

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
Cooperación Técnica Alemana (GTZ)

Estación Experimental Chaco Central
(EECC)

INFORME ANUAL 1992

EXPERIMENTOS DE MANEJO DE SUELOS Y ABONOS VERDES DE VERANO

Sección Fitotécnia

Responsables: Alfredo Ledesma
Rolf Derpsch

Corresponsables: Frieder Eitzen
Rainer Dürksen

Colaboradores: Heinz Gerhard Dück
Hans Winkler
Luis Alberto Cáceres
Ramon Espinola
Reinaldo Espinola
Luciano Avalos

Cruce Loma Plata, Mayo 1993

COLECCION DE ABONOS VERDES DE VERANO

INTRODUCCION

El Chaco Central paraguayo presenta por sus condiciones de clima y suelo un ecosistema frágil que mal manejado puede sufrir daños irreversibles. La agricultura en la región se viene practicando desde aproximadamente unos 60 años. Hoy, unos de sus principales cultivos, el maní, con aproximadamente 4 a 5 mil hectáreas/año sembrados sobre regosoles, denominada en la región como "suelo de campo" sufre una constante disminución de rendimiento debido al empobrecimiento del suelo principalmente por efectos del monocultivo, por una labranza inadecuada y la ocurrencia de la erosión eólica.

Después de la cosecha del maní efectuada en los meses de enero, febrero, marzo, se realizan sucesivas pasadas de rastra de discos (4-8 en total) dejando el suelo desnudo. El barbecho descubierto del maní es coincidente con la época más seca del año y de mayor intensidad de vientos en la región, quedando expuesta libremente a los efectos de la erosión eólica.

Por ello, se buscan especies de abonos verdes adaptadas a las condiciones de clima y suelo de la región que puedan ser sembrados después de maní y algodón, que, aparte de los múltiples beneficios aportados por la incorporación de los abonos verdes al suelo, puedan conseguir una cobertura protectora que permita disminuir el número de operaciones de preparación del suelo en invierno evitando así la erosión y consecuente degradación. De esta forma se podrá desarrollar una agricultura sostenible.

MATERIALES Y METODOS

Fué conducida y evaluada una Colección de Abonos Verdes de Verano en la Localidad de Isla Poí - Loma Plata, Dpto. de Boquerón, sembrada después de maní en fecha 24 de febrero de 1992 sobre suelo de "campo" arenoso.

Se trabajó sobre un total de 30 especies sembradas manualmente en parcelas de 9 m² con 45 cm. de separación entre hileras y en dos repeticiones.

No se realizó ningún trato cultural para que el abono verde compita libremente con las malezas, evitando costos de cualquier naturaleza. El área experimental presentaba una infestación extremadamente alta de *Digitaria sanguinalis*.

Las especies evaluadas y las densidades de siembra se encuentran en el cuadro 1.

Cuadro 1

Colección de Abonos Verdes de Verano

Siembra 24.2.1992, después de maní

Campo Experimental Isla Poí

N°	Espece/Tratamiento	Cant. de sem.	
	Nombre común	Nombre científico	Kg/ha
1	Mucuna ceniza	Mucuna pruriens	90
2	Mucuna enana	Mucuna pruriens	84
3	Canavalia sem. blanca	Canavalia ensiformis	90
4	Lablab sem. blanca	Lablab purpureus	45
5	Lablab sem. negra	Lablab purpureus	50
6	Lablab sem. marrón	Lablab purpureus	50
7	Clitoria (IAN)	Clitoria ternatea	50
8	Calopogonio	Calopogonio mucunoides	10
9	Poroto tupí	Vigna unguiculata	32
10	Poroto Var. local (Chaco)	Vigna unguiculata	32
11	Poroto V. Caloona forrajero	Vigna unguiculata	30
12	Crotalaria juncea	Crotalaria juncea	49
13	Crotalaria paulinea	Crotalaria paulinea	45
14	Crotalaria striata	Crotalaria striata	49
15	Crotalaria mucronata	Crotalaria mucronata	45
16	Cajanus Var. Nuclear 3	Cajanus cajan	34
17	Cajanus Var. Gramado	Cajanus cajan	28
18	Cajanus Var. Granífero Rojo	Cajanus cajan	35
19	Tephrosia	Tephrosia tunicata	20
20	Macroptilium	Macroptilium latiroides	15
21	Mungo Var. IAPAR	Phaseolus aureus	30
22	Mungo forrajero	Vigna radiata	30
23	Kudzú	Puereria phaseoloides	45
24	Indigófera	Indigófera hirsuta	45
25	Siratro	Macroptilium atropurpureum	20
26	Girasol	Heliantus annuus	25
27	Sorgo forrajero Var. Fredi	Sorghum bicolor	15
28	Maíz Guaraní V.312	Zea maíz	17
29	Sésamo Var. local (Chaco)	Sesamun indicum	5
30	Tártago Var. local (Chaco)	Ricinus communis	20

Cuadro 2

Datos climáticos básicos de Loma Plata - Chaco Central
(Valores del año 1992)

Meses	Temperatura °C (del aire)					Humedad. Relativa. (%)	Precipitación (mm)	Veloc. del Viento (m/seg)		Duración de la Radiación Solar Horas
	Media	Media Máx.	Media Mín.	Máx. Absoluta	Mín. Absoluta			Media *	15:00 Horas	
En.	28,1	33,9	21,3	39,5	13,0	65	170,6	2,5	2,6	251,4
Feb.	28,5	32,9	22,7	37,9	25,3	71	176,2	2,7	3,3	225,1
Mar.	26,7	31,6	21,3	36,4	16,5	73	150,4	2,7	3,3	202,5
Abr.	23,9	28,5	18,8	34,0	11,5	77	93,1	2,6	3,1	164,6
May.	21,9	24,1	18,6	32,0	9,9	83	70,3	3,0	3,6	89,8
Jun.	21,1	26,2	18,3	32,0	9,0	77	107,0	3,6	4,5	121,7
Jul.	15,3	21,3	9,8	30,0	0,8	71	24,6	2,8	3,6	164,3
Ag.	19,4	26,0	13,1	36,7	3,7	67	28,7	3,1	3,8	165,1
Sep.	21,6	26,6	16,1	35,4	9,3	61	151,8	3,5	4,2	155,7
Oct.	25,0	30,7	19,4	37,4	11,5	71	106,0	3,8	4,5	198,9
Nov.	25,7	32,0	19,5	37,0	11,1	66	91,6	3,5	4,5	239,2
Dic.	28,4	33,9	22,0	37,4	17,5	69,2	139,8	3,2	3,9	234,7
Media	23,8	29,0	18,4			70,9		3,1	3,7	
Total							1310,1			2212,8

Fuente: Compilación propia a partir de los datos meteorológicos de la Escuela Agrícola de Loma Plata.

Obs: * Velocidad media basada en 4 mediciones diarias.

Los datos climáticos registrados en el período de observación se presentan en el cuadro 2. Es necesario resaltar que el total de lluvias del año superó los 1300 mm, siendo que normalmente la precipitación total anual llega a solo 840 mm.

Los parámetros evaluados fueron: grado de cobertura del suelo, altura, grado de infestación de malezas, incidencias de plagas y enfermedades, floración y maduración.

A travez de lecturas semanales se cuantificó el crecimiento en altura (cm), índice de cobertura promovido por éstas (en %), la ocurrencia de plagas y enfermedades (notas 1 a 5) y la infestación de malezas (notas 1 a 5).

Fueron evaluadas también la masa verde y materia seca de las diferentes especies a travez de cortes de 1 m² en dos épocas efectuadas en 10.06 y 7.07 de 1992.

El 20 de julio fué efectuada el corte definitivo de las plantas en una repetición permaneciendo los residuos protegiendo la superficie, siendo que la segunda fué dejada crecer hasta el mes de setiembre con miras a seguir realizando algunas observaciones sobre su desarrollo y principalmente para medir y comparar la humedad del suelo en ambas situaciones.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Nodulación

En el análisis de nodulación, a pesar de no haberse realizado inoculación el 70 % de las leguminosas presentaban nódulos. Esta observación se realizó un tanto tardío por lo cual se hace necesario nuevos estudios más profundos para obtener informaciones más precisas, debido a que se ha observado que en el Chaco, algunas leguminosas como el lablab no producen nódulos fijadoras de nitrógeno (Glatzle 1991).

