

ETUDE DE L'INTERACTION DATES X DOSES DE SEMIS POUR LE MAÏS FOURRAGER

B. BAYA*

RESUME

L'étude a pour objectif principal de déterminer la date de semis correspondant à un peuplement optimal et d'établir des relations entre le peuplement et le rendement en matière sèche et la qualité du maïs fourrager. Deux dates de semis et trois densités de peuplement ont été étudiées. Les rendements en matière sèche du semis de mars ont été supérieurs à ceux de février. Pour le semis de février, une densité de semis de 257 mille pieds à l'hectare a permis le meilleur rendement en matière sèche.

La forte dose de semis a fourni un rendement plus élevé, avec une différence plus marquée pour le semis précoce. Le semis de mars combiné à une forte densité de peuplement a donné le meilleur rendement en matière sèche. Quant à la hauteur de végétation, elle a été plus importante pour le semis de mars et a évolué proportionnellement à la dose de semis. Concernant la composition morphologique, les feuilles et les tiges ont contribué avec des proportions égales dans le rendement final. L'analyse chimique a montré que, pour la première date de semis, les MAT des feuilles augmentent lorsque la densité du peuplement diminue et évoluent en sens inverse dans les épis. Pour le semis de mars, les teneurs en MAT des feuilles restent constantes, mais augmentent dans les épis avec l'augmentation de la densité de peuplement.

MOTS CLES: Maïs fourrager, dates de semis, doses de semis, matière sèche, qualité.

SUMMARY

The main purpose of the study was to determine the sowing date corresponding to an optimal sowing rate and to lay down relationship between planting and production of dry matter and quality of maize forage. Two dates of sowing and three densities of planting had been tested. Production of dry matter was higher at march sowing. For the sowing of february, a density of 257 thousand plants/ha has produced the best yield.

* Programme Fourrages/INRA, B.P. 415, Rabat

The higher density of sowing has produced more, with a wide difference for the sowing of february. The sowing of march associated to a high planting has given more dry matter. The height of plant was more important for march sowing and has risen proportionaly to the density of sowing. Leaves and stems have contributed to the yield in equal proportion. For the first date of sowing, the leaves MAT increases when the density of planting decreases and decreases in the ears. For march sowing the leaves MAT rate was constant, but increases in the ears with increasing of density of sowing.

KEY WORDS: Maize for fodder, sowing dates, sowing densities, dry matter, quality.

INTRODUCTION

Le maïs fourrager est la troisième culture fourragère irriguée après la luzerne et le bersim (MARA 1990). Elle est la cinquième culture fourragère au niveau des directions provinciales d'agriculture et des offices régionaux de mise en valeur agricole après l'orge fourragère, la luzerne, l'avoine et le bersim (MARA 1992).

Au cours de l'année 1992, il a occupé 16 mille hectares dont 12 mille en irrigué. Cette superficie se répartit comme suit: Chefchaouen 4 mille ha, Tetouan 1.9 mille ha, Settat 0.9 mille ha, Fès 0.7 mille ha et mille ha répartis entre Meknès, Azilal, Oujda, Nador et Rabat (MARA 1992). Au niveau des périmètres irrigués, le Gharb occupe la plus grande superficie (3.3 mille ha), suivi par le Tadla et le Sous Massa avec 2.2 mille ha pour chaque périmètre. Au Doukkala le maïs fourrager occupe 0.9 mille ha et 0.8 mille ha au Loukkos (MARA 1992).

L'importance du maïs fourrager dans les systèmes alimentaires fourragers, vient du fait qu'il est disponible au moment où la production des autres fourrages s'arrête.

De plus, compte tenue de la rapidité de sa croissance, le maïs fourrager rentre aisément dans les assolements en irrigué en tant que culture dérobée.

La date de semis est déterminée principalement par la température. On estime que l'on peut semer dès que la température du sol est de 8 à 12 °C (Baylor 1983; INRA 1965; Pendleton 1979). Pendleton (1979) estime que la date de semis est choisie de façon à permettre un profit maximum des eaux de pluie, une meilleure valorisation de l'azote, une meilleure vigueur de la plan-

tule au départ, un remplissage du grain durant les jours longs; ce qui se traduit par un meilleur rendement économique.

