

# CONTRÔLE DE LA MONTÉE À GRAINES DE LA BETTERAVE SUCRIÈRE AVEC DES INHIBITEURS DE SYNTHÈSE DE GIBERELINES

R. MORILLO-VELARDE (1), F. J. CEJUDO (2), M. C. GONZALEZ (2),  
L. F. GORDO (1) ET J. J. MARTINEZ (1)

(1) AIMCRA. Boîte postale 4210. 41080 Sevilla. Espagne.

(2) Institut de Biochimie Végétal et de Photosynthèse. Centre d'Investigation Cientifique "Isla de la Cartuja". Avenue Américo Vespucio s/n. Sevilla. Espagne

## ABRÉGÉ:

La montée à graines est un grave problème dans la culture de la betterave de semis d'automne dans les pays du bord de la Méditerranée. Il existe des références de pourcentages supérieurs au 75%. Les mesures de contrôle connues sont les retards des semis ou l'emploi des variétés tolérantes à la montée, les deux mesures touchent la production et la qualité. Il est connu que la montée en graine est rapportée avec la présence des giberelines.

Dans des antérieures expériences (2000) réalisées dans des chambres de culture on a vérifié que le PCB, un inhibiteur de synthèse de giberelines, a un résultat effectif quand il est appliqué aux plantes de betterave, il provoque une inhibition de la croissance et un aspect caractéristique dans les plantes traitées. On a fait un essai en appliquant le PCB au mois d'avril ce qui a produit une réduction significative de la montée.

Pendant l'année 2001, on a fait deux essais de champ dans lequel on a appliqué le PCB dans des différentes dates (janvier, mars et mai) avec une dose de 0.5 ml/L et on les a répété aux deux semaines suivantes sur une variété très sensible (Oryx). Sur le témoin sans traitement, qui a obtenu une montée du 26.1%, le traitement de mars a obtenu une montée en graine du 15.5%. Des autres traitements ont obtenu des montées supérieures. Le traitement a obtenu un effet positif sur la richesse et il a amélioré la qualité (moins Na et des sucres réducteurs).

Pour entendre beaucoup mieux cet effet, on a étudié comme le PCB touche l'expression des gènes relatif avec le métabolisme de la saccharose, ceux-ci contrôle la distribution de la saccharose dans la plante, la saccharose sintase (SS) et les invertases (I). Les traitements avec le PCB modifient le patron d'expression de la SS et de l'I vacuolaire acide. Ceci peut expliquer la moindre quantité des sucres réducteurs.

Pendant l'année 2002, on a étudié l'optimisation du traitement. On a essayé trois inhibiteurs d'usage agricole (Daminozide, PCB et Mepicuat CI), avec des doses différentes (application logarithmique) et dans des dates différentes. Les six localités ont obtenu un pourcentage de la montée du 0 au 27%. Les résultats confirment un effet significatif sur la montée en graine du produit (le PCB, le meilleur), de la date (meilleur avril) et de la dose (quand le pourcentage de la

montée en graine est haut la meilleur est la plus haute). On indiquent les résultats sur la production et la qualité dans les différentes conditions. On n'a pas apprécié des effets résiduels du PCB de l'année 2001 sur les cultures suivantes.

## **SUMMARY:**

Bolting is a serious problem in Autumn sown sugar beet in countries bordering the Mediterranean. There are references to percentages of over 75%. The known means of control are delay in sowing or the use of varieties which are tolerant to bolting. Both these means affect production and quality. It is known that bolting is connected to the presence of gibberellins.

In preliminary experiments (2000) carried out in a cultivation chamber it was shown that PCB, a gibberellin synthesis inhibitor, was effective when applied to beet plants, causing an inhibition of growth and a characteristic aspect in the plants treated. A test was carried out by applying PCB in April, which caused a significant reduction in bolting.

In 2001 Two field tests was carried out in which PCB was applied at different times (January, March and May) at a dosage of 0.5 ml/L and the treatment repeated after two weeks on a very sensitive variety (Oryx). The March treatment produced bolting of 15.5% over the control group of 26.1%. Other treatments had greater bolting. The treatment had a positive effect on the richness and improved the quality (less Na and fewer reducing sugars).