El resultado de la nodulación se presenta en el cuadro 3.

Cuadro 3

Colección de abonos verdes de verano

Nodulación de leguminosas

Siembra 24.2.1992, después de maní

Fecha de muestreo: 13.7.92

Campo Experimental de Isla Pof

No	Especie	Abonos Verdes			
		Nodulación	Color	Distribución	Cantidad
1	Mucuna ceniza	sí	-	-	-
2	Mucuna enana	-	-	-	-
3	Canavalia sem. blanca	no	-	-	-
4	Lablab sem. blanca	no	-	-	-
5	Lablab sem. negra	sí	rosado	laterales	pocas
6	Lablab sem. marrón	no	-	-	-
7	Clitoria (IAN)	sí	rosado	laterales	muchas
8	Calopogonio	sí	verde	-	muchas
9	Poroto tupí	sí	blanco	princ. y lateral	medio
10	Poroto var. local	sí	ya perdió	-	-
11	Poroto var. Caloona	sí	blanco	princ. y lateral	-
12	Crotolaria juncea	sí	-	-	pocas
13	Crot. paulinae	sí	verde	laterales	pocas
14	Crot. striata	sí	blan. o rosado	laterales	muchas
15	Crot. mucronata	sí	rosado	lateral	medio
16	Cajanus Nuclear 3	no	-	-	-
17	Cajanus Gramado	sí	-	lateral	pocas
18	Cajanus Gran. Rojo	sí	ya perdió	lateral	muchas
19	Tephrosia	no	-	-	-
20	Frijol de monte	no	-	-	-
21	Mungo Var. IAPAR	sí	-	-	-
22	Mungo forrajero	sí	blanco	princ. y lateral	muchas
23	Kudzu	sí	rosado	princ. y lateral	muchas
24	Indigófera	no	-	-	-
25	Síratro	sí	-	-	pocas

2. Producción de masa verde y masa seca

Los datos de masa verde y seca se presentan en el cuadro 4.

En él se puede observar que las especies que produjeron mayor cantidad de masa seca superando los 4500 kg/ha en el primer corte en fecha 10.6.1992 son: *Crotalaria juncea*, *Sorgo Fredy*, *Girasol*, *Mungo forrajero*, *Poroto local*, *Mucuna ceniza*, *Crotalaria mucronata*, *Lablab sem. negra*, *Canavalia sem. blanca*, *Poroto tupí*, *Mungo IAPAR*, *Lablab local*, *Cajanus Gramado* y el *Poroto forrajero*.

En el segundo corte del 7.7.1992, las especies que más masa seca produjeron superando los 5000 Kg/ha fueron: *Crotalaria mucronata*, *Crotalaria juncea*, *Mucuna ceniza*, *Cajanus Gran. Rojo*, *Lablab semilla negra*, *Poroto tupí*, *Sorgo Fredy*, *Canavalia sem. blanca* y *Lablab sem. blanca*. El *poroto local* y el *Mungo forrajero* en este corte presentaron menor masa seca por fin de ciclo, la diferencia fué más notoria en el *Mungo*.

3. Enfermedades y plagas

No se notó un ataque severo de plagas y enfermedades en el ensayo a excepción en las *Crotalarias* que fueron atacadas por la lagarta *Utetheisa ornatix*, ocasionando ligeros daños a las *Crotalarias* (*striata*, *paulínea* y *mucronata*), y no así a la *juncea* quien presentó más resistencia.

4. Cobertura del suelo

En lo referente a la cobertura del suelo, las especies que a las 9 semanas después de la siembra presentaron una cobertura superior al 70 % fueron: *Mucuna ceniza*, *Lablab* (sem. blanca, negra y marrón), *Porotos* (tupí, local y forrajero), *Crotalaria juncea*, *Frijol de Monte*, *Mungo IAPAR* y forrajero, y el *Girasol*.

La *Crotalaria juncea*, *Mucuna ceniza*, *Lablab marrón* y *Poroto local* presentaron un desarrollo inicial rápido y excepto el *Poroto local*, mantuvieron buena cobertura llegado a un tope en el momento del corte. El *cajanus* tuvo un desarrollo inicial lento pero posteriormente se sobrepuso a la maleza llegando a ofrecer excelente cobertura hasta el momento del corte, (Fig. 1). Una cobertura relativamente baja se puede observar en el caso del *sorgo Fredy*, lo que probablemente se deba a una muy baja densidad de siembra de 15 Kg/ha. Por eso en experiencias futuras se deberán utilizar 30 Kg/ha de semilla. Conviene resaltar que una cobertura del suelo de 60% o más, ya ofrece una buena protección del suelo contra la erosión eólica. Sin embargo el sombreamiento del suelo también es un aspecto importante y se deberá dar preferencia a los abonos verdes de mayor porcentaje de cobertura.

Cuadro 4

Colección de Abonos verdes de verano

Rendimiento de Masa Verde y Materia Seca

Siembra 24.2.1992, después de mani

Corte 10.6.1992

Campo Experimental de Isla Pof

No	Especie	Abonos Verdes		Malezas	
		MV (kg/ha)	MS (kg/ha)	MV (kg/ha)	MS (kg/ha)
1	Mucuna ceniza	22.200	5.670	0	0
2	Mucuna enana *	-	-	13.900	3.040
3	Canavalia sem. blanca	22.800	4.950	2.040	950
4	Lablab sem. blanca	26.100	4.130	0	0
5	Lablab sem. negra	23.900	5110	0	0
6	Lablab sem. marrón	27.900	4.020	0	0
7	Clitoria (IAN)	9.800	2.090	3.200	1.140
8	Calopogonio	2.350	580	11.200	3.500
9	Poroto tupí	26.200	4.810	1.650	620
10	Poroto var. local	35.300	5.890	580	410
11	Poroto forrajero	17.900	4.620	1.580	670
12	Crotolaria juncea	25.700	7.850	790	280
13	Crot. paulina	18.400	3.200	3.800	1.910
14	Crot. striata	18.500	3.760	3.600	1.800
15	Crot. mucronata	23.700	5.400	2.240	1.720
16	Cajanus Nuclear 3	15.000	4.180	3.330	2.680
17	Cajanus Gramado	16.400	4.730	940	780
18	Cajanus Gran. Rojo	14.500	4.340	1.500	940
19	Tephrosia	-	-	-	-
20	Frijol de monte	24.600	2.740	960	790
21	Mungo Var. IAPAR *	18.900	4.800	5.380	1.290
22	Mungo forrajero *	23.100	5.920	3.040	720
23	Kudzu	-	-	-	-
24	Indigófera	5.400	1.400	6.300	1.950
25	Siratro	10.400	1.830	3.500	1.470
26	Girasol *	41.800	6.610	4.700	1.010
27	Sorgo Fredi *	24.200	7.120	6.650	1.600
28	Maíz Guaraní var. 312 *	14.200	3.720	10.500	2.350
29	Sésamo var. local *	20.300	3.940	9.300	1.890
30	Tártago var. local	6.800	1.900	8.500	3.930
31	Malezas (Centro) *	-	-	13.600	3.570