Chez le maïs, plante limitée pour l'autoajustement génétique du rendement, le bon choix de la densité de semis est capital. Aucune technique agricole n'est susceptible de compenser le défaut de densité après établissement des plantules.

Chez le maïs, comme pour beaucoup d'espèces, le rendement en matière sèche totale avant la fécondation est très corrélé à l'indice foliaire et à la durée d'activité des feuilles. Derouene (1973) rapporte que l'augmentation de la densité de semis accroît fortement l'indice foliaire avant la fécondation et le progrès du rendement s'explique par une meilleure interception lumineuse. Le maïs figure parmi les plantes fourragères susceptibles de valoriser l'énergie solaire au plus haut degré et dans des délais courts.

Plusieurs auteurs (Adelana and Milbourn 1972; Baylor 1972; Bunting 1976; Edmeades and Daynard 1979; Glenn and Daynard 1974; Martin *et al.* 1971; Phipps 1975; Teeri *et al.* 1977) ont rapporté que l'accroissement du peuplement, en modifiant globalement la disponibilité alimentaire par individu, provoque des changements quantitatifs et qualitatifs. Le sens des variations et leur importance dépend essentiellement de la densité du peuplement considéré, des ressources du milieu, du génotype et du climat de l'année.

En Europe, en l'absence de facteurs limitants majeurs dans les sols bien pourvus en matière organique, un accroissement du rendement en matière sèche a été obtenu jusqu'à des densités de 300 à 400 mille plantes par ha (Derouene 1973).

Au Maroc, malgré l'importance du maïs fourrager pour l'affouragement du bétail, les techniques culturales demeurent encore très peu étudiées. Les agriculteurs dans la plupart des cas, cultivent le maïs fourrager de la même façon que le maïs grain. D'autres ne font pas la distinction entre les deux cultures (Chetouani et El Harti 1991); ils sont tributaires des conditions climatiques: si l'année est favorable (pluviométrie, température) et s'il n'y a pas un besoin urgent en fourrage, la culture sera destinée à la production de grains. Si au contraire la culture souffre d'un manque d'eau, de sorte qu'elle ne peut pas achever son cycle pour la production du grain, l'agriculteur procède à l'approvisionnement en fourrage de son bétail au fur et à mesure des besoins.

Dans le but de contribuer à pallier à ce comportement aléatoire, nous avons entrepris l'étude de deux dates et trois doses de semis, afin de déterminer

la date de semis correspondant à un peuplement qui serait optimal pour une production fourragère adéquate et d'établir des relations entre le peuplement et le rendement en matière sèche et la qualité du fourrage.

MATERIEL ET METHODES

Caractéristiques du site

L'essai a été implanté au domaine expérimental de Khémis Zémamra. Le climat est de type méditerranéen à hiver doux et pluvieux et à été chaud et sec. La température moyenne du mois le plus froid est de 12°C, avec un minimum moyen sur 12 années de 6°C et un maximum moyen de 18°C. La zone se situe dans l'étage semi-aride inférieur avec une pluviométrie irrégulière de 300 mm en moyenne sur 12 années et des extrêmes de 100 à 450 mm. La période sèche s'étend du mois d'avril au mois de novembre. Le domaine expérimental de Khémis Zémamra est situé dans le périmètre irrigué des Zémamra.

Le sol de la parcelle est un vertisol, à texture argileuse (tirs). Le pH est voisin de la neutralité (pH KCl=7.3).

La pluviométrie enregistrée durant l'année de l'étude (1990) est de 450.5 mm. Les températures minimales moyennes ont varié de 10°C à 19°C et les températures maximales moyennes ont évolué entre 22.8 °C et 32.6 °C de février à juillet.

Traitements étudiés

Les traitements étudiés sont: deux dates de semis et trois densités de peuplement.

a) dates de semis:

D1 = 21 février

D2 = 22 mars

Le choix de ces deux dates découle de deux raisons. D'une part, elles correspondent, en général, à l'époque de semis du maïs chez les agriculteurs de la région des Doukkala. D'autre part, à travers la première date de semis, nous envisageons une économie d'eau, en faisant profiter la culture

du maximum de précipitations. Le semis de mars place la culture dans des conditions optimales de température (germination-levée).

b) doses de semis:

d1 = 256.667 pieds/ha

d2 = 220.000 pieds/ha

d3 = 183.000 pieds/ha

Le choix de ces doses de semis vise à chercher une utilisation plus efficace l'énergie lumineuse au niveau du couvert végétal par des densités plus élevées, en conditions non limitantes pour la température et l'ensoleillement. Ce choix tient également compte des données bibliographiques (Ameziane 1990; Derouene 1973; INRA 1982).