In order to gain a better understanding of this effect a study was carried out on how PCB affects the expression of the genes associated with the metabolism of the sucrose, which control the distribution of sucrose in the plant, the sucrose synthase (SS) and the invertases (I). Treatment with PCB modifies the pattern of expression of the SS and the vacuolar acid I. This can explain the lower quantities of reducing sugars.

In 2002 the optimising of the treatment has been studied. Three agriculturally employed inhibitors have been tested (Daminozide, PCB and Mepiquat Cl), at different dosages (logarithmic applications) and at different times. The three locations have had bolting percentages of from 0 to 27%. The results confirm a significant effect on bolting of the product (PCB best) of the month (April best) and the dosage (when the percentage of bolting is highest, the highest dosage is best). The production and quality results under the different conditions are shown. Residual effects of the 2001 PCB on subsequent crops have not been detected.

## **KURZFASSUNG:**

Die Schosserbildung ist ein schwerwiegendes Problem im Zuckerrübenanbau in der Herbstaussaat in den Ländern des Mittelmeerraumes. Es gibt Hinweise auf Prozentanteile von über 75%. Bekannte Kontrollmaßnahmen sind die Verzögerung der Aussaat oder die Verwendung von Sorten, die der Schosserbildung gegenüber tolerant sind. Beide Maßnahmen wirken sich auf Produktion und Qualität aus. Man weiß, daß die Schosserbildung mit der

Präsenz von Gibberellinen zusammenhängt.

In vorläufigen Versuchen (2000) im Labor wurde erwiesen, daß PCB, einer der Hemmer aus der Gibberellin-Biosynthese, unter Anwendung auf Zuckerrübenpflanzen Wirkung zeigte, indem er das Wachstum hemmte und das charakteristische Aussehen behandelter Pflanzen hervorrief. Im April wurde ein Versuch durchgeführt, bei dem die Anwendung von PCB eine bedeutende Verringerung der Schosserbildung bewirkte.

Im Jahr 2001 wurde ein Feldversuch durchgeführt, bei dem PCB zu verschiedenen Zeiten (Januar, März und Mai) in einer Dosis von 0,5 ml/L angewendet wurde, wobei die Behandlung jeweils 2 Wochen später an der sehr sensiblen Sorte (oryx) wiederholt wurde. Im Vergleich zu den nichtbehandelten Kontrollpflanzen, die eine Schosserbildung von 26,1% aufwiesen, zeigten die im März behandelten Pflanzen eine Schosserbildung von 15,5%. Andere Behandlungen zeigten höhere Prozentanteile von Schosserbildung. Die Behandlung hatte eine positive Wirkung auf den Ertrag und verbesserte die Qualität (weniger Na und reduzierende Zucker).

Um diese Wirkung besser zu verstehen, wurde untersucht, wie PCB sich auf den Code der Gene auswirkt, die im Zusammenhang mit dem Saccharosestoffwechsel stehen und die Distribution der Saccharose in der Pflanze kontrollieren, Saccharose-Synthase (SS) und Invertasen (I). Die Behandlungen mit PCB verändern das Muster der Codes der SS und die sauer vakuolische I. Das kann die geringere Menge an reduzierenden Zuckern erklären.

Im Jahr 2002 wurde die Optimierung der Behandlung untersucht: Es wurden 3 Hemmer aus der landwirtschaftlichen Nutzung (Daminozide, PCB und Mepicuat Cl) in verschiedenen Dosierungen (logarithmische Anwendung) zu verschiedenen Zeiten ausprobiert. Die sechs Versuchsstellen wiesen eine Schosserbildung von 0 bis 27% auf. Die Ergebnisse bestätigen eine signifikative Wirkung des Produktes (besser PCB) auf die Schosserbildung, im Anwendungszeitraum (besser April) und mit Dosierung (wenn der Prozentanteil an Schosserbildung hoch ist, ist eine höhere Dosierung besser). Angegeben werden die Ergebnisse im Bezug auf Produktion und Qualität unter den verschiedenen Bedingungen. Es wurden keine Wirkungen von Rückständen des PCB von 2001 auf den nachfolgenden Anbau festgestellt.

