

Behaviour of sixteen agronomic traits and fibre properties in two diallel crosses involving African and American varieties of Upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

by J. Lançon

Cotton Breeder, Magoye Regional Research Station, Ministry of Agriculture and Water Development, Zambia.

Present address : Institut de Recherches agronomiques de Maroua, BP 22, Maroua, Cameroun.

SUMMARY

Two half diallel crosses, including each eight African and American cultivars of Upland cotton, were conducted at Magoye Regional Research station in Zambia. Combining ability, heterosis and heritability for sixteen characteristics of major importance were studied.

Effects due to general combining ability were large and significant for all traits measured. Effects due to specific combining ability were of less magnitude but they were found negligible only for percentage of fibre, height of the first fruiting branch and plant height.

The average heterosis over the mean parent for productivity per plant and boll size was 17.8 and 6.7 % respectively. For the same traits, it rose to 25.4 and 12.0 % over the better parent

when only the crosses with statistically significant specific combining ability were taken into account.

High heritabilities (0.40 to 0.65) were calculated for percentage of fibre, plant height and height of the first fruiting branch. Low heritabilities were found for productivity per plant and fibre length. Other characteristics were of intermediate value.

Among the 56 crosses, 16 were selected out of which three IRMA 96 + 97 (Cameroon) by U563-19 (Ivory Coast), Chureza 83 (Zambia) by T120-79 (Ivory Coast) and IRMA 1243 (Cameroon) by ISA 193-82 (Ivory Coast) are most promising.

Ways of exploiting the variability created by these diallels are proposed.

KEY WORDS : Upland cotton, *Gossypium hirsutum*, diallel, combining ability, heritability, heterosis, Zambia.

INTRODUCTION

In Zambia, cotton is grown by a large number of small scale farmers. Average hectareage ranges from 1 to 1.5 ha under minimum inputs farming systems (no fertilizer or herbicide). The present cultivars, Chureza in Southern and Central Provinces and Chilala in Eastern, are rather well adapted to these conditions. They were developed by a local breeding programme and were released in 1975. After 10 years, their technology has become a little obsolete (moderate ginning percentage and fibre strength, high micronaire value). Moreover, mixtures occurred during the early phases of multiplication which created uniformity problems for the spinning mills.

A large programme of introductions from various countries began in 1980 and failed to provide a fully suitable

replacement. A national breeding programme was then developed, aiming at the improvement of the local germplasm by selection and hybridization.

Mass pedigree selection applied to Chureza led to a significant improvement in technology (mainly ginning percentage and 2.5 % staple length) and productivity.

Besides, hybridization was initiated, using the local varieties for their general fitness and exotic material of various geographic origin with improved technology. Two 8×8 diallel crosses were developed and studied at the F1 generation in order to assess the value of the breeding material, evaluate the scope of improvement of each trait analysed, select the most promising crosses at an early stage.

MATERIAL AND METHOD

Experimental design

Both diallel mating schemes were conducted at Magoye Regional Research station, in 1982-1983 (diallel 1) and 1983-1984 (diallel 2) season. All possible crosses between eight parents in each diallel were made. Negligible maternal effects having been found in literature, seeds from reciprocal hybrids were mixed. They were planted with the parents, the following season, in a complete randomized blocks design, including 44 treatments (28 F1s and 8 parents duplicated) with six replications for diallel 1 and four replications for diallel 2. Each plot consisted of eight plants, sown 1 m apart in the row and 0.9 m between the

rows. Among these eight plants, four were selected to conduct all the tests. Agronomic data were obtained from individual plants and the average value per plot was used for statistical analysis. The technology sample was taken from all the fibre collected from these four plants and analysed at the National Council for Scientific Research Laboratory (Lusaka).

Combining abilities were studied following GRIFFING (1956)'s model 1 (genotypic and block effects regarded as constant), situation 2 (fixed set of parents) and method 2 (parents and one set of F1s only). A more theoretical analysis based upon HAYMAN's model (1954) was also

developed for heritability estimates. The mathematical procedures were described in SCHWENDIMAN and CATELAND (1976).

Characteristics taken into account

Sixteen characteristics were analysed. Their abbreviations and definitions are given below :

PPP	production of seed cotton per plant (g).
PFB	production of the fruiting branches per plant (g).
BS	boll size (g).
Ha	plant height at harvest (cm).
HFFB	height of the first fruiting branch (cm).
NVB	number of vegetative branches per plant.
FAF	first average flower (when as many flowers as there are plants per plot have been numbered, in days after emergence).
FABS	first average boll split (same as above).
Gin %	percentage of fibre after roller ginning.
2.5 % S.L.	staple length at 2.5 % (mm).
50 % S.L.	staple length at 50 % (mm).
U.R.	uniformity ratio (50 % S.L./2.5 % S.L. expressed as a percentage).
Micro	fineness estimated with Micronaire.
Stelo	strength as indicated by Stelometer (g/tex).
SI	seed index (g/100 seeds).
Fuzz %	amount of fuzz on the seed expressed as a percentage of the fuzzy seed weight.

Parent Material

In diallel 1, the eight parents originated from Zambia (2), Côte-d'Ivoire (2), U.S.A. (2), Cameroon and Chad. Their genealogy is summarized in Table 1.

For diallel 2, the list of parents with their genealogy is given in Table 2. Two originated from Zambia, two from Côte-d'Ivoire, two from the U.S.A., one from Cameroon and one from Zimbabwe.

The characteristics of these parents, established in the conditions of our trial (wide spacing), are indicated in Tables 3 to 6. Considering the parents according to their origin, several groups could be described :

Zambian germplasm	moderate plant height, with approximately 2.5 vegetative branches, moderate to high productivity per plant, medium to low ginning percentage, medium to poor fibre properties.
West African (Cameroon and Chad) germplasm	tall plants with 3 to 3.5 vegetative branches, rather late flowering, variable productivity, small seeds with little fuzz, high ginning percentage, good staple length.
H.A.R. (Côte-d'Ivoire) germplasm	tall plants with 3 to 3.5 vegetative branches, medium to high productivity, medium to high ginning percentage, good fibre properties.
U.S. (Acala and PD) germplasm	short to very short plants with 2 to 2.5 vegetative branches, low to very low productivity, early flowering, moderate to low ginning percentage, moderate staple length with good uniformity.

TABLE 1
Origin of the parental material : diallel 1.
Origine du matériel parental : diallel 1.

Parent	Origin	Genealogy
Chureza 82	Zambia	HG 9 × Albar 637 (reselection)
Chilala 82	Zambia	Acala 4-42 × Albar 637 (reselection)
IRMA 96 + 97	Cameroon	Pan 3492 × IRCO 5.028
Pan F3.575	Chad	Panmixis in germplasm Albar, N'Kourala, Triumph, U.S.
L 231-24	Côte-d'Ivoire	444-2 × G 225-1 (H.A.R. * origin)
U 563-19	Côte-d'Ivoire	L 229-29 × L 137-11 (H.A.R. * origin)
PD 0109	U.S.A.	Not available
Acala 1517 E2	U.S.A.	Not available

* H.A.R. = *Gossypium hirsutum* × *G. arboreum* × *G. raimondii*.

TABLE 2
Origin of the parental material : diallel 2.
Origine du matériel parental : diallel 2.

