. This longer growing season was probably due to deeper soil, and deeper roots maybe due to less rain in june.

These results led us to formulate the hypothesis that Pix can increase both earliness and yields when the growing season is short. But if growing season is long, plants without Pix will produce more late bolls and compensate. This hypothesis is consistent with farmers opinions : they said bolls were bigger with Pix, but they generally refused height reduction, except in the cases where yields increases were obvious.

In the following year, 2 statistical experiments with late sowing dates and good growth rates confirmed our hypothesis. One of these 2 trials was carried out in a colonisation village with rich soils. Farmers said to be interested in testing Pix in their fields. So in the following year, 20 of them treated their late sown fields with Pix. Their observations on Pix effects were actually very accurate, and their appreciation of Pix was very positive. But when we announced them the price of Pix, their opinion was not the same. Pix was said too expensive, and seed-cotton price too low. They needed almost 100 kg of seed-cotton to pay 1 liter of Pix. With the same money, they could almost pay the new low cost protection program for the entire season.

CONCLUSION

Nowadays in Africa, previous conditions for Pix use on farms are the possibility of combining Pix with insecticide treatments and the organisation of credit facilities for farmers. In addition, as Pix is a costly chemical, yields should be highly increased and economic risks well evaluated. This means that Research has to work on the elaboration of simple but accurate tools for decision aid.

On basis on CIRAD achievements, two clear applications have been identified for Pix : first, rankness or "vegetative growth", and recently, short season cotton. Short season can result either from late sowing in areas with long rainy season, or from early sowing in areas with short rainy season. Good growth rates are necessary before and even after the Pix treatment, so stress should be avoided. Although rates of risks are high, short season cotton dramatically increases the potential acreage for Pix application.

I'd like to underline here that Cameroun results for short season cotton are consistent with CIRAD results in Montpellier, France, with quite different cultivars. In 1982, growing season was shortened because of cold weather in september, and Pix resulted in a yield increase. On the other hand, in 1989 and 1990, growing season was longer and Pix did not increase yield. These results are also consistent with american litterature. I think this exemple shows that even with very different conditions, some problems are similar in essence. The integration of these trials from so different countries in the same analysis framework supposes a very accurate monitoring of environmental conditions and of the crop development. I think that our future work should lead to predict Pix effects in a large range of cropping conditions. CIRAD position, and my own position too, is that the use of crop simulation models as a research tool is indispensable. And I think that for such ambitious purpose we should join our forces, and a larger cooperation is suitable.

REFERENCES.

- FOLLIN, J.C. 1979. Action des réducteurs de croissance sur le cotonnier en Afrique de l'Ouest et en Afrique Centrale. 10ème conférence du COLUMA, Paris, 13/12/79, pp 1155-1162.
- MEGIE,C. 1980. Essai du régulateur de croissance BAS 083 01 W sur les cotonniers cultivés (*G.hirsutum*) dans les polders de Bol (lac Tchad). Coton Fib. Trop. 35 : 343-345.
- IRCT-CIRAD. Rapports d'activité Sénégal, Côte d'Ivoire, Mali, Burkina-Faso, Togo, Bénin, Togo, Cameroun, Tchad, Centrafrique, et Madagascar de 1979 à 1992. Doc. non publiés.

Table 1. insecticide spraying techniques and compatibility with pix.

insecticide spraying technique	70's LV back-packs	80's ULV 3 to 1 l/ha	90's VLV
WATER REQUIREMENT	100 liters/ha	none	10 liters/ha
efficiency	very high	medium	high
adoption by farmers	low	high	high
protection cost surfaces and yields		highly increased	lower
Pix COMPATIBILITY	YES	NO	YES ?

Table 2. Typology of yield responses to pix . Cameroun 1990

	initial conditions		control		Pix response	
	Village	bloom level *	height (cm)	final height	yield (qx/ha)	final height
V.1 7 tests	1.5	80	130 low	26.5 medium	105 (- 25 cm)	- 0.5 negative
V.2 9 tests	1.4	85	150 medium	24.5 low	135 (- 15 cm)	+ 2.5 positive
V.3 7 tests	1.1	85	170 high	29.0 high	135 (- 35 cm)	0 neutral

* range of the fruiting branch with a white bloom in first position

**NOTE SUR LES ESSAIS PIX@
(CHLORURE DE MÉPIQUAT)
CONDUITS PAR L'IRCT DANS LES ANNÉES 80.**

J. MARTIN
Agronomie coton au CIRAD-CA

Avertissement : ceci n'est qu'un document de travail (janv. 94).

SOURCES

Référence initiale :

FOLLIN, J.C. 1979. Action des réducteurs de croissance sur les cotonniers en Afrique de l'Ouest et en Afrique Centrale. 10ème Conférence du COLUMA, 13/12/79, pp 1155-1162.

Rapports IRCT-CIRAD :

- Rapports annuels agronomie coton de l'IDEssa, Côte d'Ivoire, de 1987 à 1990 (CRETENET et LANGLAIS)
- Rapports de mission en El Salvador, RICHARD 1978 et 1979 (bien qu'antérieurs à la décennie 80)
- Rapport de mission à Madagascar, BRAUD 1982
- Rapport 1985-86 de la cellule prévulgarisation Hasyma-Tuléar, Madagascar (DEVILLE et GAVALAND)
- Compte-rendus d'exécution technique de la Recherche Coton et Fibres - Bénin - 1980 et 1981 (GABOREL)
- Rapports annuels de la section phytosanitaire IRCT-SOCADA de 1979 à 1981, République Centrafricaine (CAUQUIL, et GOUTHIERE pour la partie technologie)

MEGIE,C. 1980. Essai du régulateur de croissance BAS 083 01 W sur les cotonniers cultivés (*G.hirsutum*) dans les polders de Bol (lac Tchad). Coton Fib. Trop. 35 : 343-345.

N.B. : il n'est pas exclu qu'il y ait d'autres documents comportant un volet pix...

LES CHERCHEURS IMPLIQUES

Principalement des agronomes (El Salvador, Tchad, Bénin, Côte d'Ivoire, Madagascar); un phytosanitaire (Centrafrique); implication des technologues (Centrafrique, Côte d'Ivoire)

Les régulateurs de croissance, en l'occurrence le Pix, n'ont constitué qu'un volet toujours très secondaire pour ces chercheurs. En fait, il n'y a pas eu de réelle programmation en la matière (espace, temps, méthodologie).

MODALITES D'APPLICATION

Dans tous les cas, en BV (60 à 150 l/ha), traitement avec appareil à dos et rampe Cadou. Les formulations de Pix : le plus souvent à 50 g/l ce qui correspond à l'actuelle définition du Pix@, mais quelques fois à 25 g/l (El Salvador), ou à 60 g/l (Tchad et vraisemblablement en Centrafrique).

pays - année	modalités d'applications étudiées
El Salvador 78	2 doses 37,5 et 75 gma/ha, en 1 application au 50ème jour (*)
Tchad 78 (publié en 80)	3 doses 60, 120 et 180 gma/ha, en 1 application début floraison (NF = 1 à 2)
Centrafrique 79 à 81	50 ou 60 gma/ha en 1 application début floraison
Bénin 80	2 doses 37,5 et 75 gma/ha, en 1 application "un peu tardive", NF probable = 2-4
Bénin 81	dose probable 50 gma/ha, en 1 application début floraison
Madagascar 81 et 85(**)	50 gma/ha en 1 application début floraison
Côte d'Ivoire 87	3 doses 50, 100, 150 gma/ha, fractionnées respectivement en 1, 2, 3 applications, à 35, 35 + 45, 35 + 45 + 60 jours
Côte d'Ivoire 87 (Man)	75 gma/ha en 1 application à 45 jours
Côte d'Ivoire 88	2 doses 75 et 150 gma/ha, fractionnées respectivement en 1, 2 applications, à 45, 45 et 60 jours
Côte d'Ivoire 89	75 gma/ha en 1 application début floraison
Côte d'Ivoire 90	75 gma/ha en 1 application début floraison

(*) El Salvador : l'essai comprenait en fait 6 modalités d'application, allant de 12,5 à 75 gma/ha, en 1 ou 2 ou 3 applications, du 50ème jour au 108ème jour. Mais dans des rapports de mission, M. RICHARD n'a conservé pour l'analyse des résultats que les doses 37,5 et 75 gma/ha en 1 application à 50 jours (probablement tout début floraison)

(**) Madagascar 85 : essai réalisé avec un pix de "6 ans d'âge"!

Commentaire : dans son résumé, FOLLIN retient : "un traitement début floraison au pix à 50 gma/ha diminue significativement la taille ... Dans les zones où le développement végétatif est excessif, on obtient des augmentations sensibles de rendement et une amélioration sensible de la précocité". Dans le texte : "il semble que la dose à préconiser soit de 40-50 gma/ha", mais "le problème de la dose n'est pas résolu de manière absolue car elle est fonction de l'importance du développement végétatif".

ETAT DE LA CULTURE AU MOMENT DE LA PREMIERE APPLICATION

Les rapports ne donnent que très peu d'informations sur le développement végétatif au moment de l'application du pix : quelquefois la hauteur des plants. Or, sur la base des résultats FOLLIN 79, c'est la hauteur des cotonniers à la 1ère fleur qui a été et qui reste le critère pour décider de l'utilisation du pix dans les recommandations de la CIDT (cf. annexe 1) : les cotonniers doivent avoir une taille ≥ 80 cm au début de la floraison. Dans les essais 80, la hauteur des plants présente une variabilité non négligeable : de probablement moins de 60 cm à 100 cm, pour une application "début floraison". Le niveau de floraison n'est d'ailleurs pas précisément connu, pas plus que le nombre de branches et donc de feuilles. En outre, suivant la vigueur des plants, les taux d'émission et de développement des branches secondaires (d'ordre 2) peuvent varier grandement. Tout cela est totalement ignoré. Mais ces critères plante à eux seuls restent insuffisants, car ils ne rendent pas compte de l'importance de la végétation au niveau du peuplement : l'indice foliaire est inconnu. Or, citons FOLLIN : "le traitement marque beaucoup plus aux fortes densités et, plus également, chez la variété normale que sur la variété à feuilles découpées." Inversement, "l'augmentation de densité, dans des conditions de développement végétatif excessif influence plus dans un sens négatif la variété à feuilles large que la variété okra : caractère néfaste d'une trop forte densité de feuillage". Relevons que ce fameux "développement végétatif excessif" n'a jamais été défini. Les stands théoriques ou à la récolte sont rarement renseignés ; ils constituent un facteur expérimental dans les

essais Côte d'Ivoire où ils devaient varier en principe de 20.000 à 100.000 plants/ha, en réalité de 10.000 à 60.000 plants/ha. Stands et hauteurs pourraient donner une indication de l'indice foliaire à condition de disposer d'un modèle simple, tenant compte de la structure du peuplement : interligne (qui varie de 70 à 130 cm), de l'interpoquet (qui varie de 20 à 40 cm) et du nombre de plants par poquets (1 ou 2). En conclusion, les états du peuplement au moment de la première application sont très variables dans ces essais, et ils sont très mal renseignés.

CONSEQUENCE

Les modalités d'application varient, mais sont assez bien renseignées. Les états du peuplement au moment de la 1ère application varient, et sont très mal renseignés. Ces 2 éléments combinés varient beaucoup plus, et sont mal renseignés. Sachant que l'effet du premier est fonction de l'état du second, n'est ce pas une cause désespérée que de prétendre dégager de ces essais des conclusions opérationnelles : par exemple, mon coton va commencer à fleurir, que dois-je y regarder pour décider ou non de "pixer" sans y laisser des plumes ?

ETATS INTERMEDIAIRES ET FINAL DE LA CULTURE

L'état final est caractérisé dans tous les cas par la hauteur en fin de cycle et le rendement global. Les autres observations rapportées sont consignées dans le tableau suivant.

pays - année	pointage hauteur	précocité R1/RT	schéma de fructification	Analyse sanitaire	Analyse technologie
El Salvador 78			oui		
Tchad 78		oui	oui		
Centrafrique 79, 80 et 81		oui		oui	oui
Bénin 80 Bénin 81	+ 23 j			oui	
Madagascar 81 Madagascar 85	+ 23 j				
Côte d'Ivoire 87 Côte d'Ivoire 88 Côte d'Ivoire 89 Côte d'Ivoire 90					oui

L'évolution de la culture après le traitement n'est renseigné que dans 2 cas avec un pointage de hauteur effectué 23 jours après l'application de pix (dans les 2 cas!). On ne sait rien non plus sur l'occurrence de stress éventuels, et l'on sait aujourd'hui que c'est important. Quant à l'état final, peu d'essais fournissent des informations complémentaires. On n'a pas d'indications précises sur la durée des cycles végétatifs <levée-arrêt de la croissance végétative> (même si l'on a parfois date de semis et date de la 1ère récolte R1), et on ne dispose pas de schéma de fructification.

CONSEQUENCE SUPPLEMENTAIRE : interpréter les variations de rendement observées en réponse au pix dans ces essais pour en dégager des règles d'utilisation (à défaut de relations explicatives) relève quasiment d'une "mission impossible".

LES ESSAIS EN PRESENCE

pays - année	facteurs étudiés	dispositif	variété
El Salvador	6 modalités pix /sans	4 rep., non statistique	?
Tchad	3 modalités pix /sans	4 rep., carré latin	Coker 417
Centrafrique 79	avec/sans	1 site à 3 rep	SRI-F4 (multiplication)
Centrafrique 80	E3N x avec/sans (*)	1 site à 4 rep	BJA B2 (multiplication)
Centrafrique 81	avec/sans	4 sites, 5 à 10 rep.	id. 79
Bénin 80	2 modalités pix /sans x 2 fumures	factoriel, ? rep	?
Bénin 81	avec/sans x biostimulant avec/sans	2 sites, factoriel, ? rep	?
Madagascar 81	avec/sans	test non statistique	?
Madagascar 85	avec/sans	couple, 6 rep.	?
Côte d'Ivoire 87	3 modalités /sans x 2 densités x 4 dates semis	split-plot 3 étages	?
Côte d'Ivoire 87 (Man)	avec/sans x 4 dates de semis	split-plot 2 étages	?
Côte d'Ivoire 88	2 modalités /sans x 2 densités x 4 dates semis	split-plot 3 étages	?
Côte d'Ivoire 89	avec/sans x 4 dates semis	split-plot 2 étages	?
Côte d'Ivoire 90	avec/sans x 3 densités x 3 dates semis	split-plot 3 étages	

(*) E3N : essai à 3 niveaux de protection, en double escalier

ANALYSE DES RÉSULTATS

Essais ou modalités écartés de l'analyse.

L'essai Côte d'Ivoire 87 de Man (avec 75 gma/ha /sans x 4 dates de semis) est le seul ne présentant pas d'effet pix sur la taille des cotonniers, et ce aux 4 dates. Inutile d'aller donc plus loin. L'effet taille est une constante, et sert de révélateur. Il y a eu quelque part problème. L'auteur met en cause l'époque d'application, autour du 65ème jour contre le 45ème jour en principe, les toutes premières fleurs apparaissant à 50 jours : à mon avis, l'explication est ailleurs (on rencontre par ailleurs des effets pix marqués à pareille époque d'application, surtout à cette dose élevée, pour un couvert "normal"). A noter en passant que les niveaux de rendement étaient très élevés : 30 qx/ha (semis précoce) pour une hauteur de 140 cm à la récolte, et 16 qx/ha (semis tardif). Cela montre que cette situation ne correspondait pas à la problématique de "croissance végétative excessive", puisque les cotonniers étaient très chargés sans être trop hauts.

L'essai d'**EL Salvador** conduit à une réduction finale de hauteur de 30 à 25 cm suivant la dose, pour des témoins de 170 cm à 27,5 qx/ha. Les nombres de branches et de sites fructifères ne sont pas modifiés. Mais curieusement, le rendement est fortement réduit avec le pix. Cette réduction résulte d'une très forte diminution du nombre de capsules, plus sensible sur les branches hautes, celles sont les entrenoeuds ont été raccourcis. L'auteur avance l'hypothèse d'accidents de fécondation ; je note pour ma part que c'est le seul essai parmi ceux répertoriés ici où la formulation utilisée titre 25 g/l : c'est peut-être un problème de phytotoxicité lié à des adjuvants particuliers à cette formulation.

Madagascar 86 : forte croissance, puisque les cotonniers font 90 cm début floraison ; cependant cette croissance ne peut être qualifiée "d'excessivement végétative" puisqu'à la récolte, ils ne font que 140 cm pour 28 qx/ha ; le pix a eu un effet sur la hauteur finale, mais faible : -8 cm (différence acquise dès le 23ème jour après traitement) ; cela serait dû d'après l'auteur au vieillissement du produit (6 ans de stockage) et il est donc plus prudent de ne pas prendre en compte cet essai ; l'effet sur le rendement aurait été positif (mais non significativement).

Côte d'Ivoire 87 : effets nets sur la réduction de hauteur (-20 à -25 cm sur des témoins mesurant 145-150 cm à 120 jours) ; les productions sont modestes, de 18 à 12 qx/ha suivant les dates de semis, et le pix tendait à réduire les rendements (non significativement). Cet essai ne peut être comparé aux autres car la 1ère application a lieu très tôt (35ème jour) et à dose non réduite.

Côte d'Ivoire 88 : essai où des cotonniers à croissance plutôt modérée (hauteur à 120 jours : 115 cm) reçoivent des doses de pix plutôt fortes (75 gma/ha même dans le cas d'une seule application) et plutôt précocément (45ème jour). Je propose aussi de ne pas le comparer aux autres. Les effets des 2 modalités pix sont significatifs mais modestes sur la hauteur ; quant aux rendements, il n'apparaît ni différences significatives, ni tendances marquées.

Tchad 78 : les doses forte et très forte ne diffèrent pas significativement de la dose de base (60 gma/ha en 1 application début floraison), ni sur la hauteur finale, ni sur les rendements. Pour la suite de l'analyse, j'écarte les doses forte et très forte.

Essais conservés pour l'analyse comparative

essais retenus	modalités d'applications retenues
Tchad 78	60 gma/ha en 1 application début floraison (NF = 1 à 2)
Centrafrique 79 à 81	50 ou 60 gma/ha en 1 application début floraison (*)
Bénin 80	moyenne (**) des doses 37,5 et 75 gma/ha, en 1 application "un peu tardive", NF probable = 2-4
Bénin 81	dose probable 50 gma/ha en 1 application début floraison
Madagascar 81	50 gma/ha en 1 application début floraison
Côte d'Ivoire 89 et 90	75 gma/ha en 1 application début floraison

(*) la concentration de la formulation n'est pas indiquée ; il est fort possible qu'elle titre 60 g/l, comme au Tchad à la même époque, d'autant que les effets sur la taille sont très marqués (cf. tableau suivant).

(**) les réductions de hauteur sont proches pour les 2 doses de pix, ce qui autorise à travailler sur les effets moyens des 2 objets en comparaison, comme résultant d'une dose moyenne de 56 gma/ha.

Les modalités d'application y sont "voisines" : l'application en début floraison à des doses comprises entre 50 et 75 gma/ha ("voisines", car s'agissant de substances de croissance, ces variations restent importantes).

Les résultats globaux (hauteurs, rendements) figurent dans le tableau page suivante. Le pix était initialement destiné à lutter contre l'exubérance des cotonniers qui restent "végétatifs" en zone sub-forestière. Parmi les essais ici répertoriés, peu sont ceux qui répondent à ces critères : l'étude pix a largement débordé sur d'autres milieux, et d'autres types de culture.

essais	hauteurs (cm)			rendements (qx/ha)		remarques
	initiale	finale	effet pix	témoin	effet pix	
Tchad	?	160	- 20	35	+ 5 (s)	
Bénin 80	80	130	- 25	19	- 1 (ns)	pas d'effet fumure (*)
Bénin 81 a	?	130	- 20	16	- 1 (ns)	pas d'effet biostimulant
Bénin 81 b	?	155	- 25	18	+ 1,5 (s)	"- (*)
Madagascar 81	?	115	- 30	18	- 0,5 (ns)	
Côte d'Ivoire 89 semis précoces	?	175	- 20	8,5	+ 3 (s)	regroupements des dates de semis (1-2) et (3-4) (**)
semis tardifs	?	165	- 20	7	+ 1,5 (s)	
Côte d'Ivoire 90 semis précoce	100	160	- 40	23	- 1 (ns)	regroupement des densités (***)
semis moyen	85	170	- 40	19	- 2 (ns)	
semis tardif	85	170	- 30	13	+ 1 (ns)	
Centrafrique 79 a	?	150	- 50	18	+ 3	
79 b	?	135	- 30	15	+ 1	
80	?					
81 a	?	125	- 50	15	- 1	
	?	135	- 40	16	+ 2	
81 b	?	145	- 65	19	0	
81 c	?	115	- 40	15	0	
81 d						

(s) : significatif à P=0,05 ; (ns) : non significatif

(*) 2 niveaux de fumure, forte et très forte : pas d'effet simple ni d'interaction ; de même pour le biostimulant "ergostim"

(**) regroupements permis par les comportements très voisins pour les critères décrits

(***) l'objet basse densité n'a pas été retenu, car trop faible en réalité (<17.000 plants/ha); les densités moyennes et fortes ont été regroupées car elles correspondent de fait à des densités moyennes ne dépassant pas 59.000 plants/ha.

Premier constat : il y a dans tous les cas une réduction de la hauteur finale des cotonniers, de 20 à 40 cm, voire plus en Centrafrique. En accord avec FOLLIN 79.

Deuxième constat : les effets sur le rendement sont "erratiques", avec des effets positifs significatifs ou non, et des effets "plutôt" négatifs (jamais significatifs) ou nuls. En accord avec FOLLIN 79.

Les effets sur les rendements peuvent être examinés en fonction de la taille finale de cotonniers témoin, ce qui semble légitime pour des réducteurs de croissance. Considérons, arbitrairement, 3 classes : \geq grands 160, moyens <160-130>, petits < 130 cm.

- **Cas des grands cotonniers :** on observe des effets positifs, mais aussi des effets négatifs. Les effets positifs s'observent pour des types de cultures diamétralement opposés : cotonniers très chargés du lac Tchad, et cotonniers de zone forestière, restés très végétatifs car très peu chargés (Côte d'Ivoire 89, et 90 semis tardif). Les effets négatifs sont observés sur des cotonniers moyennement chargés (Côte d'Ivoire 90 semis précoce et moyen).
- **Cas des cotonniers moyens :** on relève des effets positifs sur des cotonniers moyennement chargés (Bénin 81 b, Centrafrique 79 a et b, et 81 b), mais aussi des effets négatifs ou nuls sur des cotonniers équivalents (Bénin 80 et 81 a, Centrafrique 81 c).
- **Cas des petits cotonniers :** on n'y relève pas d'effet positif ; sur ces cotonniers moyennement chargés les effets sont négatifs ou nuls (Madagascar 81, Centrafrique 81 a et b).

PREMIERES CONCLUSIONS

- 1/ même pour des cotonniers à fort développement végétatif (hauteur finale \geq 160 cm), les effets sur le rendement d'un traitement pix à 50-75 gma/ha début floraison ne sont pas toujours positifs.
- 2/ inversement, on peut avoir des effets positifs sur le rendement pour des cotonniers à développement végétatif moyen (hauteur finale comprise entre 130 et 160 cm).
- 3/ pour des cotonniers à fort développement végétatif, les effets positifs sur le rendement concernent des cultures restant végétatives, mais aussi des cultures très productives.
- 4/ on n'a pas d'exemple d'effet positif sur le rendement pour des culture à faible développement végétatif.

DISCUSSION "FORET / LAC TCHAD"

Reprendons le point 3/ du paragraphe précédent. En zone sub-forestière, le pix a procuré des gains de rendements importants, de 100 à 300 kg/ha, à des cotonniers de grande taille mais faiblement productifs, 7 à 13 qx/ha pour les témoins. Dans les polders du lac Tchad, le pix a procuré des gains de rendements importants, 500 kg/ha, à des cotonniers de taille équivalente mais très productifs, 35 qx/ha pour les témoins.

En zone forestière, le climat se caractérise, par rapport à une zone de savane typique, par des pluies plus abondantes et régulières et une demande

1

la charge relative, forte, moyenne ou faible, peut être appréciée par le ratio rendement/hauteur, qui dans les essais répertoriés varie dans une gamme de 4 à 22 kg/ha/cm

.

évaporative moindre ; un ensoleillement et des températures moindres. En zone pré-forestière ivoirienne, le sol est plutôt "fertile" (avec engrais). Les conditions sont donc réunies pour que les cultures poussent sans stress hydrique ou minéral (principalement azoté), mais avec un développement phénologique plus lent qu'en zone de savane (température), et probablement des stress carbonés (ensoleillement faible). Cela conduit à des cotonniers avec relativement peu de branches et de sites fructifères, des entrenoeuds et des feuilles relativement grands, et peu de capsules du fait d'un fort taux d'abscission physiologique (stress carboné), accentué en cas de fortes densités (auto-ombrage). De plus les problèmes parasitaires y sont relativement importants, avec en particulier de forts taux de pourritures de capsules. La faiblesse des puits reproducteurs favorise les puits végétatifs au détriment des nouveaux sites reproducteurs, et le phénomène tend à s'auto-perpétuer.

Dans les polders du lac Tchad, les sols sont très fertiles (pas besoin d'engrais), la demande évaporative est très forte, mais l'insuffisance des pluies est compensée par l'irrigation ; température et ensoleillement sont plus importants qu'en zone de savane. Les conditions sont donc réunies pour que la culture pousse en l'absence de tout stress, excepté éventuellement des épisodes de stress hydriques modérés (affectant la croissance végétative mais non le développement reproducteur); des stress thermiques (pouvant affecter le développement reproducteur) sont improbables en l'absence de stress hydriques prononcés. Cela conduit à des cotonniers avec des branches et de sites fructifères relativement nombreux, des entrenoeuds et des feuilles relativement grands dans la moitié inférieure du cotonnier, mais plus petits dans la moitié supérieure, et beaucoup de capsules (taux de rétention élevé, en l'absence de stress, à condition qu'une bonne protection soit assurée). Les faibles densités pratiquées réduisent les phénomènes d'ombrage et favorisent la rétention des capsules. L'augmentation de la charge en capsules réduit la proportion d'assimilats disponible pour la croissance végétative et finit par l'arrêter (le "cut-out").

Le pix, dans tous les cas, réduit la force de puits des puits végétatifs et augmente la force de puits des puits reproducteurs. Ce détournement d'assimilats en faveur des capsules peut être particulièrement utile en zone préforestière, pour tenter d'enrayer la dynamique d'auto-perpétuation de l'exubérance végétative, sachant que la production de biomasse totale est limitée à des niveaux plus ou moins bas par le rayonnement incident. Ce cas de figure était celui initialement retenu comme cible pour le pix.

Cependant le pix s'est aussi avéré bénéfique pour des cultures vigoureuses et très productives. Suivant le même principe, la fructification, déjà très importante, a été renforcée et l'absence de stress et le fort ensoleillement ont permis d'y faire face.

RESULTATS PRECOCITE et POIDS MOYENS CAPSULAIRES

Les essais Tchad et Centrafrique, où la précocité de la récolte (R1/RT) a été mesurée, confirment FOLLIN 79 : elle est nettement accrue par le pix. Au Tchad, les 500 kg/ha d'accroissement de rendement apparaissent dès la 1ère récolte R1 ; ils résultent d'un accroissement du nombre de capsules retenues dans les premières branches fructifères (bf). En Centrafrique, R1 est toujours nettement supérieure avec pix, que le rendement final soit accru ou non.

Les pmc ont été mesurés au Bénin 80 et en Centrafrique 81 sont accrus par le pix. FOLLIN (79) explique cet accroissement du moins partiellement, par la proportion plus importante dans la récolte des capsules provenant des premières bf plus grosses que celles des bf du haut. Il n'existe pas de comparaison de taille de capsules de même position avec et sans pix.

DISCUSSION PRECOCITE

La réduction de taille et l'accroissement de la précocité sont des constantes de l'action du pix. Ces effets peuvent être qualifiés d'effets directs, inhérents à son mode d'action. Le pix augmente le taux de rétention (et peut-être aussi la taille) des capsules en position basse. La demande en carbone (C) des puits reproducteurs est augmentée, celle des puits végétatifs diminuée, mais globalement la demande en C est augmentée et atteint plus rapidement la limite imposée par l'offre en C : le développement végétatif et donc la production de nouveaux sites fructifères sont stoppés plus tôt. Le "cut-out" des anglo-saxons se produit plus tôt, le cycle végétatif est plus court.