## INTRODUCTION

La montée à graines est un grave problème dans la culture de la betterave sucrière de semis d'automne, principalement dans les pays du bord de la Méditerranée. Ses effets nuisibles sur la culture sont bien connus (la contamination, difficulté de récolte, fibrosité et la perte de rendement). La montée à graines dépend basiquement de la température, de la durée de l'exposition au froid et aux conditions d'illumination pendant ce période. Elle a été très étudiée (Curth, 1955; Lasa et Perez Peña, 1978; Hogaboam, 1982; Saunders, 1983; Smit, 1982 et bien d'autres). Dans les pays méditerranéens, le pourcentage des plantes montées, dès moins du 10 au 75 pour cent, dépend de la localité et de l'année. Dans les conditions de sud de l'Espagne, les premières plantes montées apparaissent quand le numéro des degrés par jour

se situent entre 2100 et 2800°C. Une analyse des bases physiologique et génétiques de la montée peut se trouver à Desprez (1980).

Les mesures de contrôle connues sont le retard de la date des semis ou l'emploi des variétés tolérantes à la montée (Lewellen, 1997). Les deux mesures ont été très étudiées ainsi que leur effet sur le rendement et la qualité (Morillo-Velarde y Bilbao, 1995). Dans la culture des semis de printemps, l'avance de la date des semis pour pouvoir augmenter le rendement, est aussi limité par la montée (Durrant *et al*, 1993).

Il est connu que la montée est rapportée avec la présence des gibberelines dans la plante lesquelles stimulent la production du tige floral (Sadeghian et Sadeghian *et al*, 1993). Possiblement le photopériode provoque des changes dans l'expression des gènes rapportés avec la biosynthèse de celle-ci et d'autres hormone.

Les régulateurs de croissance sont employés dans l'agriculture dès longtemps. Dans la culture de la betterave sucrière, il existe des précédents de travaux réalisés por reduire la montée avec des regulateurs de croissance (Hilton et May, 1989, 1990. Pulkrábek *et al*, 1999). Les résultats n'ont pas été satisfaisants.

Dans ce travail. On a étudié l'effet de l'application des inhibiteurs de biosynthèse de gibberelines sur la montée de la betterave sucrière de semis d'automne dans le sud de l'Espagne.

## **A.- EXPÉRIENCES PRÉALABLES (2000)**

Une expérience réalisée dans une chambre de culture a démontré que le Paclobutrazol (PCB), un inhibiteurs de la biosynthèse de gibberelines est efficace quand il est appliqué aux plantes de betterave, lequel provoque une inhibition de la croissance et un aspect caractéristique de les plantes traitées avec ce produit. Dans le champ, on a réalisé un unique traitement dans le mois d'avril, cequi a provoqué une importante inhibition de la montée (12.5% avec témoin face au 1.5 avec traité).

## **B.- EXPÉRIENCES AU 2001**

On a réalisé deux essais de champ, dans lesquelles on a étudié l'effet de l'application du PCB dans des moments différents du déroulement de la culture (janvier, février et mars). En répétant aussi la dose (0.5 mL/L) deux semaines après du traitement initial. Les résultats obtenus dans l'essai où il se produit la montée (Tableau 1) montrent que le caractère effectif du traitement dépend du moment quand il se réalise, soyant le plus effectif celui réalisé au mois de mars. Pendant que les traitements postérieurs, quand la culture a surpassé un état déterminé de déroulement, laissent d'être effectifs.

Tableau 1. Les résultats de production et de qualité. Essai Ecija 2001. RCBD. 5 rep.