(*) Corte 11.5.1992

Cuadro 5

Colección de abonos verdes de verano

Rendimiento de masa verde y materia seca

Siembra 24.2.1992, después de maní

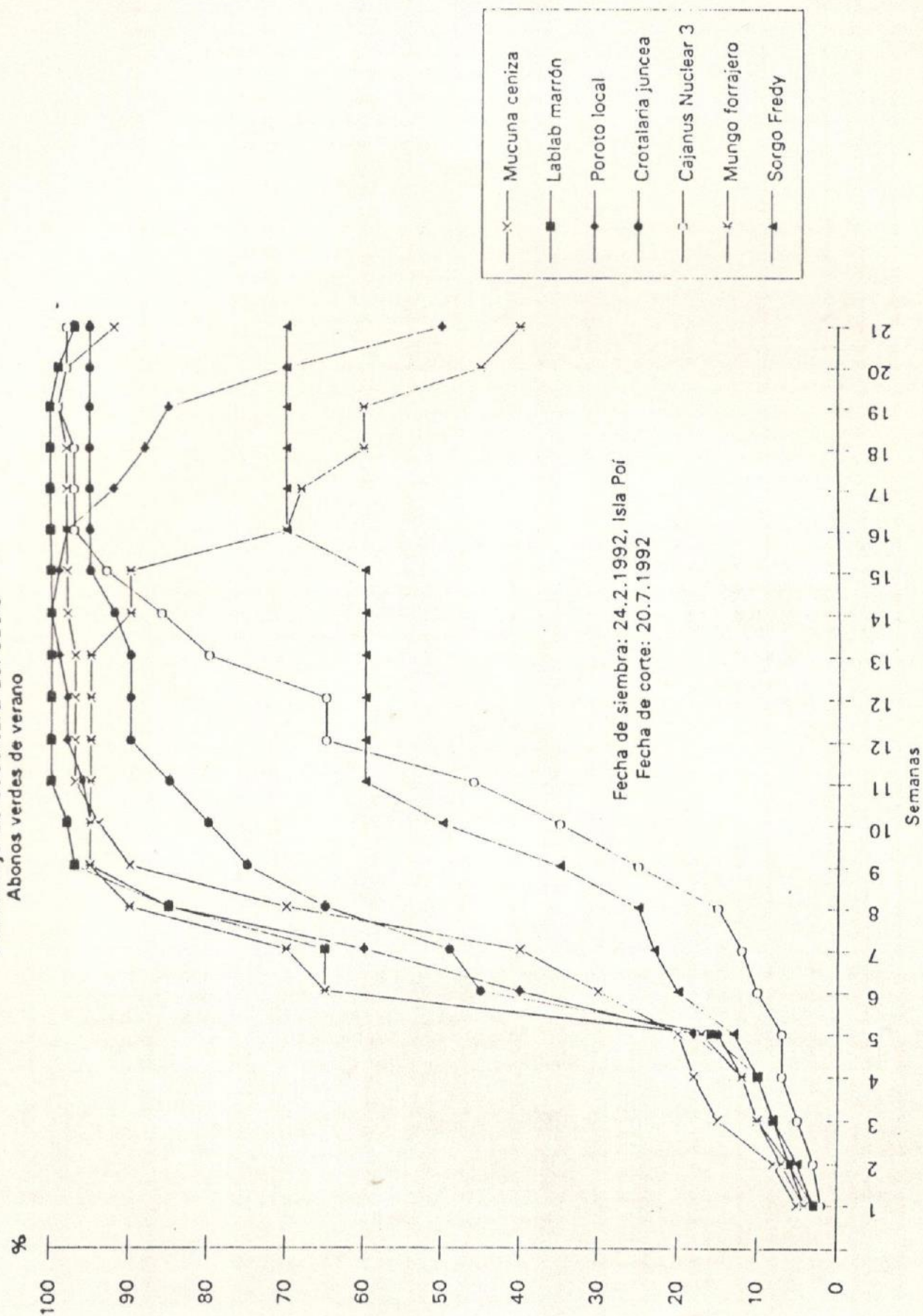
Corte 7.7.1992

Campo Experimental de Isla Pof

No	Especie	Abonos Verdes		Malezas	
		MV (kg/ha)	MS (kg/ha)	MV (kg/ha)	MS (kg/ha)
1	Mucuna ceniza	38.000	7.400	-	-
2	Mucuna enana	-	-	-	-
3	Canavalia sem. blanca	28.500	5.430	-	-
4	Lablab sem. blanca	22.900	5.200	-	-
5	Lablab sem. negra	31.800	6.990	-	-
6	Lablab sem. marrón	24.600	4.380	-	-
7	Clitoria (IAN)	16.400	3.530	-	-
8	Calopogonio	5.400	1.500	-	-
9	Poroto tupí	23.500	6.710	-	-
10	Poroto var. local	17.400	4.960	-	-
11	Poroto forrajero	3.400	1.920	-	-
12	Crotalaria juncea	27.400	9.520	-	-
13	Crot. paulinea	14.000	2.180	-	-
14	Crot. striata	21.200	4.310	-	-
15	Crot. mucronata	43.200	9.910	-	-
16	Cajanus Nuclear 3	17.000	4.890	-	-
17	Cajanus Gramado	18.800	4.990	-	-
18	Cajanus Gran. Rojo	25.700	7.300	-	-
19	Tephrosia	-	-	-	-
20	Frijol de monte	23.000	4.680	-	-
21	Mungo Var. IAPAR	8.800	2.560	-	-
22	Mungo forrajero	4.000	1.220	-	-
23	Kudzu	1.600	430	-	-
24	Indigófera	-	-	-	-
25	Síratro	9.400	2.850	-	-
26	Girasol	1.300	1.120	-	-
27	Sorgo Fredi	21.800	6.600	-	-
28	Maíz Guaraní var. 312	10.200	6.810	-	-
29	Sésamo var. local	9.000	2.620	-	-
30	Tártago var. local	20.800	3.240	-	-
31	Malezas (Centro)	-	-	-	-

Figura 1

Porcentaje de cobertura del suelo
Abonos verdes de verano



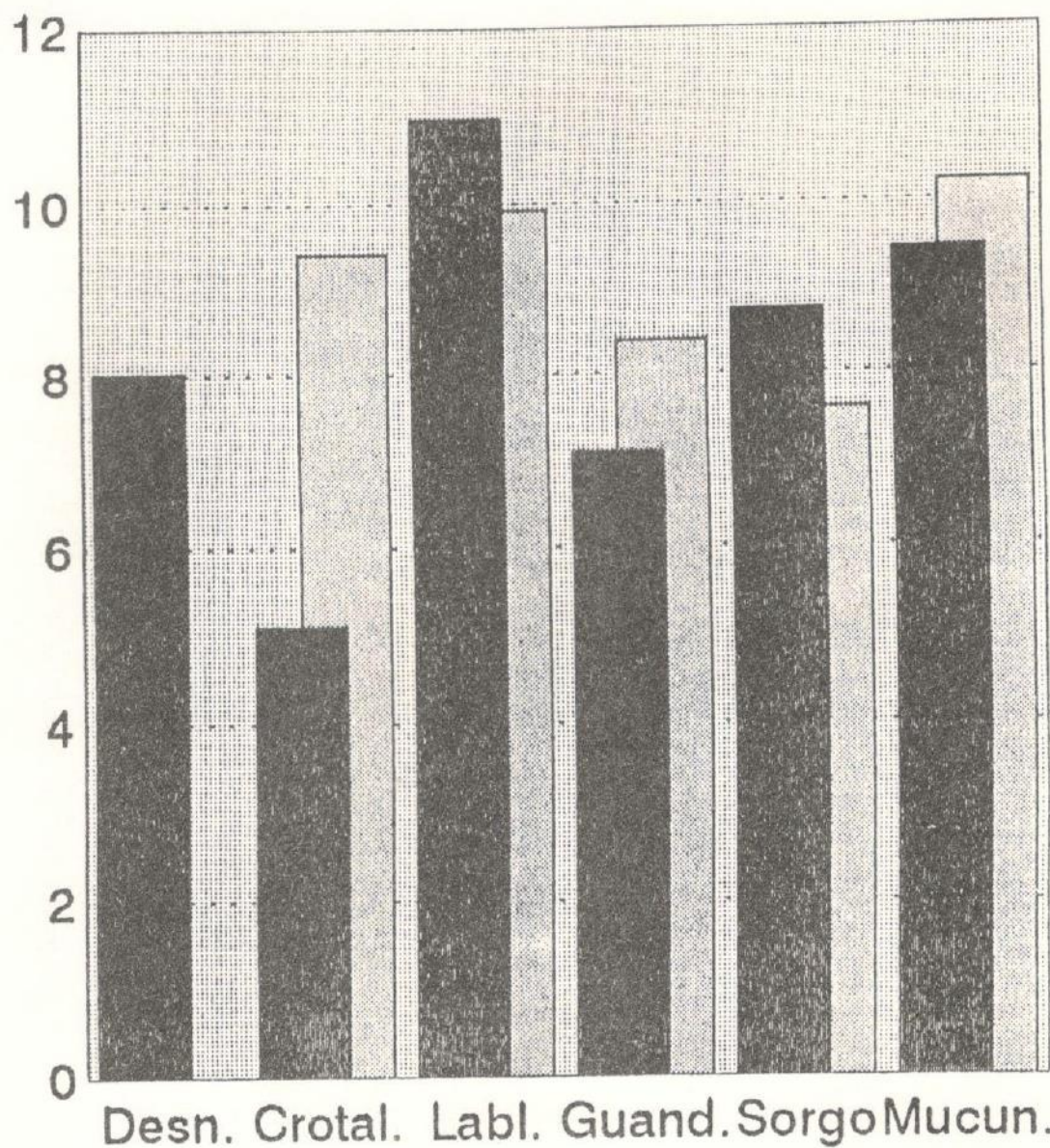
5. Influencia de los abonos verdes sobre la humedad del suelo