La variété utilisée est la P586. Le semis est manuel. L'écartement entre les lignes est le même pour les trois densités ($E = 30$ cm). Ce sont les distances entre les plantes sur la même ligne qui sont variables selon les densités de semis: $e_1 = 15$ cm, $e_2 = 20$ cm, $e_3 = 25$ cm.

Dispositif expérimental

L'essai est conduit selon un dispositif expérimental en split-plot à trois répétitions, où la grande parcelle représente la date de semis. La parcelle élémentaire est de 5×4 m. Le split-plot est choisi pour la facilité de la réalisation pratique de l'essai au champ et pour la meilleure précision qu'il offre pour les doses de semis et l'interaction dates x doses de semis.

Réalisation pratique de l'essai

Le précédent cultural est le pois-chiche.

Différents travaux du sol ont été réalisés: un passage au stubble plough (16/08/89), un covercropage croisé (14/02/90), un covercropage simple (21/02/90), deux passages au rotovateur (21/02/90).

La fumure est apportée comme suit:

N-P-K = 160-100-80 Kg à l'hectare, sous forme d'ammonitrate 33.5 %, superphosphate 45% et chlorure de potassium 60 %. La fumure de

fond a été apportée juste avant le semis, avec 40 unités au premier binage (stade 3 à 4 feuilles), 40 unités au dernier binage (8 semaines après le semis). Pour le choix de la quantité d'engrais à apporter, nous avons tenu compte des besoins de la plante, du précédent cultural et de la pratique de l'irrigation.

L'essai est maintenu propre par des désherbages manuels.

Des traitements chimiques préventifs ont été réalisés contre la Sésamie à l'aide de Nuvacron 40 à une dose de 0.5 l/ha. L'alimentation hydrique est maintenue non limitante grâce à des irrigations, raisonnées en fonction de la pluviométrie. Elles ont été apportées les 22/2, 22/3, 26/4, 01/5, 06/6 et 20/6.

Observations et mesures

Les observations et les mesures réalisées sont:

- * Le comptage de la levée au champ: toutes les plantules de la parcelle sont comptées.
- * L'homogénéité de la levée est notée selon l'échelle:
1 = très homogène, 2 = homogène, 3 = assez homogène, 4 = très hétérogène, 5 = pas de levée.
- * La vigueur des plantes au départ est appréciée visuellement:
1 = très vigoureuses, 2 = assez vigoureuses, 3 = moyennement vigoureuses, 4 = faiblement vigoureuses, 5 = non vigoureuses.
- * La couleur des plantes est notée comme suit:
1 = vert bleuâtre, 2 = vert foncé, 3 = vert clair, 4 = vert jaunâtre, 5 = jaune.
- * Le suivi des stades phénologiques.
- * Le rapport feuilles sur tiges est mesuré à la récolte sur un échantillon de quatre plantes par parcelle élémentaire.
- * Le rendement en vert est mesuré sur la moitié de la parcelle élémentaire; le pourcentage en matière sèche est déterminé sur deux plantes. Les échantillons sont étuvés à 65 °C pendant 72 heures.

Deux récoltes ont été faites. La moitié de la parcelle élémentaire a été coupée au stade formation des épis et l'autre moitié au stade grains laiteux. La séparation feuilles, tiges et épis a été faite sur un échantillon de quatre plantes par parcelle élémentaire.

Le premier stade de coupe, relativement précoce, est retenu pour identifier ce que récoltent les agriculteurs qui ont souvent tendance à couper tôt pour des besoins urgents d'affouragement.

Le deuxième stade de récolte est choisi pour deux raisons: la recherche du rendement maximum qui plafonne autour de 25 à 28 % de matière sèche et le souci d'obtenir le produit le mieux adapté aux exigences de l'animal appelé à le transformer.

Deux composantes sont analysées: les matières azotées totales (MAT) et le NDF (Neutral Detergent Fiber). L'azote total est déterminé par la méthode Kjeldahl et le NDF selon les procédures de Van Soest.