Cette relation "précocité de la récolte - cycle écourté" n'est pas suffisamment explicitée dans les rapports ou même dans FOLLIN 79 ou MEGIE 80. Hormis les mesures de R1/RT, il n'y a pas d'observations directes sur le développement phénologique ni indirectes sur le nombre final de noeuds de la tige principale. La réduction de la hauteur finale provient certes de la réduction de la longueur des entrenoeuds, mais certainement aussi dans certains cas de la réduction du nombre des entrenoeuds.

Les observations sur les repousses de 2ème cycle (le "regrowth" des anglo-saxons) en Centrafrique abondent dans ce sens. Avec le pix, le redémarrage végétatif est avancé, ce qui indique que le cut-out l'avait été aussi. Lorsque les dernières pluies sont tardives, cas de l'essai 79 b, la repousse de 2ème cycle est déjà abondante au moment de la 1ère récolte, et contraste avec le témoin encore bloqué.

Les cas de très forte réduction de hauteur (de -50 à -65 cm) pour des hauteurs finales ne dépassent pas 150 dans certains essais centrafricains sont étonnantes. Bien qu'on ne connaisse pas les hauteurs initiales (au moment de l'application du pix), pour expliquer ces écarts, il faut admettre quasiment un effet de choc du pix : le développement végétatif aurait été stoppé vite après l'application du pix. Les témoins auraient continué leur cycle plus longtemps, la taille finale résultant d'un nombre plus élevé d'entre-noeuds plus longs ; ceci semble cohérent avec les gains de précocité enregistrés dans ces essais. Ce genre d'effets extrêmes illustre bien l'importance d'une bonne adéquation entre dose de pix et état des cultures pendant et après l'application, en fonction des effets recherchés.

DISCUSSION RENDEMENT

Quels sont les cas où le Pix entraînera non seulement un gain de précocité mais aussi un gain de rendement ? La solution du problème passe peut-être par une formulation en termes de cut-out ? Le cut-out sera avancé, certes, mais (1) dans quelle mesure, et (2) quelles sont les situations qui méritent cet avancement du cut-out ? A priori, on conçoit assez bien que dans certaines conditions on puisse préférer assurer une production précoce et que dans d'autres situations on ait intérêt à investir dans le développement végétatif (aérien et racinaire) et donc dans la production de nouveaux sites fructifères, au prix d'une tardivité accrue. Or la pauvre caractérisation des situations expérimentales dans les essais ici répertoriés ne permet pas de bien se situer au point de vue des cycles. On peut néanmoins supposer qu'il existe une assez grande variabilité de ces conditions, qui expliquent probablement une bonne partie de la variabilité des réponses rendement au pix. A cela il faut ajouter que l'augmentation de l'intensité de la demande en carbone rend la culture plus sensible aux stress (hydriques, minéraux), ainsi qu'aux ravageurs, et l'occurrence de tels stress, non renseignée, explique probablement le reste de la variabilité de la réponse rendement au pix.

ANALYSES SANITAIRES

Des analyses sanitaires à la récolte ont été faites au Bénin 81 et dans les essais de Centrafrique. Environ dans un cas sur deux, l'état sanitaire des capsules est amélioré avec le pix : **réduction du taux de pourritures de capsules** (suite aux piqûres de *Dysdercus* en particulier), ou de capsules momifiées. Cette amélioration peut s'expliquer par la modification de la structure de la canopée, les branches du haut plus courtes permettant une meilleure aération et une meilleure pénétration des insecticides dans les parties inférieures.

Des taux d'infestation des feuilles par pucerons accrus avec le pix ont parfois été relevés en Centrafrique (explications : couleur vert foncé, ratio C/N des sucs foliaires, meilleure turgescence des feuilles ?).

ANALYSES TECHNOLOGIQUES

Côte d'Ivoire 89, et Centrafrique. En Côte d'Ivoire, où le pix a augmenté les rendements en 89, le pix a accru le poids de 100 graines et la ténacité de la fibre, les autres caractéristiques n'étant pas significativement modifiées. En Centrafrique, dans 4 cas sur 5, des essais d'égrenage à la 20 scies ont montré des réduction du pourcentage de fibre à l'égrenage et une augmentation du seed-index. Cet effet avait été noté au Cameroun (FOLLIN, 79) dans un essai où le pix avait réduit la production, déjà faible. Ces résultats contrastent avec le reste des résultats recueillis par FOLLIN. Ils sont peut-être à mettre en relation avec un effet très brutal du pix dans ces essais (développement végétatif insuffisant au Cameroun, réduction drastique de la hauteur et donc du cycle et du schéma de fructification en RCA). Concernant les caractéristiques technologiques de la fibre, le rapport RCA 81 mentionne :"les parcelles traitées avec pix produisent une fibre plus longue, avec un indice micronaire plus faible, une meilleure ténacité, tandis que le taux de fibres mûres diminue. Ces résultats confirment ceux déjà obtenus en 1980." Mais pas ceux de 1979.

CONCLUSION GENERALE

La quasi vingtaine d'essais répertoriés n'a abouti qu'à un résultat assez décevant, faute de programmation globale et de méthodologie appropriée (suivi des états du peuplement très insuffisant). Le Pix a été étudié dans une gamme de situations assez large, allant des zones sub-forestières aux polders du lac Tchad. Les résultats obtenus avec application en début floraison (50 à 75 gma/ha) confirment ceux présentés par FOLLIN en 79 : le Pix a pour effet constant de réduire la hauteur finale des cotonniers et d'augmenter la précocité de la récolte. Par contre les effets sur le rendement sont toujours erratiques. Des cotonniers témoins de grande taille ($\geq 1,60$ m) ne sont ni une condition suffisante, ni même nécessaire pour que le Pix conduise à des gains de rendements. Par contre, le Pix peut avoir des effets bénéfiques et sur des cotonniers restant végétatifs, et sur des cotonniers déjà très productifs. Le critère hauteur des cotonniers ≥ 80 cm à début floraison pour décider ou non de l'utilisation du pix est insuffisant si l'on cherche un gain de production. Ces essais montrent que potentiellement le pix pourrait être utilisé dans des situations autres que les zones sub-forestières. Cependant, la variabilité des réponses en termes de rendement est considérable. Faute de caractérisation précise des conditions environnementales et des états de la culture, ces essais ne permettent pas d'élaborer une grille d'aide à la décision pour l'utilisation du pix : en cela, ils sont décevants.

En particulier, les relations gain de précocité de la production et réduction de la longueur du cycle végétatif n'ont jamais été exploitées, malgré quelques indications au Tchad et en Centrafrique. Les analyses phytosanitaires ou technologiques sont peu nombreuses : réduction du taux de capsules pourries ou momifiées ; en Côte d'Ivoire, pas de modification du rendement fibre à l'égrenage, ni des caractéristiques technologiques de la fibre, si ce n'est une augmentation de la ténacité ; en Centrafrique, où le pix a eu des effets drastiques sur la végétation, le pix aboutit à une augmentation du seed-index et une diminution du rendement fibre à l'égrenage, avec modifications de certaines caractéristiques technologiques de la fibre. L'exemple des essais pix démontre la nécessité d'une bonne programmation, et d'une approche plus explicative : des essais moins nombreux, bien ciblés et bien caractérisés auraient certainement produit des résultats exploitables opérationnellement.

Présentation au 10^e Conférence du COLUMA, Paris le 13.12.1979

ACTION DES REDUCTEURS DE CROISSANCE SUR
LE COTONNIER EN AFRIQUE DE L'OUEST ET EN AFRIQUE CENTRALE

J.C. FOLLIN
I.R.C.T./G.E.R.D.A.T. MONTPELLIER

RESUME

Un traitement en début de floraison au chlorure de N. diméthyl morpholine (150 g m.a./ha) ou au chlorure de 1,1 diméthyl pipéridinium (50 g m.a./ha) diminuent significativement la taille d'environ 20 %. Dans les zones où le développement végétatif est excessif on obtient des augmentations sensibles de rendement et une amélioration importante de la précocité. Ces produits semblent agir en diminuant l'abscission des fleurs dans les premiers stades de floraison, probablement, par une action anti-auxinique.

INTRODUCTION

Si on met à part les travaux concernant les produits défoliants utilisés avant la récolte mécanique et l'arrêt de croissance après la défoliation, les études de la transformation de la physiologie du cotonnier, par application de molécules de synthèse, au niveau pratique, sont récentes. Le premier produit à être remarqué fut le Cycocel (chlorure - 2 - chloroéthyl-triméthylammonium chloride), il fut montré, qu'à dose convenable (100-200 g m.a./ha), ce produit provoquait une réduction homothétique de la taille, des feuilles épaisses de couleur sombre sans que la capacité de production soit touchée. Les molécules ensuite étudiées dans les différents pays cotonniers, appartiennent pour la grande majorité au même type que le CCC, ("anti-auxines", inhibiteurs de gibberellines).

Dans les zones cotonnières où travaille l'I.R.C.T., l'étude des

régulateurs de croissance a débuté en 1971. Le point de départ fut l'observation du développement végétatif, important dans certaines conditions, (sol riche, faible luminosité comme en zone Centre-Côte d'Ivoire par exemple) et en comparaison, du faible volume de la récolte.

Le caractère négatif d'un développement végétatif excessif est dû en grande partie, à la chute des capsules de la partie inférieure, la compensation ultérieure étant généralement insuffisante. La cause la plus souvent invoquée pour expliquer cette perte est que les capsules sont plus sensibles aux pourritures, car dans une microambiance plus favorable au développement des champignons et des bactéries, et que les pulvérisations d'insecticides ne les atteignent pas, le feuillage trop dense, jouant le rôle d'un écran. Ces deux raisons sont certes importantes mais peut-être secondaires par rapport au fait physiologique de l'antagonisme entre les hormones de fructification et les hormones de croissance.

L'étude de l'action d'"anti-auxines" dans certaines conditions est donc pleine d'intérêt et deux formulations ont apporté des modifications positives, il s'agit du chlorure de N. diméthyl morpholine (DMC) et du chlorure de 1,1 diméthyl pipéridinium ou mepiquat-chlorure (DPC).

RESULTATS

Influence sur la taille et le rendement

En Côte d'Ivoire, quelque soit l'endroit ou la date de semis, le traitement donne toujours une réduction de taille significative, de l'ordre de 10 à 25 %. Cette réduction est homothétique et donne au cotonnier un port plus ramassé, tout à fait caractéristique.

En ce qui concerne la production, sur la Station de Bouaké, les augmentations sont, chaque année, élevées pour les semis de Juin qui donnent toujours des cotonniers au développement végétatif trop important. Pour les semis d'Août, les résultats sont très variables. Les années à pluies régulières, favorisant une croissance importante, on observe de fortes augmentations de rendement (1976, 1978) ; les autres années, le gain n'est pas significatif. Si on calcule la corrélation entre l'augmentation de production et la taille du témoin, on obtient un chiffre de 0,971 hautement significatif, par contre, le niveau de production du témoin et l'augmentation de production ne sont pas liés ($r = 0,11$).

Pour les essais extérieurs à la Station, l'augmentation de rendement avec le DMC est de l'ordre de 6 % ; globalement non significative. L'augmentation due au DPC est plus importante et significative (10,6 %).

Pour les autres pays, les résultats vont dans le même sens : on observe toujours une réduction de taille mais les augmentations de rendements sont tout aussi irrégulières : augmentations significatives dans certains essais du Mali et du Togo, nulles ailleurs, en particulier en Haute-Volta sur 6 essais répartis sur deux ans.

Le problème de la dose d'emploi n'est pas résolu de manière absolue car elle est fonction de l'importance du développement végétatif. Cependant, plusieurs années d'expérimentation permettent de donner le chiffre moyen de 150 g de m.a. à l'hectare pour le DMC en culture pluviale. Pour le DPC, il semble que la dose à préconiser soit de 40-50 g à l'hectare.

Influence sur la précocité

Le tableau 1 regroupe les résultats des récoltes en Côte d'Ivoire, pour lesquelles nous avons les chiffres partiels. On constate que dans tous les cas, la première récolte est toujours beaucoup plus importante dans les parcelles traitées, au contraire de la deuxième, généralement inférieure. Si on regroupe les essais, on obtient une première récolte supérieure de 40,2 % à celle du témoin et une seconde, inférieure de 10 %, pour une augmentation globale de rendement de 16,4 %.

On retrouve cette action sur la précocité dans les pays où cette caractéristique a été analysée (Togo, Bénin).

Influence sur la floraison

A Bouaké sur quatre ans, globalement, le volume de floraison est voisin dans les parcelles traitées et les parcelles témoins, la floraison des premières semaines a tendance à être légèrement supérieure dans les parcelles traitées et en fin de cycle à être plus importante dans les parcelles témoins. Au Togo, CRETENET note une baisse régulière et parfois significative du volume de floraison dans les parcelles traitées.

Le shedding post-floral, calculé dans un essai de Bouaké en 1972, n'était pas globalement différent dans le témoin et dans les parcelles traitées. Au Togo, on note des résultats identiques. Au Bénin, JOLY signale un shedding plus faible dans les parcelles traitées au DMC.

L'étude par semaine de floraison n'a pas été faite mais il est probable que l'abscission dans les premières semaines doit être inférieure, car les volumes de floraison sont assez voisins, alors que le nombre de capsules, dans la partie inférieure des cotonniers traités, est nettement plus important.

Influence sur le schéma de fructification

Le schéma de fructification a été étudié tout d'abord au Bénin et il a été montré que le nombre de capsules présentes à la récolte sur les premières branches fructifères est nettement plus élevé que sur celles du témoin, cette différence s'atténue en montant et à partir de la neuvième branche fructifère, c'est l'inverse qui se produit. CRETENET au Togo arrive aux mêmes conclusions.

Influence sur les caractéristiques agronomiques et technologiques

Poids moyen capsulaire : Il y a dans tous les essais une tendance à l'augmentation du poids moyen capsulaire.

Rendement à l'égrenage, seed-Index, pouvoir germinatif : Seuls les essais du Cameroun indiquent une baisse du pourcentage de

fibres. En Côte d'Ivoire, au Togo et au Bénin, il n'est pas noté de différences. Le seed-Index et le pouvoir germinatif ne sont pas touchés.

Caractéristiques technologiques de la fibre : Une tendance à l'augmentation de la longueur est parfois notée (Togo, Côte d'Ivoire) mais d'une manière générale on peut affirmer qu'il n'y a pas de modifications des caractéristiques de la fibre.

Influence sur l'état sanitaire

Des analyses de capsules faites au Bénin et en Côte d'Ivoire ne mettent pas en évidence de différences dans l'état sanitaire des capsules, ni dans le pourcentage de coton jaune. Par contre, CAUQUIL en E.C.A., signale un taux de capsules saines nettement plus élevé dans les parcelles traitées au DPC.

Les parcelles traitées offrant une récolte plus groupée et la compensation se faisant plus mal, il y a tout intérêt à soigner particulièrement la protection insecticide. Un premier essai d'interaction Protection phytosanitaire, Régulateur de croissance a été réalisé en 1977 au Togo, mais si l'action du régulateur a été positive, l'interaction Régulateur x traitements n'est pas apparue comme significative au niveau des rendements.

Cette étude est reprise à Bouaké en 1979.

Influence sur l'assimilation des éléments minéraux

Les cotonniers traités se signalent par une couleur du feuillage d'un vert beaucoup plus foncé mais l'analyse foliaire montre que pour les éléments NSPK la proportion est identique. Cette proportion semblable, avec une augmentation de rendement et un développement végétatif moindre indique que l'on a une utilisation plus efficiente des éléments minéraux ; ceci conduit à envisager une utilisation de ces éléments avec une fumure poussée.

Des essais dans ce sens ont été réalisés en Côte d'Ivoire (2 essais), en Haute-Volta (6 essais), au Bénin (1 essai), au Togo (2 essais) et au Mali (2 essais). Dans l'ensemble les résultats ont été négatifs et si on observe un effet bénéfique de l'accroissement des doses d'azote et aussi, mais plus rarement, du régulateur de croissance l'interaction des deux traitements n'est pas significative sauf toutefois dans 2 essais, un à N'Tarla-M'Pesoba au Mali, l'autre au Togo. Le tableau 2 indique qu'au Togo, on obtient un effet régulateur nul sans apport d'azote, maximum de 30 à 60 N supplémentaires à l'hectare, diminuant sensiblement avec 90 N/ha. Au Mali, on obtient un effet régulateur plus important avec des doses supplémentaires d'azote. Ces deux essais sont malheureusement isolés mais il faut toutefois signaler la difficulté d'obtenir de bons résultats dans ce type d'essais, il est nécessaire que l'azote soit bien le facteur limitant et que la protection phytosanitaire soit bien assurée.

Etude de l'interaction densité x traitement

L'influence de la densité est étudiée à l'aide de deux moyens l'étude de deux densités proprement dite et l'étude de l'influence du traitement sur une variété normale à feuilles entières (HAR L 299-10) et sur une variété à feuilles découpées (Deltapine S.L. okra).

Les chiffres du tableau 3 montrent que le traitement marque beaucoup plus aux fortes densités et, plus également, chez la variété normale que chez la variété à feuilles découpées. Par ailleurs, on constate que l'augmentation de densité, dans des conditions de développement végétatif excessif (semis de Juin avec fumure azotée forte), influence plus, dans un sens négatif, la variété L 299-10 que la variété okra. Ces trois résultats vont dans le même sens et montrent le caractère néfaste d'une trop forte densité de feuillage. Parallèlement l'influence, dans ces conditions, d'un traitement avec un réducteur de croissance est mis en valeur.

DISCUSSION

Il semble acquis que dans des conditions de développement végétatif excessif, un traitement avec certains réducteurs de croissance entraîne une augmentation de production et une amélioration très importante de la précocité. Si on étudie la floraison, on constate cependant que le volume floral des parcelles traitées est souvent voisin de celui du témoin et parfois même inférieur, avec cependant, une tendance pour la floraison chez le témoin à être supérieur en fin de cycle et chez les cotonniers traités, à être supérieur en début de cycle. Cependant, cette supériorité initiale est faible et est insuffisante pour expliquer le gain important de précocité. En réalité, ceci est dû à ce que la récolte ne porte pas sur les mêmes capsules. Dans les parcelles traitées, la part des capsules de la partie inférieure est importante alors que dans le témoin on récolte plutôt les capsules de tête et du milieu.

Le fait que la récolte ne porte pas sur les mêmes capsules explique probablement, que le poids moyen capsulaire soit plus élevé chez les cotonniers traités. Les capsules du bas ont en effet, toujours un poids moyen capsulaire supérieur à celui des capsules formés ultérieurement.

La cause de cette transformation ne semble pas résider dans une meilleure protection insecticide ni dans un taux de pourritures de capsules moins élevé. Nous pensons plutôt que ces deux produits agissent comme anti-auxines et par voie de conséquence, favorisent la fructification dans les premiers stades en diminuant la part du shedding physiologique.

CONCLUSION

D'après les essais réalisés en Afrique, il est net que ces produits n'ont une action positive sur le rendement que si la taille est excessive, ce qui limite leur utilisation à certaines zones telles le Centre ou l'Est de la Côte d'Ivoire mais dans

ces zones on obtient des augmentations régulières de rendement de l'ordre de 10 à 30 % et une amélioration importante de la précocité. D'autre part, une réduction de taille n'est pas sans influence sur la réalisation, souvent difficile des derniers traitements insecticides lorsque la hauteur des cotonniers dépasse celle de la rampe de l'appareil de traitement. Enfin, une augmentation de la précocité, et donc un regroupement de la récolte, peut être très intéressant pour la récolte mécanique.

REFERENCES

Ces résultats sont issus des essais réalisés au Bénin (A. JOLY), en Côte d'Ivoire (R. COUILLOUD, J.C. FOLLIN et G. SEMENT), en R.C.A. (J. CAUQUIL et M. GUILLAUMONT), en Haute-Volta (H. CORRE), au Mali (M. CRETENET et Z. SANOGO), au Togo (M. CRETENET et M. DOSSOU) et au Tchad (O. DOGNIN).

NOTE - Le DMC est un produit expérimental. Le DPC ou mepiquat-chlorure est en voie de commercialisation sous le nom de PIX(BASF).

ABSTRACTS

A treatment with N. dimethyl morpholine chlorid (150 g a.i./ha) or with I.I dimethyl piperidinium chlorid (50 g a.i./ha) at the beginning of flowering significantly reduces the height (about -20 %). In the areas where the vegetative development is excessive increases in yield are obtained and earliness is seriously improved. These chemicals seem to have an effect in reducing the abscission of flowers during the early stages of flowering probably through an anti-auxinic action.

Produits	Date de semis	Année	Doses m.a./ha(g)	1 ^{re} récolte % Témoin	2 ^{re} récolte % Témoin	Total % Témoin
<u>BOUAKÉ</u>						
Témoin				100	100	100
DMC	Juin	1973	150	143.6++	99.1	122.2+
"	Août	1975a	"	116.3+	102.8	108.4
"	"	1975b		118.8+	101.8	112.7
DPC	"	1978	40	175.2++	95.3	131.0++
<u>DIENEDIAN</u>						
DMC	Juillet	1977	150	155.3++	78.9	110.3
DPC	"	1978	50	152.0++	82.4	123.0+
"	"	"	70	141.0++	67.0	110.0
<u>DALOA</u>						
DMC	Juillet	1978	50	119.4+	95.0	114.2+
m				140.2	90.3	116.4

Tableau 1 : Importance par rapport à un témoin non traité des différentes récoltes de parcelles traitées avec un réducteur de croissance (Côte d'Ivoire).

	TOGO		MALI	
	R -	R +	R -	R +
Fumure de base	1663	1664	1324	1438 (+ 8,6 %)
FB + 30 N	1742	1933(+11,1 %)		
FB + 46 N			1490	1882 (+26,3 %)
FB + 60 N	1875	2055(+ 9,6 %)		
FB + 90 N	1956	2049(+ 4,7 %)	1578	1996 (+24,9 %)
FB +138 N	1956		1606	2006 (+24,9 %)

Tableau 2 : Rendements en kg/ha de coton-graine dans deux essais d'étude de l'interaction fumure azotée x réducteur de croissance.

Objets	Densité piés/ha	F.entières	F.découpées	m
Témoin	100.000	1 019	1 921	1 470
DMC	100.000	208.0 %	112.9 %	145.9 %
Témoin	50.000	2 245	2 152	2 198
DMC	50.000	127.8 %	109.4 %	118.6 %
m	Témoin D M C	1 632 152.8 %	2 261 111.1 %	

Tableau 3 : Influence d'un traitement au DMC (150 g m.a./ha) sur une variété à feuilles entières (L 299-60) et une variété à feuilles découpées (DPSL OKRA) à deux densités - 50.000 à 100.000 pieds à l'hectare (récolte en kg/ha).

Expérimentation PIX sur coton au Cameroun de 89 à 92.

(en cours au 04 02 94)

INTRODUCTION

Avec le lancement de la technique du TBV à l'eau 10 l/ha pour les traitements insecticides pour remplacer progressivement l'ULV (cf. DEGUINE et GAUDARD), le PIX connaît un regain d'intérêt à partir de 1989, car son application en mélange avec les insecticides redevient envisageable.

PIX est le nom commercial d'un régulateur de croissance faisant partie des inhibiteurs de la biosynthèse des gibberélines ; matière active : chlorure de mépiquat ; formulation à 50 g/l. C'est un produit mis au point et diffusé mondialement par BASF. Il est très employé aux USA : l'eau et l'azote et le pix sont les 3 facteurs de production actuellement gérés par le modèle de simulation de la culture cotonnière GOSSYM.

Présenté comme un produit réduisant la croissance végétative au profit de la fructification, particulièrement indiqué en cas de végétation "excessive ou exubérante". Une application foliaire en tout début floraison, mais aussi possible en applications fractionnées, dès le stade apparition des boutons floraux.

ANTÉCÉDANTS CAMEROUN

Il y eut des essais sur les régulateurs de croissance en Maroua en 75, 76 et 81 ; ceux de 75 et 81 ne comportaient pas de Pix et ne présentent pas grand intérêt (produits n'ayant pas fait carrière).

1976 : un essai de la section agronomie coton à Maroua (Djarengol): semis 11/06 + semis de remplacement 22/06, écartements 1m, densité théorique 40.000 plants /ha, 1 application à 46 ou 69 gma/ha 30 jours après la levée sur des cotonniers de 48 cm ± 6 cm ; effet sur la hauteur très marqué : 73 cm à la récolte, contre 135 cm pour le témoin ; en fait, 30 jours après l'application, les cotonniers "pixés" ont leur taille quasi définitive, soit en début floraison, à 60 jours, alors que les témoins grandissent encore pendant 10 à 20 jours de plus. Rendement coton-graine : 1900 kg/ha, dns entre traitements (c.v.<6%); pas de différence non plus sur la précocité (1ère récolte faite un peu tardivement il est vrai, à 1300kg/ha).

Baisse significative du rendement égrenage 20 scies et rouleau (plus d'1 point), et augmentation du seed-index avec pix. L'auteur conclut (1) à la condamnation du pix pour les conditions de Maroua, et cite un essai conduit avec la section entomologie concluant à (2) la non efficacité du pix en cas de semis tardifs pour atténuer la baisse de rendement, et (3) l'effet attractif pour les insectes des feuilles pixées (vert foncé et épaisses).

Commentaire 94: (1) croissance du témoin modérée : 135 cm de hauteur à la récolte, arrêt de la croissance végétative à 80 jours ; stress hydrique probable (année sèche), et nutritionnel aussi (DF IRCT : 2,1 % de K dans les feuilles, f(K)=82%) ; (2) application donc très précoce avec dose relativement forte pour stade squaraison ; (3) densité lâche.

Conclusion 94 : cas de figure opposé aux conditions de croissance exubérante méritant a priori le pix ; attention aux effets dépressifs sur le rendement égrenage de d'une application précoce à "pleine dose".

Essais Service expérimentation SODECOTON Touboro et Ndock 1981

(VERHAEGHE, 82). Application avec une formulation de pix ULV à 2 l/ha, un peu tardive (environ 10 jours après le début floraison), et non concluante : pas d'effet apparent sur la hauteur des cotonniers ; rendements de l'ordre de 1300 et 1650 kg/ha à Touboro et Ndock respectivement, dns. Produit jugé sans intérêt et abandonné.

Commentaire 94 : dose probable 50 gma/ha (formulation de 25 gma/ha proposée au service de la protection des végétaux de Lomé-Togo à la même époque); aucune information sur les hauteurs initiale et finale des cotonniers, permettant de se faire une idée des conditions de croissance. Comparaison avec l'essai de Maroua très difficile : formulation différente, et surtout époque d'application.

ANTECEDANTS RESEAU COTON AFRIQUE (ex IRCT)

Assez nombreux essais, simples ou plus souvent factoriels, sur les régulateurs de croissance, à partir de 71 : CCC (Cycocel, ou chlorure de chloméquat), précurseurs du pix proposés par BASF, puis PIX. Quatre publications dans Coton et Fibres tropicales : FOLLIN 73, JOLY 76, S. CRETENET et al, 79 et MEGIE 80. La plupart de ces travaux ont été synthétisés par FOLLIN en 1979. COGNÉE (1983), dans une communication plus générale sur divers types de régulateurs (défoliants, dessicants, ouvreurs de capsules, et réducteurs de croissance), reprend les conclusions de FOLLIN sur le pix. Elles sont reproduites ici, car c'est sur cette base qu'ont été initiés les travaux de 90. "Le traitement est réalisé au début de la floraison (un ou plusieurs traitements successifs), avec des doses variant habituellement entre 20 et 60 gma/ha. L'effet de réduction homothétique est toujours assez marqué (10 à 30 %), les entre-noeuds sont raccourcis. Les feuilles prennent une teinte vert sombre caractéristique. La diminution de la taille a des effets avantageux : meilleure pénétration de la lumière et des pesticides, réduction de la verse, des pourritures de capsules. La précocité est en général avancée de 5 à 10 jours, et la première récolte peut être notablement augmentée. En ce qui concerne l'action sur la récolte totale, les résultats sont plus irréguliers ; le rendement peut être significativement augmenté, mais ne n'est pas une règle générale. Parfois on note une diminution si le temps est trop sec. Par contre, les effets sont toujours bénéfiques lorsque la végétation est excessive."