Durante los meses de agosto y septiembre fueron realizadas en el campo experimental de Isla Pof mediciones de humedad del suelo, comparándose el suelo desnudo, preparado, con suelo cubierto por abonos verdes en crecimiento (No cortado) o por sus residuos (Cortado). Los resultados muestran (ver figura 2), que el suelo bajo *Crotalaria juncea* en crecimiento presentaba apenas 5,11 % de humedad contra 8,03 % de humedad bajo suelo preparado, desnudo. Sin embargo, bajo *crotalaria* cortada, donde los residuos de la planta protegen el suelo de la evaporación, la humedad alcanzó 9,43 %. Esto muestra la importancia de cortar la *crotalaria* tan luego comience el periodo de la sequía, pues la planta en crecimiento extrae demasiado agua del suelo, lo que, bajo las condiciones del Chaco semiárido, puede resultar en un déficit hídrico para el próximo cultivo comercial. Resalta en el estudio el comportamiento del lablab y de la mucuna, que tanto cortados como no cortados presentan los valores más altos de humedad del suelo hasta 1 m de profundidad.

Esto muestra que algunas especies de abonos verdes en crecimiento son bastantes eficientes en mantener la humedad del suelo en la época invernal y que no es necesario mantener el suelo desnudo (práctica actual) para conseguir ese objetivo. Sin embargo es necesario resaltar que estos resultados fueron obtenidos en un año con una precipitación bastante superior a la normal. Es por lo tanto necesario repetir las mediciones en año más seco.

Fig.2 Humedad del suelo (%)

Isla Poí (0 - 100 cm). Corte de los abonos verdes en 20.7.92



No cort. 	8,03	5,11	10,95	7,09	8,75	9,46
Cortado 		9,43	9,92	8,38	7,59	10,21

Promedio de 3 mediciones en 11.08; 25.08 y 8.09.1992
Desn. = Suelo desnudo, preparado, sin vegetación.

CONCLUSIONES

1. Las especies de abonos verdes que presentaron con 9 semanas mayor agresividad consiguiendo rápidamente una cobertura de suelo $>$ a 70% fueron: *Mucuna* ceniza, *Dolichos lablab* (semilla blanca, negra y marrón), Frijol de monte, Mungo (IAPAR y forrajero), *Crotalaria juncea*, Poroto (local, tupí y forrajero), *Canavalia* y Girasol.

2. Estas mismas especies compiten muy bien con *Digitaria sanguinalis*, la maleza predominante del experimento que inhibió el desarrollo de *Calopogonio*, *Indigófera*, Tártago y Maiz, y prácticamente ahogó a la *Tephrosia* y el Kudzú.

3. Los abonos verdes con el mayor rendimiento de materia seca fueron: *Crotalaria juncea* (7.850 Kg/ha), Sorgo Fredy (7.120 Kg/ha), Girasol (6.610 Kg/ha), Mungo forrajero (5.920 Kg/ha), Poroto local (5.890 Kg/ha), *Mucuna* ceniza (5.670 Kg/ha), *Crotalaria mucronata* (5.400 Kg/ha), *Lablab* sem. negra (5.110 Kg/ha), Mungo IAPAR (5.010 Kg/ha) *Canavalia* sem. blanca (4.950 Kg/ha), Poroto tupí (4.810 Kg/ha) y *Cajanus* Gramado (4.730 Kg/ha).

4. Los mayores tenores de humedad del suelo fueron medidos bajo *Lablab* y *Mucuna* ceniza sea bajo los residuos cortados o con las plantas en crecimiento. La *Crotalaria juncea* presentó un alto contenido de humedad en el suelo solamente cuando fué cortada, siendo que la planta en crecimiento acusó los valores más bajos de humedad medida.

5. De entre los parámetros evaluados se concluye que varias especies presentan potencial de desenvolvimiento como abono verde a ser sembrado después de maní hasta fines de febrero destacándose las siguientes especies: *Crotalaria juncea*, *Lablab* (semilla marrón y negra), *Mucuna* ceniza, Poroto local, *Cajanus* (Gramado y Granífero rojo), Sorgo Fredy y Mungo. Sin embargo, como una de las mayores deficiencias de los suelos de campo es el nitrógeno, debe dársele preferencia a las especies leguminosas, que tienen capacidad de fijar el nitrógeno del aire.

EXPERIMENTO DE CULTIVO EN FAJAS

MATERIAL Y METODOS

En la localidad de Ebenfeld se inició un experimento en fajas en comienzos de 1992, después de haber sido cosechado maíz uniformemente en el área. El 26 de 2.1992 se sembraron fajas de 20 m de ancho por 175 m de largo en dos repeticiones con lablab, mucuna, sorgo Fredy y maíz, que fueron alternadas con parcelas del mismo tamaño donde se efectuaba una preparación del suelo o se dejaba crecer las malezas en la época invernal. Los tratamientos fueron los siguientes:

1. Libre crecimiento de malezas y aplicación de herbicidas
2. Maíz Carape pyta para producción de granos (30 Kh/ha de sem.)
3. Libre crecimiento de malezas (cocuéré)
4. Lablab (abono verde) (71 Kg/ha sem.)
5. Rastra de discos, 5 pasadas (una después de cada lluvia mayor)
6. Mucuna (abono verde) (33 Kg/ha sem.)
7. Arado cincel, 4 pasadas
8. Sorgo Fredy (abono verde) (33 Kg/ha sem.)
9. Libre crecimiento de malezas (cocuéré)

Las fajas fueron orientadas de este a oeste, con el objetivo de quebrar el efecto de avalancha que se forma, cuando una gran extensión de tierra se encuentra descubierta, donde una cantidad cada vez mayor de suelo es levantada en la corriente de aire y arrastrada a otros lugares, provocando daños por erosión.

Mientras el maíz y la mucuna terminaban su ciclo normalmente (ésta última fue afectada por la helada), en el caso del sorgo Fredy se hicieron varias pasadas con el rolo de fabricación local (stucker) a partir de los 60 días, evitando la formación de semillas. Para matar las plantas fue necesaria una aplicación de Rounup en 28.8.1992. El lablab también sufrió con la helada de junio pero se recuperó rápidamente cubriendo totalmente el suelo al final del ciclo y produciendo 23 t/ha de masa verde (6,2 t/ha de materia seca) en el día del corte (7.7.1992). La aplicación de herbicidas sobre las malezas del tratamiento N° 1 fue efectuada el 7.8.1992.

En 30.9.92 fue efectuado el corte del lablab con triturador, siendo realizada inmediatamente después la preparación del suelo con rastra pesada de discos de todas las parcelas que durante el invierno no habían sido labradas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Masa verde y materia seca

El 7.7.1992 se procedió se efectuar el corte para determinar la masa verde y materia seca de los diferentes abonos verdes y de la parcela de maiz. Los resultados fueron los siguientes:

Tratamiento	M.V. Kg/ha	M.S. Kg/ha
Mucuna ceniza	19.139	3.870
Lablab local	10.050	5.010
Sorgo Fredy	24.780	5.090
Maiz	13.550	4.660

Mediciones de humedad del suelo

En las fechas 21.07; 4.08; 18.08 y 2.09 de 1992, fueron realizadas mediciones de humedad en los diferentes tratamientos del experimento en las profundidades 0-5; 5-10; 10-20; 20-30; 30-50; 50-70 y 70-100 cm. Un resumen de éstas mediciones se encuentran en la Fig. 3.

Tanto en la camada de 0-20 cm como de 0-10 cm los menores tenores de humedad fueron medidos en cocuéré (con menos de 5% de humedad), donde las malezas se desarrollaron libremente. También en el tratamiento N° 1 donde las malezas fueron pulverizadas con herbicidas los tenores de humedad de 0-100 cm se encuentran abajo de de 5%. Esto probablemente se debe a la pulverización relativamente tardía, que permitió a las malezas evaporar una buena cantidad de agua.