Analyses statistiques

L'analyse de la variance est réalisée sur micro-ordinateur à l'aide du logiciel "STATITCF", troisième version (STAT-ITCF 1987).

RESULTATS

Les données concernant l'installation du peuplement pieds sont consignés dans les tableaux 1 et 2. Il en ressort que le peuplement réalisé est significativement influencé par la dose de semis. Le pourcentage de levée varie de 68.9 % à 74.3 % en passant de la dose d3 à d1 pour la première date de semis. Pour la deuxième date de semis ce pourcentage est de 86.0 % pour d1 et diminue à 71.6 % pour la dose faible (d3), en passant par une valeur intermédiaire (73.6 %) pour la dose de semis moyenne.

Le rythme de croissance des plantes est présenté dans le tableau 1. Le but est de vérifier si les dates et les doses de semis affectent le taux de croissance et l'élongation des plantes. La hauteur de végétation varie essentiellement avec la date de semis. A la récolte (stade grain laiteux), les plantes semées en février ont atteint une hauteur d'environ 200 cm et celles semées en mars autour de 238 cm.

Le nombre de pieds par m² est également affecté par la date de semis. Ainsi, le semis de mars permet une meilleure installation par rapport à celui de février. Quoique le nombre de plantes ne varie pas beaucoup entre les deux dates, le semis de mars a permis d'obtenir une levée plus homogène et des plantules vigoureuses (tableau 1).

Les doses de semis n'ont pas eu d'effet très net sur l'élongation des plantes. Toutefois, une légère différence de 7 à 11 cm de hauteur, selon les dates de semis, a été enregistrée entre les doses de semis d1 et d2.

Au stade grain laiteux, les plantes semées à plus forte dose en mars, ont atteint la hauteur la plus élevée, soit 246 cm.

L'examen de la production en vert et en sec a révélé la supériorité des rendements de la deuxième date de semis (tableau 2). Entre le semis de février et celui de mars, il y a une différence de rendement de 3 à 9 TMS/ha selon les densités de semis. Cette différence de production de matière sèche est beaucoup plus élevée pour la faible densité de peuplement (9.3 TMS/ha). On note donc la faiblesse des rendements lorsque des semis précoces (février) sont combinés à des densités faibles (183 mille plantes/ha), en conditions de croissance et de développement (eau, température, éléments minéraux) non limitantes.

L'importance de cet écart entre les rendements est variable selon les dates et les densités de semis. Ainsi, pour la première date, la différence de rendements entre la première et la deuxième date de récolte est de 10.5 à 14.9, l'écart est d'autant plus élevé que la densité de peuplement est élevée. Pour le semis de mars, la différence de rendement est de 10.1 à 11.6 TMS/ha selon la densité de peuplement. Ainsi, pour le semis de février, le rendement en matière sèche a pratiquement doublé entre la formation de l'épi et le stade grain laiteux. L'effet de l'interaction dates x doses de semis est significatif à 5 %.

La composition morphologique de la plante, selon les dates et les doses de semis, est représentée dans le tableau 3. La séparation des différents organes de la plante montre que les feuilles et les tiges contribuent avec des parts presque égales dans la production de matière sèche, avec une légère augmentation de la proportion des feuilles dans le cas du peuplement plus dense. De plus, pour la deuxième date de semis, les feuilles et les épis contribuent un peu plus dans le rendement, en comparaison avec le semis de février. Le rapport feuilles sur tiges varie de 0.2 points selon les dates et les doses de semis. Cet indicateur qualitatif est relativement constant, il ne semble pas être très affecté par les dates et les doses de semis.

Tableau 1: Installation du peuplement et croissance.

Dates de semis	Doses de semis	% de levée	Homo-géni. de levée	Vi-gueur des plant.	Cou-leur	Croissance de la plante					
						Nb.feuilles		Hauteur des plantes			
						22/3	18/4	28/5	7/6	21/6	11/7
D1	d1=25.7	74.3	2	2	2	4	9	150,3	181,7	207,1	-
	d2=22.0	72.3	2	2	2	"	"	147,8	180,0	200,3	-
	d3=18.3	68.9	2	2	2	"	"	142,2	178,6	199,9	-
D2	d1=25.7	86.0	1	1.5	2	semis	5	97,2	129,0	229,8	245,7
	d2=22.0	73.6	1.5	1.5	2	"	"	91,7	127,7	225,1	234,7
	d3=18.3	71.6	1.5	1.5	2	"	"	85,3	126,1	223,1	230,7

Tableau 2: Rendement total (T/ha).