La décennie 80 est celle du plein développement de la technique ULV dans l'ensemble de l'Afrique francophone. L'intérêt pour le pix décroît (la formulation ULV, sur laquelle on a peu d'information, semble ne pas avoir réussi). Il y a néanmoins quelques essais (cf. discussion et annexe n°-).

Notons au passage que dans les essais IRCT le CCC a eu un net effet raccourcisseur de taille, mais jamais d'effet positif sur le rendement.

1989 : l'essai BASF - SODECOTON de Gashiga.

BASF représentée par RPA-Douala mobilise un stagiaire, M. FOTSING, chargé de mettre en place des essais Pix en collaboration avec M. ASFOM, du service expérimentation de la Sodecoton. Sollicitée en cours de campagne par ce dernier, la section agronomie coton de l'IRA apporte son appui sous forme de documentation, de conseils méthodologiques, de visites sur le terrain et de notes écrites : annexe n°1.

Les résultats sont encourageants : l'application s'est faite en TBV, à l'occasion d'un traitement insecticide, dose 50 gma/ha, le 25 août, sur des cotonniers d'environ 64 cm de hauteur, avec un niveau de floraison de 3 à 4 (soit 6 à 9 jours après le début de la floraison ; levée de fin juin) ; à la récolte, les témoins mesuraient 124 cm de hauteur, les "pixés" 30 cm de moins. Le rendement du témoin est plutôt élevé, de l'ordre de 1800 kg/ha, et le pix l'augmente d'environ 20%, soit +350 kg/ha (significatif à 6%, essai couple sur 5 "quarts") ; cette augmentation proviendrait pour partie de l'augmentation du nombre de capsules (+ 5%, ns) et du poids moyen capsulaire (significatif à 7%). **Commentaire 94 :** semis plutôt tardif et croissance loin d'être exubérante ou excessivement végétative ; c'étaient des cotonniers plutôt trapus, bien charpentés et bien garnis (visite du 26/10), ne correspondant donc pas au cas de figure typique préconisé pour le pix. Les cotonniers n'auraient subi que

des stress hydriques faibles (cas agronomiquement optimal, selon BEBEDICT, 84), responsable du port plutôt trapu des cotonniers. L'application du pix environ 35 jours avant la fin de la saison des pluies aurait dans ces conditions-là eu un effet "terminaison de la culture" bien calé avec la fin de la saison des pluies : anticipation de l'arrêt de la croissance végétative (et de la production de points fructifères) au profit des capsules et boutons floraux déjà formés. Les témoins auraient investi davantage et plus longtemps dans la croissance végétative sans que cet investissement ne puisse se concrétiser suite à la contrainte hydrique de fin de cycle.

1990 : l'offensive BASF et les réponses SODECOTON et IRA.

Le Dr. HESS de BASF fait un exposé sur le pix le 13 juillet 90 à Garoua. M. FOTSING est de nouveau mobilisé pour une série de tests en blocs dispersés autour de Garoua et la SODECOTON se lance dans une expérimentation-prévulgarisation sur 40 hectares dans la région SEB. Face à cette situation, le programme coton de l'IRA s'est senti obligé d'intervenir et a proposé, malgré cette date avancée, de mettre en place des tests en milieu paysan sur Gashiga et dans la région SEB, avec un soutien de la part de RPA Douala : implication de M. AMIOT, stagiaire IRCT-RPA (stage Témik) et participation financière (contribution aux frais d'expérimentation, dont observateurs temporaires).

1990 : les tests BASF

M. FOTSING n'a plus en 90 bénéficié du soutien méthodologique de l'IRA comme en 89, et le rapport final (voir annexe n°2) laisse beaucoup à désirer. Il s'agissait de tests faits sur une vingtaine de parcelles paysannes divisées en 2 (moitié pix, moitié témoin) dans les secteurs de Pitoa (Badjengo et Badjouma) et Djalingo (Bokle et Bame). Traitements en TBV, mais fractionnés : 3 applications espacées de 14 jours. Dose globale d'environ 1 lpc/ha. A la 1ère application, les cotonniers mesuraient de 60 à 90 cm de hauteur pour des niveaux de floraison de 1 à 3. Les dates des traitements ne figurent pas. L'auteur rapporte des effets notables sur la taille, et souvent sur le nombre de capsules. Dans 1 cas sur 7, le pix a réduit légèrement le rendement, mais dans les autres cas l'auteur rapporte des gains de rendement de 70 à 700 kg/ha. Selon toute vraisemblance, les niveaux de rendement affichés sont probablement surestimés d'un facteur 1,33 (récolte sur 4 lignes, et calcul du rendement sur la base de 3 interlignes au lieu de 4). Ce qui est plus regrettable, c'est que le Dr. HESS ne se soit appuyé que sur ces résultats-là pour sa communication à la réunion phytosanitaire de Ouagadougou fin janvier 91. D'autant plus regrettable que les rendements calculés par M. FOTSING ont été corrigés, non en divisant par 1,33, mais en multipliant par 1,33. Ce qui conduit à des niveaux de rendements absolument record pour la région, de 3410 à 4360 kg/ha sur 6 sites ! Evidemment, les différences (pix - témoin) restent les mêmes en valeurs relatives (+15, +27, -7, +4, +2 et +18 %, sur 6 sites, moyennes de 2 à 4 essais par sites, 15 sites au total). Mais en valeur absolue, les différences pix - témoin sont aussi augmentées d'un facteur 1,33 x 1,33, soit 1,77. Or ce sont ces différences en valeur absolues qui sont comparées au coût du pix pour les calculs de rentabilité.

1990 : les tests SODECOTON

L'opération pix Sodecoton s'est faite sur les 5 secteurs de la région SEB : région aux rendements potentiels les plus élevés et donc en principe la plus propice à l'éventuelle utilisation de réducteurs de croissance. Un site par secteur : un bloc homogène d'environ 5 hectares, avec des cotonniers de bonne venue, partagé en 2 moitiés : avec et sans pix. Fractionnement : 3 traitements pix couplés aux traitements insecticides, le premier traitement pix étant calé sur le 1er ou le 2ème traitement insecticide, dose globale d'environ 1 lpc/ha.

Dans son rapport trimestriel de fin 90 (annexe n°3), le chef de région M. THEZE fait état d'observations qualitatives fort intéressantes faites par ses agents ou les paysans :

- l'effet de réduction de la longueur des entrenoeuds ou de la tige est plus ou moins important, et quelques fois faible : une première application quelque peu tardive sur des cotonniers présentant un développement déjà fort avec une dose réduite (1/3) n'aurait que peu d'effet, même si 2 applications ultérieures viennent en relai.
- l'effet précocité est très nettement relié à un raccourcissement du cycle du cotonnier ; la défoliation intervient également plus tôt. Cet arrêt végétatif anticipé semble avoir limité la production des cotonniers "pixés" car la saison des pluies et les réserves hydriques du sol ont permis le prolongement du cycle des cotonniers témoin jusqu'à fin octobre et l'aboutissement d'une production de tête plus tardive. Cet effet a été négativement perçu par les paysans, malgré la facilitation de la réalisation des traitements insecticides.
- effet plutôt dépressif sur les parcelles les moins fertiles.

1990 - le réseau de tests IRA

L'objectif de la section agronomie coton était de fournir des références sérieuses (par rapport à BASF) et plus détaillées (par rapport à SODECOTON) sur les effets du pix appliqué en TBV 10 l/ha dans la région et les conditions de culture en principe les plus propices à l'utilisation d'un réducteur de croissance. Les considérations ci-après ont prévalu à l'élaboration du programme IRA et aux modalités d'étude adoptées :

- les acquis antérieurs (synthèse FOLLIN) rendaient possible de démarrer ce programme au stade tests de validation en milieu paysan (par analogie aux schémas de sélection de pesticides communément employés).
- suite à la pression BASF, les tests BASF et SODECOTON ont directement mis en œuvre un programme d'apport de pix fractionné (3 applications espacées de 14 jours, la dose totale restant de l'ordre de 1 lpc/ha) ; il fallait donc inclure un tel programme dans notre dispositif.
- mais l'IRA souhaitait obtenir des références avec la méthode d'application classique : 1 dose pleine début floraison, d'autant qu'il s'agit de la première expérimentation du pix en TBV en Afrique francophone.
- par ailleurs cette opération non programmée initialement a démarré tardivement suite au passage du Dr. HESS à Garoua le 13/07 ; il n'était donc pas possible de mettre en place une expérimentation complexe.

Le dispositif IRA 1990 était double : l'un à Gashiga (près de Garoua, non loin du site FOTSING 89) sous la responsabilité de M. AMIOT, et l'autre dans la région SEB, directement implanté par l'agronomie coton. Les tests de Garoua ont été abandonnés un mois après l'application du pix, car M. AMIOT, malgré ses précautions, avait été mal orienté pour le choix des terrains. Au 16 septembre les parcelles montraient une très forte hétérogénéité suite à l'accentuation de sérieuses carences minérales et hydriques. Visuellement, cotonniers pixés et témoin semblaient tous aussi miséreux. Cela confirme, si besoin encore était, qu'il ne faut pas compter sur le pix pour restaurer des cotonniers mal en point, au contraire.

Le dispositif SEB comprenait 40 tests répartis dans 4 sites confiés à 4 moniteurs saisonniers (proposés par les chefs de secteur de Sorombéo et Ndock, formés pour les tests herbicides en début de campagne et formés pour les tests pix en milieu de campagne; certains d'entre eux ont continué avec l'entomologie coton). Chaque test consistait en 1 "quart" partagé en 3 parties : environ 20 lignes témoin encadrées par un objet P-1 (dose pleine en 1 application) et par un objet P-3 (dose fractionnée en 3 applications). Pour ce genre de test de validation en milieu paysan, mettre trois objets en comparaison dans une même parcelle représente une limite maximum à éviter si possible. Nous avons maintenu 3 objets en comparaison car le nombre élevé de tests associé à une caractérisation relativement complète des états de la culture (état initial lors de la 1ère application du pix, évolution, et état final à la récolte) nous assurait une certaine puissance expérimentale. Les parcelles

ont été soigneusement choisies : elles devaient commencer à fleurir au 1er août (semis précoce), être de belle venue et homogènes, de façon à avoir en fin de cycle des couverts approchant l'exubérance.

REFERENCES

DEGUINE (LEC)

GAUDARD (revue coton et dvt)

Section agronomie coton Maroua. Rapport annuel, 1976, pp. 29-31

B.A.S.F. Informations Agricoles. Numéro spécial Pix. 1982. 36p.

COGNEE, M. Les substances de croissance et leur utilisation en agriculture. Coton. ??ème conférence du COLUMA, Paris, 2-3/02/83, pp 165-173.

FOLLIN, J.C. 1979. Action des réducteurs de croissance sur le cotonnier en Afrique de l'Ouest et en Afrique Centrale. 10ème conférence du COLUMA, Paris, 13/12/79, pp 1155-1162.

HESS, C. 1991. Pix, un régulateur de croissance pour cotonniers. Actes de la Réunion de coordination de la recherche phytosanitaire coton. Ouagadougou, 26-31/01/1991. Ed. IRCT-CIRAD.

MEGIE, C. 1980. Essai du régulateur de croissance BAS 083 01 W sur les cotonniers cultivés (*G. hirsutum*) dans les polders de Bol (lac Tchad). Coton Fib. Trop. 35 : 343-345.

MARTIN, J. 1994. Note sur les essais Pix conduits par l'IRCT dans les années 80. Document de travail CIRAD-CA, 13 pages.

THEZE, M. 1990. Applications de produit "pix" sur cotonnier en milieu paysan. in Rapport trimestriel Sodecoton - Région SEB, août-sept-oct 90 (2 p.)

VERHAEGHE, H. 1982. Essai d'un régulateur de croissance sur le coton : le pix. Rapport du Service expérimentation de la SODECOTON, campagne 1981, pp.87-89.

ANNEXES

N°1 : 1989, BASF s/c RPA

N°2 : 1990, BASF s/c RPA

N°3 : 1990, SODECOTON

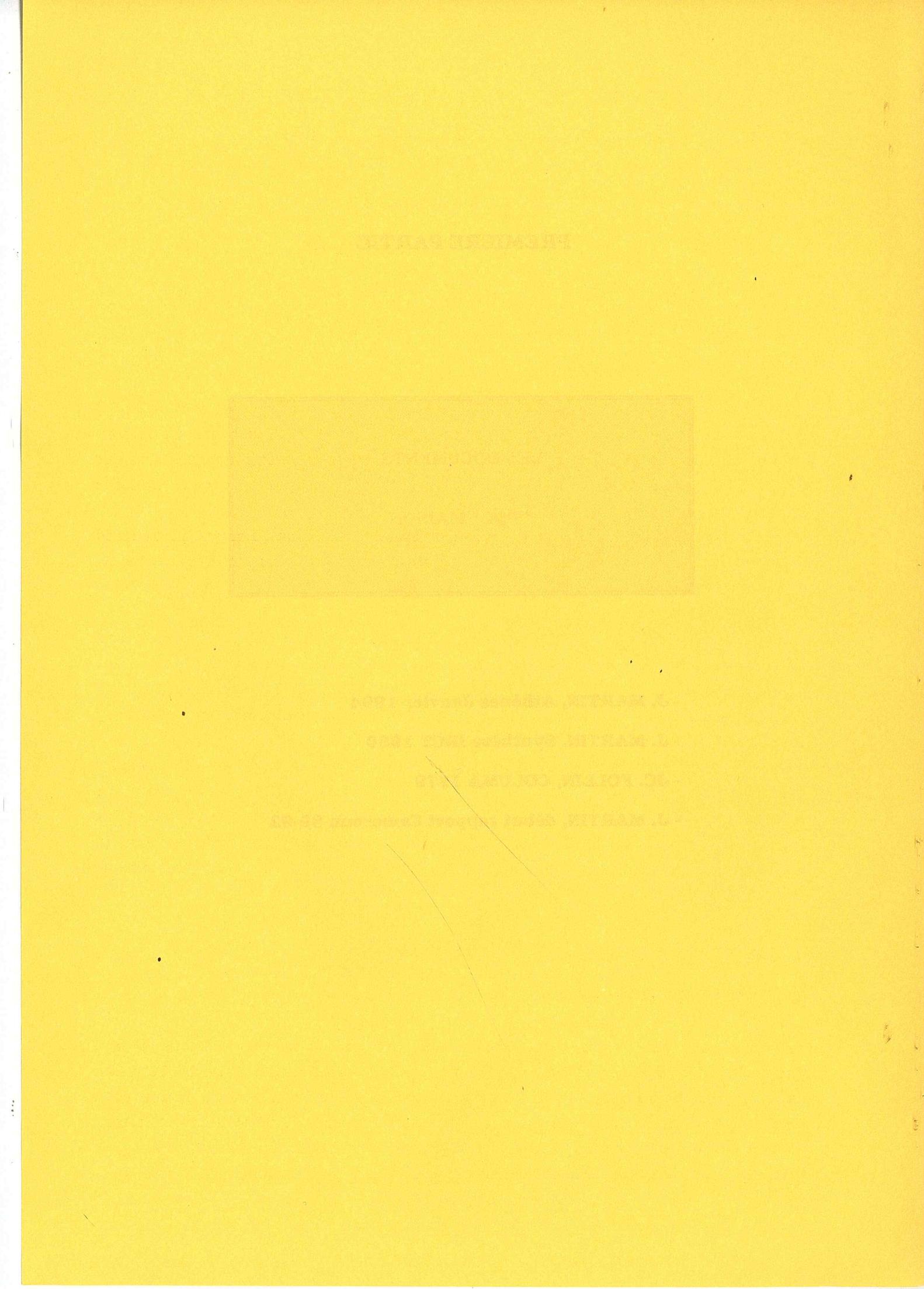
N°4 : 1990, IRA

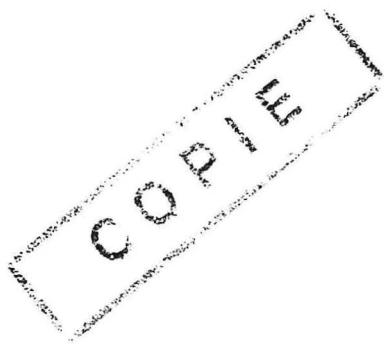
SECONDE PARTIE

UTILISATION DU PIX

EN AFRIQUE FRANCOPHONE

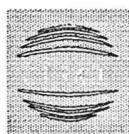
- Note de J. LANCON, Côte d'Ivoire Décembre 93
 - + recommandations CIDT
- Extrait du Numéro Spécial Pix de BASF Informations Agricoles





TELECOPIE

Bouaké, le 29 décembre 1993



N. REF. : CB / 246

DESTINATAIRE : J. MARTIN
Adresse : CIRAD MONTPELLIER

N° télécopie : 67.52.06.25

EXPEDITEUR : J. LANCON
N° télécopie : 63 45 91

Nombre de pages : 1 + 3

Centre
de coopération
internationale
en recherche
agronomique
pour le
développement

Département
des cultures
annuelles
CIRAD-CA

BP 1465
Bouaké 01
Côte d'Ivoire

téléphone :
63 23 81
télécopie :
63 45 91

Merci de bien vouloir faire savoir à l'expéditeur si la copie est illisible ou incomplète
Please let us know in case of poor reception

PIX (suite)

J'ai pu rencontrer M. Koffi Nyéré, responsable de la recherche développement à la CIDT, le 23.12, et M. Traoré commercial de Rhône Poulenc à Abidjan, le 29.12. Voici les principaux résultats des entretiens :

☞ le PIX est bien recommandé par la recherche et par la CIDT dans toute la zone cotonnière forestière (potentiellement 20 à 25% de la surface cotonnière soit 40000 ou 50000 ha). Et ce, depuis plus de 10 ans. D'après d'anciennes expériences en milieu paysan, il permet une augmentation du rendement de 10 à 30% (voir aussi Follin J.C., vers 1978 ou 1980, "Action des réducteurs de croissance sur le cotonnier en Afrique de l'Ouest et en Afrique centrale" in 10ème conférence du COLUMA, 1155-62).

☞ ci-joint la fiche de recommandation vulgarisée par la CIDT..

- ☞ l'application du PIX est préconisée en grande dilution. Pour éviter un double travail pour le paysan, la CIDT recommandait une application simultanée du PIX avec un traitement insecticide E.C.. Or, au début des années 80, les traitements insecticides ULV se sont généralisés et on a pu montrer que le traitement par le PIX était généralement moins efficace lorsqu'épandu par cette voie. Comme il était peu réaliste de recommander un régime d'application et un matériel différents pour le PIX et pour les traitements insecticides, les surfaces traitées par le PIX ont donc décrue à cette époque.
- ☞ le retour à l'E.C. et au BV dans la zone forestière à partir du début des années 90 a permis de relancer l'utilisation du PIX. Pour réhabituer le paysan, la CIDT a acheté 20000 l (20000 ha) de matière commerciale (5820 FCFA/l) pour distribuer aux paysans des zones de Bouaflé et Daloa gratis durant la campagne 1990-91 (12000 l) et, sans doute à titre onéreux, durant la campagne suivante.
- ☞ depuis cette opération de réamorçage, les paysans sont demandeurs mais la commercialisation du produit est censée être directement faite par les firmes (Shell puis Rhône Poulenc).
- ☞ En fait, R.P., contactée directement, indique qu'elle hésite à ouvrir et gérer un crédit de campagne aux paysans, ce qui, en pratique, limite fortement l'extension du PIX dans ces zones. Ainsi, en 1992-93, il n'y a eu aucune livraison et c'est encore la CIDT qui a du commander 2160 l de produit (50 g de mépiquat chlorure / litre) au prix de 5795 FCFA/l pour la campagne 1993-94.

C.I.D.T. - DIRECTION GENERALE

Bouaké, le 26 Février 1990

DEPARTEMENT APPUI TECHNIQUE

Protection des Végétaux

PV/KNI/kc/90

FICHE TECHNIQUE

—oOo—

1°/ - NOM COMMERCIAL : Pix

2°/ - MATIERE ACTIVE : CHlorure de dimethyl-1, 1 pipéridinium

3°/ - FORMULATION : Concentré émulsionnable

4°/ - CONDITIONNEMENT : 250 CC ou 1 litre

5°/ - PROPRIETE : Régulateur de croissance du cotonnier

6°/ - ACTION :

Pix agit de façon systémique.

Pix réduit l'exubérance du cotonnier

. par raccourcissements des entrenoeuds

. en ralentissant la croissance en largeur du plant.

Pix favorise la pénétration des rayons solaires.

Au bout de 3 à 6 jours après traitement on observe une coloration vert-foncée.

7°/ - DOSE APPLICATION : 1 litre de produit commercial par hectare.

8°/ - PULVERISATEUR A UTILISER : - COSMOS 16

- COSMOS AF 16.

Ces appareils seront équipés de la rampe Cadou munie de pastilles 08.

L'épandage pourra se faire aussi avec tout autre appareil connu de la CIDT destiné au traitement insecticide et pouvant épandre 60 litres/ha.

.../...

9°/ - EPOQUES ET CONDITIONS D'APPLICATION

La date d'application du pix correspond à l'apparition des premières fleurs quand les cotonniers ont au moins 0,90 m. Ces conditions sont remplies aux environs du 60ème jour après semis.

- Si à 60 jours après semis le cotonnier à 0,90 m et plus, il faut traiter au pix.
- Si avant 60 jours après semis le cotonnier à déjà atteint cette taille il faut traiter.
- Si à 60 jours après semis le cotonnier est près d'avoir cette taille (il reste 5 à 10 cm) il faut traiter.
- Si à 3 semaines après floraison le cotonnier est loin d'avoir cette taille le pix n'est pas nécessaire.

10°/ - METHODE D'APPLICATION

On appliquera le pix exactement comme on applique un insecticide.

- Mettre 2 à 5 litres d'eau dans le réservoir ;
- ajouter une boîte de 250 CC de pix pour 0,25 ha ;
- agiter ;
- compléter à 15 litres ;
- traiter avec une rampe munie de pastilles 06.

On obtient une dose par hectare de 60 litres de bouillie.

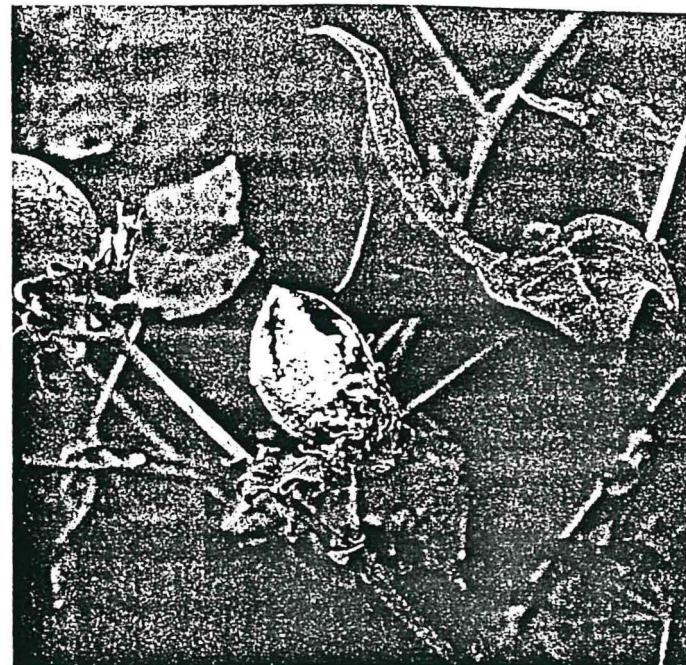
Le pix peut être pulvérisé avec les insecticides en mélange, à condition que les 2 produits soient de la même formulation.

, appliquée de manière adéquate, Pix facilitera donc la lutte insecticide dans les conditions ci-dessus et réduira les attaques de Pourriture de la capsule.

En Côte-d'Ivoire, en 1979, dans 86 plantations de cotonniers traités avec Pix (1 l/ha en mélange avec des insecticides) l'augmentation moyenne de rendement en coton brut a été de 461 kg/ha: elle était due en grande partie à la meilleure répartition des insecticides à l'intérieur de cotonniers visiblement moins volumineux (CIDT, 1980).

Traiter avec Pix revient à faciliter de beaucoup, et même, très souvent, à rendre possible l'usage de plus en plus fréquent des pulvérisateurs portatifs pour traitements ULV (traitements à très bas volume/hectare). Grâce à Pix, cet usage devient beaucoup plus facile dans les cultures denses à rendement élevé. Il est réalisé dans des conditions améliorées et il est totalement dissocié des problèmes d'approvisionnement en eau ou des problèmes d'énergie. Des traitements réalisés à grande échelle au Togo (Harnisch, Bull. Prot. Vég. Togo, 3/1980) ont aussi démontré avec succès les possibilités d'application de Pix par pulvérisateurs à disques rotatifs (traitement à gouttelettes contrôlées). Une formulation spéciale ULV contenant 25 g/l de matière active a d'ailleurs été mise au point. *Quid aeneum?*

L'effet favorable des traitements Pix contre les attaques de Pourriture de la capsule a pu être vérifié en divers endroits. Dans une plantation à végétation extrêmement riche de la Rift Valley, en Ethiopie, le pourcentage de capsules endommagées ou momifiées atteignait 38,4 % au moment de la première cueillette dans non traité, pour 10,4 % après application de 1 l/ha de Pix. Des valeurs aussi extrêmes sont en général moins fréquentes dans les régions à pluviosité élevée. En conditions défavorables, le traitement Pix peut toutefois aussi accentuer les attaques de Pourriture de la capsule. Dans le cas de pluies survenant exceptionnellement tard dans la saison, les plus grands dommages apparaîtront sur les capsules s'ouvrant en premier. Les capsules précoces étant d'ailleurs plus nombreuses après un traitement Pix, les dommages pourront être d'autant plus importants. Dans les nombreux essais réalisés en Afrique, cette situation ne s'est présentée qu'une seule fois, mais elle mé-



La Pourriture de la capsule est surtout fréquente dans les plantations denses par temps humide

rite d'être mentionnée puisqu'elle nous révèle d'une manière très caractéristique l'un des préalables importants précédant toute application:

Le planteur de coton ou le conseiller désirant employer avec succès et dans un but d'augmentation de rentabilité de la culture du coton ce produit nouveau et particulièrement efficace qu'est Pix devront tout d'abord être au courant des conditions dans lesquelles se développe la culture. De plus, de mesures de lutte contre les mauvaises herbes et surtout contre les insectes ravageurs devront être assurées. Enfin, les cotonniers devront disposer d'eau en quantités suffisantes, surtout après la floraison. En effet, "Pix rend un bon coton encore meilleur" – et ne peut être employé là où les conditions précédentes ne sont pas données.

Pix: résultats obtenus en Thaïlande

ASOKA Chemical Supplies Ltd.
Bangkok, Thaïlande

26 % du produit national brut de la Thaïlande proviennent des activités agricoles du pays. 45 % de l'ensemble des valeurs exportées sont réalisés à partir de 8 produits agricoles seulement. Au premier rang de ces exportations vient le riz.

par mois, 15 % seulement des terres agricoles sont irriguées et 20 % seulement des familles paysannes disposent d'eau tout au long de l'année.

Une priorité spéciale a été accordée par le Gouvernement à la culture du coton. Les premières mesures de priorité ont été appliquées en 1981 et font partie du 5me Plan de Développement national Economique et Social (1981-1986).