Los mayores tenores de humedad en la camada de 0-100 cm, con más de 6,38% de humedad fueron medidos bajo las plantas en crecimiento de lablab y mucuna ceniza. (Esta última ya se encontraba seca por maduración y helada en fines de agosto.). Esto muestra que el lablab es capaz de de cerrar los estomas de sus hojas, lo que tiene como consecuencia una evaporación muy pequeña de agua por las plantas.

Por otro lado los tratamientos de preparación del suelo (rastra de discos y arado cincel), muestran porcentaje de humedad en la camada de 0-100 cm algo menores que los abonos verdes mencionados. Sin embargo en la camada de 0-20 cm la rastra de discos muestra valores de humedad bastante más bajos que lablab y mucuna. La menor humedad en el caso del suelo preparado se puede explicar con la evaporación que provoca cada

pasada de implemento al traer suelo húmedo de camadas más profundas hacia la superficie. Por otro lado también la alta temperatura que sufre un suelo desnudo en comparación con un suelo cubierto, también explica una mayor evaporación de humedad en el caso del suelo preparado.

Al analizar los resultados más detalladamente se verifican los efectos diferenciados de los diferentes abonos verdes. Mientras bajo sorgo Fredy se midieron en la camada de 0-20 cm valores de humedad levemente superiores en comparación a la rastra de discos, los valores fueron inferiores en la camada de 0-100 cm.

Los resultados de las mediciones muestran, que el uso de abonos verdes de invierno puede ser más eficiente que la preparación intensiva, para almacenar agua en el suelo. Esto es de gran relevancia para el desarrollo de sistemas de producción sostenibles, en los que se debe reducir las pérdidas del suelo por erosión a niveles mínimos.

Los resultados descriptos se obtuvieron en un año húmedo. Es por lo tanto necesario continuar con el experimento, para verificar si en un año seco se observa la misma tendencia.

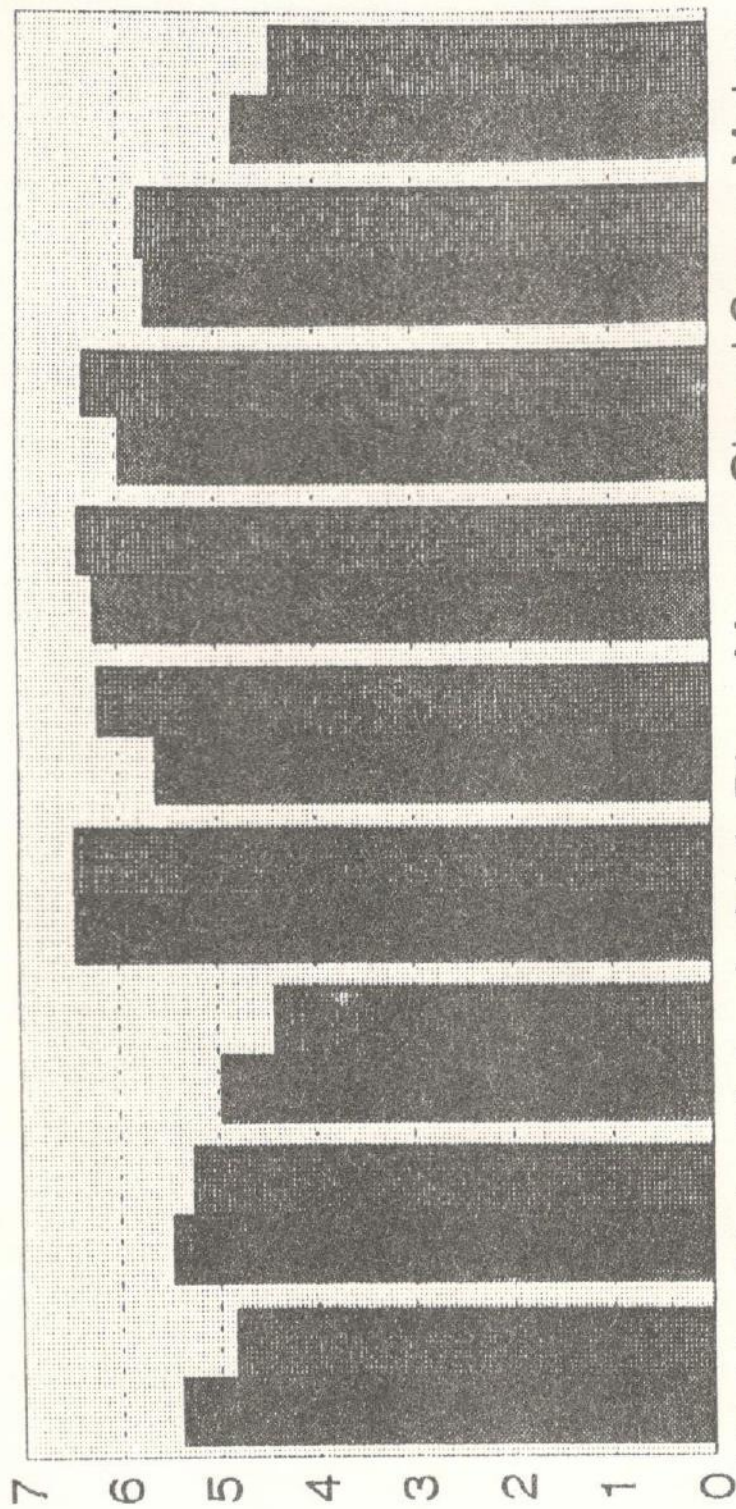
Rendimiento del sorgo granífero

La cosecha del sorgo granífero de los diferentes tratamientos lanzó los siguientes resultados:

Tratamientos	Kg/ha
1. Malezas + herbicidas	730
2. Maiz Carape pyta	1.000
3. Libre crecimiento de malezas (cocuere)	780
4. Lablab	1.400
5. Rastra de discos	930
6. Mucuna ceniza	1.100
7. Arado cincel	1.730
8. Sorgo Fredy	1.370
9. Libre crecimiento de malezas (cocuere)	1.130

Fig. 3 Humedad del suelo (%)

Cultivo en fajas, Ebenfeld



Herbic. Maiz Malez Lablab Disco Mucun Cincel Sorgo Malez.

0-20cm	5,4	5,47	4,96	6,44	5,62	6,23	5,96	5,71	4,83
0-100	4,84	5,25	4,42	6,45	6,21	6,38	6,33	5,8	4,45

Promedio de 4 mediciones efectuadas en 21.07; 4.08; 18.08 y 2.09.1992, entre 0 y 100 cm de prof.

CONCLUSIONES

1. Los mayores índices de humedad en el suelo se observaron bajo Lablab y Mucuna ceniza, con valores algo mayores que los tratamientos de preparación del suelo. Los menores índices de humedad se observaron en las parcelas con libre crecimiento de malezas.
2. En todos los tratamientos con abonos verdes el rendimiento del sorgo granífero fué superior a los testigos libre crecimiento de malezas y preparación de suelo con rastra de discos.
3. Los rendimientos más altos del sorgo granífero fueron obtenidos bajo la preparación del suelo con arado cincel (1.730 Kg/ha) y bajo el abono verde Lablab (1400 Kg/ha). Los más bajos rendimientos fueron observados bajo los tratamientos de malezas con aplicación de herbicidas (730 Kg/ha), testigo con libre crecimiento de malezas (780 Kg/ha) y preparación del suelo con rastra de discos (930 Kg/ha).

SIEMBRA DIRECTA DE MANÍ

MATERIALES Y METODOS

Sobre la colección de abonos verdes de verano y sobre una parcela de *Mucuna* ceniza de 1/2 ha. sembrada en la cabecera de la colección en el Campo Experimental de Isla Poí fué instalada la siembra directa de maní.

La siembra del maní fué efectuada el 13/11/92 utilizándose 64 Kgr. de semilla por hectárea a 70 cm. de separación entre hileras, la variedad utilizada fué la Flortmann procedente de la Rca. Argentina.