Traitement	Mont%	Poids	Pol	AAmin	K	Na	AzRed	IQI(**)
Temoin	26.1a	130.8	13.4c	2.7	4.9	5.8a	0.20	74.4
Janvier	23.3a	112.4	14.2b	2.8	5.0	4.8bc	0.17	77.4
Mars	15.5b	114.2	14.8a	3.2	4.9	4.2c	0.15	78.2
Mai	22.2a	126.8	14.1b	3.2	5.1	5.5ab	0.19	75.3
C.V.	20.9	11.1	2.7	10.2	3.2	10.2	18.8	2.7
P (*)	0.04	NS	0.001	NS	NS	0.001	NS	NS

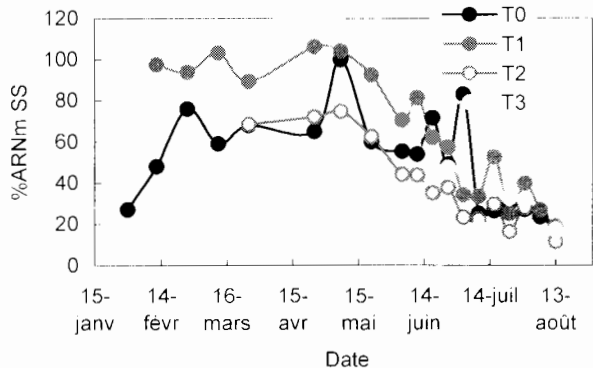
(\*) D'après le test de Tukey (HSD)

(\*\*) IQI = Index de qualité Industrielle

Le traitement avec PCB en mars a eu un effet avantageux sur la richesse et le contenu en sodium ainsi que sur le contenu en sucres réducteurs (dans les traitements précoce et sans être important). Dans le champ, on a apprécié que le traitement de janvier a maintenu au début un 30% moins de couverture que le témoin bien qu' à la fin, il s'est récupéré en arrivant au 10% moins de couverture. Le traitement de mars a eu un légèrement moins de couverture et dans celui de mai, on n'a pas apprécié des différences.

Afin de comprendre les bases physiologiques de l'effet du PCB sur la production et la qualité du sucre, on a étudié l'effet du traitement sur l'expression des gènes du métabolisme de dégradation de la saccharose qui contrôlent la distribution du sucre dans la plante. La saccharose sintase (SuSy), une des plus importante de ce métabolisme, a démontré une expression prédominante dans la racine, où la saccharose s'accumule et où elle peut exercer une fonction importante dans la régulation de son contenu. L'analyse de l'évolution de son expression pendant le cycle de la culture, a démontré une augmentation dans l'expression jusqu'au mois de mai, suivi d'une diminution progressive de ses niveaux dans la phase d'accumulation de saccharose dans la racine. Ce patron d'expression ne démontre pas une alteration sustancielle dans les traitements avec PCB (voir figure 1),

Figure 1. Évolution de l'expression de la SuSy, 2001 (to = témoin)



Les invertases à cause de son papier dans le mecanisme de dégradation de la sacharose, peuvent exercer aussi un papier important dans la régulation du niveau de sacharosse et des sucres réducteurs dans la racine. Les analyses effectués démontrent un niveau d'expression des invertases très inférieurs à celui de la sacharosse sintase. Le patron d'expression de l'invertasa neutre est analogue à celui observé par la SS, sans qu'il se modifie à cause du PCB, bien qu'il s'observe une chute dans le mois d'août dans les traitements tardif, cequi pourrait être en partie réponsable de la diminution des niveaux des sucres réducteurs. L' invertase vacuolaire démontre aussi une conduite similaire, bien que dans ce cas le traitement avec PCB démontre une importante réduction de son expression dans la racine.

### **C.- EXPÉRIENCES AU 2002.**

Dans cette année, on a réalisé six essais de champ pour optimiser le traitement. Le pourcentage de la montée dans celles-ci, dans le témoin a oscillé de 0 à 28%. On a essayé trois régulateurs de croissance d'usage agricole (Daminozida, Mepicuat Cloruro et PCB), avec des doses différentes (avec dosification logarithmique) et dans trois dates différentes (février, mars et avril). Les résultats d'importance des effets principales dans l'analyse combiné (tableau 2) démontrent un effet important des localités pour la montée, production et qualité, un important effet des produits pour la montée et un moindre effet dans les dates et dans les doses.