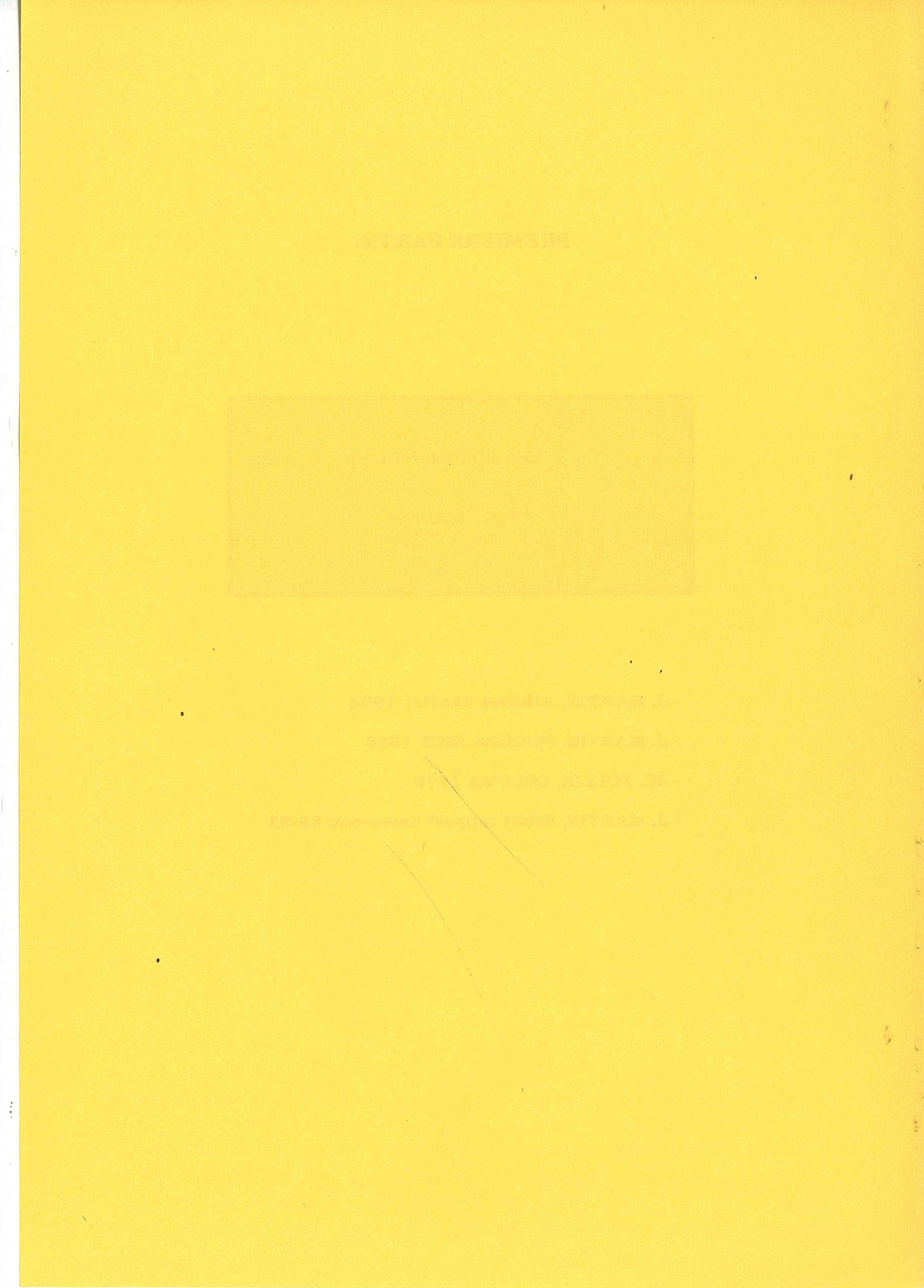
BAST INSTITUT FÜR AGRICOLE: PIX

TROISIEME PARTIE

LA LITTERATURE

SUR LE PIX

- **Physiology of Pix**
(In *Physiology today*, de l'USA National Cotton Council)
- **13 abstracts de publications importantes**





PHYSIOLOGY TODAY

Newsletter of the Cotton Physiology Education Program — NATIONAL COTTON COUNCIL

May 1991, Volume 2, Number 6

Physiology of PIX

Kater Hake, Tom Kerby, Will McCarty,
Denny O'Neal and James Supak

Proper use of agricultural chemicals requires a thorough understanding of how a product works. No longer is it enough to know what pests a product controls. We need to understand the ag-chemical's residual effect, resistance status, effect on non-target insects, decomposition routes, etc. Plant Growth Regulators epitomize the need for knowledge about how a product works because optimum rate and timing is dependent on both the plant and the environment. To use a PGR, we need to go beyond the sales hype of "It increases yield!". For example, over the last 10 years researchers, producers and consultants have refined the use of PIX by developing a "feel" for how PIX works and taking into account the plant's growth rate, fruit retention and stresses which may impact the crop. This newsletter is designed to expand this knowledge base.

Plant Hormones

Plants and animals have obvious differences when viewed from the naked eye, but as higher and higher levels of magnification are used to compare them, the differences become fewer. For example, many of the same cell components are used by plants and animals; and upon even closer inspection, the chemical reactions employed to power the cells are virtually identical.

The role of hormones in plant growth has been confused by attempts to translate what we know about animal hormones over to plants. Animal hormones act very differently from plant hormones. Animal hormones are clearly produced in one site, such as a gland, and then transported via the circulatory system to another site, such as the ovary, where the hormone's concentration regulates the effect.

Plant hormones on the other hand are produced throughout the plant and have both local and distant effects on a multitude of plant functions. Unlike animals, no specific plant growth or sex hormone has been found despite intense scrutiny. The closer one looks at plant hormones the more diverse is their effect, and the more likely that additional classes of chemicals also will qualify as "hormones".

Gibberellin

PIX reduces the synthesis of Gibberellic Acid (GA), one of the recognized classes of plant hormones. This hormone was discovered accidentally during research into a disease that causes spectacular growth and subsequent lodging of rice. Japanese researchers discovered that a fungus Gibberella fujikumoi produces a large amount of GA₃, GA₄ and GA₇, several of the

many GA's that have been identified. GA's promote cell expansion, in addition to a multitude of other effects. Cells — whether lint fibers or leaf cells — expand when both (1) new cell wall is produced and (2) the internal pressure within stretches the cell wall. If cell wall synthesis or internal pressure is reduced, then growth slows or even stops. This is the reason that cold temperature slows expansive growth; cell wall and internal components are not produced as fast. Likewise, water stress decreases the pressure inside cells and slows elongation. GA is thought to promote elongation by loosening the cell wall either directly by altering wall pH or indirectly by turning on enzymes. It is known that GA stimulates fiber elongation in the very early stages that occur immediately after bloom.

PIX Reduces GA Biosynthesis

PIX partially inhibits one of the enzymes that is involved in GA biosynthesis. Since GA has many effects and obviously some cell elongation is necessary, complete inhibition of GA synthesis is undesirable. This is the reason that the rate of PIX is critical to final plant size and yield. Either too high or too low a PIX concentration in the plant results in either too much or too little growth control. The concentration of PIX in the plant is dependent on the rate applied and plant size. Applying 1/2 pt (.022 lbs a.i. per acre) at early bloom has a similar effect on growth control as 1 pt, 10 days later when the plant has grown significantly larger. After PIX is applied, the concentration decreases as the molecule is diluted by plant growth.

History

PIX (N,N-dimethylpiperidinium chloride) was discovered by scrutinizing the various molecules that restrict growth — other anti-gibberellins — and then designing a new molecule that would work much the same way. This method of discovery has worked well for other classes of ag-chemicals such as insecticides and herbicides, where families of products (for example, pyrethroids and triazines) have provided numerous products to control pests. In the family of anti-gibberellins, other molecules have been successfully developed for ornamentals, tree crops and small grains.

PIX Effects on Leaves and Stems

Most of the effects that PIX has on cotton appear to result from the suppression of cell enlargement. The smaller cells in PIX-treated cotton result in a 5 to 10% reduction in Leaf Area Index (LAI). Although PIX treated leaves are smaller, they are also thicker, due to an increased layer of cells that develops. The thicker leaves and smaller cells give the PIX treated cotton a more concentrated dark-green color. Branches are shortened and stem dry weight is reduced by approxi-

mately 20%. PIX will not shrink, already expanded leaves and stems, only limit further expansion. In general, PIX-treated cotton puts less energy and growth into leaves and stems and more into fruit retention and boll development.

Movement in the Plant

Uptake of PIX is rapid. Within 8 hours 70-90% has moved into the plant. The addition of an EPA-exempt surfactant can shorten the rain safe period to 4 hours. PIX is somewhat mobile within the plant, moving both up, in the transpirational stream (xylem) from roots to leaves and down, in the sap (phloem) from leaves to sinks. Thus application to the top of the plant results in some redistribution throughout the plant — with the highest concentration going to where it is needed, the young still expanding leaves, branches and internodes.

PIX Effects on the Whole Plant

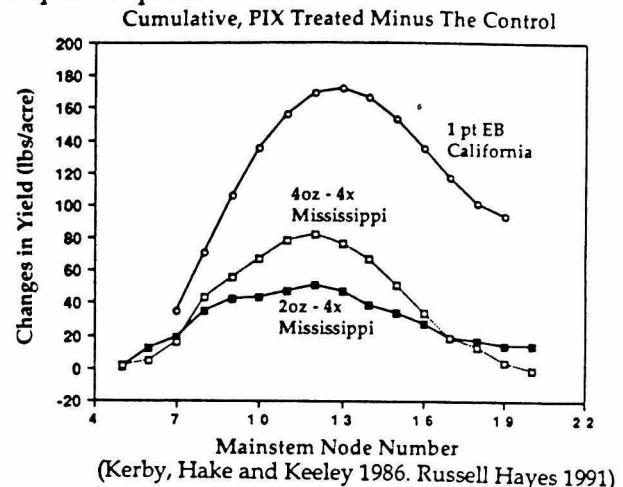
Plant Shape

One of the earliest PIX observations was that cotton tended to be shorter, narrower and have smaller leaves. This has been the most consistent effect of PIX. When applied at the rate of 1/2 pt at early bloom, PIX decreases final plant height by 8-15%. The height control from PIX is directly proportional to the rate (within the label range). Thus, cotton treated with 1 pt of PIX will be approximately 20% shorter than if untreated. If the untreated cotton reaches a final plant height of 50 inches, then PIX treated cotton would be 45 or 40 inches tall at the 1/2 or 1 pt rate. PIX will not restrict plant height to this degree, when stress also shortens the plant. Fields treated with PIX, especially the Low Rate Multiples, often appear to be highly uniform in size and shape, partially due to the higher dose of PIX contacting the taller plants.

Boll Retention

PIX has been shown to have both a positive and negative effect on boll retention, depending on the location of the fruit up the mainstem. The results of 11 replicated experiments in the San Joaquin Valley, where 1 pint of PIX was applied at early bloom, showed that boll retention was increased at the lower nodes. In the middle crop, retention was the same as in the untreated but decreased in the top crop (Kerby, Hake and Keeley 1986). The zone of maximum PIX advantage, occurred through node 12. In this zone (nodes 6 through 12) PIX increased boll retention by 15%. Above this point (node 13 and up) boll retention in the PIX treated plots was decreased by 18%. Thus the maximum boll retention benefit is obtained with short season cotton. Recent work by Russell Hayes and Johnie Jenkins in Mississippi has shown a similar boll retention response with the Low Rate Multiple applications of PIX (2 or 4 oz, 4 times). Their data with DES 119 and DPL 50 shows a maximum boll retention advantage occurring also at node 12. When the crop is extended late into the year, this advantage is negated by reduced retention in the top of the plant. The following figure shows the averages for each of these series of experiments. The

yield advantage of PIX is graphed starting at the bottom of the plant, with the yield advantage from each subsequent node added to the previous cumulative total. Thus by node 12 to 13, no further improvement in retention occurred. In fact, above node 13 the PIX advantage lessens and by node 20, in the Mississippi trials, the yield of the PIX plots equalled that of the control. The 4oz LRM, compared to the 2oz rate, generated more bolls in the bottom of the plant but fewer in the top of the plant.



What Causes This PIX Effect on Retention?

Several hypotheses have been advanced regarding the PIX enhancement of boll retention in the bottom of the plant. One possibility is improved light penetration into the lower canopy due to smaller leaves resulting in a more favorable light environment for the subtending leaf. When 1 pint of PIX was applied at early bloom to a full-season variety (Stoneville 213), light penetration into the lower half of the canopy was increased 20% the 2nd and 3rd week following application, along with a yield increase of 13%. However, the same high rate of PIX, when applied to a compact, short-season variety (TAMCOT CAMD-E) limited plant expansion excessively thereby reducing light penetration into the lower canopy and yield (Niles and Bader 1986).

A second possible explanation for improved boll retention is an enhanced supply of carbohydrates for bolls when PIX limits the growth of leaves and stems. PIX limits vegetation but expands the size of bolls. Lint weight per seed is increased by 3% and seed size by 6% (Bader and Niles 1986). Additionally, the shift of bolls from the top half of the plant to the lower half should increase the average boll size because early set bolls are larger than late set bolls (Jenkins 1990).

The reduced retention in the top of the plant observed with PIX is due to early cutout. The early boll load is increased by PIX, at the same time the early leaf area is restricted. Cotton's ability to sustain boll retention and new node production depends on the balance between the boll load (developing bolls) and carrying capacity (leaf area of young healthy leaves). PIX treated cotton not only has fewer bolls in the top of the plant but also approximately 1 node less. One measurement of the plant's ability to sustain boll retention is

"Nodes Above the White Bloom". This plant mapping technique, explained in the Video and Handbook discussed on page 4, provides a measure of the plant's remaining carrying capacity.

Maturity

One of the benefits from enhanced early season boll retention with PIX is earlier crop maturity, which contributes to short season production. Not only is earliness gained from the shifting of bolls set late in the bloom period to early in the bloom period, but also from earlier cutout. Extension Specialists report an average earlier harvest of 5 to 7 days with PIX. A crop that is set over a shorter time period, opens rapidly, allowing more of the crop to be harvested in the first pick.

Lint and Seed Quality

Other than the effects associated with early crop maturation, PIX produces no measurable effect on lint quality. Early maturing cotton can have increased or decreased quality depending on whether the lint is harvested promptly upon opening or left to weather in the field.

UTILIZATION

Late Planted Cotton

From the previous discussion on boll retention, it should be apparent that a yield response to PIX is anticipated on late planted cotton. Late planted cotton develops its vegetative framework under warm days with maximum day length. As a result, late planted cotton is highly vigorous and growthy. In addition, the early cutout of PIX treated cotton is a positive factor in late planted cotton due to the short growing season. In San Joaquin Valley Research, as planting was delayed from April 2 to May 30, yield dropped from 1122 to 483 without PIX but only from 1121 to 615 with PIX at 1 pt per acre (Kerby 1985). The maximum PIX advantage (approximately 130 lbs of lint) was achieved with all May planting dates. Five years of research in Mississippi also showed an increased response to 1 pt of PIX as planting is delayed. No difference in PIX response was observed regardless of variety, whether early, intermediate or full season maturity.

Planting Date and PIX (Mississippi)

	Planting Date					
	Mid April		Early May		Late May	
Plant Height	PIX Control	46.4	50.8	PIX Control	46.9	56.7
Plant Height		46.4	50.8		48.1	60.6
Lint Yield	1301	1363	1457	1382	1195	1060
% 1st Pick	60.2	59.2	64.5	62.1	63.7	60.2

(Cathey and Meredith 1988)

Excess Vegetation

The height control from PIX can be both beneficial and detrimental to yield, depending on the rate and tendency of the field to grow rank. In research trials, PIX response can be partially explained from the end of season plant height of the untreated control. Cotton growers have learned that those fields producing tall cotton due to soil type or water and nutrient availability, respond well to PIX. As expected these relationships are specific for the growing area and variety. Charles Stichler in Texas reports a PIX yield response in stripper varieties when the untreated control is over 24 inches tall, while Tom Kerby in California predicts the greatest yield response in full season cotton that is over 43 inches tall. These two extremes emphasize that short cotton resulting from stress is more likely to respond adversely to PIX than is short cotton resulting from a heavy boll load or varietal characteristic. In the humid Mid-South, full canopy cotton is prone to boll rot. Under these conditions, Al Chambers in Tennessee has shown a strong benefit from PIX in limiting boll rot damage.

Narrow Row Cotton

The effect of PIX on reducing leaf area, plant height and width, has been shown to be highly beneficial when cotton is planted in 30 inch rows. Narrow row cotton can fully intercept the sunlight with plants that are 10 inches narrower than plants in conventional spaced rows. This allows the use of more efficient plant types, plants with less dry weight in leaf and stem. Until varieties are specifically developed for narrow row, the conversion of wide row varieties into narrow row types can be partially accomplished with PIX.

PIX in Full Season Cotton

Whether to apply PIX is an easier decision in narrow row cotton or short season production or where soil and environmental conditions lead to excess vegetation. However, in other fields the decision is less clear. One of the early research concepts was that PIX, when applied to full season cotton, could eliminate the need for plant stress to control growth and instead producers could "push" the crop with more water and nitrogen. This has not been shown to be true. The optimum N and irrigation rate appears to be the same regardless of whether PIX is applied. Stress that prematurely ages leaves or reduces fruit retention is detrimental regardless of whether PIX is applied or not. The need for PIX in full season cotton depends on the need for height control, leaf size control and the need to shift boll retention from late to early in the season. Enhanced early season boll retention provides several indirect benefits such as: improved quality from early bolls, easier management of irrigation and fertilization and reduced vulnerability to late season insects.

PIX and Stressed Cotton

Because PIX acts to decrease the expansion rate of leaves, stems and branches, PIX can compound problems if stress has already restricted expansion. Both cool weather and water stress restrict expansion and

plant size. When cotton is experiencing such an expansion limiting stress, PIX should not be applied. The Low Rate Multiple method of PIX applications allows the use of small doses of PIX during periods of non-stress growing conditions and withholding applications during stress. Use of PIX in this manner will avoid expense and yield depression from PIX if applications had been continued during stress.

Confusion has existed in the past as to the appropriateness of PIX when cotton is under stress resulting from insect pressure. Use of the carrying capacity and boll load concept can guide usage under these conditions. Insect feeding on leaves would reduce leaf area or carrying capacity, suggesting that PIX would not be appropriate. On the other hand, where insects injure early season squares, the boll load will be delayed and carbohydrates will be used for explosive vegetative growth during the early bloom period. Under these conditions, a strong response to PIX would be anticipated if square damage is curtailed.

Plant Mapping and PIX

Plant mapping provides an easy method to look at plants and determine if PIX should be applied. Besides row width and planting date, some of the plant factors that influence that decision include: early square retention, plant vigor, node of the 1st fruiting branch and nodes above the white bloom. These various plant mapping techniques are discussed in the Applied Plant Mapping Handbooks available from the National Cot-

ton Council and discussed in the following article. The increased scrutiny from plant mapping or even casual field monitoring allows confidence that PIX is used only where needed. This confidence in the optimum rate and timing of PIX has come from intense research conducted over the last 10 years. Even now, the knowledge base about PIX is still expanding as new questions are asked and answers to older questions refined.

About the Authors

This issue of Cotton Physiology Today was co-authored by the Cotton Specialists Will McCarty (Mississippi), Tom Kerby (California) and James Supak (Texas High Plains) with input from Denny O'Neal (Plant Physiologist for BASF).

"Applied Plant Mapping"

A new series of Applied Plant Mapping Handbooks has recently been developed by the Cotton Physiology Education Program. These guides provide producers and consultants the maximum amount of useful information about their crop with the least amount of time

The Cotton Physiology Education Program is supported by a grant from the Cotton Foundation, and brought to you as a program of the Technical Services Department of the National Cotton Council in cooperation with the State Extension Services.

National Cotton Council of America
Post Office Box 12285 • Memphis, Tennessee 38182-0285
901-274-9030

PRESORTED
FIRST CLASS MAIL
U.S. POSTAGE PAID
MEMPHIS, TN
PERMIT NO. 2014

- SAS Institute. 1985. User's Guide: Statistics. 5th ed. SAS Institute, Cary, NC.
- Silivius, J.E., D.F. Kremer, and D.R. Lee. 1978. Carbon assimilation and translocation in soybean leaves at different stages of development. *Plant Physiol.* 62:54-58.
- Turner, N.C., and M.J. Long. 1980. Errors arising from rapid water loss in the measurement of leaf water potential by the pressure chamber technique. *Aust. J. Physiol.* 7:527-537.
- Virgona, J.M., K.T. Hubick, H.M. Rawson, G.D. Farquhar, and R.W. Downes. 1990. Genotypic variation in transpiration efficiency, carbon-isotope discrimination and carbon allocation during early growth in sunflower. *Aust. J. Plant Physiol.* 17:207-214.
- von Caemmerer, S., and G.D. Farquhar. 1981. Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and the gas exchange of leaves. *Planta* 153:376-387.
- Wright, G.C., K.T. Hubick, and G.D. Farquhar. 1988. Discrimination in carbon isotopes of leaves correlates with water-use efficiency of field-grown peanut cultivars. *Aust. J. Plant Physiol.* 15:815-825.

Carbon and Water Economies of Well-Watered and Water-Deficient Cotton Plants Treated with Mepiquat Chloride

C. J. Fernández,* J. T. Cothren,¹ and K. J. McInnes

ABSTRACT

The growth regulator mepiquat chloride (MC) (1,1-dimethylpiperidinium chloride) inhibits leaf expansion, reduces leaf diffusive resistance, and reduces leaf photosynthetic rates when applied to cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Whole-plant studies in a controlled environment were conducted to evaluate the effect of MC on the C and water economies of 'Stoneville 825' cotton plants growing under well-watered and water-deficient conditions. Single, well-irrigated plants were transferred from a nursery room into test chambers when they reached a leaf area of 0.05 m² and were exposed to the following combinations of treatments: treated or not treated with MC and maintained well irrigated or not irrigated. MC treatment consisted of spraying 12 ± 1 mL plant⁻¹ of a solution with a concentration of 27.3 mg a.i. L⁻¹. Environmental conditions were typical of sunny humid days in central Texas. Carbon exchange rates and water loss rates were monitored hourly; leaf area, leaf water potential, and leaf osmotic potential were measured daily. Mepiquat chloride inhibited plant leaf area expansion, daily transpiration, daily gross C uptake, daily C loss, and daily net C gains in both water regimes; however, transpiration, gross C uptake, and net C gains of water-stressed plants were less inhibited in MC-treated plants than in nontreated plants toward the end of the water stress cycle. Mepiquat chloride did not affect C-use efficiency of cotton plants under either water regime nor the water use efficiency (WUE) of well-watered plants, but reduced WUE of water-stressed plants, which indicates a possible inhibition of the leaf internal photosynthetic capacity. Mepiquat chloride did not affect leaf water and osmotic potentials of well-watered plants, but helped to maintain leaf turgor potential in water-stressed plants. It was concluded that MC induces a water-conservative behavior in cotton through its effect on plant leaf area and delays the onset of water stress in plants growing under water-deficient conditions.

MEPIQUAT CHLORIDE is a systemic plant growth regulator frequently used in cotton crops to limit excessive vegetative growth. In an earlier study of the effect of MC on the partitioning of biomass in cotton plants (Fernández et al., 1991), the possibility was discussed that the inhibition of plant leaf area expansion and the development of a more compact canopy structure would make cotton plants more water-con-

C.J. Fernández, J.T. Cothren, and K.J. McInnes, Dep. of Soil and Crop Sciences, Texas A&M Univ., College Station, TX 77843-2474. Technical Article no. 25895 from the Texas Agric. Experiment Station, TX. Received 15 Oct. 1990. *Corresponding author.

Published in *Crop Sci.* 32:175-180 (1992).

servative through a reduction of transpirational leaf area and an increase in shading among leaves. Water conservation would be advantageous not only in irrigated cropping systems, but also in dryland production systems that rely on stored soil water and limited rainfall. However, the impact of MC treatment on the C and water economies of whole cotton plants cannot be predicted, as MC seems to reduce also the diffusive resistance of abaxial leaf epidermis (Stuart et al., 1984). A reduction in leaf diffusive resistance would increase both the transpirational and photosynthetic fluxes. Moreover, it has also been reported (Gausman et al., 1979, 1980) that MC decreases leaf photosynthetic rates.

Our objective was to evaluate the impact of MC treatment on the C and water economies of whole cotton plants growing under well-watered and water-deficient conditions. Data describing effects of MC on leaf area expansion, transpiration, C gains, and maintenance of water status of cotton plants grown in a controlled environment under well-watered and water-deficient conditions are presented.

MATERIALS AND METHODS

The C and water economies of single 'Stoneville 825' cotton plants were studied using the whole-plant method described by McCree (1986). Cotton plants were grown in a nursery room until they reached a total leaf area between 0.05 and 0.055 m² (ninth mainstem node visible, ≈32 d after planting). At this time, the plants were moved to controlled-environment chambers previously described by Fernández (1977) and McCree (1986) for testing.

Cultural conditions in the nursery were as follows: air temperature of 30 °C, PPFD of 800 to 900 μmol m⁻² s⁻¹, and wind speed of 0.5 to 1.0 m s⁻¹. Neither humidity nor CO₂ concentration were controlled. Plants were irrigated daily in excess with full-strength nutrient solution to cause drainage.

Environmental conditions in the test chambers were as follows: air temperature 30 °C, dewpoint 23 °C, wind speed 0.6 m s⁻¹, and PPFD 1500 μmol m⁻² s⁻¹ (at the top of the plant) supplied for 12 h by a 400-W Sylvania¹ super metalarc lamp (GTE Products Corp., Manchester, NH). Outdoor air was continuously passed through the chamber at a rate of 20 L min⁻¹ and additional CO₂ was injected

Abbreviations: CER, carbon exchange rate; MC, mepiquat chloride; PPFD, photosynthetic photon flux density; WUE, water-use efficiency.

Mepiquat Chloride and Irrigation versus Cotton Growth and Development

V. R. Reddy, A. Trent,* and B. Acock

ABSTRACT

Cotton (*Gossypium hirsutum L.*) produces excessive vegetative growth when grown under optimum water and nutrient conditions. The plant growth regulator Mepiquat Chloride (MC); 1,1-dimethyl piperidinium chloride reduces vegetative growth and can promote early maturity. Its effect on yield has been inconsistent, with some researchers showing an increase while others have indicated a decrease. This variation in yield has often been attributed to environmental factors and variations in water and fertilizer inputs. This study examined the effect of MC on cotton growth, under varying irrigation treatments, to determine if soil moisture interacts with MC. The experiment was conducted in 1987 with two cotton cultivars, Stoneville 825 ('ST825') and Deltapine 20 ('DP20'), grown in pots, with five irrigation treatments [1.2, 1.0, 0.8, 0.6, and 0.4 times previous day's pan evaporation (PE)] each with and without MC applied. Mepiquat Chloride reduced plant height, number of main stem nodes, and internodal length. The effect on boll numbers was mixed between cultivars. In some instances under the same irrigation treatment (1.2 PE), the number of bolls was higher in ST825 with MC applied than with control while in DP20 the control treatment had the higher number of bolls. Mepiquat chloride's effectiveness on vegetative growth tended to decrease as the number of days after application increased. Differences in response within irrigation treatments was attributable to MC. Differences in response between irrigation treatments with MC applied was attributable to irrigation and cultivar differences and not to interaction between soil moisture and MC.

A GOOD COTTON PRODUCER optimizes the availability of water and nutrients for rapid vegetative growth. Ideally this growth is followed by early and extended fruit set thus providing for the growth and maturation of a large fruit load. Often, as a result of maximizing inputs, the cotton plants become excessively tall and vegetative (Cathey and Luckett, 1980). This excessive growth may result in square and young boll shed (Gausman et al., 1979; Walter et al., 1980) and an increase in insect and disease problems. All of these combine to reduce harvesting efficiency, fiber quality, and yield.

In an attempt to control the side effects of input maximization in cotton, a growth regulator, mepiquat chloride has been used. Mepiquat chloride suppresses excessive plant growth by decreasing plant height, number of nodes, branch lengths, and leaf area (Kerby et al., 1982; Reddy et al., 1990; Stuart et al., 1984; York, 1983a,b; Zummo et al., 1984). Yield responses to MC have been erratic. Some studies have reported increases (Briggs, 1980; Erwin et al., 1979; Prokofew et al., 1978; Schott and Schroeder, 1979) while others have reported decreases in yields (Crawford, 1981; Feaster et al., 1980; Thomas, 1975). The reason for

V.R. Reddy and A. Trent, Dep. of Plant, Soil and Entomological Sci., College of Agric., Univ. of Idaho, Moscow, ID. 83843; B. Acock, USDA-ARS:NRI:Systems Research Lab., Beltsville, Maryland 20705. Contribution from USDA:ARS:NRI:Systems Research Lab., Beltsville, Maryland 20705; and the Dep. of Plant, Soil and Entomological Sci., Univ. of Idaho, Moscow, ID 83843. Received 6 Mar. 1991. *corresponding author.