Anterior a la siembra fueron aplicadas los herbicidas 2,4-D (2 lts/ha) y Roundup (4 lts/ha) en fechas 14/10/92 y 17/10/92 respectivamente como desecantes

También fueron aplicadas herbicidas pos-emergentes contra gramíneas (1 aplicación) y contra malezas de hojas anchas (2 aplicaciones). El graminicida pos-emergente utilizado fué Poast (1,25 lts/ha) con el coadyuvante Assist aplicado el 2/12/92 y contra malezas de hojas anchas en la primera aplicación el 4/2/92 fué utilizado Basagrán (2 lts/ha) y Cobra (1 lts/ha) como segunda aplicación el 18/12/92.

El 6/1/93 se realizaron pulverizaciones contra plagas con Curacrón Forte (500 cc/ha) y contra enfermedades con Isatalonil (2 Kg/ha). La cosecha se efectuó el 8/2/93.

Las características evaluadas fueron: Manejo de herbicidas, formación de granos (fructificación) y cosecha, con el objetivo de ver la viabilidad de este cultivo en siembra directa, considerando que el maní al ser cosechado interrumpe el proceso necesario para ésta práctica, razón por la cual no es un cultivo muy estudiado en el sistema de siembra directa.

RESULTADOS Y DISCUSION

Efecto de los herbicidas sobre las malezas

Las malezas predominantes en el ensayo antes de la siembra fueron: *Digitaria sanguinalis*, *Cenchrus equinatus*, *Brachiaria extensa*, *Digitaria horizontalis*, *Cyperus* sp, *Portulaca olerácea*, *Amaranthus quitensis*, *Boerhavia erecta*, *Mollugo verticillata*, *Conisa bonariensis*, *Sida cordifolia*, diversas Solanáceas, algunas Cyperáceas y los abonos verdes que germinaron de nuevo o rebrotaron de la colección.

La mayor parte de estas malezas fueron controladas por los herbicidas Roudup y 2,4-D propiciando una buena cama de siembra.

Las gramíneas que crecieron posteriormente a la siembra del maní fueron también controladas con la aplicación del herbicida pos-emergente Poast.

El herbicida post-emergente Basagrán ha controlado gran parte de las malezas de hoja ancha. El *Amaranthus quitensis*, la *Portulaca oleracea* y *Sida cordifolia* solo fueron controlados en el estado inicial de crecimiento de éstos, sin embargo en estado más avanzado (> a 6 hojas verdaderas) no fueron controlados, siendo necesario de esta forma una aplicación oportuna de este herbicida. También no fueron controladas por el Basagrán el *Mollugo verticillata* y la *Boerhavia erecta*.

Con la aplicación de Cobra se consiguió un cierto control de *Mollugo verticillata*. La *Boerhavia erecta* no fué controlada, constituyéndose esta maleza en un serio problema del ensayo, no obstante, no constituiría problema para la siembra directa del maní en suelo de campo, debido a que es poco difundida en este tipo de suelo

Efecto del herbicida Basagrán sobre algunos abonos verdes

Nombre abono verde	Efecto
Lablab	Buen efecto sobre plantas pequeñas
Mucuna ceniza	Poco efecto. Afectan solo las hojas basales sin matar la planta.
Crotalaria juncea	Buen efecto sobre plantas pequeñas. Plantas adultas no controló.
Cajanus	Poco efecto sobre plantas regeneradas
Mungo IAPAR	No afectó plantas adultas. No se observó efecto en plantas pequeñas por ausencia de éstas.
Poroto forrajero	Afecta hojas basales pero no mata la planta.
Siratro y Calopogonio	Ningún control.

Formación de granos

En la labranza convencional el aporque que se consigue con la cultivadora de campo posibilita la formación de granos de las flores aéreas producidas por el maní. En la siembra directa como no se realiza aporque, unos de los cuestionamientos surgidos se

relaciona a la posibilidad de que la fructificación sea disminuída por falta de aporque (Dr. Godoy). No obstante en el ensayo se ha observado una producción normal de granos, semejante a lo conseguido con la labranza convencional.

Cosecha

Otra característica considerada limitante para la siembra directa del maní fué el arranque, por la compactación que puede producirse en el suelo al no ser efectuada labranza. Sin entrar en muchos cuestionamientos en este aspecto se puede decir que el arranque se efectuó normalmente.

La interrupción en el proceso del sistema para la siembra directa surgida a travez de la remoción del suelo para la cosecha del maní, puede ser solucionada por la siembra de abono verde inmediatamente cosechado el cultivo.

CONCLUSIONES

1. Los herbicidas seleccionados Roundup, 2,4-D, Poast, Basagrán y Cobra, actuaron eficientemente en el control de las malezas predominantes en el ensayo.

2. La aplicación del sistema de siembra directa en maní no constituye inconvenientes en la formación de granos y la cosecha

3. La siembra directa es un sistema de producción eficiente desde el punto de vista de la producción y de la conservación de suelos y aplicables al cultivo del maní en suelo de campo.

ESTACION EXPERIMENTAL CHACO CENTRAL

(MAG/GTZ)

Seccion: Fitotecnica

Hans Winkler

**La situación agroeconómica del cultivo de
cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) bajo las
condiciones ecológicas del Chaco Central en
el Paraguay**

**I. Factores agroecológicos limitantes para
la producción del cártamo.**

Cruce Loma Plata (Paraguay)

7/92

CONTENIDO

RESUMEN SUMMARY

1. Introducción
2. Materiales y métodos
 - 2.1 Condiciones ecológicas
 - 2.2 Características del cultivo
 - 2.3 Elección de los campos
 - 2.4 Recolección y análisis datos
3. Resultados
 - 3.1 Suelo
 - 3.1.1 Textura
 - 3.1.2 pH, conductibilidad hidraulica
 - 3.1.3 Materia orgánica, nitrógeno
 - 3.1.4 Fósforo y potasio
 - 3.2 Precipitación
 - 3.3 Cultivo procedente
 - 3.4 Siembra
 - 3.5 Componentes de rendimiento
 - 3.5.1 Número de plantas
 - 3.5.2 Capítulos por planta
 - 3.5.3 Altura de las plantas
 - 3.5.4 Peso de mil granos
 - 3.6 Rendimiento
4. Discusión
 - 4.1 Componentes de rendimiento
 - 4.2 Siembra
 - 4.3 Precipitación
 - 4.4 Suelo
 - 4.5 Perspectivas para el cultivo de cártamo
5. Conclusiones
6. Literatura

Tablas

Anexo/Appendix

Título de las tablas en inglés
Title of tables in English

RESUMEN

La situación agroeconómica del cultivo del cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) bajo las condiciones ecológicas del Chaco Central en el Paraguay. I. Factores agroecológicos limitantes para la producción del cártamo.

Datos agroecológicos fueron recogidos en propiedades agrícolas con el objetivo de identificar factores limitantes en el cultivo de cártamo.

El cártamo se cultiva principalmente en suelos livianos (70 a 92% de arena), ligeramente ácidos con bajo contenido de materia orgánica y en parte con posible deficiencia de fósforo. Hubo mala distribución de la precipitación y posible escasez de agua en la época de floración y fructificación. A pesar de que 76% de los agricultores sembraron la cantidad de semilla recomendada (10 - 15 kg/ha) la mayoría de los campos no alcanzó la densidad de población deseada (150.000 - 200.000 plantas/ha). El ancho de hileras más usado fue de 76 a 100 cm, pero lo que se recomienda es de 50 a 70 cm. Componentes de rendimiento, principalmente los factores edafológico y pluvial tuvieron un efecto significativo sobre el rendimiento. En función de estos factores fueron presentadas combinaciones para condiciones malas y buenas del cultivo de cártamo que permiten una clasificación en tres niveles de productividad (baja, mediana, alta). Para hacer el cultivo de cártamo más atractivo será necesario aumentar los rendimientos, el 79% de los cuales alcanzaron 82 hasta 593 kg/ha. La productividad posiblemente será incrementada, optimizando algunos factores agronómicos. El mayor incremento cuantitativo y cualitativo, sin embargo, es de esperar de un traslado del cultivo de los suelos tradicionalmente laborados hasta hoy a suelos con propiedades naturales mejores (aprovisionamiento con nutrientes, capacidad retentiva de agua) y libres de contaminación con residuos de insecticidas. De esta manera se podría reducir el riesgo de cultivo, especialmente en la época de sequía y aumentar el ingreso de la propiedad agrícola.