Parent	Origin	Genealogy
Chureza 83	Zambia	HG 9 × Albar 637 (reselection)
Chilala 83	Zambia	Acala 4-42 × Albar 637 (reselection)
IRMA 1243	Cameroon	Pan 3492 × (IRCO 5.028) ²
500	Zimbabwe	Introduction
ISA 193-82	Côte-d'Ivoire	L 229-10 (H.A.R. origin)
T 120.79	Côte-d'Ivoire	L 299-10 (H.A.R. origin)
Acala SJC 1	U.S.A.	Not available
Deltapine 61	U.S.A.	Not available

TABLE 3
Agronomic characteristics of the parents : diallel 1 (at 0.9 × 1 m spacing).
Caractéristiques agronomiques des parents : diallèle 1 (écartement 0,9 × 1 m).

Cultivar	PPP g	PFB g	BS g	Ha cm	HFFB cm	NVB	FAF days	FABS days
Chureza 82	229	146	4.6	121	19	2.7	67	133
Chilala 82	276	166	5.0	130	20	2.8	65	133
IRMA 96 + 97	262	137	4.8	128	22	3.3	71	135
Pan F3.575	189	99	4.1	144	25	3.0	70	135
I. 231-74	222	129	4.6	127	23	3.3	69	134
U563-19	230	137	4.9	129	24	3.3	67	131
PD 0109	190	117	4.6	109	19	2.5	68	131
Acala 1517 E2	136	102	5.1	100	18	1.9	63	125
L.S.D. 5 %	46	28	0.4	9	2	0.4	3	3

TABLE 4
Technological characteristics of the parents : diallel 1.
Caractéristiques technologiques des parents : diallèle 1.

Cultivar	Gin %	2.5 % S.L. mm	50 % S.L. mm	U.R. %	Micro	Stélo g/tex	SI g/100	Fuzz %
Chureza 82	41.4	28.7	13.6	46.8	4.23	21.4	10.3	7.1
Chilala 82	39.6	28.7	14.4	48.9	4.49	20.9	10.9	10.5
IRMA 96 + 97	43.7	29.3	14.5	49.2	4.45	21.8	10.0	5.8
Pan F3.575	42.1	30.9	14.7	48.3	3.86	21.5	10.4	4.6
L 231-24	40.7	29.6	14.5	49.1	4.28	21.3	10.2	6.9
U 563-19	42.5	30.5	15.4	50.3	4.38	20.6	10.4	5.5
PD 0109	42.0	28.8	14.4	49.4	4.27	21.2	10.0	7.3
Acala 1517 E2	39.1	28.9	15.2	52.6	4.29	21.2	12.0	8.9
L.S.D. 5 %	1.0	0.8	0.6	1.4	0.30	N.A.	0.5	3.1

TABLE 5
Agronomic characteristics of the parents : diallel 2 (at 0.9 × 1 m spacing).
Caractéristiques agronomiques des parents : diallèle 2 (écartement 0,9 × 1 m).

Cultivars	PPP g	PFB g	BS g	Ha cm	HFFB cm	NVB	FAF days	FABS days
Chureza 83	149	103	5.3	118	20	2.5	75	139
Chilala 83	131	93	5.2	115	21	2.3	77	141
IRMA 1243	131	86	4.6	132	24	2.9	80	144
500	117	96	5.2	103	19	1.8	71	134
ISA 193-82	159	105	5.3	131	23	3.0	77	139
T 120-79	180	108	4.9	135	24	3.6	76	141
Acala SJC 1	117	85	5.4	86	20	2.3	77	138
Deltapine 61	127	81	4.9	86	19	3.3	80	143
L.S.D. 5 %	33	20	0.6	12	3	0.6	3	3

TABLE 6
Technological characteristics of the parents : diallel 2.
Caractéristiques technologiques des parents : diallèle 2.

Cultivars	Gin %	2.5 % S.L. mm	50 % S.L. mm	U.R. %	Micro	Stelo g/tex	SI g/100	Fuzz %
Chureza 83	41.3	27.5	13.3	48.2	4.66	24.2	10.2	12.5
Chilala 83	39.7	26.7	12.2	45.6	4.36	24.3	10.3	16.2
IRMA 1243	45.7	27.9	13.7	49.0	4.43	24.5	9.2	11.6
500	36.0	27.7	13.1	47.2	4.24	24.1	11.0	14.2
ISA 193-82	43.3	28.9	14.1	48.8	4.37	24.0	9.7	14.2
T 120-79	43.8	27.9	13.0	46.6	4.50	24.2	9.3	14.7
Acala SJC 1	42.1	27.0	13.2	48.8	4.37	23.7	9.9	13.2
Deltapine 61	40.7	26.6	12.3	46.2	4.04	23.0	9.6	14.2
L.S.D. 5 %	1.3	1.0	0.9	2.1	0.29	1.1	0.6	N.A.

RESULTS AND DISCUSSION

Genotypic effects (Table 7)

The number of replications decreased from diallel 1 to diallel 2. The variation coefficients remained quite stable and the level of significance of each trial was not affected, the difference being in the l.s.d. value at 0.05 (Tables 1 and 2). In only two cases could the genotypic effects not be detected, for Stelo in diallel 1 and Fuzz % in diallel 2.

Combining ability results (Table 8)

The general combining ability (GCA) effects were highly significant for most traits in both diallels. They were found to be less intense in PFB and Stelo.

The magnitude of specific combining ability (SCA) was always inferior to GCA's. SCA effects were found to be

TABLE 7
General statistical results
Resultats statistiques généraux

Characters	Number of replications		Variation coefficients %		General mean		Genotypic effects	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
PPP	5	4	21.6	21.4	240 g	155 g	***	***
PFB	5	4	21.9	19.4	143 g	105 g	***	***
BS	5	4	7.8	9.9	4.9 g	5.3 g	***	***
Ha	5	4	7.9	10.4	124 cm	114 cm	***	***
HFFB	6	4	10.8	10.8	21 cm	21 cm	***	***
NVB	6	4	16.7	21.7	2.9	2.9	***	***
FAF	5	4	4.1	2.9	67 days	75 days	***	***
FABS	5	4	2.2	2.0	131 days	139 days	***	***
Gin. %	6	4	3.0	3.0	41.6	41.5	***	***
2.5 % S.L.	5	4	3.0	3.6	29.5 mm	28.0 mm	***	***
50 % S.L.	5	4	4.7	6.1	14.6 mm	13.4 mm	***	***
U.R.	6	4	3.5	4.4	49.4 %	47.8 %	***	**
Micro.	6	4	7.9	6.7	4.3	4.4	***	**
Stelo.	6	4	4.4	4.7	21.2 g/tex	23.7 g/tex	NS	**
SI	4	4	4.7	5.4	10.6 g/100	10.1 g/100	***	***
Fuzz %	2	4	33.8	30.8	6.4	13.5	*	NS

*, **, *** : Significant effects at 0.05, 0.01 and 0.001 level.

NS : Not significant at 0.05.

(1) : Diallel 1.

(2) : Diallel 2.