Published in Agron. J. 84:930-933 (1992).

these inconsistencies has been attributed to environmental factors such as temperature, moisture, and nutrient status (Briggs, 1980; Kerby, 1985; Kerby et al., 1986, York, 1983b). The objective of this study was to examine cotton growth under varying moisture regimes, with and without the application of MC, to determine if soil moisture interacts with the effects of MC.

MATERIALS AND METHODS

Cotton cultivars Stoneville 825 ('ST 825') and Deltapine 20 ('DPL 20') were grown outdoors in pots at the nursery site of the Crop Simulation Research Unit (USDA-ARS) at Mississippi State University in the summer of 1987. The pots were made from polyvinylchloride pipe (15-cm diam., 67-cm length) and had a volume of approximately 12 L. The growing medium was a 2:1 (vol/vol) sand:vermiculite mixture that was fortified with slow release micronutrients at the rate of 88 mg L⁻¹ of growing medium prior to potting. Each cultivar was set out as a separate split plot design with three replications and rows spaced 1 m apart. Plant population was 6 plants m⁻² (one plant per pot). A 2-cm layer of washed gravel and a 0.6-cm diam. outlet at the bottom of the pot allowed for good drainage. Full-strength Hoagland's nutrient solution (Hewitt, 1952) was applied daily to ensure that nutrient stress did not occur during the experiment. The date of planting was 18 May and emergence occurred on 23 May.

Each pot was irrigated with one dripper of a drip irrigation system. The amount of water given daily was based upon the pan evaporation data for the previous day measured at an adjacent weather station. The amount and frequency of irrigation was computer controlled. Insects were controlled using Aldicarb {2-methyl-2-(methylthio) propanal O-[(methylamino)carbonyl]oxime} at preplant and with applications of acephate (acetylphosphoramidothioic acid O,S-dimethyl ester) and malathion {[[(dimethoxyphosphinothioyl)thio] butanedioc acid diethyl ester} as needed during the course of the experiment.

There were five main plot irrigation treatments: 1.2, 1.0, 0.8, 0.6, and 0.4 times the previous day's pan evaporation adjusted for any rainfall. These treatments will be referred

Table 1. Mean of measured changes in plant variables occurring from 41 to 91 d after emergence on two cotton cultivars - ST825 and DPL20, grown under various irrigation treatments, with (MC) and without (Control) mepiquat chloride applied.

Variable	TrT	ST825		DPL20	
		MC	Control	MC	Control
Mean plant height (cm)	1.2PE	48.39	57.97	34.60	48.58
	1.0PE	37.89	55.23	32.71	36.29
	0.8PE	16.44	28.32	21.77	26.19
	0.6PE	16.70	21.85	16.82	20.49
	0.4PE	8.30	10.75	5.74	6.99
Mean number of mainstem nodes	1.2PE	7.18	8.27	7.18	8.90
	1.0PE	6.36	7.18	5.63	5.99
	0.8PE	3.09	4.73	4.99	4.45
	0.6PE	3.30	3.18	3.18	3.36
	0.4PE	0.82	1.18	0.90	0.82
Mean internode length (cm)	1.2PE	6.74	7.00	4.81	5.45
	1.0PE	5.95	7.69	5.80	6.05
	0.8PE	5.31	5.99	4.99	5.88
	0.6PE	5.06	6.86	5.29	6.09
	0.4PE	10.14	9.10	6.31	8.54

cotton yields through enhanced partitioning to reproductive structures. *Crop Sci.* 29:636-639.

Mullins, G.L., and C.H. Burmester. 1990. Dry matter, nitrogen, phosphorus, and potassium accumulation by four cotton varieties. *Agron. J.* 82:729-736.

Olson, L.C., and R.P. Bledsoe. 1942. The chemical composition

of the cotton plant and the uptake of nutrients at different stages of growth. *Georgia Agric. Exp. Sta. Bull.* 222.

SAS Institute, Inc. 1985. SAS for linear models a guide to the ANOVA and GLM procedures. SAS Inst., Inc. Cary, NC.

Young, E.F. Jr., R.M. Taylor, and H.D. Peterson. 1980. Day-degree units and time in relation to vegetative development and fruiting for three cultivars of cotton. *Crop Sci.* 20:370-374.

Increase in Drought Resistance of Cotton Seedlings Treated with Mepiquat Chloride

X. Xu* and H. M. Taylor

ABSTRACT

Under rainfed conditions, plant establishment is often low in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) because of water limitations. Increasing drought resistance of cotton seedlings by accelerating root growth thus has important, practical implications. Much research has been devoted to modifying plant root systems for more effective use of soil water, but successful results are few. We studied the effects of mepiquat chloride (MC; 1,1-dimethylpiperidinium chloride) on drought resistance of cotton seedlings. Well-watered seedlings were irrigated with mepiquat chloride (0-40 mg kg⁻¹), and then subjected to progressively greater water stress. Treatment with MC accelerated root growth and increased water absorption, especially at greater soil depths. The seedlings treated with MC were turgid longer and wilted less than the drought controls. In another series of experiments seeds were treated (0-4000 mg kg⁻¹) and arising plants were assessed for growth and survival in both well-watered and water-stress conditions. A seed treatment of 500 mg kg⁻¹ gave shorter and more compact shoots, did not affect leaf area, but increased specific leaf weight and chlorophyll content. Seed treatment with 500 mg kg⁻¹ MC also gave the greatest enhancement of root growth, water extraction from deep soil layers, and survival of stressed seedlings. These results suggested a potential for using MC to modify root patterns and increase drought resistance of cotton seedlings. Field tests of seed treatments with MC should be conducted to determine whether seedling survival is enhanced under natural drought-stressed conditions. The responses of different cotton varieties to MC treatment also should be investigated.

approaches mainly included breeding or selecting new varieties, modifying the soil environment, altering crop management, and changing plant species. But, as was pointed out by Fereres (1985) and Moss et al. (1975), the information needed to guide plant breeders in enhancing physiological traits such as water use efficiency, is not yet available.

Mepiquat chloride (BASF Wyandotte Corp., Parsippany, NJ) is one of the most widely used plant growth regulators. It has been investigated for use in cotton since 1975, and foliar application of MC has been adopted in many countries to reduce shoot vegetative growth and increase the yield. Wendt et al. (1984) found that the application of MC increased water potential of leaves and increased transpiration rate. Urwiler and Oosterhuis (1986) reported that foliar or root application of MC had a tendency to increase root dry matter. The effect and doses of cotton seed treatment with MC has had inconclusive results. (Gausman et al., 1984; Fan, 1984; Abdel-AL and Eid, 1984). We conducted this study to (i) determine the effects of MC on root growth and water absorption of cotton seedlings, and (ii) evaluate the potential of MC to increase cotton seedling drought resistance and survival under severe water stress.

MATERIALS AND METHODS

Experiments were conducted in a greenhouse at Texas Tech University, Lubbock, TX. Cotton seedlings ('Tamcot 107-5A') were grown in transparent acrylic tubes (58-mm-diam. by 900-mm-length). The acrylic tubes were held in wooden racks at 15° from vertical so the roots would be visible against the lower surface. All tubes for each experiment were kept in the same rack and arranged in a completely random design with five replications in Experiments 1, 2, 3, and 10 and seven replications in Experiments 4 and 5, respectively. The racks were covered with foam plastic board to diminish fluctuation of temperature. The tubes were filled with equal amounts of dry sand, which had been treated with steam and sieved (0.25 mm, 14 mesh) for homogeneity. The bottom of the tubes were covered with nylon screen so excess solution could drain freely. Before transplanting, tubes were fully irrigated with half-strength Hoagland's solution (Hoagland and Arnon, 1938) until drainage. The tubes were irrigated twice a day from transplanting until emergence of young seedlings. Temperatures during the experiments averaged 32/23 °C (day/night) and relative humidity was 60 to 70% (mean day + night).

A portable area meter (Model LICOR-3000, Lincoln, NE) was used to measure leaf area. A root length scanner

COTTON IS GROWN in a wide range of environments under both humid and semiarid conditions. Adequate emergence and uniform distribution of seedlings are important factors for cotton yield. In many cases, the surface layer of soil becomes dry after cotton seeds are sown because of rapid soil water evaporation (Munro, 1987). Some seeds cannot germinate, some germinated seeds cannot emerge, and some emerged seedlings stop growth or die because their young roots cannot reach water in the deeper soil layers. Therefore, increasing drought resistance of cotton seedlings by accelerating root growth has important, practical implications.

Recently much attention has been devoted to modifying the root system to reduce water stress and increase water use efficiency (Jordan et al., 1981; Passioura, 1983; Taylor and Nguyen, 1987). These

X. Xu, Henan Res. Inst., 28 Huayuan Rd., Zhengzhou, Henan Province 450003 PRC; H.M. Taylor (deceased), Dep. of Agronomy, Horticulture, and Entomology, Texas Tech University, Lubbock, TX 79409. Received 24 June 1991. *Corresponding author.

Published in *Agron. J.* 84:569-574 (1992).

Abbreviations: DAE, days after emergence; and MC, mepiquat chloride.

- Dunn, G.M., R.A. Kilpatrick, and H.S. Chow. 1964. Effects of diel-drin and methyl bromide on *Sitona* larvae and root rot of white clover. *Crop Sci.* 4:276-279.
- Gibson, P.B., O.W. Barnett, G.A. Pederson, M.R. McLaughlin, W.E. Knight, J.D. Miller, W.A. Cope, and S.A. Tolm. 1989. Registration of Southern Regional Virus Resistant white clover germplasm. *Crop Sci.* 29:241-242.
- Halpin, J.E. 1963. The effect of soil fungi and root-knot nematodes on the growth of white clover in field bins. *Phytopathology* 53:877.
- Hollowell, E.A. 1966. White clover, *Trifolium repens* L., annual or perennial? p. 184-187. In A.G.G. Hill (ed.) *Proc. Int. Grassl. Congr.* 10th, Helsinki, 7-16 July, Finnish Grassl. Assoc., Helsinki.
- Hussey, R.S., and K.R. Barker. 1973. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp., including a new technique. *Plant Dis. Rep.* 57:1025-1028.
- James, J.R., L.T. Lucas, D.S. Chamblee, and W.V. Campbell. 1980. Influence of fungicide and insecticide applications on persistence of ladino clover. *Agron. J.* 72:781-784.
- Kreitlow, K.W., O.J. Hunt, and H.L. Wilkins. 1957. The effect of virus infection on yield and chemical composition of ladino clover. *Phytopathology* 47:390-394.
- Leach, C.M., E.A. Dickason, and A.E. Gross. 1963. The relationship of insects, fungi and nematodes to the deterioration of roots of *Trifolium hybridum* L. *Ann. App. Biol.* 52:371-385.
- Leath, K.T., K.E. Zeiders, and R.A. Byers. 1973. Increased yield and persistence of red clover after a soil drench application of benomyl. *Agron. J.* 65:1008-1009.
- Marten, G.C., G.E. Brink, D.R. Buxton, J.L. Halgerson, and J.S. Hornstein. 1984. Near infrared reflectance spectroscopy analysis of forage quality in four legume species. *Crop Sci.* 24:1179-1182.
- McLaughlin, M.R., and G.A. Pederson. 1985. Coincidence of virus diseases and decline of white clover in a Mississippi pasture. *Phytopathology* 75:1359.
- Pederson, G.A., and G.L. Windham. 1990. Variation in response of white clover cultivars and germplasms to *Meloidogyne incognita*. p. 52. In Proc. 11th *Trifolium Conf.*, Sublimity, OR. Oregon State Univ., Corvallis.
- Powell, G.S., W.V. Campbell, W.A. Cope, and D.S. Chamblee. 1983. Ladino clover resistance to the clover root curculio (Coleoptera: Curculionidae). *J. Econ. Entomol.* 76:264-268.
- Sasser, J.N., and C.C. Carter. 1982. Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.): Identification, morphological and physiological variation, host range, ecology, and control. p. 21-32. In R.D. Riggs (ed.) *Nematology in the southern region of the United States*. So. Coop. Ser. Bull. 276.
- Schillinger, J.A., Jr., and R.C. Leffel. 1964. Persistence of ladino clover, *Trifolium repens* L. *Agron. J.* 56:11-14.
- Wilson, H.K., and S.S. Quisenberry. 1986. Impact of feeding by alfalfa weevil larvae (Coleoptera: Curculionidae) and pea aphid (Homoptera: Aphididae) on yield and quality of first and second cuttings of alfalfa. *J. Econ. Entomol.* 79:785-789.
- Windham, G.L., and K.R. Barker. 1986. Effects of soil type on the damage potential of *Meloidogyne incognita* on soybean. *J. Nematol.* 18:331-338.
- Windham, G.L., and G.A. Pederson. 1989. Aggressiveness of *Meloidogyne incognita* host races on white clover. *Nematropica* 19:177-183.

Mepiquat Chloride and Temperature Effects on Photosynthesis and Respiration of Fruiting Cotton

H. F. Hodges,* V. R. Reddy, and K. R. Reddy

ABSTRACT

The bioregulator, mepiquat chloride (1,1-dimethylpiperidinium chloride), consistently suppresses rank growth of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), but yield responses are erratic. The objective of this study was to determine cotton plant response to mepiquat chloride (MC) at different temperatures, so that appropriate functions can be provided to the cotton crop simulation model. Cotton plant foliage was sprayed with MC at initial bloom, and maintained at four different day/night temperatures for 49 d. Carbon dioxide fluxes were measured continuously, and used to calculate photosynthetic and respiration rates. Plant components and leaf area were measured at the end of the treatment period. Mainstem growth rates and node addition rates were reduced by MC application at all temperatures. Gross photosynthesis increased linearly when the ambient air temperature increased to 30°C and declined at 40°C. Mepiquat chloride increased the canopy gross photosynthesis (Pg) within 48 h, suggesting a direct effect on photosynthesis. The increased Pg established on Day 2 persisted throughout the season at various temperatures, but the differences decreased at the end of the season. Respiration rates increased linearly as air temperature increased and decreased with plant age when expressed on unit weight basis. Biomass yields of cotton plants harvested 49 d after treatment were closely related to net photosynthetic assimilation accumulated over the same period. We conclude that MC and temperature impact cotton growth, development, respiration, and photosynthetic rates. This information will be useful for predicting optimum timing and amounts of MC application for improved management of cotton canopies.

MANIPULATION of canopy architecture with bioregulators is one of the recent agronomic strategies to improve cotton production. Mepiquat

Abbreviations: MC, mepiquat chloride; PAR, photosynthetically active radiation; Pg and Pn, gross and net photosynthesis; PPFD, photosynthetic photon flux density.

chloride is a chemical that has been studied extensively during the past decade because of its ability to regulate cotton growth and development during the fruiting period. Although, MC consistently suppresses excessive plant growth by reducing stem extension, number of nodes, branch lengths, and leaf areas (Erwin et al., 1979; Kerby et al., 1982; Reddy et al., 1990; Stuart et al., 1984; Walter et al., 1980; York, 1983a, b); yield responses to MC are inconsistent. Mepiquat chloride has been shown to increase yields (Briggs, 1980; Erwin et al., 1979; Prokofew et al., 1978; Schott and Schroeder, 1979), decrease yields (Armstrong et al., 1982; Kerby, 1985; York, 1983a,b; Urwiler and Cothren, 1979; Cathey and Meredith, 1988), and to have little effect on yields (Briggs, 1981; Heilmann, 1985; Kerby et al., 1982).

Mepiquat chloride also causes leaves to be thicker (Reddy et al., 1990), greener (more chlorophyll per unit area) (Gausman et al., 1978), and have increased CO₂ uptake at low concentrations (Gausman et al., 1979). Most investigators have assumed that these erratic responses of yield, growth, and development of cotton to MC were caused by unexplained responses to environmental factors (Briggs, 1980; Kerby, 1985; York, 1983b), but these environmental responses have not been specifically addressed. How cotton plants respond to MC at different temperatures and growth conditions is not clear.

H.F. Hodges and K.R. Reddy, Dep. of Agronomy, Mississippi State Univ., Mississippi State, MS 39762; V.R. Reddy, USDA-ARS Systems Res. Lab., Beltsville, MD 20705. Contribution of Mississippi Agric. and Forestry Exp. St., Journal Paper no. J-7514, USDA-ARS Crop Simulation Res. Unit, and BASF-Wyandotte Corp. Received 2 Aug. 1990. *Corresponding author.

Published in Crop Sci. 31:1302-1308 (1991).

- and phyllochron in wheat and barley. *Crop Sci.* 29:1021-1025.
- Cao, W., and D.N. Moss. 1989c. Temperature and daylength interaction on phyllochron in wheat and barley. *Crop Sci.* 29:1046-1048.
- Causton, D.R., and J.C. Venus. 1981. *The biometry of plant growth.* Edward Arnold, London.
- Erwin, J.E., and R.D. Heins. 1990. Temperature effects in lily development rate and morphology from the visible bud stage until anthesis. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 115:644-646.
- Friend, D.J.C., V.A. Helson, and J.E. Fisher. 1962. Leaf growth in marquis wheat, as regulated by temperature, light intensity, and daylength. *Can. J. Bot.* 40:1299-1311.
- Longnecker, N., E.M.J. Kirby, and A.D. Robson. 1990. Genotypic differences in wheat in the increased phyllochron in response to nitrogen deficiency. p. 124. In *Agronomy abstracts*. ASA, Madison, WI.
- Morowitz, H.J. 1979. *Energy flow in biology*. Oxbow, Woodbridge, CT.
- Porter, J.R. 1984. A model of canopy development in winter wheat. *J. Agric. Sci.* 102:383-392.
- Rickman, R.W., B. Klepper, and C.M. Peterson. 1985. Wheat seedling growth and developmental response to incident photosynthetically active radiation. *Agron. J.* 77:283-287.
- Yourstone, K.S., and D.H. Wallace. 1990. Effects of photoperiod and temperature on rate of node development in indeterminate bean. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 115:824-828.

Partitioning of Biomass in Well-Watered and Water-Stressed Cotton Plants Treated with Mepiquat Chloride

C. J. Fernández,* J. T. Cothren, and K. J. McInnes

ABSTRACT

Most of the research investigating the effect of mepiquat chloride (1,1-dimethylpiperidinium chloride) on the growth of cotton (*Gossypium hirsutum L.*) has been limited to well-irrigated plants and has been focused primarily on the growth of aboveground organs. This study was conducted to evaluate the effect of mepiquat chloride (MC) on the partitioning of biomass in whole cotton plants grown in controlled-environment test chambers under well-irrigated and water-deficient conditions. Single plants of 'Stoneville 825' were transferred from a nursery room into test chambers when they reached a leaf area of $\sim 500 \text{ cm}^2$ and were then exposed to the following treatments: (i) sprayed at a recommended rate for commercial crops with $12 \pm 1 \text{ mL plant}^{-1}$ of a MC solution (27.3 mg L^{-1} a.i.) and maintained well irrigated, (ii) not sprayed with MC and maintained well irrigated, (iii) sprayed with MC and not irrigated, and (iv) not sprayed with MC and not irrigated. Durations of experiments varied from 11 to 14 d. Tests were replicated four times. Environmental conditions in the test chambers were typical of sunny and humid summer days in central Texas. Leaf area was measured daily during the tests. At the end of each test, the plants were harvested and separated into various categories of plant organs, oven-dried and weighed. Water deficits inhibited the accumulation of plant biomass through inhibition of leaf lamina, petiole, and branch growth. The MC, on the other hand, did not affect the accumulation of biomass on a whole-plant basis, but did affect biomass partitioning by inhibiting growth of branches and stem and by promoting growth of fine roots; MC also inhibited expansion of leaves and extension of stem internodes and petioles, which led to the development of a more compact canopy structure. These effects of MC on biomass partitioning and size of plant organs may result in decreased plant photosynthesis rates, but also may induce a water-conservative behavior.

MEPIQUAT CHLORIDE is a systemic plant growth regulator frequently used in cotton crops to limit excessive vegetative growth; MC decreases leaf expansion and plant height (Walter et al., 1980; Reddy et al., 1990). Research investigating the effect of MC on the growth of cotton has been conducted primarily under well-irrigated conditions, therefore, the effect of

Dep. of Soil and Crop Sciences, Texas A&M Univ., College Station, TX 77843-2474. Technical Article no. 25922 from the Texas Agric. Exp. Stn. Received 27 July 1990. *Corresponding author.

Published in *Crop Sci.* 31:1224-1228 (1991).

MC on biomass partitioning of cotton plants growing under water deficient conditions is not known. Manipulation of plant growth and structure may be relevant not only to well-irrigated crops but also to dryland cotton crops. Growth of crop plants developing under limited water supply depends also on how plant biomass is partitioned into the various plant organs. For example, partitioning into leaves controls rates of transpiration and photosynthesis, whereas partitioning into roots controls nutrient and water uptake.

Moreover, most of the research investigating the effect of MC on the growth of cotton has involved only aboveground plant organs, and very little is known about the effect of MC on the root system of cotton plants. A growth chamber study (Walter et al., 1980) showed that a low dose of MC (15 g ha^{-1} of a.i.) to cotton plants increased the root/shoot ratio. This increase in the root/shoot ratio was caused not by an increase in root mass but by the inhibition of shoot growth only. Knowledge of the effect of MC on root growth of cotton plants becomes particularly important in connection with the performance of cotton plants under limited supply of water.

In this study we evaluated the effect of MC on the partitioning of biomass in whole cotton plants grown in controlled-environment test chambers under well-irrigated and water-deficient conditions.

MATERIALS AND METHODS

Seeds of Stoneville 825 cotton were germinated on moistened filter paper in darkness and at room temperature (25 to 28°C). After 2 to 3 d, germinated seeds were planted individually 10 mm deep in separate 9.6-L pots containing 8.8 L of wet fritted clay (Absorb-N-Dry, Balcones Co., Flatonia, TX).

After planting, the pots were placed in a nursery room where environmental conditions were as follows: air temperature, 30°C ; PPF, 800 to $900 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$; and wind speed, 0.5 to 1.0 m s^{-1} . Humidity and CO_2 concentration were not controlled. Plants were irrigated daily with enough

Abbreviations: MC, mepiquat chloride; PPF, photosynthetic photon flux density; WWNP, well-watered and no pesticide; WWP, well-watered and with pesticide; WSNP, water-stressed and no pesticide; WSP, water-stressed and with pesticide.

Temperature and Mepiquat Chloride Effects on Cotton Canopy Architecture

V. R. Reddy, D. N. Baker, and H. F. Hodges*

ABSTRACT

Cotton, (*Gossypium hirsutum* L.) when grown in a fertile, well-watered, and suitable environment, produces excessive vegetative growth. Such luxuriant growth causes several production problems. A plant growth regulator, mepiquat chloride¹ (1,1-dimethylpiperidinium chloride; BASF Wyandotte Corp., Parsippany, NJ) has been found to reduce vegetative growth, but the crop responses to it appears to be temperature sensitive. An experiment was conducted to determine the crop responses to temperature in naturally lighted, temperature- and CO₂-controlled plant growth chambers. The experiment was conducted at five temperatures and measurements were made of several plant parameters. A preliminary experiment showed that mepiquat chloride (MC) caused a dramatic reduction in plant height and number of main-stem nodes. A more detailed study showed that the impact of MC on main-stem elongation was temperature dependent, with the greatest effect occurring at 35/25 °C day/night temperatures. The application of MC also caused a reduction in mainstem, vegetative-branch and fruiting-branch node formation. Leaf area was reduced on plants treated with MC at each of the temperatures. Specific leaf area (m² kg⁻¹) was also reduced on leaves from various positions on the plants. It appears that MC affects more than one physiological process. The primary effects were reduction in stem elongation, node formation, and leaf expansion. The reduced stem growth and leaf area development also caused greater leaf densities—probably a secondary or tertiary effect.

COTTON producers often attempt to maximize their yields by providing N and water in abundance. These management inputs are relatively inexpensive compared to the value of the potential yield loss that will occur if one or both of these variables is inadequate. Unfortunately it is relatively easy to provide these and other production variables in such a manner that excessive vegetative growth ensues. Cotton, being an indeterminate crop, grows vegetatively and develops fruit simultaneously. As the season progresses, with most growth constraints eliminated, a major portion of the growth occurs as fruit development; however, as the fruit matures the growth shifts to production of additional vegetation. A good manager wants to provide the growth-stimulating inputs in quantities that encourage rapid development of a vegetative canopy, early and extended fruit set, and growth and maturation of that heavy fruitload. However excessive amounts of water and N can result in excessive vegetation (Cathey and Luckett, 1980). Under luxuriant growing conditions, particularly where previous weather conditions or crop pests have caused some fruit loss, the balance between vegetative growth and fruiting shifts toward vegetative development (Kerby, 1985). When conditions favor excessive vegetative growth, flower buds are aborted while the meristems produce additional leaves (Stuart et al., 1984).

Mepiquat chloride has been found to function as a growth regulator that limits vegetative development

(Kerby, 1985; Stuart et al., 1984; York, 1983a,b). In conditions where vegetative growth appears to be excessive, or will soon become excessive, this growth regulator can be applied to reduce stem elongation and leaf size (Cathey and Luckett, 1980; McCarty et al., 1985). Unfortunately, the performance of the plants following its application is not always predictable. In many cases the result is as expected—reduced vegetative growth, more fruit set, and higher yields; however in some environments and management conditions, the yield is not enhanced (Kerby, 1985). In some studies the duration of mepiquat chloride (MC) effects on cotton plants appears to have lasted longer than others. Whether these duration effects are influenced by temperature is not certain. The precise management and weather conditions needed to obtain the desired effects from the application of MC are not well defined (Weir et al., 1986). The purpose of this study was to determine the responses of cotton plants to MC under different temperature regimes when water and N were provided in luxurious quantities.

MATERIALS AND METHODS

The cotton cultivar, Stoneville 825 (ST 825), was grown in the natural environment in pots at the nursery site of the Crop Simulation Research Unit (USDA-ARS) at Mississippi State University. The pots were made of polyvinylchloride (15-cm diam., 67-cm depth, with a volume of approximately 12 L). The growing medium was 2:1 (V/V sand, vermiculite mixture in which micronutrients were incorporated prior to filling the pots). The pots were arranged in rows spaced 1 m apart with a population of 6 plants m⁻² (one plant pot⁻¹). The pots were bordered with additional plants at the ends of the rows and adjacent rows. A 5-cm layer of washed gravel and an outlet at the bottom of the pot allowed good drainage. Full strength Hoagland's solution was applied weekly to provide the major nutrients.

The plants were irrigated with drip irrigation system which irrigated each pot with one dripper three times day⁻¹. Drippers were calibrated prior to the season and those which emitted more or less than 15% of the mean were replaced. The daily amount of water applied was based on pan evaporation data from the previous day measured at an adjacent site. The amount and timing of the irrigations were automatically controlled. Insects were controlled as needed with proper insecticide application.

In 1986 nine plants were moved to each of two naturally lighted, temperature- and CO₂-controlled chambers. These chambers were maintained at 35/25 °C day-night temperatures. The plants in one of the chambers were sprayed at early bloom (0.75 blooms m⁻²) with 49 g ha⁻¹ MC imme-

* V.R. Reddy, Dep. Agric. Eng., Clemson Univ., Clemson, SC 29694; D.N. Baker, USDA-ARS Crop Simulation Res. Unit, Crop Sci. Res. Lab., Mississippi State, MS 39762; H.F. Hodges, Dep. Agronomy, Mississippi State, MS 39762. Contribution from Dep. Agric. Eng., Clemson Univ., Clemson, SC; USDA-ARS Crop Simulation Res. Unit, Crop Sci. Res. Lab., Mississippi State, MS 39762 and Dep. Agronomy, Mississippi State, MS 39762. Approved for publication by the director of Mississippi State Agric. and For. Exp. Stn. as manuscript no. J-7116. Received 13 Feb. 1989. *Corresponding author.

Published in Agron. J. 82:190-195 (1990).