Palabras clave: Cártamo (*Carthamus tinctorius* L.), levantamientos en propiedades agrícolas, condiciones agroecológicas, rendimiento, Chaco (Paraguay)

SUMMARY

The agroeconomic situation of safflower cultivation (*Carthamus tinctorius* L.) under ecological conditions in the Central Chaco of Paraguay. I. Agroecologically limiting factors in safflower production.

Ecological and agronomical data were collected in farm fields for the purpose of identifying limiting factors in safflower cultivation. Safflower is cultivated primarily on light soils (70 to 92% of sand), slightly acid with low contents of organical matter and partially with possible deficiency of phosphorus. The wrong distribution of the precipitation and lack of water during the period of flowering and fructification could have affected the productivity in places with light soils. Although 76% of the farmers sowed the recommended quantity of seed (10 - 15 kg/ha), the greater part of the fields did not reach the desirable population density (150.000-200.000 plants/ha). Most of the rows had a width of 76 - 100 cm., although the recommended one is 50 to 70 cm.

Primarily yield components, edaphological and pluvial factors had a significant effect on yield. Combinations of these factors were presented, which allow a classification in three productivity levels (low, medium, high). In order to make the planting of Safflower more attractive, it will be necessary to increase the yield, 79% of which reached from 82 to 593 kg/ha. The productivity could be increased on a small scale by optimizing some agro-

nomical parameters. The highest increase, however, is to be expected by shifting the plantation of Safflower from the soils, which are traditionally used for this purpose till now, to soils with richer natural properties (nutrients availability, water holding capacity) and free from contamination with pesticide residues. This way the cropping risk, especially in the dry season, could be reduced and the production could be increased as to quality and quantity.

Key words: Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), survey in farm fields, agroecological conditions, yield, Chaco (Paraguay).

1. INTRODUCCION

Por diversas razones el cártamo se ofrece como cultivo en el Chaco. Desde el punto de vista agronómico, el cártamo está bien adaptado al clima semiárido, siendo relativamente tolerante a la sequía (Nair 1978, Blackshaw et al. 1990) y la salinidad del suelo (Landon 1984). El aceite de cártamo es un producto de alto valor tanto para el consumo humano como también para fines industriales. La demanda por el "Biocártamo" está aumentando, pero resulta difícil cubrir las necesidades.

Aunque la productividad del cultivo y los precios de venta están sujetos a fuertes fluctuaciones, el interés de los agricultores en el cultivo de cártamo es grande. Hasta el momento no existe ninguna alternativa para el cártamo como cultivo invernal, que al mismo tiempo sea un cultivo para la comercialización.

Los conocimientos sobre el cártamo, introducido en el año 1986 y cuya superficie plantada alcanzó alrededor de 5.000 ha. en el año 1990, son escasos. Por dicha razón se llevaron a cabo levantamientos en propiedades agrícolas para obtener datos sobre las condiciones ecológicas, prácticas de cultivo, componentes y potencial de rendimiento así como sobre los costos de producción.

La primera parte del trabajo tuvo como objetivo identificar factores agroecológicos limitantes para la producción de cártamo.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Condiciones ecológicas

Los datos se recogieron de Setiembre a Octubre de 1990 en campos de agricultores de las colonias mennonitas Fernheim, Menno y Neuland (latitud: 22°00'- 23°30'Sur, longitud: 59°15'- 60°30' Oeste). La región está localizada en el Chaco Boreal, aproximadamente a 130 mts. s.n.m. con pendiente menor que 0.5%..

Según Koeppen citado por Kohlhepp (1980), el clima es tropical del tipo Aw. Hay un período variable de sequía de 1 a 2 meses entre Junio y Setiembre. El cultivo del cártamo cuyo ciclo de crecimiento se extiende de 145 a 155 días, cae en la época de Abril hasta Octubre. Las temperaturas promedias mensuales de 1990 (promedio 1982-89) en la Escuela Agrícola de Loma Plata como punto de referencia en la región fueron: Abril = 26.4 (23.8), Mayo = 19.4 (20.2), Junio = 17.1 (21.2), Julio = 16.3 (19.0), Agosto = 23.5 (20.8), Setiembre = 23.0 (22.8) y Octubre = 28.6°C (26.3°C). Datos de precipitación de 15 localidades registrados en 1990 por los agricultores en las cercanías de los lugares de

cosecha, corresponden en gran parte al promedio pluvianual de la región (véase capítulo 3.2).

Los suelos del área de investigación surgieron de sedimentos eólicos y aluviales del cuaternario. En su mayor parte ellos pertenecen al grupo de Regosol (suelo predominante: Luvic Xerosols). Los resultados de los análisis físicos y químicos pueden verse en las Tablas 1 y 2 respectivamente.

2.2. Características del cultivo

El cultivo es completamente mecanizado de la labranza a la cosecha con la maquinaria ya existente en las propiedades. Se siembra en hileras, en algunos casos al voleo. En todos los campos se plantó la variedad Alcaidia. El control de malezas es exclusivamente mecánico. Fueron observados esporádicamente infestaciones con *Alternaria* spp. (Klassen 1991b). Como también en los otros cultivos no se usa la fertilización mineral.

2.3. Elección de los campos

Se tomaron muestras (suelo, componentes de rendimiento, producción) de 2 campos en Fernheim, 15 campos en Menno y 17 en Neuland. La elección de los campos y de las 4 repeticiones (parcelas) en cada campo fue al azar.

2.4. Recolección y análisis de datos

Los datos sobre los componentes de rendimiento, reflejados por campo en la tabla 1, representan los valores promedios de 4 parcelas (4 hileras de cártamo de 20 m de longitud cada una). Para la determinación del número de capítulos por planta y la altura de las plantas se realizaron contajes y mediciones en 20 plantas por parcela. El cálculo del número de plantas por hectárea se basa en el contaje del total de plantas por parcela.

Las épocas de siembra se presentan en números, es decir 0 indica la primera siembra (5.4.90) y 93 la última siembra (7.7.90). El rendimiento y el peso de mil granos fueron convertidos en 94% de materia seca. El contenido de materia seca de las muestras de cosecha fue del 94,4% en promedio.

Se tomaron muestras de suelo por parcela procedentes de la capa de 0 a 20 cm de profundidad, compuestas de 10 a 12 submuestras. Los análisis fueron hechos conforme a los métodos vigentes en Paraguay (Instituto Nacional Agronómico IAN/MAG). Debido a falta de datos especialmente para la evaluación de la fertilidad de suelo en el Chaco, valdrán parámetros químicos del referido instituto bajo reserva.

Los datos fueron sometidos a los análisis de varianza, regresión y de cluster. Para la determinación de diferencias estadísticamente significativas se aplicó el "Tukey-Test" (5%). Coeficientes de correlación marcados con uno, dos o tres asteriscos son significativos al 5, 1 y 0,1% respectivamente (t-Test).

3. RESULTADOS

Los datos edafológicos y agronómicos, así como de la precipitación véanse en las Tablas 1, 2, y 3.

3.1. Suelo

3.1.1. Textura

Los suelos del 85% de los campos mostraron un contenido de arena del 79 al 92%. El porcentaje promedio ascendió al 85,4%. Sólo 2 de 34 campos (7%) tuvieron un contenido de arcilla de 12 al 14,7%, los otros presentaron valores menores. Con respecto al contenido de limo se observa que el 15% de los campos revelaron una variación del 13 al 26% y 85% del 5 al 13%. En promedio, el porcentaje de arcilla (limo) fue del 4,6% (6,2%). Alrededor del 85% de los suelos se clasifica como arenosos, los demás son franco arenosos debido a su contenido de tierra fina más alto (20 - 40%). Tomando como base la textura, los suelos según la clasificación usual en la región, pertenecen a la categoría suelo de "Campo".

3.1.2. pH, conductibilidad hidráulica

El valor pH de los suelos, medido en agua (KCl) osciló entre 5.8 y 6.8 (4.8 - 5.9). Aproximadamente 80% de los suelos tuvieron un pH entre 5.8 y 6.4 (H₂O) así como 4.8 y 5.4 (KCl), siendo ligeramente ácidos. Los demás presentaron valores más altos. Los valores promedios correspondientes fueron pH 6.2 (5.2).