TABLE 8
Combining ability
Aptitude à la combinaison

Characters	General combining ability		Specific combining ability		GCA/SCA Ratio		r = correlation coefficients Parents-G.C.A.	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
PPP	***	**	***	**	2.7	1.6	+ 0.80	+ 0.79
PFB	*	**	***	***	1.1	1.2	+ 0.73	+ 0.67
BS	***	***	***	NS	3.1	3.5	+ 0.95	+ 0.86
Ha	***	***	***	**	5.7	11.3	+ 0.89	+ 0.98
HFFB	***	***	***	NS	10.5	8.4	+ 0.92	+ 0.93
NVB	***	***	***	NS	3.8	8.4	+ 0.91	+ 0.95
FAF	***	***	*	***	6.1	6.9	+ 0.93	+ 0.94
FABS	***	***	**	**	6.4	5.3	+ 0.95	+ 0.96
Gin %	***	***	***	***	10.5	23.7	+ 0.99	+ 0.96
2.5 % S.L.	***	**	***	**	4.0	1.4	+ 0.92	+ 0.64
50 % S.L.	***	***	***	*	2.3	2.8	+ 0.75	+ 0.80
U.R.	***	**	*	NS	6.5	2.8	+ 0.92	+ 0.84
Micro.	***	**	***	NS	4.1	2.6	+ 0.94	+ 0.87
Stelo.	NA	*	NA	NS	NA	1.6	NA	+ 0.46
SI	***	***	**	**	7.1	8.9	+ 0.94	+ 0.90
Fuzz %	***	NA	NS	NA	8.3	NA	+ 0.90	NA

*, **, *** : Effects significant at 0.05, 0.01 and 0.001 level.

NS : Not significant at 0.05.

NA : Not applicable.

(1) : Diallel 1.

(2) : Diallel 2.

negligible for one trait only (Fuzz %) in diallel 1 and six (BS, HFFB, NVB, U.R., Micro, Stelo) in diallel 2.

The ratio GCA/SCA appeared very consistent for a given characteristic in both experiments. The highest ratio was obtained with Gin % (10.5 and 23.7) and the lowest with PFB (1.1 and 1.2). All the traits analysed could be divided into three main groups of similar GCA/SCA value :

- High GCA/SCA ratio (≥ 8) : Gin %, HFFB, Ha, SI, (Fuzz %)
- Moderate GCA/SCA (3-8) : FAF, NVB, FABS, U.R., Micro, BS
- Low GCA/SCA ratio (≤ 3) : 2.5 and 50 % S.L., PPP, PFB, (Stelo).

These results are in close agreement with other studies (MARANI, 1963 and 1968 ; EL ADL and MILLER, 1971 ; THOMPSON, 1971 ; BAKER and VERHALEN, 1975 ; CATELAND and SCHWENDIMAN, 1976 ; HAU and MERDINOGLU, 1982), which showed higher GCA effects for most characteristics. Important SCA effects were found for Gin % by EL ADL and MILLER only.

The correlations (r) between the parental value and their GCA are also given in Table 8. They tend to vary according to the importance of GCA in each trait. The highest figure was obtained with Gin % (+ 0.98) and the lowest with Stelo and PFB. In the case of Gin %, FABS, FAF and Ha the parents may be chosen on their own value which reflects a good internal equilibrium. However, it does not apply to the fibre properties, where the good genitors must be detected after testing their progenies.

In Table 9, the 16 cultivars are described according to their combining ability for specific characteristics. In diallel 1, none of the parents could transfer all favourable traits to their progenies. Cultivar U 563-19 was the best balanced parent. The local cultivars were unfavourable parents for fibre quality. IRMA 96 + 97 and Pan F3-575 were good genitors for ginning out-turn. PD 0109 improved ginning percentage, reduced growth habit, but it was rather neutral for the other traits. Acala 1517-E2 was a good genitor of earliness, reduced growth, bigger bolls and fibre uniformity. However, being unfavourable for important traits like ginning percentage and fibre length, it could not be used in a single hybrid.

In diallel 2, no parent was favourable for all traits. ISA 193-82 was the best balanced genitor. Chureza 83 was an interesting parent for agronomic traits and ginning percentage. Chilala 83 transferred the same weaknesses as Chilala 82 in diallel 1. IRMA 1243 was a good genitor for ginning percentage and fibre uniformity : it could be used in combination with earlier and more compact cultivars.

Although interesting for its reduced growth habit, 500 had a bad effect on technology. T 120-79, with the same genetical background as ISA 193-82, was a better genitor for productivity, equivalent for ginning percentage but inferior for earliness and seed size. The U.S. parent Acala SJC 1 was very similar to Acala 1517 E2 in diallel 1 (reduced growth habit, improved boll size, earliness and fibre uniformity), but it had less unfavourable action over productivity per plant, ginning percentage and fibre length. Deltapine 61 was only remarkable for low micronaire (fine or immature fibre).

Heterosis (Table 10)

In both diallels, the magnitude of heterosis for all traits was found to be very consistent.

Average heterosis over the mean parent reached 17.8 % (± 0.5) for PPP, 17 % (± 0.3) for PFB and 6.7 % (± 0.6) for BS. These results are in agreement with other studies (TURNER, 1953 ; MARANI, 1963 and 1968 ; RICHMOND, 1969 ; MEREDITH *et al.*, 1970 ; EL ADL and MILLER, 1971 ; THOMPSON, 1971 ; INNES, 1973 ; BAKER and VERHALEN, 1975) in which heterosis for yield and its components ranged from 10 to 30 %. When estimated from the crosses with significant SCA only (6 hybrids in diallel 1 and 8 in diallel 2), the level of heterosis over the mean parent or over the better parent rose to 40 and 25 % respectively for PPP. The most heterotic hybrids of diallel 1 (IRMA 96-97 \times U 563-19), and diallel 2 (Chureza 83 \times IRMA 1243) topped the better parent by 38.5 and 36.2 % respectively.

For all the other characteristics studied, average heterosis was almost negligible. It reached 2.8 % (± 0.2) in NVB, - 2.0 % (± 0.1) in FAF, - 1.2 % (± 0.3) in FABS, 1.5 % (± 1.1) in 2.5 % S.L. and 1.6 % (± 1.0) in SI.

TABLE 9

Favourable and unfavourable characteristics with significant GCA for each parent in both diallels.

Description des caractéristiques présentant une AGC statistiquement significative pour chacun des parents dans les deux diallèles.

Diallel 1 Parents	Favourable	Unfavourable
Chureza 82	Reduced plant height, earliness.	Boll size, fibre length and uniformity.
Chilala 82	Reduced plant height, earliness, seed index.	Fibre length, uniformity, high micronaire value, fuzz.
IRMA 96 + 97	Productivity, boll size, ginning percentage, maturity.	Vegetative growth, earliness, 2.5 % span length, high micronaire value, seed index.
Pan F3.575	Ginning percentage, 2.5 % span length, low micronaire value, fuzz.	Productivity, boll size, vegetative growth, earliness, uniformity, maturity, seed index.
L 231-24	Fibre length.	Earliness, ginning percentage.
U 563-19	Productivity, boll size, ginning percentage, 2.5 % span length.	—
PD 0109	Reduced plant height, ginning percentage.	—
Acala 1517 E2	Boll size, reduced plant height, earliness, uniformity, seed index.	Productivity, ginning percentage, 2.5 % span length.
Diallel 2 Parents	Favourable	Unfavourable
Chureza 83	Productivity, earliness, ginning percentage.	High micronaire values.
Chilala 83	Seed index.	Ginning percentage, fibre length, uniformity.
IRMA 1243	Ginning percentage, uniformity.	Vegetative growth, earliness, boll size, seed index.
500	Reduced plant height, earliness, seed index.	Ginning percentage, uniformity.
ISA 193-82	Ginning percentage, fibre length.	Vegetative growth.
T 120-79	Productivity, ginning percentage.	Vegetative growth, earliness, seed index.
Acala SJC 1	Reduced plant height, earliness, boll size, 50 % span length, seed index.	Ginning percentage.
Deltapine 61	Reduced plant height, low micronaire values.	Productivity, earliness.