- Burns, R.E. 1963. Methods of tannin analysis for forage crop evaluation. Georgia Agric. Exp. Stn. Tech. Bull. N.S. 32.
- Cope, W.A., T.A. Bell, and W.W.G. Smart, Jr. 1971. Seasonal changes in an enzyme inhibitor and tannin content in sericea lespedeza. *Crop Sci.* 11:893-895.
- Donnelly, E.D. 1959. The effect of season, plant maturity, and height on the tannin content of sericea lespedeza. *L. cuneata*. *Agron. J.* 51:71-73.
- Donnelly, E.D. 1981. Registration of AU Lotan sericea lespedeza. *Crop Sci.* 21:474.
- Dubois, M., K.A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Rebers, and F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28:350-356.
- Feeny, P.P. 1968. Seasonal changes in the tannin content of oak leaves. *Phytochemistry* 7:871-880.
- Foo, L.Y., and L.J. Porter. 1980. The phytochemistry of proanthocyanidin polymers. *Phytochemistry* 19:1747-1754.
- Goldstein, J.L., and T. Swain. 1963. Changes in tannins in ripening fruits. *Phytochemistry* 2:371-383.
- Jones, W.T., R.B. Broadhurst, and J.W. Lyttleton. 1976. The condensed tannins of pasture legume species. *Phytochemistry* 15:1407-1409.
- Kleinbaum, D.G., and L.L. Kupper. 1978. Applied regression analysis and other multivariable methods. Duxbury Press, North Scituate, MA.
- McLeod, M.N. 1974. Plant tannins — their role in forage quality. *Nutr. Abstr. Rev.* 44:803-815.
- Mould, E.D., and C.T. Robbins. 1981. Evaluation of detergent analysis in estimating nutritive value of browse. *J. Wildl. Manage.* 45:937-947.
- Price, M.L., and L.G. Butler. 1977. Rapid visual estimation and spectrophotometric determination of tannin content of sorghum grain. *J. Agric. Food Chem.* 25:1268-1273.
- Price, M.L., S.V. Scovoc, and L.G. Butler. 1978. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. *J. Agric. Food Chem.* 26:1213-1218.
- Price, M.L., A.M. Stromberg, and L.G. Butler. 1979. Tannin content as a function of grain maturity and drying conditions in several varieties of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. *J. Agric. Food Chem.* 27:1270-1274.
- Ribereau-Gayon, P. 1972. Plant phenolics. Oliver & Boyd, Edinburgh.
- Robinson, T. 1983. The organic constituents of higher plants. 5th ed. Cordus Press, North Amherst, MA.
- Sarkar, S.K., and R.E. Howarth. 1976. Specificity of the vanillin test for flavonols. *J. Agric. Food Chem.* 24:317-320.
- SAS Institute. 1985. SAS users guide: Statistics. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
- Terrill, T.H., W.R. Windham, C.S. Hoveland, and H.E. Amos. 1989. Influence of forage preservation method on tannin concentration, intake, and digestibility of sericea lespedeza by sheep. *Agron. J.* 81:435-439.
- Walton, M.F., F.A. Haskins, and H.J. Gorz. 1983. False positive results in the vanillin-HCl assay of tannins in sorghum forage. *Crop Sci.* 23:197-200.
- Windham, W.R., S.L. Fales, and C.S. Hoveland. 1988. Analysis for tannin concentration in sericea lespedeza by near infrared reflectance spectroscopy. *Crop Sci.* 28:705-708.

NOTES

COTMAP, A TECHNIQUE FOR EVALUATING STRUCTURE AND YIELD OF COTTON PLANTS

F. M. BOURLAND* AND C. E. WATSON, JR.

Abstract

Analysis of the structure and fruiting behavior of cotton, *Gossypium hirsutum* L., is complicated by its indeterminate growth habit and size variation among individual plants. We present COTMAP, a technique in which the primary fruiting sites (first and second sympodial positions) are individually mapped and fruit on remaining sites are considered collectively. Yield variables calculated by COTMAP include total bolls, boll distribution, and boll retention in prime fruiting sites. Plant structure variables include node of first fruiting branch, number of monopodia, number of sympodia, number of effective sympodia, number of sympodia with at least two flowering positions, total number of main axis nodes, plant height, and average internode length. Data from three tests of mepiquat chloride (*N,N*-dimethyl-piperidinium chloride) on cotton are used to illustrate the mapping technique. The COTMAP technique has been used to distinguish variation in structural characteristics and fruiting pattern of cotton plants associated with genetic differences, growth regulators, and insect damage.

COFTON PLANTS grow in an indeterminate fashion with vegetative growth continuing after flower initiation. Fruit forms may occur at nodes of sym-

F.M. Bourland, Dep. of Agronomy, Univ. of Arkansas, Fayetteville, AR 72701; and C.E. Watson, Jr., Dep. of Agronomy, Mississippi State Univ., Mississippi State, MS 39762. Received 27 Mar. 1989.
*Corresponding author.

Published in Crop Sci. 30:224-226 (1990).

podia arising from the main axis, monopodia, or secondary axillary positions. A tendency toward orderly development of fruit on sympodia has long been recognized (McClelland, 1916). Several detailed descriptions of cotton plant development have been published including Tharp (1960) and more recently Mauney (1986).

Simple analysis of individual fruiting positions on cotton plants is difficult because positions are not independent. An aborted fruit will alter the sequence and retention of subsequent fruit (Kerby and Buxton, 1981). Summarizing various studies that encompassed contrasting cultivars and locations, Mauney (1986) indicated that, invariably, more than 80% of cotton yield was produced on the first and second nodes from the main axis. In field tests over 3 yr in Arizona, he found over 90% of yield associated with these nodal positions (Mauney, 1979). He concluded that increased yield was achieved by utilizing a greater number of main axis nodes rather than more nodes per sympodium. Similarly, Kerby et al. (1987) reported that ca. 80% of bolls on Acala type cotton grown in California were located on the first and second sympodial positions from the main axis.

A plant mapping technique that provides detailed information on the first two sympodial nodes from the main axis would effectively describe the prime fruiting sites of the cotton plant. Based on this rationale, positions closest to the main axis are individually mapped and bolls on remaining sites are handled collectively with the COTMAP technique. Other plant measurements include node number of first sympodia, number of monopodia, highest sympodia with two nodes, and plant height. The data are entered

Controlling excessive growth in cotton by multiple applications of low concentrations of mepiquat chloride

M.C. Dippenaar*, C.R. Nolte and C. Barnard

Tobacco and Cotton Research Institute, Private Bag X82075, Rustenburg 0300, Republic of South Africa

Accepted 26 October 1989

Excessive vegetative growth of cotton occurs under favourable growing conditions and this contributes to yield losses. Low concentrations of mepiquat chloride (1,1-dimethylpiperidinium chloride) were applied to vigorous, growing cotton by means of two or more sprays at different time intervals. Application of 6,3–12,5 g a.i. ha^{-1} at 14-day intervals limited the growth rate of the main stem in cotton to 8–9 cm per 100 degree days (DD) and reduced plant height by 13–18%. Continuous, but controlled growth is essential to maintain high yield. In four trials, seed cotton yields averaged 3 900 kg ha^{-1} and were not affected by the various mepiquat chloride treatments. Under conditions of luxurious growth (>10 cm per 100 DD), the yield at first picking increased by between 20 and 26%, and total yield by 5%. It is necessary that intervals between supplementary applications of mepiquat chloride be adjusted according to the expected growth rate.

Onder gunstige groeitoestande vind oormatige vegetatiewe groei by katoen dikwels plaas wat tot opbrengsverliese bydra. Baie lae peile van mepikwatchloried (1,1-dimetilpiperidiniumchloried) is op goed besproeide katoen toegedien, as twee of meer bespuitings op verskillende tydsintervalle. Bespuiting met 6,2–12,5 g a.b. ha^{-1} met 14-dae intervalle het die groeitempo van die hoofstam beperk tot 8–9 cm per 100 daggrade (DG) en planthoogte met 13–18% vergekort. Volgehoue maar beheerde groei is noodsaklik om 'n hoë opbrengs te verkry. Die saadkatoenopbrengs oor vier proewe is nie deur die groeireguleerde benadeel nie en was gemiddeld 3 900 kg ha^{-1} . Onder baie geil groeitoestande (>10 cm per 100 DG) het mepikwatchloried die eerste pluksel met 20–26% en die totale opbrengs met 5% vergroot. Dit is nodig dat opvolgbespuitings by verwagte groeitoestande aangepas moet word vir die beste resultate.

Keywords: Cotton, growth rate, mepiquat chloride, multiple applications

*To whom correspondence should be addressed

Introduction

Excessive vegetative growth in cotton occurs in southern Africa. In the subtropical and tropical cotton areas frequent irrigation enhances this problem and results in inefficient control of insect pests. The resulting wet conditions within the leaf canopy promote development of various boll rot diseases (Pinckard, Ashworth, Snow, Russel, Roncadori & Sciumbato, 1981). Farmers have attempted to reduce excessive vegetative growth by cutting back on the nitrogen fertilization and by inducing moisture stress during the early growing season. These practices reduce the yield potential and the available length of the growing season is thus not exploited to the full. The growth regulator mepiquat chloride (1,1-dimethylpiperidinium chloride) (Zech, König & Jung, 1974) was registered for commercial use on cotton in the Republic of South Africa during 1981 (Vermeulen, 1981). The acceptance of this agricultural chemical by farmers was slow for two reasons. Firstly, the recommendation for the first application was when six white flowers occurred per 10 metres of row. At this stage excessive vegetative growth may already be present under favourable growing conditions. Secondly, some farmers applied the then recommended dosage of 37,5–50,2 g a.i. ha^{-1} to cotton under mild moisture stress which arrested growth completely and therefore reduced yields.

The aim of this study was to manage vegetative development of irrigated cotton throughout the season by multiple applications of low concentrations of mepiquat chloride.

Methods

Mepiquat chloride was applied in 250 l water ha^{-1} at different rates from the beginning of the square formation stage. Rates of 0; 6,2; 12,5; and 25,0 g a.i. ha^{-1} were sprayed two, three, or four times during the season. They were applied at intervals of one, two or three weeks. These multiple applications resulted in 12 treatments of cumulative concentrations which were arranged in a randomized block design and replicated three times. Experimental plots consisted of four rows of 9-m lengths. Studies were conducted at Groblersdal (29°14'E; 25°06'S; 945-m altitude) and at Rustenburg (27°18'E; 25°43'S; 1 157-m altitude) during 1985/86 and 1986/87. The cultivar Alpha, a vigorous grower, was used. The crop was precision drilled (1 000-mm row width, 200-mm interrow spacing). Seedlings were thinned to 50 000 plants ha^{-1} within six weeks of planting. The fields were well fertilized and irrigated, and insect pest control measures were effective.

The cumulative degree days (DD) were calculated from the planting date. The algorithm of Sevacherian, Stern & Mueller (1977) was used with a base temperature of 13°C and upper threshold temperature of 40°C.

Plant height was used to assess vegetative growth. Measurements were made on a random sample of 10 plants per net plot after a multiple spray treatment was completed. By expressing plant height as cm per 1 000 DD after planting, the environmental effect of localities and seasons was reduced. The growth rate of the main stem, as cm per 100 DD, was determined for two shorter periods during the growing season:

Cotton Response to Planting Date and Mepiquat Chloride

George W. Cathey* and William R. Meredith, Jr.

ABSTRACT

Few studies have documented the effect of planting date on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) response to mepiquat chloride (MC) (N,N-dimethylpiperidinium chloride). Planting dates were mid-April, early May, and mid-May during 1982, 1983, and 1984, and consisted of five cultivars representing three general maturity types: early—'DES 422'; intermediate—'Coker 3131', 'Stoneville 825', and 'McNair 235'; and full season—'Deltapine 90'. Mepiquat chloride was applied at a rate of 49 g a.i. ha⁻¹ when the plants had about 0.7 white flowers per meter of row. More parameters were affected by chemical treatment and planting date than by cultivars. Plants were taller and produced fewer flowers, smaller bolls, and less lint as planting dates were delayed. In addition, most boll components were adversely affected by delayed planting dates. However, most of the adverse effects caused by delayed planting were mitigated by the MC treatment. Mepiquat chloride × planting date interactions occurred for plant height, flower production, lint yield, and seed index. Mepiquat chloride caused a 4.5% reduction in lint yield from the early planted plots, and 5.4 and 12.7% yield increases from the optimum and late plantings, respectively. Mepiquat chloride increased boll weight in all plantings, but affected (increased) flower production only in the late planting. Seed index was increased and lint percentage reduced in all MC-treated plots from each of the three plantings. The MC early, intermediate-, and late-planting plots averaged 0.11, 0.25, and 0.30 less height, respectively, than the control plots. Statistical significance was achieved only for the latter two plantings. These studies indicate that MC application would be most beneficial in late-planted cotton, which tends to produce more vegetative growth than earlier plantings.

Additional Index Words: *Gossypium hirsutum* L., Plant growth regulator, Yield, Boll components, Fiber properties.

THE PLANT growth regulator, mepiquat chloride (MC), suppresses vegetative growth in cotton by reducing the main stem and fruiting branch internode length (9,14,15,17) and leaf area (13). This alteration results in a shorter and more compact plant, which is advantageous under certain environmental conditions (10,14,17). Excessive vegetative growth can lead to increased fruit shed and reduced yield (7), delayed maturity, and increased boll rot (4,16). Yield reductions in cotton are usually an indirect effect of excessive plant growth that occurs at the expense of fruiting and boll development (7,17).

The effects of MC on yield have been erratic. Reported responses include yield increases (2,5,10), yield reductions (4), and no yield effect (3,8,13,16). This inconsistency and variability in yield response has been attributed to environmental conditions (2,10,11). Beneficial yield responses to MC are more likely to occur when environmental conditions favor excessive vegetative growth and delayed maturity (2,10,11,17).

Environmental conditions that prevail during the fruiting stage of cotton development can be altered by altering the planting date. Studies have shown that the largest yields and best-quality cotton grown in the mid-South comes from late-April/early May plantings (1).

Earlier plantings usually have poor stands and lower yields, and later plantings produce plants that grow faster and taller, with more vegetation and less yield (6,12). Since MC offers the potential to decrease leaf area of new leaves (13) and restrict height (5,15,16), yield responses to this chemical might be expected to vary among plants grown from different planting dates.

The purpose of this study was to determine if planting dates would influence the response of cotton cultivars of various maturities to MC.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted three times during 1982 to 1984 at the Delta Branch Experiment Station, Stoneville, MS, on Bosket fine sandy loam soil (a fine-loamy, mixed, thermic Mollic Hapludalf) fertilized with 100 kg N ha⁻¹. Plant population was approximately 100 000 plants ha⁻¹ in rows spaced 1 m apart. Standard production practices were followed throughout the growing season.

The experimental design in 1982 and 1983 was a split-split plot with three planting dates as main plots, 0 or 49 g a.i. ha⁻¹ of MC as subplots, and five cultivars as sub-subplots. The five cultivars were representative of three general maturity types: early—DES 422; intermediate—Coker 3131, Stoneville 825, and McNair-235; and full season—Deltapine 90. Only DES 422 was planted in 1984. The experimental design was a split plot with planting dates as main plots and 0 or 49 g ha⁻¹ of MC as subplots. Sub-subplot (1982 and 1983) or subplot (1984) size was 4 rows by 8 m. Treatments were replicated four times in 1982 and 1983 and seven times in 1984. All data were collected from the center two rows of each plot. Plantings were made in mid-April (early), early May (intermediate), and mid-May (late). Mepiquat chloride was applied in 187 L water ha⁻¹ when plants were either 61 cm tall or were at least 46 cm tall and had a minimum of 0.7 white blooms per meter of row.

Flower production was estimated by counting the white blooms twice each week in 4 m of row for a total of 5 wk. Plant height was determined from 10 randomly selected plants, immediately prior to first harvest. Yield and earliness were determined by two hand harvests of 8 m of row from each plot. The first harvest was made when approximately 60% of the bolls were open, and the final harvest was made when at least 95% of the harvestable bolls were open. Prior to each harvest, 50 open bolls were collected and used for yield component determinations and fiber property determinations. Yield components determined were boll weight, seed index, lint index, lint percent, and seeds per boll. Fiber quality was evaluated by the USDA Cotton Testing Laboratory, Clemson, SC, and consisted of measurements of span length (mean length of the longest 2.5 and 50% fiber fractions by weight), fiber length and uniformity ratio (50% readings/2.5% readings), micronaire (fiber fineness), tenacity (fiber strength), and elongation (fiber elasticity).

USDA-ARS, Cotton Physiology and Genetics Res. Unit, Jamie Whitten Delta States Res. Cir., Stoneville, MS 38776. Contribution from the USDA-ARS, Cotton Physiology and Genetics Res. Unit in cooperation with the Mississippi Agric. and For. Exp. Stn. Received 19 Mar. 1987. *Corresponding author.

Published in Agron. J. 80:463–466 (1988).

early growing season, but plants recovered later in the growing season. In spite of this growth lag, NT corn grain yield and dry matter per plant at maturity were equal to or greater than other tillage systems, with the exception of dry matter per plant in 1984 at Hancock where NT was significantly lower than other tillage systems. The CT systems did not sufficiently improve the growing conditions for corn to produce significantly higher yields, nor did they cause a serious yield reduction relative to CN. Thus, selection of tillage system for erosion control in the Northern Corn Belt will likely be done based on considerations other than yield potentials.

REFERENCES

- Al-Darby, A.M. 1986. The effect of three conservation tillage systems on corn (*Zea mays* L.) growth and productivity. Ph.D. diss. Univ. of Wisconsin, Madison (Diss. Abstr. 86-11398).
- Andraski, B.J., T.C. Daniel, B. Lowery, and D.H. Mueller. 1985. Runoff results from natural and simulated rainfall for four tillage systems. Trans ASAE 28:1219-1225.
- Blevins, R.L., D. Cook, S.H. Phillips, and R.E. Phillips. 1971. Influence of no-tillage on soil moisture. Agron. J. 63:593-596.
- Burrows, W.C., and W.E. Larson. 1962. Effect of amount of mulches on soil temperature and early growth of corn. Agron. J. 54:19-23.
- Griffith, D.R., J.V. Mannerling, H.M. Galloway, S.D. Parsons, and C.B. Richey. 1973. Effect of eight tillage-plant systems on soil temperature, percent stand, plant growth, and yield of corn on five Indiana soils. Agron. J. 65:321-326.
- Jones, J.N., Jr., J.E. Moody, and J.H. Lillard. 1969. Effects of tillage, no-tillage, and mulch on soil water and plant growth. Agron. J. 61:719-721.
- _____, _____, G.M. Shear, W.W. Moschler, and J.H. Lillard. 1968. The no-tillage system for corn. Agron. J. 60:17-20.
- Laslen, J.M., M. Amemiya, and E.A. Hintz. 1981. Measuring crop residue cover. J. Soil Water Conserv. 36:341-343.
- Larson, W.E., W.C. Burrows, and W.O. Willis. 1961. Soil temperature, soil moisture, and corn growth influenced by mulches of crop residues. p. 629. In F.A. van Baren (ed.) Trans. Int. Congr. Soil Sci. 7th, Madison, WI. 14-24 Aug. 1960. Elsevier. Amsterdam.
- Mannerling, J.V., and C.R. Fenster. 1983. What is conservation tillage? J. Soil Water Conserv. 38:141-143.
- Mock, J.J., and D.C. Erbach. 1977. Influence of conservation-tillage environments on growth and productivity of corn. Agron. J. 61:337-340.
- Olson, T.C., and L.S. Schoeberl. 1970. Corn yield, soil temperature and water use with four tillage methods in the western Corn Belt. Agron. J. 62:229-231.
- Phillips, R.E., R.L. Blevins, G.W. Thomas, W.W. Frye, and S.H. Phillips. 1980. No-till agriculture. Science 208:1108-1113.
- Shear, G.M., and W.W. Moschler. 1969. Continuous corn by the no-tillage and conventional tillage methods: A six-year comparison. Agron. J. 61:524-526.
- Soil Conservation Service. 1967. Soil Survey laboratory data and descriptions for some soils of Wisconsin. SCS Soil Survey Investigations Rep. 17. U.S. Government Printing Office. Washington DC.
- Steel, R.G.D., and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York.
- Van Doren, D.M., Jr., G.B. Triplett, Jr., and J.E. Henry. 1976. Influence of long-term tillage, crop rotation, and soil type combinations on corn yield. Soil Sci. Soc. Am. J. 40:100-105.
- van Wijk, W.R., W.E. Larson, and W.C. Burrows. 1959. Soil temperature and the early growth of corn from mulched and unmulched soil. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 23:428-434.

Cotton Fruiting Modification with Mepiquat Chloride¹

T. A. Kerby, Kater Hake, and Mark Keeley²

ABSTRACT

Fruiting of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) was evaluated by main stem node and branch position in 11 experiments over a 4-yr period to determine if mepiquat chloride (MC) (1,1-dimethylpiperidinium chloride) altered fruiting position development or retention. Fruiting events were monitored for main stem nodes 7 to 20 for first fruiting position on sympodial branches (SB1), secondary fruiting positions on sympodial branches (SB>1), and fruiting positions on monopodial branches (MB). Ten consecutive plants were plant mapped from each of four replications in each experiment and combined as a 40-plant total for analysis of treatment and node effects using experiments as replications. Mepiquat chloride was applied at 49 g ha⁻¹ when average plant height was 0.57 m and plants averaged 0.9 white blooms m⁻². Summed across nodes, plant zones SB1, SB>1, and MB accounted for 60, 26, and 13% of all harvestable bolls, produced 37, 46, and 17% of all fruiting positions, and set 45, 16, and 23% of all fruiting positions as harvestable bolls, respectively. Application of MC did not increase total number of bolls. The interaction of MC treatment and nodes was significant for SB1 and SB>1, with MC treated plants setting more bolls at lower nodes but fewer at upper nodes. The maximum cumulative benefit occurred at node 12 where MC treated plants had 15% more bolls matured than control plants (58.3 and 50.6 bolls m⁻², respectively). This advantage from MC treatment was not maintained as upper nodes matured fewer bolls than control plants. Plants treated with MC produced 3.1% fewer ($P = 0.07$) fruiting positions than control plants (288 and 279 m⁻², respectively). Treatment by node interactions were significant for SB1 and SB>1, with MC increasing fruiting positions up to node 15 at SB1 and up to node 9 for SB>1, but having fewer at the remaining nodes. Early boll load was stimulated by MC. Late season boll load was decreased, apparently not by limited initiation of fruiting positions, but rather by increased abortion of fruiting forms. Use of MC according to the rate and timing of these tests

would be of benefit when length of the season is a primary constraint to yield potential. In full-season, non-rank cotton, however, the early benefit in boll load is lost.

Additional index words: Plant growth regulator, Earliness, *Gossypium hirsutum* L.

MODERN cultivars of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) have greater yield potential than obsolete cultivars (1). The yield advantage of modern cultivars has been associated with less shading of lower leaves due to decreased leaf area index (LAI), earlier boll set to coincidence with peak assimilate production capacity, and greater partitioning of dry weight to reproductive growth (10 and 11).

Use of mepiquat chloride (MC) (1,1-dimethylpiperidinium chloride) reduces LAI and plant height while often enhancing earliness (2,3,4,9,12, and 13). It would seem logical that since MC produces plant responses similar to those genetic changes which have improved the yield potential of modern cultivars, use of MC would increase yields. Yield results have been erratic;

¹ This research was supported by a grant from the California Dep. of Food and Agriculture Cotton Pest Control Board as contract no. 7012. Additional support was received from BASF Wyandotte Corp., Parsippany, NJ. Received 30 Jan. 1986.

² Associate agronomist, farm advisor, and staff research associate, Univ. of California Cooperative Extension, Shafter, CA 93263.

AGRONOMY JOURNAL

Volume 77

July-August 1985

Number 4

Cotton Response to Mepiquat Chloride¹

T. A. Kerby²

ABSTRACT

The potential for mepiquat chloride (1,1-dimethylpiperidinium chloride) to control excess vegetative growth and increase yield of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) was evaluated under a wide range of environmental conditions in 35 replicated experiments conducted in the San Joaquin Valley of California from 1979 to 1983. Predominant soils were thermic Xeric Torriorthents and typic Torriorthents. Yield response to mepiquat chloride (MC) has varied in production fields as well as in these tests. The focus of this study was to identify those variables which have contributed to the variability observed. Plot size among experiments varied from 15 m² to 1.3 ha. Mepiquat chloride was applied at 49 g ha⁻¹ when bloom counts reached 0.7 white blooms m⁻¹ row and plant height was between 46 to 61 cm. Overall, MC treated plots yielded 1309 compared to 1299 kg ha⁻¹ lint for control plots and the yield response varied significantly among experiments. Forty-six percent of this variability could be accounted for by number of heat units for the growing season and by the final plant height of control plants. Yield increases occurred when the growing season was short or when final height of control plants was either shorter or taller than normal. Yield decreases occurred when heat units ranged between 2600 to 3000 and final control plant height ranged from 90 to 110 cm. Height reduction due to MC treatment varied according to plant height ($r=0.57$ for $n=17$) and was maximal at 105 cm. Mepiquat chloride reduced main stem nodes by 1.0, gin turnout by 0.4%, and lint proportion by 0.3%; increased percent of final yield harvestable on 19 September by 5%, fiber strength by 3 kN m kg⁻¹, micronaire by 0.06 units, and petiole NO₃-N at first open boll by 0.5 g kg⁻¹; and had no effect on fiber length, fiber elongation, petiole PO₄-P and K, or NO₃-N at first bloom. Typical seasonal heat units and control plant heights in the San Joaquin Valley fall within the range where a favorable yield response to MC is not predicted.

Additional index words: Plant growth regulator, Yield, Height, Earliness, Fiber quality, Petiole nutrient content, Heat units, *Gossypium hirsutum* L.

ALTHOUGH the majority of photosynthate in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) is produced by leaves that are spatially separated from developing bolls (13), leaves near developing bolls are considered to be the most important in supplying assimilates (2, 12). Since cotton is an indeterminate crop in which vegetative growth continues above fruiting branches, shading may decrease productivity by increasing boll abscission (10). Superokra leaf plants decrease upper canopy vegeta-

tive growth and have higher ¹⁴C-assimilate production on a leaf area basis by leaves near developing bolls (12, 13). Due to decreased leaf area near fruiting bodies, photosynthate production by superokra leaf plants is similar to that by cotton with normal leaf types (12, 13).

Mepiquat chloride (1,1-dimethylpiperidinium chloride) is a cotton plant growth regulator that can be applied after leaves important to fruiting bodies have been formed. It offers the potential of decreasing leaf area of new leaves (20) and restricting additional plant height increases (8, 9, 14, 20, 21, 22).

Mepiquat chloride has been shown to increase yields (3, 8, 16); to increase yields in some tests while decreasing yields in others (1, 15, 21, 22); to have little effect on yield (5, 11, 14, 18); or to reduce yield (6, 19). This inconsistency in yield response has been attributed to differences in precipitation patterns, length of season, and lack of excess vegetative growth of control plants (3, 4, 6, 14).

These studies were conducted to evaluate the effect of mepiquat chloride (MC) on yield and agronomic characteristics of irrigated cotton grown in the Far West. Plant growth was not limited by drought or stimulated by untimely precipitation in these studies. One or both of these variables exist in responses to MC reported from other geographical regions.

MATERIALS AND METHODS

A total of 35 experiments were conducted in the San Joaquin Valley of California over a 5-year period. Tests were conducted at two locations in 1979, four locations in 1980, nine locations in 1981, eight locations in 1982, and 12 locations in 1983. Soil types varied over locations, but predominating were sandy loams classified as thermic Xeric Torriorthents and clay loams classified as typic Torriorthents. Cultivars and cultural practices considered normal for cotton production in the San Joaquin Valley were analyzed in this study.

The experimental design for each experiment was a randomized complete block with four replications; plot size varied from four rows 102 cm apart and 15 m long to large-scale field plots of 1.3 ha. A combined analysis over all 35 experiments was performed. When the interaction of treatments and experiments was significant, the interaction mean square was used to determine significance of treatment effects.

Mepiquat chloride was applied at 0 and 49 g ha⁻¹ in 187 L ha⁻¹ at 104 kPa pressure when plants reached 61 cm height

¹This research was supported by a grant from the California Dep. of Food and Agriculture Cotton Pest Control Board as contract no. 7012. Received 21 Sept. 1984.

²Associate agronomist, Univ. of California Cooperative Extension, Shafter, CA 93263.

Published in *Agron. J.* 77:515-518 (1985).

achieve maximum grain yield. These findings may also explain why apparent visual responses to P fertilization sometimes do not result in grain yield increases. These "no response" situations often have had very dry surface soils during the grain fill period, which may have prohibited sufficient P uptake to allow the translocation mechanism to function properly during grain fill.