Dates de semis	Doses de semis	Nbre de plantes par m ²	Matière verte		Matière sèche	
			1 ^{ère} récolte	2 ^{ème} récolte	1 ^{ère} récolte	2 ^{ème} récolte
D1	d1	19,1 a	110,37	124,36	14,35	29,26
	d2	15,9 b	102,64	115,04	13,45	26,79
	d3	12,6 c	80,19	90,16	10,45	20,95
D2	d1	21,1 a	129,31	136,68	23,15	33,20
	d2	16,2 b	112,00	118,00	19,60	29,45
	d3	13,1 c	101,32	122,25	18,74	30,29
D.S. 1 ^e fac-		n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
C.V.		7,3	15,4	8,7	16,1	18,7
P.P.D.S.		-	-	-	2,16	-
D.S. 2 ^e fac-		**	**	*	**	**
C.V.		7,8	6,4	9,8	9,7	5,4
P.P.D.S.		1,71	9,13	15,5	1,71	2,04
D.S. inter-		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*

D.S. = niveau de signification

C.V. = coefficient de variation

Tableau 3: Contribution des différentes parties de la plante dans le rendement %.

Dates de semis	Doses de semis	1 ^{ère} récolte 28/5 et 21/6				2 ^{ème} récolte 21/6 et 11/7			
		Feuilles	Tiges	Epis	F / T	Feuilles	Tiges	Epis	F / T
D1	d1	46,5	41,3	12,2	1,13	43,7	40,7	15,6	1,07
	d2	45,3	42,2	12,5	1,07	43,1	40,5	16,4	1,06
	d3	44,5	43,5	12,0	1,02	42,9	41,8	15,3	1,03
D2	d1	47,3	40,7	12,0	1,16	44,8	38,3	16,9	1,17
	d2	45,0	42,9	12,1	1,05	42,9	38,6	18,5	1,11
	d3	44,3	43,3	12,4	1,02	39,8	38,4	21,8	1,04

Le tableau 4, montre l'effet de la date et de la dose de semis sur la qualité du fourrage, évaluée à travers les teneurs en matières azotées totales (MAT) et en NDF (Neutral Detergent Fiber), exprimées en pourcentage de matière sèche.

Pour la première date de semis, l'effet de la densité de semis sur la teneur en MAT est significatif pour les feuilles et les épis. Dans les tiges, la teneur en MAT est relativement constante. Pour le semis de février, les MAT des feuilles augmentent au fur et à mesure que la densité de peuplement diminue; elles passent de 5.8 % à 7.5 % de MS. Mais ces teneurs évoluent en sens inverse dans les épis. Pour la deuxième date de semis, les teneurs en MAT des feuilles restent constantes, alors qu'elles augmentent dans les épis avec l'augmentation de la densité de peuplement.

Le NDF, qui est un bon indicateur de la digestibilité varie selon les organes de la plante. Ainsi, pour les deux dates de semis, la teneur en NDF dans les feuilles augmente lorsque la densité de peuplement augmente et diminue pour le peuplement dense dans les tiges et les épis.

La comparaison des deux dates de semis, indépendamment des densités de peuplement, montre que le maïs semé en mars, est relativement pauvre en MAT et riche en NDF. Ceci serait lié aux fortes températures du mois de juillet.

La comparaison des organes de la plante, feuilles, tiges et épis, fait ressortir la richesse des épis en MAT, quelque soit la date et la dose de semis et leur faible teneur en NDF lorsque le peuplement est dense.

Tableau 4: Teneurs en MAT et en NDF des feuilles, tiges et épis (stade = grain laiteux).