*Tableau 2. Importance des effets dans l'analyse combiné (F test). 6 loc x 3 prod x 3 dates x 4 doses (après trait log). 4 Rep. (2002).*

Facteur	Mont (%)	Poids	Pol	AzRed	IQI
Local (6)	***	***	***	***	***
Prod (3)	**	*	NS	NS	NS
Dates(3)	*	NS	NS	NS	NS
Doses (4)	NS	NS	NS	NS	NS

Les résultats confirment que le PCB cause une importante réduction de la montée sans effet appréciable de les deux autres produits (tableau 3 et figure 2). En relation avec les dates, l'appliation dans le mois d'avril est la meilleur pour réduire la montée, bien que non pas significativement et avec les doses, seulement quand le pourcentage de la montée est élevé, la dose plus haute est la meilleur pour réduire la montée. Les résultats des différents produits en relation avec la production et la qualité se démontrent dans le cadre 3.

Figure 2. Effets régulateurs croissance sur la montée à graines. 2002

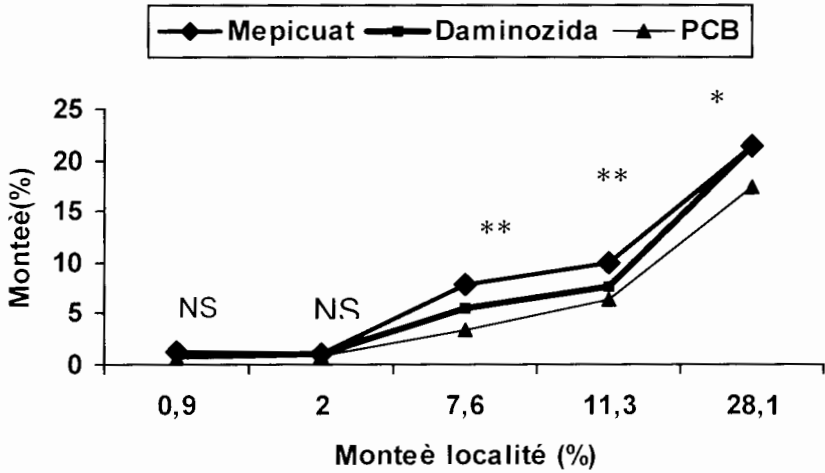


Tableau 3. L'effet sur la montée, production et qualité de l'application des régulateurs de la croissance. 5 localités. 2002

## A. MONTÉE (%)

PRODUIT	Loc1	Loc2	Loc 3	Loc 4	Loc 5
DAMINOZIDA	0.6	7.6 a	5.6 ab	1.1	21.5 ab
MEPICUAT CL	1.3	6.4 a	7.9 b	1.1	22.3 ab
PCB	0.9	6.3 a	3.3 a	0.8	17.4 a
TÉMOINS	0.9	11.3 b	7.6 b	2.0	28.1 b
SIGNIFIC	NS	**	**	NS	*

## B. POIDS RACINE (t/ha)

PRODUIT	Loc 1	Loc 2	Loc 3	Loc 4	Loc 5
DAMINOZIDA	90.5	87.4	97.7	84.6	80.2
MEPICUAT CL	92.9	84.7	98.1	90.9	82.7
PCB	87.4	85.2	104.1	90.1	79.6
TÉMOIN	92.7	94.5	100.1	94.7	79.1
SIGNIFIC	NS	NS	NS	NS	NS

## C. POLARISATION (°P)

PRODUIT	Loc 1	Loc 2	Loc 3	Loc 4	Loc 5
DAMINOZIDA	14.4	16.5	13.2	17.7	17.7
MEPICUAT CL	14.5	16.6	12.7	17.8	17.8
PCB	15.5	16.8	13.4	17.4	17.4
TÉMOIN	14.2	16.7	13.3	17.4	17.4
SIGNIFIC	*	NS	NS	NS	NS

## D. ALFA-AMINO (mcq/100g)

PRODUIT	Loc 1	Loc 2	Loc 3	Loc 4	Loc 5
DAMINOZIDA	1.53	0.45	1.38	0.60	0.96
MEPICUAT CL	1.40	0.55	1.41	0.72	1.06
PCB	1.64	0.50	1.50	0.61	1.06
TÉMOIN	1.50	0.55	1.39	0.80	1.1
SIGNIFIC	NS	NS	NS	NS	NS