LITERATURE CITED

1. Asher, C.J., and J.F. Loneragan. 1967. Response of plants to phosphate concentration in solution culture: I. Growth and phosphate content. *Soil Sci.* 103:225-228.
2. Bielecki, R.L. 1968. Effect of phosphorous efficiency on levels of phosphorous compounds in Spirodela. *Plant Physiol.* 43:1309-1316.
3. Boatwright, G.O., and J.J. Haas. 1961. Development and composition of spring wheat as influenced by nitrogen and phosphorous fertilization. *Agron. J.* 53:33-36.
4. ———, and F.G. Viets, Jr. 1966. Phosphorous absorption during various growth stages of spring wheat and intermediate wheatgrass. *Agron. J.* 58:185-187.
5. Epstein, Emanuel. 1972. Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives. John Wiley and Sons, Inc., N.Y. p. 298-299.
6. Feekes, W. 1941. BeFärws en haart mullieu. Vers. XVII tech. Farwo Comm., Groningen. p. 560-561.
7. Geiger, D.R. 1976. Phloem loading in source leaves. p. 167-183. In I.F. Wardlaw and J.B. Passioura (eds.) *Transport and transfer processes in plants*. Academic Press, N.Y.
8. Gericke, W.F. 1924. The beneficial effect to wheat growth due to depletion of available P in the culture media. *Science* 60:297-298.
9. Hoagland, D.R., and D.I. Arnon. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. (Revised by D.I. Arnon) California Agric. Exp. Stn. Circ. 347.
10. Knowles, F., and J.E. Watkins. 1931. The assimilation and translocation of plant nutrients in wheat during growth. *J. Agric. Sci.* 21:612-637.
11. ———, and ———. 1932. The amount and distribution of some P and N compounds in wheat during growth. *J. Agric. Sci.* 22:755-766.
12. Lupton, F.G. 1968. The analysis of grain yield of wheat in terms of photosynthetic ability and efficiency of translocation. *Ann. Appl. Biol.* 61:109-119.
13. Miller, E.C. 1939. A physiological study of the winter wheat plant at different stages of its development. *Kansas Agric. Exp. Stn. Tech. Rep.* No. 47.
14. Miller, L.P. (ed.). 1973. *Phytochemistry*, Vol. III: Inorganic elements and special groups of chemicals. p. 1-41. Van Nostrand Reinhold Company, N.Y.
15. Porter, H.K. 1962. Synthesis of polysaccharides of higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* B:303-324.
16. Price, C.A. 1970. Molecular approaches to plant physiology. p. 239-244. McGraw-Hill Book Co., N.Y.
17. Stumpf, P.K. 1952. Phosphate assimilation in higher plants. p. 29-67. In W.D. McElroy and Bentley Glass (ed.) *Phosphorous metabolism*, Vol. II. John Hopkins Press, Baltimore.
18. Turner, J.F. 1969. Starch synthesis and changes in uridine diphosphate glucose pyrophosphorylase and adenosine diphosphate glucose pyrophosphorylase in the developing wheat grain. *Aust. J. Biol. Sci.* 22:1321-1327.

Cotton Cultivar Response to Mepiquat Chloride¹

A. C. York² (1983)

ABSTRACT

The effects of mepiquat chloride (1,1-dimethylpiperidinium chloride) on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) growth and yield have been widely studied but few studies have investigated cultivar response to this plant growth regulator. Since the response to a pesticide or a plant growth regulator may vary among cultivars, a knowledge of cultivar response to that chemical is an important consideration when developing recommendations for its use. A 3-year study was conducted in eight environments to determine if 14 cultivars respond differently to mepiquat chloride. Cultivars evaluated were 'Coker 304', 'Coker 310', 'Coker 315', 'Coker 420', 'Deltapine 41', 'Deltapine 55', 'Deltapine 70', 'McNair 220', 'McNair 235', 'Rex 713', 'SC 1', 'Stoneville 213', 'Stoneville 506', and 'Stoneville 825'. Mepiquat chloride at a rate of 49 g/ha increased lint yield 10 to 28% in three environments and decreased yield 5% in one environment. Earlier maturity was usually observed. Plant height was reduced 11 to 26%, and reductions in plant height were closely correlated with final height of the untreated cotton. Mepiquat chloride increased both boll weight and seed weight 3 to 10%, and slightly increased fiber length. The effect on micronaire was variable, but in most environments there was a small reduction. There was little to no effect on number of seed per boll, fiber strength, and fiber length uniformity. Lint percent was decreased 0.4 to 0.8% in most environments as a result of the increased seed weight. There were no mepiquat chloride by cultivar interactions for lint percent, fiber length, boll weight, seed weight, number of seed per boll, number of bolls produced, plant height, or maturity. Cultivar by mepiquat chloride interactions for yield, micronaire, fiber strength, and fiber length uniformity were observed in only one environment. All observed mepiquat chloride by cultivar interactions were small and, considering the infrequency of occurrence, were probably not of practical significance. This study indicated that cultivar selection should not be a consideration in deciding whether to apply mepiquat chloride.

Additional index words: Plant growth regulator, Yield, Maturity, Fiber quality, *Gossypium hirsutum* L.

EXCESSIVE vegetative growth in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) occurs at the expense of reproductive growth (8). A greater percentage of squares and small bolls on the lower sympodia may shed, and this results in a later maturing and often lower yielding crop. A dense, luxuriant canopy provides a more favorable microclimate for boll rot fungi and may hinder effective application of insecticides. Reduced harvesting efficiency may also be encountered in excessively vegetative cotton.

Mepiquat chloride (1,1-dimethylpiperidinium chloride) is a plant growth regulator which has been found to suppress vegetative growth in cotton (5, 10, 19, 22). Application of mepiquat chloride results in a shorter and more compact plant because of shorter main stem and branch internodes (18). Beneficial responses to mepiquat chloride are more likely to occur when conditions favor excessive vegetative growth (2, 20, 22). The use of mepiquat chloride under such conditions has resulted in less boll rot (4, 9), earlier maturity (9, 22), and increased yields (2, 22). Mepiquat chloride may also increase water use efficiency (16) and boll retention (5, 20).

The response to a pesticide or a plant growth regulator may vary among cultivars (11, 17). Mepiquat chloride is a relatively new plant growth regulator and little research has been conducted to determine cultivar response to this

¹ Paper no. 8501 of the Journal Series of the North Carolina Agric. Res. Serv., Raleigh, NC 27650. Received 17 Aug. 1982.

² Assistant professor, Crop Science Dep., North Carolina State Univ., Raleigh, NC 27650.

NEW FINDINGS ON THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF MEPIQUAT CHLORIDE

P. E. SCHOTT, F. R. RITTIG

BASF Aktiengesellschaft, Agricultural Research Station, D-6703
Limburgerhof, FRG

In Proc Easter Sch Agric Sci Univ Nottingham.
LONDON, BUTTERWORTHS. 1982 -

Introduction

Since the synthesis (Zeeh, König and Jung, 1974) and first report of the biological activity of mepiquat chloride (Jung, Würzer and Amsberg, 1975), extensive research work has been carried out in various crops in growth chambers, greenhouses and under field conditions. Today mepiquat chloride is used in various countries as a plant growth regulator (PGR) for limiting undesired vegetative growth of the cotton plant. In combination with ethephon, mepiquat chloride is used in Europe to shorten culm length, to increase the stem diameter and consequently to increase the lodging resistance of barley. To investigate the activity of mepiquat chloride in more

Table 29.1 BRIEF DETAILS OF THE PGRs USED IN THE EXPERIMENTAL WORK DESCRIBED

Common name	(1) mepiquat chloride	(2) chlormequat chloride	(3) ethephon
Chemical name	1,1-dimethyl-piperidinium chloride	(2-chloroethyl) trimethyl-ammonium chloride	(2-chloroethyl) phosphonic acid
Structural formula			
Crop and rate g.a.i. ha^-1 tested	cotton: 15-75 oats: 920 rye: 920 barley: 765-920	cotton: 50 oats: 920 rye: 920 barley: 920	barley: 385

Conclusions

Mepiquat chloride-treated plants are generally inhibited in their length and width growth. Mepiquat chloride-treated cotton stems are thinner and apparently more rigid, whereas cereal culms are thicker and more resistant to lodging. The observed expanded xylem in the cotton stem may indicate a potential for enhanced transportation of assimilates and water, and the development of heavier bolls on treated cotton plants may be a result of these anatomical modifications. Reduced leaf area without decreased leaf volume, on treated cotton plants, increases light infiltration of dense canopies with beneficial effects on yield. The value of changing near infrared reflectance, the change in the ion concentration, and differences in CO₂ uptake are being investigated further, to provide additional information on the value of mepiquat chloride as a useful PGR.

References

- KEHRENDT, S., SCHOTT, P. E., JUNG, J., BLEIHOLDER, H. and LANG, H. (1978). *Landwirtschaftliche Forschung*, 35, 77-290

QUATRIEME PARTIE

AUTRES REGULATEURS

- COGNEE, 1983

- Prof. OOSTERHUIS, 1994

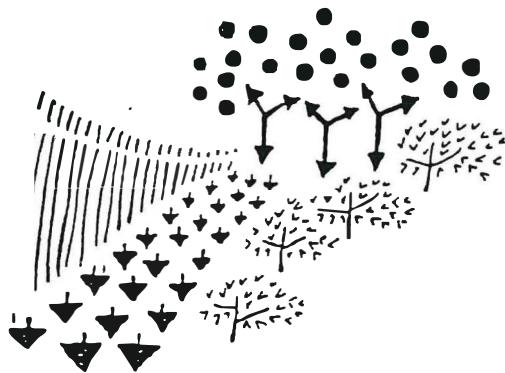
卷之三

卷之三

卷之三

卷之三

LES SUBSTANCES DE CROISSANCE ET LEURS UTILISATIONS EN AGRICULTURE



compte-rendu du colloque

PARIS 2-3 FEVRIER 1983

**tome 1 croissance et développement
des principales cultures**

COLUMA

coton

M. COCNEE
Institut de Recherches sur le coton et les textiles exotiques

DONNÉES BIOLOGIQUES

Chez le cotonnier, la production économique intéressante est le coton-graine produit dans les fruits.

Ces fruits sont portés par des branches fructifères successives, disposées sur la tige principale à partir d'un certain niveau. Le cotonnier présente la particularité d'être une plante à fructification indéterminée : au fur et à mesure du développement, de nouveaux organes fructifères sont régulièrement produits, leur apparition progresse de manière centripète à la fois dans le sens vertical vers le haut et dans le sens horizontal vers l'extrémité des branches, et cela pendant une durée relativement longue, jusqu'à ce qu'intervienne l'arrêt du développement. La production est limitée en particulier par le nombre de boutons floraux initiés par la plante, et par l'importance du phénomène d'abscission qui peut survenir à la fois sur les boutons et sur les très jeunes fruits et éliminer ainsi plus de 70 % des potentialités de fructification.

Les substances de croissance peuvent agir sur ces différents plans, augmenter la précocité, et aussi faciliter la récolte lorsqu'elle est réalisée mécaniquement.

LES SUBSTANCES UTILISEES

1) Les auxines

Quelques essais d'application d'acide naphthalène acétique ou d'autres auxines par trempage des graines ont été réalisés. Ils n'ont pas donné de résultats intéressants (BHARDWAJ et al., 1963, COATS, 1967).

Après la découverte de l'activité retardatrice de l'abscission cotylédonaire exercée par les auxines sur des explants (COGNEE, 1968), on a expérimenté de tels produits dans l'espoir d'augmenter les rendements par une limitation de l'abscission des fruits. Les résultats obtenus au champ n'ont généralement pas été encourageants (EATON, 1950 ; GUINN, 1979). Les chercheurs indiens sont les seuls qui auraient obtenu des augmentations de rendement par des traitements à l'A.N.A. (BHATT, 1972 ; BHATT et al., 1982). Nous avons constaté que des applications localisées pouvaient réduire les taux d'abscission, mais les capsules supplémentaires ainsi maintenues sont inutilisables par suite de momification (COGNEE, 1975).

2) L'acide gibberellique

Les applications d'acide gibberellique sur les graines n'ont pas donné lieu à des résultats exploitables pratiquement (ERGLE & BIRD, 1958 ; FRANSFIELD, 1961).

Avec ce composé utilisé en pulvérisation sur les plantes, on peut observer des modifications du développement : augmentation de la taille et du volume des plants, augmentation de précocité, réduction de l'abscission, mais l'action sur les rendements est nulle ou inconsistante, sans rapport avec les doses utilisées (LANE, 1958 ; WALHOOD, 1958 ; CAUQUIL, 1960 ; JACKSON & FADDA, 1962 ; SUBBIAH & MARIAKULANDAI, 1972). Par des applications localisées aux fleurs, on observe bien une diminution souvent spectaculaire de l'abscission des capsules, mais les fruits dont la chute naturelle a ainsi été empêchée, bien que sains, présentent des défauts de fécondation ; l'effet sur la récolte de coton-graine est alors nul (JOHNSON & ADDICOTT, 1967 ; COGNEE 1975).

3) Les réducteurs de croissance

Le chlorméquat (ou CCC) a été un des premiers utilisés en culture cotonnière. Il a effectivement permis d'obtenir une réduction de la taille des plants. SINCHI (1970) observe aussi avec lui une augmentation du nombre des capsules et du rendement, mais le plus souvent celui-ci n'est pas amélioré, il peut même diminuer

(THOMAS, 1964-1967-1975 ; ZUR et al., 1972 ; MARANI et al., 1973).

L'intérêt actuel se porte sur de nouveaux composés développés par la RASF : diméthyl-chloroéthyl-hydrazonium, diméthyl-pyridazinium, diméthyl-morpholinum et diméthyl-piperidinium (ou mépiquat). Avec ce dernier produit en particulier, de très nombreux essais ont été réalisés dans le monde entier, U.S.A., Turquie, U.R.S.S., Afrique, etc... : JUNG et al., 1975 ; WILLARD et al., 1976 ; WILLARD et al., 1977 ; CAUSMAN et al., 1979 ; SCHOTT et al., 1979 ; FOLLIN, 1979 ; WALTER et al., 1980 ; KAPPEN, 1980 ; PROKOF'EV et al., 1980 ; HIEPKO & HACKL, 1981. Le traitement est réalisé au début de la floraison (un ou plusieurs traitements successifs), avec des doses variant habituellement entre 20 et 60 g/ha de matière active.

Avec le mépiquat l'effet de réduction homothétique de la taille des cotonniers est toujours assez marqué (10 à 30 %), les entre-noeuds sont raccourcis. Les feuilles prennent en outre une teinte vert sombre caractéristique. La diminution de taille a des effets avantageux : meilleure pénétration de la lumière et des traitements pesticides, réduction de la verse, des pourritures de capsules. La précocité est en général avancée de 5 à 10 jours, et la première récolte peut être notablement augmentée. En ce qui concerne l'action sur la récolte totale, les résultats sont plus irréguliers ; le rendement peut être significativement augmenté, mais ce n'est pas une règle absolument générale. Parfois on note une diminution si le temps est trop sec. Par contre, les effets sont toujours bénéfiques lorsque la végétation est excessive.

4) L'éthéphon

Comme les réducteurs de croissance, l'éthéphon n'est pas un composé naturel, mais il agit sur les tissus végétaux en dégagent de l'éthylène qui, lui, joue le rôle d'une substance naturelle du développement.

On connaît depuis assez longtemps l'effet accélérateur de l'abscission des feuilles exercé par l'éthylène. Il n'est donc pas étonnant que c'est cet effet qui ait été recherché avec l'éthéphon au début de son expérimentation (défoliation artificielle). Mais depuis 1976, les essais au champ conduits avec ce produit ont montré que son intérêt essentiel était de provoquer une accélération de l'ouverture des capsules : BUCHANAN, CATHEY, COTHIREN, CRAWFORD, MORGAN & WALHOOD, 1980 ; LUCKETT et al., 1981. Les traitements sont effectués lorsque 30 à 50 % des capsules sont déjà ouvertes, avec des doses de 1 à 2 kg/ha. L'ouverture plus rapide des capsules n'est pas accompagnée d'une diminution de rendement dans ces conditions, on observe même assez souvent une augmentation significative. Les effets obtenus avec l'éthéphon peuvent

même permettre d'envisager la récolte totale en un seul passage à la machine, là où on en pratique habituellement deux. Le traitement est également intéressant lorsque les gelées menacent de perturber la récolte. En outre, l'éthéphon a souvent un effet bénéfique sur la défoliation, ce qui n'est pas pour surprendre.

5) Les défoliants et dessicpants

Nous mettons à part ces produits un peu particuliers qui font partie des aides à la récolte que nécessitent très souvent les récolteuses mécaniques de type "picker" à broches tournantes, et qui sont indispensables pour les récolteuses de type "stripper" moins compliquées et moins onéreuses.

La technique du maniement de ces produits est actuellement relativement bien au point. On consultera à ce sujet les mises au point régulières qui sont parues dans les comptes rendus des conférences annuelles tenues par le National Cotton Council aux U.S.A. ainsi que WALHOOD & ADDICOTT (1968).

Les produits les plus utilisés sont le tributyl-phosphorothioate et le tributyl-phosphorothioite, essentiellement défoliants, de même que l'acide cacodylique et le cacodylate de sodium, moins utilisés, également les chlorates de magnésium et de sodium (défoliants et dessicpants). Parmi les dessicpants on range généralement l'acide arsénique et le pentachlorophénol. Il faut noter d'ailleurs qu'un même produit peut être défoliant à faible dose et dessiccant à forte dose.

6) Divers

Bien d'autres composés que ceux que nous venons de mentionner ont été testés sur cotonnier à plus ou moins grande échelle, mais aucun n'a donné lieu à des applications intéressantes : citons le TIBA, l'acide abscissique, l'hydrazide maléique, entre autres.

PERSPECTIVES D'EMPLOI DES SUBSTANCES DE CROISSANCE

Nous envisagerons successivement les différents points de la physiologie du cotonnier sur lesquels les substances de croissance et de développement pourraient agir, et nous terminerons par les aides à la récolte.

1) Action sur la germination et la vigueur des plantules

Sur ce plan, les études ont été assez limitées jusqu'à présent. Des recherches seraient à promouvoir, en particulier pour la protection des plantules contre les effets défavorables du froid, ou de la sécheresse (anti-transpirants ?).

2) Action sur le développement végétatif

Les substances de croissance se sont déjà montrées très intéressantes dans ce domaine (action sur la précocité, résistance à la verse, pénétration des insecticides, etc...), en particulier avec le mépiquat. Reste à en améliorer les conditions d'emploi. Un abaissement du niveau de la première branche fructifère serait également un facteur d'accroissement de la précocité.

3) Action sur le développement des capsules

On peut penser à rechercher un accroissement de la production photosynthétique, un meilleur approvisionnement des capsules par celle-ci, et une meilleure utilisation pour la construction et l'allongement des fibres. C'est un champ d'action largement ouvert pour l'emploi des substances de croissance.

4) Action sur l'abscission des organes fructifères

On a signalé plus haut que des composés comme les auxines et surtout l'acide gibberellique pouvaient avoir un effet très favorable en réduisant cette abscission. Mais il resterait à trouver un moyen de découpler cet effet positif des effets négatifs qui lui sont jusqu'à présent toujours associés, par suite des mécanismes de corrélation interne de la plante, et à neutraliser les effets pervers de la mauvaise fécondation.

5) Action sur l'ouverture des capsules

L'accélération de l'ouverture des capsules est intéressante pour faciliter la récolte mécanique, et pour augmenter la production dans les régions à cycle favorable court. Sur ce point, on a vu des possibilités nouvelles apparaître avec l'usage de l'éthéphon.

6) Action sur l'arrêt du développement

Lorsqu'un cycle de fructification se termine, le mécanisme d'inhibition qui empêchait la formation de nouveaux organes fructifères est levé, et un second cycle de floraison peut démarer. Des recherches sont actuellement conduites aux U.S.A. pour supprimer ce phénomène par voie chimique, essentiellement pour des raisons phytosanitaires (détruire les nouveaux boutons où plusieurs insectes nuisibles effectuent leur diapause : KITTOCK & ARLE, 1977).

7) Les aides à la récolte

L'usage des défoliants et dessiccants est un élément essentiel de la récolte mécanique. Il s'agit là d'une pratique assez bien établie, mais des améliorations sont encore possibles, par exemple trouver des produits dessiccants moins toxiques que ceux qui sont actuellement utilisés.

On remarquera que des recherches effectuées à propos de certains points signalés plus haut peuvent aboutir à faciliter la récolte (accélération d'ouverture des capsules par exemple).

CONCLUSION

Jusqu'à présent, c'est surtout le domaine des aides à la récolte (directes ou indirectes) qui a été le lieu privilégié d'emploi des substances de croissance en culture cotonnière, si l'on excepte les réducteurs de croissance. Il ne fait pas de doute que les autres domaines de la physiologie de la plante recevront une attention accrue dans un prochain futur.

BIBLIOGRAPHIE

- BHARDWAJ S.N. et al., 1973 - Influence of pretreating the seeds with NAA on yield and growth of cotton. Ind. Cott. Grow. Rev., 17, 5-11 -
- BHATT J.G., 1972 - Low concentration sprays of naphthalene acetic acid for more cotton - Indian Farming, 22, 36-37 -
- BHATT J.G. and al., 1982 - A unified hormo-nutritional concept of boll shedding in cotton - Turrialba, 32, 59-67 -
- BUCHANAN G., CATHEY G., COOTREN J.T., CRAWFORD S., MORGAN P.W., WALFORD V.T., 1980 - ETHREL Plant growth regulator : a report from the field. 16 pp. Document Union Carbide Agric. Prod. Co. -
- CAUQUIL J., 1960 - Rapport annuel Phytopathologie BOUAKE (Côte-d'Ivoire) I.R.C.T. (non publié) -
- COATS G.E., 1967 - Effects of 1-naphthaleneacetic acid on cotton. Soaking seed in high concentrations prior to planting. Beltwide Cott. Prod. Res. Conf., 134-135 -
- COGNEE M., 1968 - Considérations sur l'abscission des organes fructifères du cotonnier - Colon et Fib. Trop., 29, 447-462 -
- COGNEE M., 1975 - Variations de l'état physiologique et hormonal des fruits du cotonnier et leurs relations avec le déclenchement ultérieur de l'abscission - Coton et Fib. Trop., 30, 2, 195-221; 30, 3, 327-369 et 30, 2, 427-458 -
- DRAFSFIELD M. 1961 - Some effects of gibberellic acid on cotton - Emp. Cott. Grow. Rev., Res. Mem., 41, 1-16 -
- EATON F.M., 1950 - Influence of growth "hormones" on boll retention by cotton plants - Bot. Gaz., 111, 313-319 -
- ERGLE D.R. & BIRD L.S., 1958 - Preliminary experiments employing gibberellic acid as a cotton seed treatment - Plant dis. Rept. 42, 320-323 -
- FOLLIN J.C., 1979 - Action des réducteurs de croissance sur le cotonnier en Afrique de l'Ouest et en Afrique Centrale - 10 ème conférence du COLUMA, Paris, 13/12/1979 ; p. 1155-1162 -
- GAUSMAN H.L. et al., 1979 - Physiological effects of a growth regulator (Pix) on the cotton plant - Beltwide Cott. Prod. Res. Conf., 51-52 -

- GUINN G., 1979 - Hormonal relations in flowering, fruiting and cut-out. in "Cotton Physiology - A treatise. Section I. Flowering, fruiting and cut-out", Proc. Beltwide Cott. Prod. Res. Conf., 265-276 -
- HIEPKO G. & HACKL R., 1981 - Résultats nouveaux obtenus avec Pix en Afrique - BASF Inf. Agric., 3/81, 6-9- -
- JACKSON J.E. & FADDA N.R., 1962 - Effects of gibberellic acid on the flowering and fruiting of Gossypium barbadense - Emp. Cott. Grow. Rev., 39, 125-130 -
- JOHNSON R.E. & ADDICOTT F.T., 1967 - Boll retention in relation to leaf and boll development in cotton - Crop Sci., 7, 571-574 -
- JUNG J. et al., 1975 - Biological activity of new onium compounds in cotton and other crops - Proc. Plant Growth Regul. Work. Gr. Meet. p. 13 -
- KAPPEL E., 1980 - Pix : résultats en provenance de Côte d'Ivoire BASF Inf. Agric., 2/80, 6-7 -
- KITTOCK D.L. & ARLE H.F., 1977 - Termination of late season cotton fruiting with plant growth regulators. Crop. Sci., 17, 320-324 -
- LANE H.E., 1958 - Response of cotton on the Texas High Plains to foliar treatment with gibberellic acid. Proc. Beltwide Cott. Defol. Physiol. Conf. p. 26 -
- LUCKETT K. et al., 1981 - Harvested yield and fiber results from plants treated with boll opening stimulants. Proc. Cott. Prod. Res. Conf., p. 253 -
- MARANI A. et al., 1973 - Effect of time and rate of application of two growth retardants on growth, flowering and yield of upland cotton - Crop. Sci., 13, 429-435 -
- PROKOF'EV A. et al., 1980 - (Une préparation accélérant la vitesse de maturation du coton) (en russe) - Khlopkovodstvo, 9, 34-35 -
- SCHOTT P.E. & SCHROEDER M., 1979 - Modification of the growth of Gossypium spp. by the plant growth regulator mepiquat-chloride - Proc. 9 th Int. Congr. Plant Prot., Washington D.C., U.S.A. -
- SINGH S., 1970 - Revolution in cotton yield with CCC. Indian Farming 20, 5-6 -
- SUDRIJALI K.K. & MARIAKULANDAI A., 1972 - Application of gibberellic acid and naphthalene acetic acid in preventing bud and boll shedding in Cambodia cotton - Madras Agric. J.;, 59, 350-352 -
- THOMAS R.O., 1964 - Effects of application timing and concentration of 2-Chloroethyl trimethylammonium chloride on plant size and fruiting responses of cotton - Crop. Sci., 4, 403-406 -
- THOMAS R.O., 1967 - Effects of two growth retardants on flowering and boll production of greenhouse cotton plants - Prod. Beltwide Cott. Defol. Physiol. Conf., p. 49 -
- THOMAS R.O., 1975 - Cotton flowering and fruiting responses to application timing of chemical growth retardants - Crop. Sci., 15 87-90 -
- WALHOOD V.T., 1958 - Effects of gibberellins on yield and growth of cotton - Proc. Beltwide Cott. Defol. Physiol. Conf., 27-30 -
- WALHOOD V.T. & ADDICOTT F.T., 1968 - Harvest-aid programs : Principles and practices - in "Advances in production and utilization of quality cotton : principles and practices" - Iowa State Univ. Press, 1968 - p. 407-431 -
- WALTER H. et al., 1980 - Effect of mepiquat-chloride on cotton plant leaf and canopy structure and dry weights of its components. Proc. Beltwide Cott. Prod. Res. Conf., 32-35 -
- WILLARD J.I. et al., 1976 - Effects of 1,1-Dimethyl-piperidinium chloride (BAS 083 00 E) on cotton yield and development - Proc. 3 rd Plant Growth Regul. Work. Group Meet.-
- WILLARD J.I. et al., 1977 - BAS 083 00 W - A cotton plant growth regulator from BASF - Prod. 4 th Plant Growth Regul. Work. Group Meet.-
- ZUR et al., 1972 - Effects of growth retardants CCC and CMH on cotton - Cott. Grow. Rev., 49, 250 - 257 -

OK

Présenter à ATHENES le 28.01.94 (Groupe de travail "Régulateurs de croissance" du Réseau Coton Méditerranéen + Moyen-Orient + inter-régional FAO)

COTTON GROWTH REGULATORS RESEARCH AND PRACTICAL USE IN THE U.S.A

D. M. Oosterhuis
Professor of Crop Physiology
University of Arkansas

Summary

Plant growth regulators offer a practical method of controlling plant growth and yield. Much research has been devoted to understanding how these plant hormones work and in the last two decades many synthetic compounds have been developed and tested on cotton. Basic and applied research is required to ensure the successful incorporation of a new PGR in the cotton production system. There are a number of exciting new compounds on the market of which PGR-IV appears to offer the most promise. The PGR's currently used in cotton include PIX, PGR-IV, Cytokin, and PREP. PGR-IV is a new plant growth regulator that has shown great potential in the US Cotton Belt for improving growth and yield. Research on PGR-IV application to cotton during the past eight years has shown improved plant growth and consistent lint yield increases averaging 110 kg/ha. PGR-IV has several positive physiological effects on the plant including improved root growth, nutrient uptake and square retention which result in increased harvestable bolls and yield. Optimum times of application are in-furrow at planting, and at pinhead square and early bloom.