TABLE 10
Results for Heterosis (*).
Hétérosis

Characters	All crosses			Crosses with significant S.C.A.					
	MP	(F1-MP)/MP %		MP	(F1-MP)/MP %		BP	(F1-BP)/BP %	
		(1)	(2)		(1)	(2)		(1)	(2)
PPP g	178	17.3	+ 39.4	177	+ 39.4	+ 37.0	195	+ 25.9	+ 24.9
PFB g	112	16.7	+ 17.3	109	+ 36.4	+ 35.1	120	+ 23.2	+ 24.4
BS g	4.92	7.2	+ 6.1	4.95	+ 14.9	+ 14.6	5.08	+ 11.7	+ 12.2
Ha cm	119	0.0	+ 1.3	117	+ 9.2	+ 10.6	129	+ 0.5	- 0.2
HFFB cm	21.3	0.6	- 0.8	21.7	+ 13.8	+ 12.8	23.6	+ 3.3	+ 4.7
NVB	2.77	3.0	+ 2.7	2.59	+ 24.7	+ 10.6	3.04	+ 13.1	- 11.9
FAF days	71.9	- 1.9	- 2.1	71.9	- 5.2	- 5.1	69.9	- 2.4	- 2.4
FABS days	135.9	- 0.9	- 1.5	136.6	- 2.9	- 3.1	134.9	- 2.0	- 1.3
Gin %	41.47	0.8	- 0.2	41.86	+ 3.6	+ 4.1	42.31	+ 1.4	+ 0.4
2.5 % S.L. mm	28.47	0.4	+ 2.6	28.44	+ 3.2	+ 6.5	28.92	+ 1.4	+ 4.8
50 % S.L. mm	13.85	- 0.1	+ 3.4	13.62	+ 6.0	+ 8.4	13.95	+ 3.3	+ 6.1
U.R. %	48.4	0.1	+ 0.8	48.4	+ 3.5	+ 4.0	49.5	+ 1.2	+ 1.9
Micro.	4.33	0.5	0.0	4.31	+ 9.2	+ 5.9	4.46	+ 5.3	+ 2.6
Stelo g/100	22.6	0.5	- 1.8	NA	NA	+ 3.4	NA	NA	+ 2.0
Sl g/100	10.22	0.6	+ 2.5	10.15	+ 6.3	+ 8.2	10.42	+ 4.2	+ 4.8
Fuzz %	10.4	- 12.1	- 4.6	NA	NA	NA	NA	NA	NA

(* MP = mean parent value (average 2 years).
F1 = cross value.
BP = better parent value (average 2 years).
(1) Diallel 1.
(2) Diallel 2.

The relative superiority of the heterozygote, estimated through earliness, decreased between FAF and FABS indicating, perhaps, that hybrid vigor was stronger during the early stages of growth.

Similar results were obtained in literature where no (micronaire and strength) to slight (1 to 4 % for fibre length) heterosis has been recorded in the fibre properties (MILLER and MARANI, 1963; MARANI, 1968; AL RAWI and KOHEL, 1969; THOMSON, 1971; BAKER and VERHALEN, 1975; CATELAND and SCHWENDIMAN, 1976; HAU and MERDINOGLU, 1982). However, some heterosis for Gin % was found by AL RAWI and KOHEL (1969), EL ADL and MILLER (1971), THOMSON (1971), BAKER and VERHALEN (1975), HAU and MERDINOGLU (1982).

Heritability (Table 11)

Among the various parameters which can be computed using HAYMAN'S (1954) model, of primary importance to the plant breeder is the heritability of characters undergoing selection.

When the analysis could be developed with no major disturbance, *i.e.* when $W_r - V_r$ tests as well as tests on the slope of the (V_r, W_r) regression $\neq 1$ were not significant, the values for heritability have been calculated as shown in Table 6. These appear relatively similar from one diallel to the other.

In a few cases (PPP, PFB, HFFB, Gin % and U.R.), part of the variation between the results might be

TABLE 11
Heritability results.
Héritabilité

Characters	Diallel 1			Diallel 2		
	So (1)	Range (2)	h^2 (3)	So (1)	Range (2)	h^2 (3)
PPP g	44.6	136-276	0.28	21.9	117-180	0.16
PFB g	22.6	99-166	0.15	10.2	81-108	0.11
BS g	0.26	4.1-5.1	0.29	0.27	4.6-5.4	0.18
Ha cm	13.7	100-144	0.48	19.9	86-135	0.47
HFFB cm	2.6	18-25	0.53	1.9	19-24	0.27
NVB	0.56	1.9-3.3	0.21	0.59	1.8-3.6	0.31
FAF days	2.5	63-71	0.40	2.8	71-80	0.33
FABS days	3.3	125-135	0.46	3.1	134-144	0.27
Gin. %	1.54	39.1-43.7	0.50	2.94	36.0-45.7	0.63
2.5 % L.S. mm	0.88	28.7-30.9	0.31	0.76	26.6-28.9	0.14
50 % L.S. mm	0.56	136-15.4	0.23	0.64	12.2-14.1	0.18
U.R.	1.68	46.8-52.6	0.45	1.32	45.6-49.0	0.16
Micro.	0.19	3.9-4.5	—	0.18	4.0-4.7	0.19
Stelo. g/tex	0.27	20.6-21.8	—	0.47	23.0-24.5	0.12
Sl g/100	0.66	9.3-10.9	0.49	0.63	9.2-11.0	—
Fuzz %	1.90	4.6-10.5	—	1.41	11.6-16.2	—

(1) Standard deviation of the parents.
(2) Extreme values among the parents.
(3) Heritability as average of $1/4 D / [1/4 (D + H_1 - F) + E]$ and $1/2 (D + H_1 - H_2 - F) / [1/2 (D + H_1 - F) - 1/4 H_2 + E]$ (MATHER & JINKS, 1974).

explained by the variability among the genitors : higher results being obtained with higher standard deviations. The range of variation, between the parents, for agronomic traits and Gin. % was significant, while, in contrast, the variation for fibre properties was relatively narrow.

In general, the results reflect the conclusions of the GRIFFING analysis. The characteristics displaying higher GCA/SCA ratios tend to be more heritable. In the group

of high heritability (0.4 to 0.65), are found Gin %, Ha, HFFB, while the low heritability group (0.1 to 0.2) includes PPP, PFB, 50 and 2.5 % S.L. The results given by other authors agree with these as far as Gin. % and the agronomic characteristics are concerned, but they differ for fibre properties which were generally found more heritable by AL RAWI and KOHEL (1970), VERHALEN and MURRAY (1970), INNES (1973), THOMSON (1973), CATELAND and SCHWENDIMAN (1976).

DISCUSSION

As the initial choice of parents was not done at random among a large number of Upland cotton varieties, conclusions can apply only for the set of varieties and crosses described. However, when some of the results agree with those obtained by several other authors, it seems relevant to extend these to the pool of varieties with the same genetical background as the ones tested.

In this context, it appears that :

— additive gene action is responsible for most of the genetic variability. Therefore, parents must be carefully chosen before crossing in order to maximise the genetical progress for the traits exhibiting high GCA/SCA ratios and *r* values (Gin %, HFFB, Ha, SI, earliness) (DEMARLY, 1977).

— in numerous cases, dominant or epistatic gene action

is not negligible. As part of the epistatic effects can be fixed in late generations, a selection of the best crosses based upon traits with low GCA/SCA ratios (PPP, PFB, fibre length) must follow (DEMARLY, 1977).

We have summarized in Table 12 the different situations relevant to this experiment and their implications on the breeding strategy. All the characteristics required are graded according to the value of each genetic parameter and the selection pressure applied accordingly.