## E. SUCRES RÉDUCTEURS (mcq/100g)

PRODUIT	Loc 1	Loc 2	Loc 3	Loc 4	Loc 5
DAMINOZIDA	0.20	0.09	0.26	0.12	0.09
MEPICUAT CL	0.19	0.10	0.29	0.12	0.09
PCB	0.19	0.08	0.24	0.10	0.09
TÉMOIN	0.23	0.09	0.26	0.12	0.09
SIGNIFIC	NS	NS	NS	*	NS

## F. INDEX QUALITÉ INDUSTRIELLE (EBRO-VTIR Formula)

PRODUIT	Loc 1	Loc 2	Loc 3	Loc 4	Loc 5
DAMINOZIDA	79.3	87.1	74.7	87.3	88.5
MEPICUAT CL	80.2	86.5	72.7	87.1	88.1
PCB	80.9	87.2	74.5	87.5	88.6
TÉMOIN	78.5	86.7	74.4	86.5	88.7
SIGNIFIC	NS	NS	NS	NS	NS

Les lettres différentes indiquent les différences statistique significatives d'après le test de Tukey (HSD) à  $p=0.05$ .

La légère diminution de production de racine (tableau 3b) n'est pas significative. La polarisation augmente légèrement dans trois localités. Seulement dans une d'elles, l'augmentation est statistiquement importante. Les contenus de nitrogène alfa-amino de la racine ne diffèrent pas statistiquement du témoin et les sucres réducteurs diminuent dans quatre des cinq localités bien que sans importance. Tout ceci fait que la qualité est bénéficiée dans quatre des cinq cas.

Remerciements

Ce travail a été financé grâce au projet IFD97-0893-CO3-02 du Ministère de Cience et Technologie d'Espagne.

**RÉFÉRENCES**

- 1 CURTH, P.: Temperatur und licht als blühinduzierende faktoren bei der zuckerrübe. *Der Züchter*. Vol 25. N° 6 p. 176 – 181. 1955
- 2 LASA, J.M & PEREZ PEÑA C. : Intensité de la lumière et photoperiode chez la betterave à sucre Beta Vulgaris L. *An. Est. Exp. De Aula Dei*. Vol 14. P. 181 – 187. 1978



- 3 HOGABOAM, G.J.: Early induction of flowering in sugarbeets. *Agronomy Journal* vol 74 n° 1. P. 151 – 152. 1982
- 4 SAUNDERS, J.W. : Rapid floral expression by sugarbeet seedlings under continuous incandescent lighting and moderate temperatures. *Crops Science*. Vol 23. P. 592 – 593. 1983
- 5 SMIT, A.L.: Influence of temperature and daylength on bolting in sugar beet. *IIRB.45 e Winter Congress*. p.25-36. 1982.
- 6 DESPREZ, M.: Observations et remarques sur la montée à graines chez la betterave sucrière. *C.R. Acad. Agric. France N° 1*. P. 41 – 53. 1980
- 7 LEWELLEN, R.T.: Registration of sugarbeet germplasm lines. *Crop Science* vol 37.p. 1037. 1997
- 8 MORILLO-VELARDE, R & BILBAO, M.: La montée à graines de la betterave sucrière de semis d'automne: Effet sur la production. *IIRB – 58 Congress*. P. 217 – 220. 1995
- 9 DURRANT, M.J *et al.*: Effect of seed advancement and sowing date on establishment, bolting and yield of sugarbeet. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* vol 121. P. 333 – 341. 1993
- 10 SADEGHIAN, S.Y. : Bolting in sugar beet: Genetics and Physiological aspects. *Thesis. Swedish Univ. of Agric Sciences*. P. 85. 1993
- 11 SADEGHIAN, S.Y. *et al.*: A genetic analysis of the number of cells, length of cell and gibberelic acid sensitivity in sugar beet and their relation to bolting mechanism. *Euphytica*. Vol 68. P. 59 – 67. 1993
- 12 HILTON, J.G & MAY, M.J.: Sugar beet: Testing of growth regulators to control bolting 1986 – 1989. *Morly Res. Centre- 82 Ann. Rep.* 1989 – 1990; 1990. P.56 – 57. 1989, 1990
- 13 PULKRÁBEK, J. *et al.* : The effect of growth regulators on the yield and quality of sugar beet roots. *Rostlinná výroba* n° 45. p.379 – 386. 1999