Date de semis	Dose de semis	MAT (% MS)			NDF (% MS)			% MS plante entière
		Feuilles	Tiges	Epis	Feuilles	Tiges	Epis	
D1	d1	5,8	2,8	9,1	38,0	24,9	29,7	23,5
	d2	6,3	2,5	8,4	33,0	47,8	47,8	23,3
	d3	7,5	2,5	8,1	29,7	50,6	50,6	23,2
D2	d1	5,3	2,1	8,3	52,2	21,7	21,7	24,3
	d2	5,3	2,5	6,6	48,0	51,1	51,1	25,0
	d3	5,6	2,5	5,8	49,2	53,2	53,2	24,7

DISCUSSION

L'augmentation des pourcentages de la levée avec la densité de semis est manifeste pour les deux dates de semis. Ceci amène à nous poser la question de la relation entre la dose de semis (écartement intralinéaire) et le pourcentage de levée. L'explication logique à ce phénomène, est qu'il y a des poquets qui n'ont pas levé pour les trois doses de semis. Si le pourcentage de non levée de ces poquets est à peu près égal pour les trois doses de semis, ceci se répercuterait par des pourcentages de levée d'autant plus élevés que la dose de semis est forte. En effet, pour la dose de semis d1, si sur une ligne de 5 m de longueur un seul poquet n'a pas levé, il ne représente que 1/34. Par contre, pour la dose d3, il représente 1/21. Mais cette différence n'a pas affecté la variation des peuplements recherchés et nos comparaisons restent valables.

Le semis de mars a permis une meilleure installation, grâce aux meilleures conditions de température. En effet, les températures minimales moyennes sont de 13.1°C en mars, alors qu'elles n'ont pas dépassé 10°C en février.

La supériorité des rendements en matière sèche de la deuxième date de semis s'explique essentiellement par la meilleure installation. Le nombre de plantes par m² est élevé; la levée est homogène et les plantes sont vigoureuses. Les plantes étant plus vigoureuses, ont mieux exploité le milieu, ce qui s'est traduit par l'élaboration de plus de matière sèche par les feuilles et une élongation plus importante des plantes. En outre, la formation du grain et son remplissage ont eu lieu au début de la période estivale où les températures étaient optimales pour la croissance et le développement. En effet, durant le mois de juin, les températures moyennes ont atteint 20 °C, température suffisante pour

que la plante photosynthétise dans de bonnes conditions. Plusieurs auteurs (Alberda 1969; Blacklow 1972; Eagles and Hardacre 1979; INRA 1965; Teeri *et al.* 1977) ont rapporté que la photosynthèse débute au dessous de cette température (13 à 15 °C). Concernant l'effet des doses de semis sur le rendement, on constate que c'est en première date de semis que l'effet des doses est le plus important. Ceci est dû à la levée moindre et hétérogène du semis de février, car les fortes doses ont mieux exploité le milieu. Pour la deuxième date de semis, les rendements obtenus par les faibles doses ont pu être compensés par les conditions favorables du milieu.

Les rendements en matière sèche du maïs coupé au stade grain laiteux ont été beaucoup plus supérieurs à ceux du maïs coupé au stade formation des épis. En effet, au stade formation des épis, la teneur en matière sèche est faible. Les épis qui en contiennent une proportion importante, ne sont pas encore formés. Le maïs étant coupé les 28/5 et 21/6, respectivement pour la première et la deuxième date de semis, n'a pas eu suffisamment de temps pour produire plus de matière sèche.

La composition chimique du fourrage coupé à la formation de l'épis n'a pas été analysée, mais il y a probablement une perte en MAT, puisque les épis qui en sont plus riches ne se sont pas encore installés.

Par ailleurs, si les rendements quantitatifs de la deuxième date de semis sont supérieurs à ceux de la première date, il n'en est pas de même pour leur qualité. Le tableau 4 montre des teneurs en MAT relativement élevées et des teneurs faibles en NDF du fourrage semé en février.