Introduction

Controlling plant growth and enhancing crop yields has long been a primary interest of scientists and producers. This has focused attention on the possible use of plant growth regulators (PGR's). It should be remembered that there are many interactive factors affecting cotton growth and yields, including heritable characteristics, the environment, cultural practices, and plant growth regulators. Manipulation of plant genetics is obviously the most effective method of controlling plant growth, although the process of incorporating plant changes is slow and most times cannot keep up with biotic and abiotic stresses. There is also a limitation to controlling growth through cultural inputs. The use of plant growth regulators (PGR's) offers a practical and efficient way of controlling plant growth and increasing yield. However, supporting research is necessary to understanding the mode of action and methods of incorporating PGR's into management systems are essential. The objectives of this paper are to provide an overview of plant growth regulator research and practical use in the U.S.A. with an emphasis on the new plant growth regulator PGR-IV.

Plant Growth Regulators

Plant hormones or plant growth regulators are those chemicals produced naturally in the plant, or synthesized artificially, which in very small concentrations affect and control the growth and yield of plants. There are five classes of plant hormones: *auxins*, *gibberellins*, *cytokinins*, *abscisic acid* and *ethylene*, and together they control a myriad of plant functions. Generally *auxins* control cell elongation, root stimulation and the formation of abscission layers during leaf fall. *Gibberellins* influence cell enlargement, internode elongation, seed germination, and are involved in boll retention. *Cytokinins* move upwards from the roots and regulate cell division and seed development, stimulates lateral buds, and helps retain vigorous green juvenile leaves. *Abscisic acid* is important in the regulation of water loss, stress signals in the plant, and in controlling seed dormancy. *Ethylene* influences postharvest physiological responses, germination, stress reactions, abscission and senescence.

The possible benefits of PGR's in cotton include: (1) yield enhancement, (2) improved quality, (3) control of plant growth for improved management, and (4) facilitation of harvest. Plant processes influenced by PGR's include:

- (1) Canopy architecture and plant height.
- (2) Root development.
- (3) Nutrient uptake
- (4) Photosynthesis.
- (5) Carbohydrate and nutrient partitioning.
- (6) Fruiting and fruit retention.
- (7) Boll opening and defoliation.
- (8) Yield.

Much research has been devoted to understanding how these plant hormones work and in the last two decades many synthetic compounds have been developed and tested on cotton often with disappointing results. Part of the reason for this has been due to the lack of basic research with the particular compound to see how exactly it works and how it best fits into the cotton production system. There are a number of exciting new compounds on the market of which PGR-IV appears to offer the most promise. Examples of PGR's used in cotton include: PIX, PGR-IV, Cytokin, and PREP.

Examples of Plant Growth Regulators Used in Cotton

PREP:

Prep is an ethylene based PGR used in preparing the cotton crop for harvest. Essentially it is applied prior to harvest to enhance boll opening and defoliation. It has been shown to be very effective in accelerating the opening of mature cotton bolls. It permits uniform boll opening and once-over harvest. Research has also shown that it will remove immature fruit due to the action of ethylene. Use of Prep may allow once-over harvest.

To obtain maximum benefits from Prep as a boll opener, apply 1-2 lb. ai/acre and all bolls to be opened must receive Prep. Use the plant (or plant map) to determine the percent of unopened bolls, and apply Prep when the majority of the unopened bolls are physiologically mature. Only apply when there are sufficient mature unopened bolls to achieve the desired maximum yield. Allow sufficient time, normally 14 days, for Prep to open all bolls before harvesting at about 90-95% open bolls. Practical advantages are that it will advance harvest date, it allows once-over harvests, and it can be tank mixed with defoliants.

Though not labelled as a defoliant, satisfactory defoliation may result from application in favorable weather conditions. If additional use as a defoliant is anticipated, it should not be applied until at least 4 days after the Prep application.

The use of Prep should not significantly affect lint quality, although there is a trend for Prep-treated cotton to have slightly higher length and strength probably because only the mature bolls are harvested. Micronaire may be decreased slightly.

The mode of action of Prep: It is the build-up of internal pressure and the weakening of the carpel walls that causes the carpels to split. Prep causes an increase in the concentrations of ethylene inside the boll, causing cell walls to weaken and dissolve (similar to the leaf abscission process). The carpels immediately start to dry and fold backwards, allowing bolls to open naturally.

CYTOKIN:

Is registered as a nutritional supplement from sea plant extracts and potassium carbonate to aid crop production. It has a component of cytokinin which may aid in increasing fruiting and boll retention. Research has not been conducted on the mode of action. Recent research from the University of Arkansas has shown improved nutrient uptake. Examples of cytokinin PGR's are Burst, Cytokin and Cytozyme.

Cytokin is the newer and more promising compound. It has only been field tested for a few years and research data from different geographical areas is limited. It is recommended at 8-16 oz./acre at pinhead square and first flower. In the PGR Evaluation Test at the University of Arkansas it has resulted in yield increases of 4.6% and 10.1% (Table 1).

PIX:

Pix (Mepiquate chloride) was developed by BASF as a PGR for controlling plant height. It is one of the most widely used and successful PGR's used in cotton production today. Research and practical demonstrations have shown that Pix controls plant height very effectively. There are a number of other claims that have been made about Pix including

better light penetration, reduced incidence of boll rot, earlier boll set, more uniform and earlier maturity, and increase yield.

Mode of action: antigibberellins inhibit two consecutive enzymes in the gibberellic acid biosynthesis pathway. It is unlikely that one single mode of action is involved. The lack of gibberellin inhibits internode elongation causing shorter and more compact plants. Leaf expansion is also reduced. Leaves become darker green.

PGR-IV:

PGR-IV is a new plant growth regulator from Microflo, Lakeland, FL, consisting mainly of gibberellic acid, auxin, indolebutyric acid, and a proprietary fermentation broth. Research on PGR-IV application to cotton at the University of Arkansas during for the past eight years has shown improved plant growth and consistent yield increases. The emphasis during the last few years has focused on understanding how the compound works physiologically and how best to fit it into the cotton production system.

Effects of PGR-IV on Yield:

Foliar application of PGR-IV in Arkansas has resulted in significant yield increases averaging 115 lbs lint/acre. In 1992 for example, application of PGR-IV @ 4 oz./acre to field-grown cotton at pinhead square and first flower resulted in a significant yield increase of 69 lbs lint/acre (+6.6%) compared to the untreated control. When an in-furrow application at a rate of 1 oz./acre was combined with the above foliar treatment, a yield increase of 189 lbs/acre (+17.9%) resulted. The yield enhancements were associated with increases in early-season plant growth, leaf photosynthesis, nutrient partitioning, and boll number.

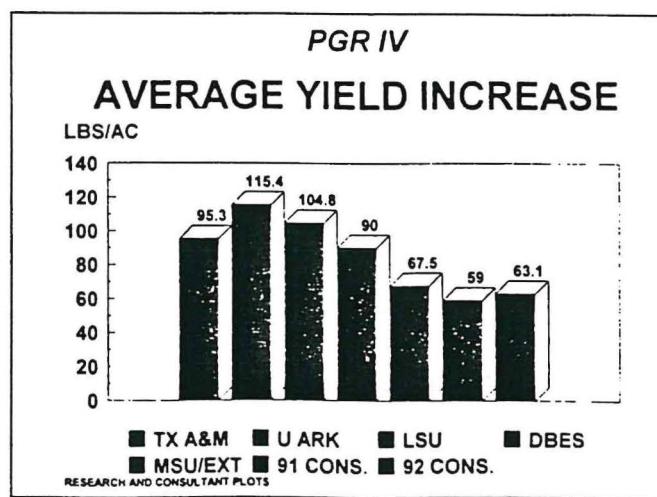


Figure 1. Lint yield increases from PGR-IV.

In-furrow Applications:

In-furrow applications of PGR-IV at planting resulted in one day earlier emergence, enhanced seedling vigor, and when followed by foliar applications at pinhead square and first bloom, a yield increase of 189 lb/acre. This was associated, in growth chamber studies, with dramatic increases in root length, root dry weight and the number of branch roots per plant one week after planting. These differences were still apparent at pinhead square but to a lesser degree.

Effects on Above Ground Plant Growth:

The most noticeable effect of PGR-IV on cotton is an increase in square and boll retention. Plant height is not really effected although there have been reports of the larger fruit set and boll load resulting in shorter plants. The total number of main-stem nodes does not appear to be affected. Leaf number is not affected and leaf area is slightly increased by PGR-IV particularly during the early season which may result in accelerated crop growth and development. This is reflected in increased plant dry matter both root and shoot. Total boll number is increased by PGR-IV but boll weight was not. The physiological reasons for PGR-IV enhancing boll retention and yield are related to increased root growth, increased nutrient uptake, and enhanced photosynthesis two weeks after foliar applications at early bloom.

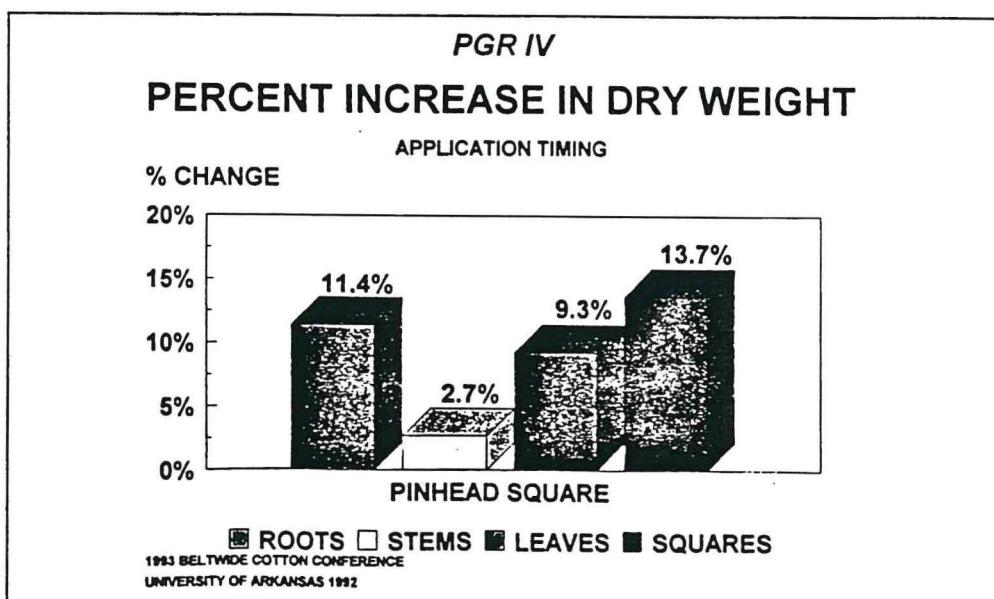


Figure 2. Increased square retention from PGR-IV.

Effects on Root Growth:

Studies at the University of Arkansas have shown dramatic effects on early root development from in-furrow applications of PGR-IV as well as less dramatic effects from later foliar applications. In-furrow applications increase root length, root dry weight and the number of branch roots per plant one week after planting. These differences were still apparent at pinhead square but to a lesser degree.

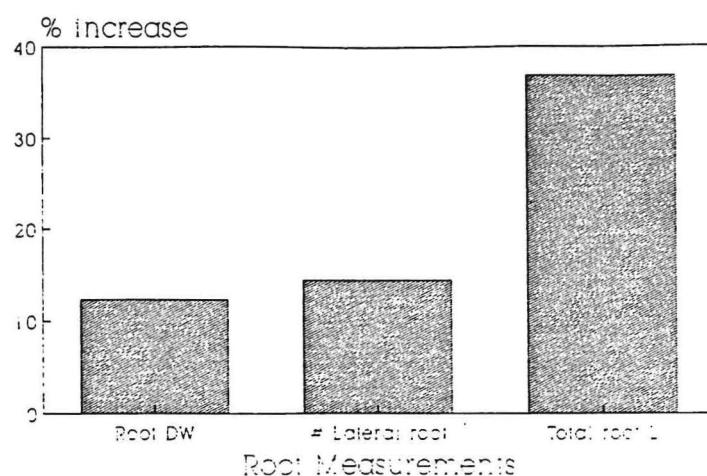


Figure 3. Increased root growth from in-furrow applied PGR-IV.

Application Rates and Timing:

Field and growthroom studies have shown that the optimum timing of a single application of PGR-IV was in-furrow at planting, or at the second true leaf, pin-head square or early bloom stages. Applications at these times had the maximum positive influence on dry matter, leaf area, and square retention. The optimum in-furrow rate of PGR-IV was 1 oz./acre. There is some evidence of varietal sensitivity to higher rates. The optimum foliar rate is 2 oz/acre at the second true leaf stage, and 4 oz/acre after the second true leaf at pinhead square or early bloom.

Compatibility with other Compounds:

There has not been much work done on compatibility with other agricultural chemicals used in cotton such as Temik and Pix. According to Microflo there does not seem to be any problem mixing. The in-furrow applications of PGR-IV at planting reported above were sprayed into the furrow alongside the planting tine at the same time as the Temik and Terraclor Super X were applied. Pix and PGR-IV do not affect the same parts of metabolism/biochemistry and therefore should not be antagonistic, however, they should probably be applied at least a week apart to be safe.

Conclusions about PGR-IV:

When PGR-IV is applied in-furrow at planting or at pinhead square and early bloom, growth and lint yield are significantly improved. These increases are associated with increased root growth, increased nutrient uptake and partitioning to the boll, increased photosynthesis, and improved square retention resulting in an increased number of harvestable bolls and higher yields.

RESEARCH ON PLANT GROWTH REGULATORS IN COTTON

D.M. Oosterhuis and L.D. Janes¹

¹Crop Physiologist, Research Assistant, Department of Agronomy, Fayetteville, Arkansas, respectively.

INTRODUCTION

Cotton is a perennial with an indeterminate growth habit which is very responsive to management and the environment. Consequently producers and researchers have long been interested in the possibility of controlling plant growth and enhancing yield through the use of plant growth regulators (PGR's). Plant growth regulators, are chemicals produced either naturally in the plant or synthesized artificially, which in very small concentrations affect and control the growth and yield of plants. In the last two decades many new compounds have been developed and tested on cotton often, however, with variable and sometimes disappointing results. Part of the reason for this has been due to the extremely varied environments and crop conditions under which the PGR's are used, and also partly due to the lack of understanding of the underlying mechanism. Recent research at the University of Arkansas has focused on the physiological effects and underlying mechanisms of PGR's (Oosterhuis and Zhao, 1993) in order to be able to tailor the use of PGR's to the growth requirements of a specific crop. The following provides a summary of research in progress aimed at evaluating available PGR's in field tests. Related research not presented here is aimed at investigating the mode of action of promising PGR's.

MATERIALS AND METHODS

Field Comparison of Available PGR's:

A field test was planted at the Cotton Branch Station, Marianna on May 6, 1992 using cotton (*Gossypium hirsutum L.*) cultivar Deltapine 51. All treatments were applied with a backpack sprayer using 10 gallons water per acre. Row spacing was 0.9 m with 3 plants per foot in-row spacing. Plot size was 4 rows by 15 m. Fertilizer consisted of 70-0-0 lb/acre, plus 40 lb N/acre sidedress at mid-squaring. The trial received furrow irrigation as needed. Weed and insect control measures were according to cooperative extension services recommendations (Bonner, 1992). The 12 treatments are listed below.

1. Untreated check.
2. PGR-N @ 4 oz/acre at pinhead square (PHS) plus 4 oz/acre at first flower (FF).
3. PGR-N @ 1 oz/acre in-furrow (IF) at planting plus 3 oz/acre at PHS plus 3 oz/acre at first flower FF.
4. Atonik @ 200 ml/acre at 40 days, plus 500 ml/acre at FF, plus 500 mml/acre at 6 weeks after FF. Applied mixed with a spreader.
5. Cytokin @ 8 oz/acre applied at FF and three weeks later.
6. PHCA @ 1 quart/acre at 2 and 4 weeks after FF.

7. *Crop⁺* + *Pix* @ 0.5 lb/acre at PHS + 0.5 lb/acre at FF.
8. *Pix* @ 0.5pt./acre at PHS and FF.
9. *KNO₃* @ 10 lb/acre foliar-applied at 2, 4, 6, and 8 weeks after FF.
10. *PGR-IV plus KNO₃* (treatments 2 and 9).
11. *Pix* and *KNO₃* (treatment 8 and 9).
12. *PHCA* @ 1 quart/acre at 2 and 4 weeks after FF with *KNO₃* (treatment 6 and 9).
13. *Cytokin* + *Pix* (Treatments 5 and 8).

Measurements recorded included pre-season soil analysis, records of plant growth and development, and plant mapping at final harvest (data not presented). Lint yield was determined by mechanical picking. Components of yield were recorded by hand picking the cotton from 2-m lengths of row and counting the number of bolls. Lint quality (HVI) was also recorded (data not presented).

RESULTS AND DISCUSSION

*PGR-IV was the only PGR to cause a significant ($P=0.05$) yield increase. Two foliar applications of PGR-IV at pinhead square and first flower resulted in a yield increase of 61 lb/acre (+6.5%), and an in-furrow plus two foliar treatments of PGR-IV resulted in a numerical yield increase of 168 lb/acre (+18%). The yield increase with PGR-IV was associated with an 11% increase in boll number. The remaining PGR treatments, did not significantly increase yield when applied on their own, although there were some interesting numerical trends: Atonik (+5.9% yield increase), Cytokin (+4.6%), PHCA (+3.6%), *Crop⁺* (+3.7%) and *Pix* (+1.4%).*

Earlier research at the University of Arkansas has shown a consistent and significant increase in cotton yields from PGR-IV due to increased square retention (Oosterhuis and Zhao, 1993). Therefore, this should increase the nutritional requirement of the crop especially from foliar fertilization late in the season. Results from 1992 supported this hypothesis with significant yield increases from a PGR plus KNO₃ above that of the PGR on its own. For example, PGR-IV increased yield by 61 lb/acre and foliar KNO₃, on its own yielded a 53 lb/acre increase. When these two treatments were combined a yield increase of 115 lb/acre was realized. Similar but less dramatic increases were recorded when PHCA or Pix were followed by foliar-applied KNO₃. Another interesting combination was Cytokin followed by Pix which resulted in a significant yield increase of 135 lb lint/acre (+14.5%).

CONCLUSIONS

There are a number of new and potentially useful plant growth regulator compounds on the market of which PGR-IV appears to offer the most promise. The yield increase from PGR-IV was associated with improved square retention resulting in an increased number of harvestable bolls and higher yields. Combinations of PGR's offers some promise for optimizing the increased yield response. Additional research is needed to understand the modes of action and the best way in which to incorporate these compounds into existing cotton production systems.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors acknowledges gratefully the assistance of Changxin Guo , Duli Zhao, Jeff Daucus, Mike Withrow, and Kelly King. The help of the Director and staff of the Cotton Branch Experiment Station are also appreciated. The study was supported in part by Microflo, Helena Chemical Company, Miller Chemicals, and Plant Bioregulator Technologies Inc.

LITERATURE CITED

1. Bonner, C.M. 1992. Cotton production recommendations. University of Arkansas Cooperative Extension Service. Miscellaneous Publication.
2. Oosterhuis, D.M. and D. Zhao. 1993. Physiological effects of PGR-IV on the growth and yield of cotton. 1992 Arkansas Cotton Proceedings and Research Summaries. University of Arkansas Agricultural Experiment Station. Special Report (in press this publication)
3. Urwiler, M., C. Stutte, S. Jourdan, and T. Clark. 1987. Bioregulant field evaluations on agronomic crops. Arkansas Agricultural Experiment Station. Research Series 358.

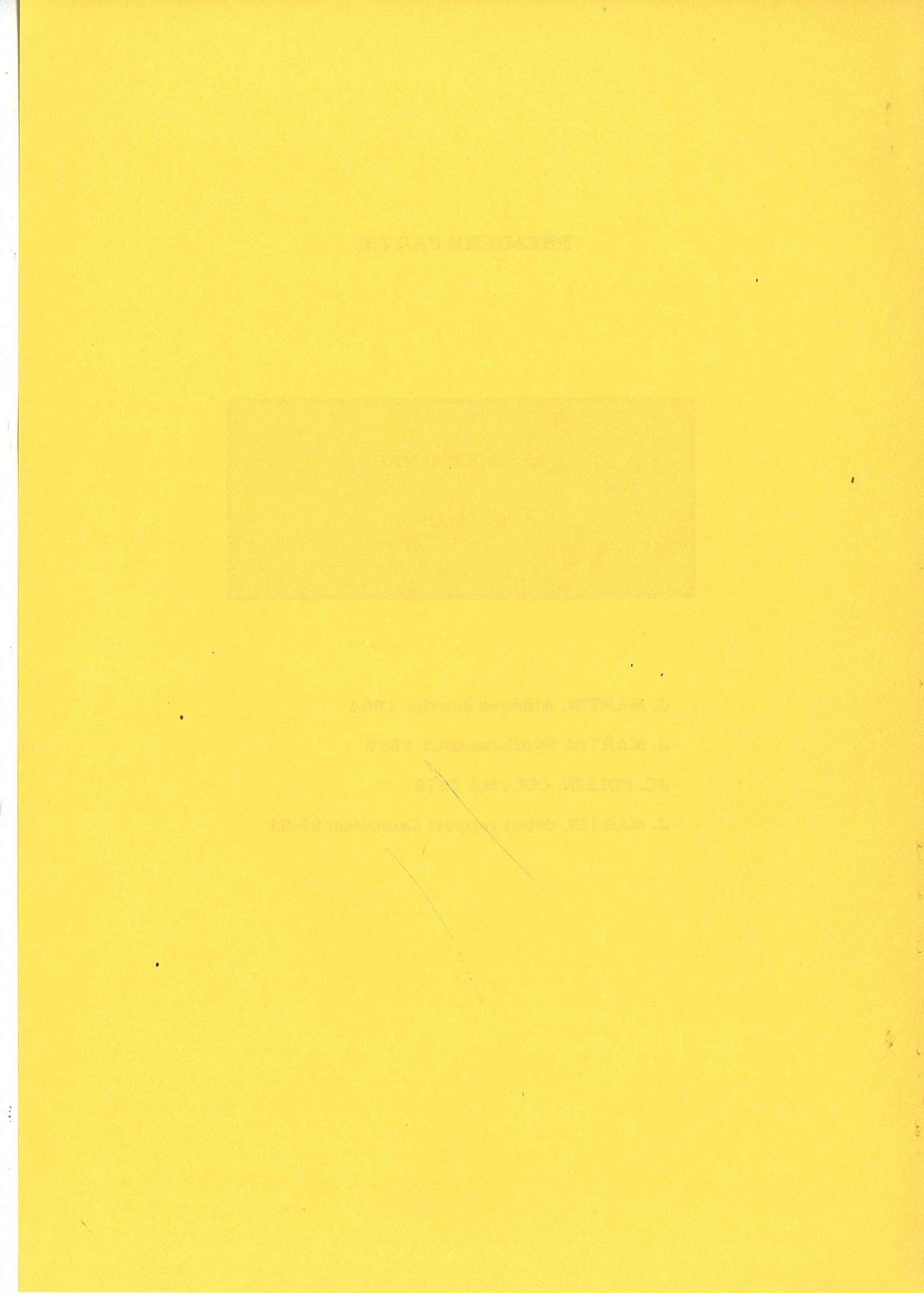
Table 1. Effect of various plant growth regulators and combinations on cotton lint yield. Marianna 1992.

Treatment ¹	Lint yield	Yield Increase	
		Quantity	Percent
	--lb/acre--	--lb/acre--	%
1. Control	935	--	---
2. PGR-IV (foliar)	995	61	6.5
3. PGR-IV (in-furrow + foliar)	1103	168	18.0
4. Atonik	990	55	5.9
5. Cytokin	977	43	4.6
6. PHCA	968	34	3.6
7. Crop ⁺	969	35	3.7
8. Pix	948	13	1.4
9. KNO ₃	987	53	5.6
10. PGR-IV + KNO ₃	1050	115	12.3
11. Pix + KNO ₃	986	52	5.5
12. PHCA + KNO ₃	1023	88	9.4
13. Cytokin + Pix	1070	135	14.5
LSD _(0.05)	60		---

¹See materials and methods for details.

CINQUIEME PARTIE

**LE GROUPE DE TRAVAIL
"RÉGULATEURS DE CROISSANCE"
DU RÉSEAU COTON EUROPE ET MOYEN-ORIENT
(+ AUTRES RÉGIONS DÉSORMAIS : RÉSEAU
INTER-RÉGIONAL)**



JM, 20 12 93, actualisé 04 02 94

Groupe de travail Régulateurs de croissance.
Réseau Coton Méditerranée - FAO

1/ Le réseau :

- 1ère réunion, Athènes 84, organisée par l'ICAC et la Grèce
- 2ème réunion, Montpellier 86, organisée IRCT-IAM
- 3ème réunion, Montpellier 88, constitutive du "réseau coopératif interregional de recherches sur le cotonnier", FAO, IRCT, ICAC
- 4ème réunion, Thessalonique 92, FAO, Grèce
- 5ème réunion, prévue en 96, au Maroc, FAO et ICAC

N.B.: Séville 92 réunion du groupe de travail Sélection, #fiasco : quelques papiers strictement nationaux, mais pas ou peu de travail en réseau.

2/ Le Groupe de travail Régulateurs de croissance, présidée par Mme Kosmidou.

D'après le "Progress report - auto-evaluation 1988-91 Inter-regional cooperative research network of cotton :

- groupe le plus dynamique
- constitué en 88, 8 pays (Belgique, Bulgarie, Egypte, Espagne, Grèce, Italie, Syrie, Turquie); la France n'y figure pas.
- enquête 88, et 1er document de travail Kosmidou janvier 89 (acquis, travaux en cours, applications et proposition d'une campagne d'essais préliminaires en réseau "the manipulation of cotton plantation by the use of growth regulators for maximum yield and quality"
- atelier Athènes 6-7 décembre 89, avec 2ème document Kosmidou "Statement" of the meeting , diffusé à tous les présidents de groupe le 30 janv 90, à titre d'exemple
- résumé Kosmidou des activités du groupe, appendice 4 du "Progress report - auto-evaluation 1988-91 Inter-regional coop. res. network of cotton:
 - essais en 90 et 91 : réalisés, rapports 90 envoyés pour certains
 - manque de moyens pour réunions 90 et 91
 - rencontre prévue en 92 à l'occasion du "consultative meeting": présentation par chaque membre des travaux 90 et 91, auto-critique du groupe et orientations
- conclusion 91: seul groupe avec un début d'activités en réseau, avec programme conjoint et réunions.

D'après le rapport Thessalonique consultation 1992:

- progress report Kosmidou 92 referring to the 1989 meeting (enquête et programme concerté sur 3 ans avec 7 pays; pix, éthéphon, et défoliants ; 1 variété nationale + 1 variété témoin)
- 5 communications présentées :
 - Kosmidou, Greece : application of cotton growth regulators
 - Rodriguez Garcia, Spain : behaviour of cotton plants treated with growth regulators and its interaction with N
 - Peeters, Belgium : influence of pix and nitrogen on cotton growth under controlled conditions
 - Bozhinova, Bulgaria : a programme for cotton plant map analysis and quantifying boll setting patterns
 - Bashnar Ghasssem : régulation du comportement du cotonnier en fonction de hormone PIXF

Prochaine réunion du groupe: Athènes, 28 et 29 janvier 94

04 02 04 : la réunion s'est tenue et 7 communications ont été présentées :

- Prof. Oosterhuiss, Arkansas, USA
- Grèce, Syrie, Bulgarie, Espagne, Turquie
- J. Martin, CIRAD-Cameroun

Ces communications + débats + nouveau programme, seront rassemblées dans le rapport du groupe de travail. Contact : M. BRAUD, coordinateur du réseau, adresse 17380 Torxe, fax 46 59 77 92.



Centre
de coopération
internationale
en recherche
agronomique
pour le
développement

**Département
des cultures
annuelles
CIRAD-CA**

Unité
de recherche
systèmes
de culture

2477,
avenue du Val
de Montferrand
BP 5035
34032 Montpellier
Cedex 1
France
téléphone :
67 61 58 00
télécopie :
67 52 06 25
télex :
480762 F

EPIC-SIRET
775 665 920 00044