Part of the hybrid vigor displayed by highly heterotic crosses could be recovered with the development of synthetic varieties when the level of natural outcrossing is sufficient. Such cultivars must be carefully balanced for technological characters. In addition, the multiplication phase must be evaluated accurately in order to prevent any genetical drift.

TABLE 12

Breeding strategy for each traits as a consequence to the magnitude of the genetic parameters calculated in the experiment.

Choix d'une stratégie de sélection selon les paramètres génétiques calculés pour chacun des caractères à améliorer

Traits	GCA effects	GCA/SCA ratio	Parent-GCA regression	Heritability	Breeding strategy
Ha, HFFB, Gin %, SI	high	high	high	high	<ul style="list-style-type: none"> • choice of genitors before crossing. • choice of genitors before crossing ; • choice of crosses.
BS, NVB, FAF, FABS, Micro	high	moderate	high	moderate	
U.R.	high	moderate	moderate	moderate	<ul style="list-style-type: none"> • choice of genitors before crossing and after evaluation of GCA ; • choice of crosses.
PPP, 2.5 and 50 % S.L.	high	low	moderate	low	<ul style="list-style-type: none"> • choice of genitors before crossing and after evaluation of GCA ; • mild choice of crosses ; • main choice in late generations ;
PFB, Stelo	moderate	low	moderate	low	<ul style="list-style-type: none"> • mild choice of crosses ; • main choice in late generations ;

CONCLUSION

These two diallel crossing programmes involved 16 genitors and 56 crosses. A total of 16 F1s, eight in each diallel, were selected following the procedure already described.

In diallel 1, most promising were the hybrids involving West African cultivars, with a particular reference to IRMA 96 + 97 by U 563-19 (high percentage of fibre, big bolls, good fibre length and uniformity, good maturity, moderate growth habit, good seed index and low fuzz percentage).

In diallel 2, the number of selected crosses including Zambian germplasm increased slightly from 2 to 3, reflecting the improvement of Chureza 83 over Chureza 82. Two hybrids were superior : Chureza 83 crossed with T 120-79 (high productivity, good ginning percentage, balanced fibre properties) and IRMA 1243 by ISA 193-82 (very high

ginning percentage, good fibre length and uniformity, good strength).

All the selected crosses will be exploited by the pedigree or the single seed descent methods selection, with special attention being paid to the variability of each cross, in F2 generation, which could not be predicted from the observation of the F1s. Simultaneously, more variability can be obtained by combining the best hybrids in another diallel scheme, as suggested by JENSEN (1970).

This second phase of crosses can then be followed by pure line selection and variety creation or/and by a recurrent selection with alternated phases of selfing and crossing. An improved population with high levels of favourable genes and large variability can thus be constituted and used as a source of breeding material.

REFERENCES

1. AL RAWI, K.M. ; KOHEL, R.J., 1969. — Diallel analysis of yield and other agronomic characters in *G. hirsutum* L. *Crop. Sci.*, 9, 779-783.
2. AL RAWI, K.M. ; KOHEL, R.J., 1970. — Inheritance of fibre properties in intervarietal diallel crosses of Upland cotton, *G. hirsutum* L. *Crop. Sci.*, 10, 82-85.
3. BAKER, J.L. ; VERHALEN, L.M., 1975. — Heterosis and combining ability for several agronomic and fibre components among selected lines of Upland cotton. *Cott. Gr. Rev.*, 52, 209-273.
4. CATELAND, B. ; SCHWENDIMAN, J., 1976. — Croisements dialèles entre variétés de cotonniers américains ou africains. Comportement de six caractéristiques de la fibre, approche des structures génétiques et implications possibles pour l'amélioration. *Cot. Fib. trop.*, 31, 3, 349-367.
5. DEMARLY, Y., 1977. — Génétique et amélioration des plantes. *Masson éd.*
6. EL ADL, A.M. ; MILLER, P.A., 1971. — Transgressive segregation and the nature of gene action for yield in an intervarietal cross of Upland cotton. *Crop Sci.*, 11, 381-384.
7. GRIFFING, B., 1956. — Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. *Aust. J. Biol. Sci.*, 9, 463-493.
8. HAU, B. ; MERDINOGLU, D., 1982. — Etude de huit lignées de *Gossypium hirsutum* dans un croisement dialèle. *Cot. Fib. trop.*, 37, 4, 365-378.
9. HAYMAN, B.I., 1954. — The analysis of variance of diallel tables. *Biometrics*, 10, 235-244.
10. INNES, N.L., 1973. — Selection for fibre characters in Upland cotton. *Cott. Gr. Rev.*, 50, 2, 101-105.
11. INNES, N.L., 1972. — Promising selections from intervarietal crosses at Namulonga. *Cott. Gr. Rev.*, 50, 4, 296-306.
12. JENSEN, N.F., 1970. — A diallel selective mating system for cereal breeding. *Crop Sci.*, 10, 629-635.
13. KOHEL, R.J. ; RICHMOND, T.R., 1969. — Evaluation of synthetic varieties of Upland cotton developed under two levels of natural outcrossing. *Crop Sci.*, 92-96.
14. MARANI, A., 1963. — Heterosis and combining ability for yield and components of yield in a diallel cross of two species of *Gossypium*. *Crop. Sci.*, 3, 552-555.
15. MARANI, A., 1968. — Inheritance of lint quality characteristics in intra specific crosses among varieties of *G. hirsutum* L. and *G. barbadense* L. *Crop Sci.*, 8, 26-28.
16. MARANI, A., 1968. — Heterosis and F2 performances in intra specific crosses among varieties of *G. hirsutum* L. and *G. barbadense* L. *Crop Sci.*, 8, 111-113.
17. MATHER, K. ; JINKS, L., 1974. — Biometrical Genetics. *Chapman & Hall ed.*
18. MEREDITH, W.R. Jr. ; BRIDGE, R.R. ; CHISM, J. F., 1970. — Relative performance of F1 and F2 hybrids from doubled haploids and their parent varieties in Upland cotton, *G. hirsutum* L. *Crop. Sci.*, 10, 295-298.
19. MILLER, R.A. ; MARANI, A., 1963. — Heterosis and combining ability in diallel crosses of Upland cotton, *G. hirsutum* L. *Crop. Sci.*, 3, 441-444.
20. SCHWENDIMAN, J. ; CATELAND, B., 1976. — Méthodologie pratique pour l'analyse d'un croisement dialèle. *I.R.C.T.*, doc. interne.
21. THOMSON, N.J., 1971. — Heterosis and combining ability of American and African cotton cultivars in a low altitude, under high yield conditions. *Austr. J. Agric. Res.*, 22, 759-770.
22. THOMSON, N.J., 1973. — Intravarietal variability and response to single plant selection in *G. hirsutum* L. *J. Agric. Sci. Camb.*, 80, 135-170.
23. TURNER, J.H., 1953. — A study of heterosis in Upland cotton. *Agron. J.* 45, 485-490.
24. VERHALEN, L.M. ; MURRAY, J.C., 1969. — A diallel analysis of several fibre property traits in Upland cotton (*G. hirsutum* L.) 11. *Crop Sci.*, 9, 311-315.
25. VERHALEN, L.M. ; MORRISON, W.C. ; AL RAWI, B.A. ; KWEE-KHONG FUN ; MURRAY, J.C., 1971. — A diallel analysis of several agronomic traits in Upland cotton (*G. hirsutum* L.). *Crop Sci.*, 92-96.
26. YOUNG, E.F. ; MURRAY, J.C., 1966. — Heterosis and inbreeding depression in diploid and tetraploid cottons. *Crop Sci.*, 6, 436-438.