L'augmentation proportionnelle de la production de matière sèche avec la dose de semis est en contradiction avec nos prévisions. En effet, nous avons estimé qu'une dose de semis réelle de 221 mille plantes/ha (densité théorique = 257 mille plantes/ha), engendrerait une forte compétition intraspécifique, aboutissant au dépérissement d'un nombre important de plantes. Mais cela n'a pas été le cas; le couvert végétal s'est bien comporté jusqu'à la récolte sans aucun symptôme apparent de compétition. A travers ce résultat, nous avons obtenu une utilisation efficace de l'énergie lumineuse, par le moyen de densités élevées de maïs, plante de type C4, qui a une grande aptitude à transformer cette énergie en matière sèche.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adelana, B.O. and Milbourn, G.M. (1972). The growth of maize. I. The effect of plant density on yield of digestible dry matter and grain. *J. Agric. Sci.* **78**, 65-72. In "Physiologie du maïs", p. 173. J. Baylor (ed). L'élaboration du rendement.
- Alberda, Th. (1969). The effect of low temperature on dry matter production, chlorophyll concentration, and photosynthesis of maize plants of different ages. *Acta bot. neerl.* **18**, 39-49. In "Physiologie du maïs", p. 32-47. J. Baylor (ed). Phase de germination, levée et implantation.
- Ameziane, T.E. (1990) Département d'agronomie et d'amélioration des plantes. IAV Hassan II. Communication personnelle.
- Baylor, J. (1972). Influence du peuplement sur le rendement et la qualité du maïs ensilage. Document interne. phytotechnie, Rennes, 18 p. Dans "physiologie du maïs", p.162-80. J. Baylor (ed). L'élaboration du rendement.
- Baylor, J. (1983). L'élaboration du rendement. Biologie de l'élaboration du rendement. Physiologie du maïs, p. 163-73. Communications au colloque physiologie du maïs organisé par l'INRA et l'APGM. Royan 15-17 mars 1983.
- Blacklow, W.M. (1972). Influence of temperature on germination and elongation of the radicle and shoot of corn (*Zea mays* L.). *Crop.sci.* **12**, 647-50.
- Bunting, E.S. (1976). Effects of grain formation on dry matter distribution and forage quality in maize. *Exp. agric.* **12**, 417-28. In " Physiologie du maïs", p. 163-78. J. Baylor (ed). L'élaboration du rendement.
- Chetouani, M. et El Harti, J. (1991). Bureau de la protection phytosanitaire. ORMVAD El Jadida. Communication personnelle.
- Derouene, J.P. (1973). Influence du peuplement sur le rendement et la qualité du maïs cultivé en vue d'affouragement en vert d'été. Mémoire ENITA Rennes. 58 p. Dans "Physiologie du maïs, p. 169-79. J. BAYLOR (ed). Biologie de l'élaboration du rendement.

- Eagles, H.A. and Hardacre, A.K. (1979). Genetic variation in maize (*Zea mays* L.) for germination and emergence at 10 °C. *Euphytica* **28**, 287-95. In "Physiologie du maïs", p. 389-419. R. Bourdu (ed). Bases physiologiques de l'action des températures.
- Edmeades, G.O. and Daynard, T.B. (1979). The development of plant variability in maize at different planting densities. *Can. J. Plant. Sci.* **59**, 561-76.
- Glenn, F.B. and Daynard, T.B. (1974). Effects of genotype, planting pattern, and plant density on plant to plant. Variability and grain yield of corn. *Can. J. Plant. Sci.* **54**, 323-29.
- INRA (1965). Les cultures fourragères irriguées au Maroc. Le maïs fourrage. p.65-101. Collection technique et productions agricoles. INRA-Rabat.
- INRA (1982). Essai date de semis et densité de peuplement sur maïs à grain en sec. Station des améliorations culturales.
- MARA (1990). Bilan des cultures fourragères. Campagne 1988-89. Direction de la production végétale D.C.L.F./S.L.F., p. 14-15.
- MARA (1992). Bilan des cultures fourragères. Campagne 1991-1992. Direction de la production végétale. D.C.L.F./S.L.F., annexes.
- Marten, C.C., Camper, H.M. and Jones, G.D. (1971). Row spacing and population effects on corn yields. *Agron. J.* **63**, 12-4.
- Pendleton, J.W. (1979). Cropping practices. Technical Monograph. In "maize" CINA-GEIGY Ltd., Basle, Switzerland, p.18.
- Phipps, R.H. (1975). A note on the effect of genotype, density and row width on the yield and quality of forage maize. *J. Agric. Sci.* **84**, 567-9.
- STAT-ITCF (1987). Troisième version du logiciel STAT-ITCF. Manuel d'utilisation. Institut technique des céréales et des légumineuses, Paris.
- Teeri, J.A., Paterson, D.T., Alberte, and Castelberry, R.M. (1977). Changes in the photosynthetic apparatus of maize in response to simulated temperature fluctuations. *Plant physiol.* **60**, 370-3. In "Physiologie du maïs", p. 415-23. R. BOURDU (ed). Bases physiologiques de l'action des températures.