Comportement de seize caractéristiques agronomiques ou technologiques chez deux croisements diallèles comprenant des variétés africaines et américaines de cotonnier Upland

J. Lançon

RÉSUMÉ

Deux croisements semi-diallèles comprenant 8 cultivars africains et américains de cotonnier Upland ont été effectués à la Station de Recherches de Magoye en Zambie.

L'aptitude à la combinaison, l'hétérosis et l'héritabilité de seize caractéristiques importantes ont été étudiés.

Les effets dus à l'aptitude générale à la combinaison sont forts et significatifs pour tous les caractères étudiés. Les effets dus à l'aptitude spécifique à la combinaison sont moins importants et négligeables pour le pourcentage de fibre, la hauteur de la première branche fructifère et la hauteur du plant.

Sur l'ensemble des croisements, l'hétérosis par rapport au parent moyen pour la production par plant et la taille des capsules est respectivement de 17,8 et 6,7 %. Pour les mêmes caractères, il s'élève à 25,4 et 12,0 % par rapport au meilleur parent, si l'on

ne considère que les croisements où l'aptitude à la combinaison est statistiquement significative.

De fortes héritabilités (0,40 à 0,65) ont été calculées pour le pourcentage de fibre, la hauteur du plant et la hauteur de la 1^{re} branche fructifère. De faibles héritabilités ont été mises en évidence pour la productivité par plant et la longueur de fibre. Les autres caractéristiques présentent des valeurs intermédiaires.

Dans les 56 croisements, 16 ont été choisis parmi lesquels trois semblent prometteurs : IRMA 96 + 97 (Cameroun) par U 563 - 19 (Côte-d'Ivoire), Chureza 83 (Zambie) par T 120 - 79 (Côte-d'Ivoire) et IRMA 1243 (Cameroun) par ISA 193 - 83 (Côte-d'Ivoire).

Des méthodes d'exploitation de la variabilité créée par ces diallèles sont proposées.

MOTS CLÉS : cotonnier Upland, *Gossypium hirsutum*, diallèle, aptitude à la combinaison, héritabilité, hétérosis, Zambie.

INTRODUCTION

En Zambie, le cotonnier est cultivé par un grand nombre de petits fermiers. Les exploitations ont en moyenne une surface de 1 à 1,5 ha avec des systèmes de culture utilisant le minimum d'intrants (pas d'engrais, pas d'herbicide). Les variétés cultivées actuellement, Chureza dans les Provinces du Sud et du Centre, Chilala à l'Est, sont plutôt bien adaptées à ces conditions. Elles ont été mises au point par un programme local de sélection et ont été diffusées en 1975.

Après 10 ans, leurs caractères technologiques sont devenus un peu obsolètes (rendement à l'égrenage et ténacité de fibre moyens, micronaire élevé). De plus, des mélanges survenus au cours des premiers stades de multiplication ont soulevé, en filature, des problèmes liés à l'hétérogénéité des caractéristiques de fibre.

Un vaste programme d'introduction de différents pays a débuté en 1980 et n'a pas réussi à fournir un matériel de remplacement tout à fait adapté. Un programme national

de sélection a donc été entrepris dans le but d'améliorer les variétés locales par sélection et hybridation.

La sélection pédigrée massale appliquée à la variété Chureza a conduit à une amélioration significative de la technologie (principalement rendement à l'égrenage et 2,5 % S.L.) et de la productivité.

Par ailleurs, des hybridations ont été multipliées entre des variétés généralement bien adaptées au pays et du matériel exotique d'origine géographique variée possédant des caractéristiques technologiques améliorées.

Ainsi, deux croisements diallèles 8 × 8 ont été réalisés et étudiés à la génération F1 pour :

- 1) déterminer la valeur du matériel mis en essai ;
- 2) évaluer le potentiel d'amélioration des caractères analysés ;
- 3) sélectionner précocement les croisements les plus prometteurs.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Dispositif expérimental

Les deux programmes de croisement diallèle ont été conduits à la station régionale de recherches de Magoye au cours des saisons 1982-1983 (diallèle 1) et 1983-1984 (diallèle 2).

Chaque diallèle met en jeu huit parents entre lesquels on effectue tous les croisements possibles. Les effets maternels apparaissant négligeables dans la littérature, les graines des hybrides réciproques sont mélangées. Elles sont semées

avec les parents, la saison suivant leur obtention, dans un dispositif en blocs de Fisher comportant quarante-quatre traitements (28 F1 et 8 parents doublés) avec 6 répétitions pour le diallèle 1 et 4 pour le diallèle 2.

Chaque parcelle comporte huit plants semés à l'espacement de 1 m sur la ligne et 0,9 m entre les lignes. Parmi ces huit plants, quatre sont choisis pour être observés. Les caractéristiques agronomiques des plants individuels permettent de calculer une valeur moyenne par parcelle qui est utilisée pour l'analyse statistique.

L'échantillon technologique provient de l'ensemble de la fibre récoltée sur ces quatre plants et analysée au National Council for Scientific Research Laboratory (Lusaka). Les aptitudes à la combinaison sont étudiées selon le modèle 1 de GRIFFING (1956) (effet génotypique et effet bloc considérés comme constants), situation 2 (parents fixés) méthode 2 (parents et un seul sens de croisement). Une analyse plus théorique, basée sur le modèle de HAYMAN, a également été réalisée pour estimer l'héritabilité. Les méthodes mathématiques ont été décrites par SCHWENDIMAN et CATELAND (1976).

Caractéristiques considérées

16 caractéristiques ont été analysées. Les définitions et les abréviations sont données ci-dessous :

PPP	Production de coton-graine par plant (g).
PFB	Production des branches fructifères par plant (g).
BS	Taille des capsules (g).
Ha	Hauteur du plant à la récolte (cm).
HFFB	Hauteur de la 1 ^{re} branche fructifère (cm).
NVB	Nombre de branches végétatives par plant.
FAF	Date moyenne d'apparition de la 1 ^{re} fleur (quand autant de fleurs qu'il y a de plants par parcelles ont été dénombrées, en jours après la levée).
FABS	Date moyenne d'ouverture de la 1 ^{re} capsule (comme ci-dessus).
Gin %	Pourcentage de fibre après égrenage au rouleau.
2,5 % S.L.	Longueur de fibre à 2,5 % (mm).
50 % S.L.	Longueur de fibre à 50 % (mm).
U.R.	Uniformité (50 % S.L./2,5 % S.L. exprimé en pourcentage).
Micro	Finesse mesurée au Micronaire.
Stélo	Résistance mesurée au Stéломètre (g/tex).
S.I.	Seed index (g/100 graines).

Fuzz % Pourcentage de linter sur la graine exprimé en pourcentage du poids de la graine vêtue.

Les parents

Chez le diallèle 1, les huit parents sont originaires de Zambie (2), Côte-d'Ivoire (2), U.S.A. (2), Cameroun et Tchad. Leur généalogie est résumée au tableau 1.

Pour le diallèle 2, la liste des parents avec leur généalogie est donnée au tableau 2. Deux sont originaires de Zambie, deux de Côte-d'Ivoire, deux des U.S.A., un du Cameroun et un du Zimbabwe. Les caractéristiques de ces parents, déterminées dans les conditions de notre essai (grand espacement), sont indiquées dans les tableaux 3 à 6. Si l'on considère les parents selon leur origine, plusieurs groupes peuvent être décrits :

Cultivars zambien	hauteur du plant modérée avec environ 2,5 branches végétatives, productivité du plant modérée à élevée, rendement à l'égrenage moyen à faible, propriétés de fibres moyennes à médiocres.
Cultivars ouest-africain	plants de grande taille avec 3 à 3,5 branches végétatives, floraison plutôt tardive, productivité variable, petites graines avec peu de linters, rendement à l'égrenage élevé, bonne longueur de fibre.
Cultivars H.A.R.	plants de grande taille avec 3 à 3,5 branches végétatives, productivité moyenne à élevée, rendement à l'égrenage moyen à élevé, bonnes propriétés de fibres.
Cultivars U.S.	plants courts à très courts avec 2 à 2,5 branches végétatives, productivité faible à très faible, floraison précoce, rendement à l'égrenage modéré à faible, longueur de fibre modérée avec bonne uniformité.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Effets génotypiques (tabl. 7)

Le nombre de répétitions diminue du diallèle 1 au diallèle 2. Les coefficients de variation restent presque identiques et le niveau de signification de chaque essai n'est pas affecté, la différence se situant dans la valeur de la p.p.d.s à 0,05 (tabl. 1 et 2). Dans 2 cas seulement, les effets génotypiques n'ont pas pu être détectés, pour le stéломètre dans le diallèle 1 et le pourcentage de linter dans le diallèle 2.

Aptitude à la combinaison (tabl. 8)

Les effets d'aptitude générale à la combinaison (AGC) sont hautement significatifs pour la plupart des caractères. Ils sont moins importants pour PFB et Stélo. L'importance de l'aptitude spécifique à la combinaison (ASC) est toujours inférieure à celle de l'AGC. Les effets ASC sont négligeables pour un caractère seulement (Fuzz %) dans le diallèle 1 et pour 6 (BS, HFFB, NVB, UR, Micro, Stélo) dans le diallèle 2.

Le rapport AGC/ASC apparaît très stable pour un caractère donné entre les deux essais. Le rapport le plus élevé est obtenu pour le rendement à l'égrenage (10,5 et 23,9) et le plus faible avec PFB (1,1 et 1,2). Tous les caractères analysés peuvent être répartis en 3 groupes selon la valeur du rapport AGC/ASC.

Rapport élevé (≥ 8) : Gin %, HFFB, Ha, SI, Fuzz %.
 Rapport moyen (3-8) : FAF, NVB, FABS, U.R., Micro, BS.
 Rapport faible (≤ 3) : 2,5 et 50 % S.L., PPP, PFB, Stélo.

Ces résultats concordent avec ceux d'autres études (MARANI, 1963 et 1968 ; EL ADL et MILLER, 1971 ; THOMPSON, 1971 ; BAKER et VERHALEN, 1975 ; CATELAND et SCHWENDIMAN, 1976 ; HAU et MERDINOGLU, 1982) qui ont montré la suprématie des effets d'AGC pour la plupart des caractéristiques. D'importants effets d'ASC n'ont été mis en évidence pour le rendement à l'égrenage que par EL ADL et MILLER.

Les corrélations (r) entre la valeur des parents et leur AGC sont également données au tableau 8. Elles ont tendance à varier selon l'importance de l'AGC dans l'expression du caractère. La valeur la plus élevée est obtenue avec Gin % et la plus faible avec Stélo et PFB. Dans le cas de Gin %, de FABS, FAF et Ha, les parents peuvent être choisis sur leur valeur propre qui reflète une bonne balance interne. Cependant, pour ce qui concerne les propriétés de fibre, les bons géniteurs doivent être détectés sur les performances de leurs descendances.

Les aptitudes à la combinaison des seize cultivars sont décrites au tableau 9 pour les caractères étudiés. Dans le

diallèle 1, aucun des parents ne peut réunir tous les caractères favorables dans sa descendance. La variété U 563-19 constitue le parent le plus équilibré. Les variétés cultivées localement ne sont pas des parents favorables pour la qualité de fibre. IRMA 96 + 97 et Pan F 3-575 constituent de bons géniteurs pour le rendement à l'égrenage. PD 0109 améliore le rendement égrenage, réduit le développement, mais semble sans effet sur les autres caractéristiques. Acala 1517-E2 est un bon géniteur pour la précocité, la réduction de port, la grosseur des capsules et l'uniformité des fibres. Cependant, étant défavorable pour des caractères importants, comme le rendement à l'égrenage et la longueur de fibre, il ne peut être utilisé dans un hybride simple.

Dans le diallèle 2, aucun parent n'est favorable pour tous les caractères. ISA 193-82 est le géniteur le mieux équilibré. Chureza 83 est un parent intéressant pour les caractères agronomiques et le rendement à l'égrenage. Chilala 83 transfère les mêmes faiblesses que Chilala 82 dans le diallèle 1. IRMA 1243 est un bon géniteur pour le rendement à l'égrenage et l'uniformité de fibres : il pourrait être utilisé en combinaison avec des cultivars plus précoces et à port plus ramassé.

Quoiqu'intéressant pour son port réduit, 500 a un effet néfaste sur la technologie. T 120-79, avec le même fonds génétique qu'ISA 193-82, est un meilleur géniteur pour la productivité, équivalent pour le rendement à l'égrenage, mais inférieur pour la précocité et la taille des graines. Le parent U.S. Acala SJC 1 est très voisin d'Acala 1517 E2 dans le diallèle 1 (développement réduit, capsules plus grosses, précocité et uniformité de fibre), mais il a un effet moins défavorable sur la productivité par plant, le rendement à l'égrenage et la longueur de fibre. Deltapine 61 se signale seulement pour son faible micronaire (fibre fine ou peu mûre).

Hétérosis (tabl. 10)

La comparaison des résultats obtenus dans les deux diallèles montre que l'amplitude de l'hétérosis pour tous les caractères reste semblable sur l'ensemble des croisements. L'hétérosis par rapport au parent moyen atteint 17,8 % ($\pm 0,5$) pour PPP, 17 % ($\pm 0,3$) pour PFB et 6,7 % ($\pm 0,6$) pour BS. Ces résultats sont en accord avec d'autres études (TURNER, 1953 ; MARANI, 1963 et 1968 ; RICHMOND, 1969 ; MEREDITH *et al.*, EL ADL et MILLER, 1971 ; THOMSON, 1971 ; INNES, 1973 ; BAKER et VERHALEN, 1975) dans lesquelles l'hétérosis pour le rendement et ses composantes se situe entre 10 et 30 %. Quand le niveau d'hétérosis par rapport au parent moyen ou par rapport au meilleur parent est estimé uniquement à partir des croisements à effet ASC significatif (six hybrides dans le diallèle 1 et 8 dans le diallèle 2), il s'élève respectivement à 40 et 25 % pour PPP. Les hybrides les plus hétérotiques du diallèle 1 (IRMA 96-97 \times U 563-19) et du diallèle 2 (Chureza 83 \times Irma 1243) dépassent le meilleur parent de 38,5 et 36,2 %.

Pour toutes les autres caractéristiques étudiées, l'hétérosis moyen est négligeable. Il atteint 2,8 % ($\pm 0,2$) pour NVB, - 2,0 % ($\pm 0,1$) pour FAF, - 1,2 % ($\pm 0,3$) pour FABS, 1,5 % ($\pm 1,1$) pour 2,5 % S.L. et 1,6 % ($\pm 1,01$) pour S.I.

La précocité de l'hétérozygote s'atténue entre FAF et FABS indiquant peut-être que la vigueur hybride est plus sensible durant les premiers stades de la croissance. Des résultats semblables ont été signalés dans la littérature où pas (micronaire et résistance) à peu d'hétérosis (1 à 4 % pour la longueur de fibre) a été rapporté pour les propriétés de fibre (MILLER et MARANI, 1963 ; MARANI, 1968 ; AL RAWI et KOHEL, 1969 ; THOMPSON, 1971 ; BAKER et VERHALEN, 1975 ; CATELAND et SCHWENDIMAN, 1976 ; HAU et MERDINOGLU, 1982). Cependant, un certain hétérosis pour le rendement à l'égrenage a été mis en évidence par AL RAWI et KOHEL (1969), EL ADL et MILLER (1971), THOMPSON (1971), BAKER et VERHALEN (1975), HAU et MERDINOGLU (1982).

Héritabilité (tabl. 11)

Parmi les différents paramètres qui peuvent être évalués en utilisant le modèle de HAYMAN, l'héritabilité est d'une importance primordiale pour le sélectionneur.

Lorsque les tests sur les quantités ($W_r - V_r$) et ceux portant sur la pente de la droite de régression (V_r , W_r) $\neq 1$ n'étaient pas significatifs, l'analyse a pu être poursuivie et les valeurs d'héritabilité ont été calculées et portées au tableau 6. Ces résultats apparaissent cohérents d'un diallèle à l'autre.

Dans certains cas (PPP, PFB, HFFB, Gin % et U.R.), les différences apparaissant pour un même caractère d'une année sur l'autre peuvent s'expliquer par la variabilité entre géniteurs, des héritabilités plus élevées étant obtenues avec des géniteurs dissemblables entre eux. L'étendue de la variation entre les parents pour les caractères agronomiques et le rendement à l'égrenage mesurée par leur écart-type est forte. Elle est moins nette pour les propriétés de la fibre.

En général, les résultats obtenus rejoignent les conclusions de l'analyse de GRIFFING. Les caractères pour lesquels les rapports AGC/ASC se sont montrés plus élevés ont tendance à être plus héréditaires. Dans le groupe à héritabilité forte (0,40 à 0,65), on trouve rendement à l'égrenage, Ha, HFFB tandis que le groupe à héritabilité faible comprend PPP, PFB, 50 et 2,5 % S.L. Les résultats donnés par d'autres auteurs concordent avec les nôtres en ce qui concerne le rendement à l'égrenage et les caractères agronomiques, mais ils diffèrent pour les propriétés de fibres qui sont considérées comme plus héréditaires par AL RAWI et KOHEL (1970), VERHALEN et MURRAY (1970), INNES (1973), THOMPSON (1973), CATELAND et SCHWENDIMAN (1976).

DISCUSSION

Comme les parents n'ont pas été tirés au hasard parmi un grand nombre de variétés de cotonniers Upland, les conclusions ne peuvent s'appliquer qu'aux variétés et croisements décrits. Cependant, lorsque les résultats concordent avec ceux obtenus par d'autres auteurs, il semble pertinent de les étendre à l'ensemble des variétés ayant le même fonds génétique que les variétés testées.

Dans ce contexte, il apparaît que :

— l'action additive des gènes est responsable de la plus grande partie de la variabilité génétique. Les parents doivent donc être soigneusement choisis avant le croisement

de façon à maximiser le progrès génétique pour les caractères montrant des rapports AGC/ASC et des valeurs de r élevées (Gin %, HFFB, Ha, SI, précocité) (DEMARLY, 1977).

— dans de nombreux cas, les effets de dominance ou d'épistasie ne sont pas négligeables. Etant donné qu'une partie des effets épistatiques peut être fixée dans les dernières générations, une sélection des meilleurs croisements peut être exercée pour des caractères à faible rapport AGC/ASC (PPP, PFB, longueur de fibre) (DEMARLY, 1977).

Nous avons résumé dans le tableau 12 les différentes situations rencontrées dans cet essai et décrit leurs implications dans la mise en œuvre d'une stratégie de sélection. Tous les caractères étudiés sont classés selon la valeur de chaque paramètre génétique et la pression de sélection appliquée en conséquence.

CONCLUSION

Les deux programmes de croisements diallèles réalisés comportaient 16 géniteurs et 56 croisements. Un total de 16 F1, 8 pour chaque diallèle, a été choisi en suivant la méthode décrite précédemment.

Dans le diallèle 1, les hybrides les plus prometteurs comprennent des cultivars ouest-africains, en particulier l'hybride IRMA (96 + 97) × U 563-19 (pourcentage de fibres élevé, grosses capsules, bonne longueur et uniformité de fibre, bonne maturité, croissance modérée, bon seed-index et faible taux de linter).

Dans le diallèle 2, le nombre de croisements choisis comprenant un parent local s'est légèrement accru, de 2 à 3, traduisant l'amélioration de Chureza 83 par rapport à Chureza 82. Deux hybrides se montrent supérieurs : Chureza 83 croisé avec T 120-79 (productivité élevée, bon rendement à l'égrenage, propriétés de fibres équilibrées) et

Une partie de la vigueur hybride apparue dans les croisements hétérotiques pourrait être récupérée avec le développement de variétés synthétiques lorsque le niveau d'allogamie est suffisant.

IRMA 1243 par ISA 193-82 (rendement à l'égrenage très élevé, bonne longueur de fibre et uniformité, bonne résistance).

Tous les croisements choisis seront exploités selon les méthodes de sélection généalogique ou s.s.d. (filiation unipare), une attention spéciale étant portée à la variabilité en F2 qui n'a pu être prévue par l'observation de la F1. Simultanément, une plus grande variabilité pourra être obtenue en combinant les meilleurs hybrides dans un autre programme diallèle, comme le suggère JENSEN (1970).

Cette seconde phase de croisement pourra être suivie par la sélection de lignées pures et la création variétale ou/et par une sélection récurrente réunissant des phases successives d'auto-fécondation et de croisements. Une population améliorée avec de hauts niveaux de gènes favorables et une grande variabilité peut ainsi être constituée et utilisée comme source de matériel de sélection.

RESUMEN

Dos cruzamientos semi dialelos incluyendo cada uno 8 variedades africanas y americanas del algodónero Upland fueron efectuadas en la Estación de Investigaciones de Magoye en Zambia.

La aptitud para la combinación, el heterosis y la heredabilidad de 16 características importantes fueron estudiadas.

Los efectos debidos a la aptitud general para la combinación son fuertes y significativos para todos los caracteres estudiados. Los efectos debidos a la aptitud específica para la combinación son menos fuertes y despreciables para el porcentaje de fibra, la altura de la primera rama fructífera y la altura de la planta.

En comparación con el genitor medio para la producción por planta y el tamaño de las cápsulas, el heterosis es respectivamente de 17,8 y 6,7 % para todos los cruzamientos. Sube a 25,4 y 12,0 % en comparación con el mejor genitor para los mismos

caracteres, si se considera solamente los cruzamientos donde la aptitud para la combinación es estadísticamente significativa.

Heredabilidades elevadas (0,40 a 0,65) fueron calculadas para el porcentaje de fibra, la altura de la planta y la altura de la primera rama fructífera. Heredabilidades bajas fueron observadas para la productividad por planta y la longitud de la fibra. Las otras características presentan valores intermedias.

De los 56 cruzamientos, 16 fueron escogidos entre los cuales 3 parecen prometedores :

IRMA 96 + 97 (Camerún) por U 563-19 (Costa de Marfil), Chureza 83 (Zambia) por T 120-79 (Costa de Marfil) e IRMA 1243 (Camerún) por ISA 193-82 (Costa de Marfil).

Métodos de explotación de la variabilidad creada por estos dialelos estan propuestos.