El 50% de los campos dispusieron una conductibilidad entre 148 y 539 $\mu\text{S cm}^{-1}$, 29% y 21% registraron respectivamente 594 y 1039 $\mu\text{S cm}^{-1}$, así como valores mas altos hasta 2375 $\mu\text{S cm}^{-1}$. El promedio fue de 794 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

3.1.3. Materia orgánica, nitrógeno

Los contenidos de materia orgánica variaron del 0,5 al 3,2%, perteneciendo el 75% de los campos al margen inferior del 0,5 a 1,6%. El promedio fue del 1,3%.

La distribución de los contenidos de nitrógeno que está entre el 0,03 y 0,16% fue similar a lo manifestado con respecto a la materia orgánica. Casi el 80% de los valores se encontraron dentro del margen inferior del 0,03 al 0,08% N. El valor promedio fue del 0,06% N. En general, los contenidos de materia orgánica ($\leq 1,5\%$) y de nitrógeno ($\leq 0,07\%$) deben ser considerados bajos.

La relación de C/N tuvo en promedio de 11,6 con una variación del 9,7 a 13,5, indicando suelos con alta capacidad de mineralizar nitrógeno.

3.1.4. Fósforo y potasio

El 56% de los suelos pertenecieron a la clase de 1 a 8.5 ppm P que presenta posiblemente deficiencia de fósforo aunque no fueron observados síntomas en las plantas. El 24% y 20% mostraron contenidos de 8.5 a 23.4 y de 23.4 a 75.8 ppm P respectivamente. El contenido promedio fue de 18.1 ppm P.

Una agrupación de los contenidos de potasio revela que el 27% de los campos contuvieron 78 a 126 ppm K y 38% 126 a 174 ppm K. Los valores más altos que abarcaron contenidos de 174 a 318 ppm K corresponden al 35%. El contenido alcanzó un promedio de 164 ppm K. Todos los suelos estuvieron con ≥ 60 ppm K bien o muy bien provistos de potasio.

A excepción de los valores de pH (H₂O, KCl) los demás resultados de los análisis físicos y químicos revelaron diferencias significativas entre los campos.

3.2. Precipitación

La evaluación de los datos de precipitación da como resultado que dos meses antes de la siembra cayó un promedio de 156 mm de lluvia (24% = 23 - 98, 41% = 98 - 174, 21% = 174 - 249, 9% = 249 - 325, 6% = 325 - 400 mm). El promedio de las precipitaciones en los primeros dos meses después de la siembra fue de 69 mm (50% = 0 - 45, 26% = 45 - 89, 3% = 89 - 134, 12% = 134 - 178, 9% = 178 - 223 mm). El tercer y cuarto mes reveló 22 mm en promedio (56% = 0 - 21, 32% = 21 - 43, 6% = 42 - 64, 6% = 64 - 85 mm). En el quinto mes después de la siembra las precipitaciones alcanzaron 38 mm (46% = 0 - 22, 18% = 22 - 45, 15% = 45 - 67, 3% = 67 - 90, 18% = 90 - 112 mm). Conforme la Tabla 2, el cártamo tuvo a disposición 248 mm de lluvia entre los dos meses antes y cuatro meses después de la siembra (12% = 53 - 146, 44% = 146 - 239, 24% = 239 - 333, 9% = 333 - 426, 12% = 426 - 519 mm). Sumando las precipitaciones de 7 meses, resulta un promedio de 285 mm (18% = 86 - 187, 41% = 187 - 288, 23% = 288 - 388, 12% = 388 - 489, 6% = 489 - 590 mm). El total de las precipitaciones registrado en la Escuela Agrícola de Loma Plata para el referido período (promedio de 1982-89) fue: 249,5 mm (363,7 mm).

3.3. Cultivo precedente

De los datos proporcionados por los agricultores se desprende que en el 65% de los casos el cultivo anterior fue el maní. Siguió el algodón y el tártago con 13% y 10% respectivamente. En casos aislados el cultivo anterior fue pastura, sorgo o barbecho.

3.4. Siembra

La siembra se realizó en la época del 5.4.91 al 7.7.91, es decir en un lapso de tiempo de tres meses (abril = 21%, mayo = 59%, junio = 9%, julio = 11%).

Las cantidades de semillas que fueron usadas oscilaron entre 7 y 16 kg/ha (24% = 7 - 10, 32% = 10 - 13, 44% = 13 - 16 kg/ha). Al promedio se sembraron 12,3 kg/ha.

Las distancias entre hileras en los campos variaron entre 39 y 100 cm (12% = 39 - 51, 26% = 51 - 76, 62% = 76 - 100 cm). La distancia promedio entre hileras fue de 75 cm.

3.5. Componentes de rendimiento

3.5.1. Número de plantas

El número de plantas osciló dentro de un margen de 25.978 a 222.823 por ha (15% = 25.978 - 65.147, 56% = 65.147 - 143.485, 29% = 143.485 - 221.823). La densidad de plantas alcanzó en promedio 113.653 por ha, es decir 11,4 plantas por m². El número de plantas varío en forma significativa entre los campos.

3.5.2. Capítulos por planta

El número de capítulos por planta estuvo entre 4,6 y 25,4 (76% = 4,6 - 12,9, 18% = 12,9 - 21,2, 6% = 21,2 - 25,4). El promedio ascendió a 10,9 capítulos por planta. Se comprobaron diferencias estadísticas entre los campos.

3.5.3. Altura de las plantas

Las mediciones alcanzaron de 56,6 hasta 106,5 cm ($44\% = 56,6 - 86,5$ cm, $56\% = 86,5 - 106,5$ cm). La altura promedio de las plantas fue de 84,4 cm . La diferencia entre los campos fue significativa.

3.5.4. Peso de mil granos

Los pesos de mil granos se situaron entre 20,3g y 34,0g ($32\% = 20,3 - 25,7$ g- $62\% = 25,7 - 31,2$ g $6\% = 31,2 - 34,0$ g). El valor promedio fue de 27,4g. Los valores difirieron estadísticamente entre sí.

3.6. Rendimiento

Los rendimientos oscilaron entre 82 y 1290 kg/ha ($82\% = 85 - 616$, $18\% = 616 - 1290$ kg/ha), alcanzando un promedio de 506 kg/ha. Una comparación de los rendimientos en Colonia Neuland (17 propiedades) y Menno (15 propiedades) da como resultado 556 y 456 kg/ha respectivamente. Mientras la diferencia entre las dos regiones no fue relevante, el análisis estadístico reveló diferencias significativas entre los campos individuales.

4. DISCUSION

4.1. Componentes de rendimiento

Bajo condiciones secas se considera adecuada una densidad de población de 10 a 15 plantas fructificantes/m² (Schuster 1989). Helm et al. (1985) recomendaron para la zona de North Dakota 16 a 17 granos germinados/m². Los datos recogidos revelaron solamente 11.4 plantas fructificantes/m². En el 70% de los campos no se alcanzó una densidad de población de 150.000 - 200.000 plantas/ha, lo que actualmente es recomendado.

Debido a la plasticidad de los componentes de rendimiento existe una relación significativa entre el número de plantas/ha y el número de capítulos/planta (Tabla 4). Un incremento de 100.000 plantas/ha causa una disminución de 5,5 capítulos/planta ($y = 16,97 - 0,0000552x$). La plasticidad de ambos componentes que son parcialmente intercambiables, evita en cierta medida una pérdida en la producción.

El peso medio de mil granos que puede variar entre 30 y 40 g (Loubriel 1968, Muendel et al. 1985, Blackshaw et al. 1990) se registró solamente en el 18% de los campos. Dado que el peso de mil granos depende en gran medida de la variedad y de los factores ecológicos en la región, poco se puede influenciarlo.

A excepción el número de capítulos por planta, los componentes altura de las plantas, la densidad de plantas y el peso de mil granos correlacionaron en forma positiva significativa con el rendimiento (Tabla 4).

4.2. Siembra

La siembra que se realizó dentro de un tiempo de 90 días, incide significativamente en la altura de las plantas (Tabla 4). El atraso de la siembra por 30 días redujo la altura de las plantas por 8.8 cm ($y = 94,95 - 0,292x$). Peterson (1969) constató una disminución de la altura de 7,6 cm con una siembra atrasada por 30 días. Una altura menor de las plantas tiene como consecuencia una merma en la producción (Peterson 1969), lo que se confirmó indirectamente en el presente trabajo (Tabla 4). También la siembra temprano que coincide muchas veces con alta pluviosidad puede causar una merma hasta la pérdida de la producción a consecuencia de la aparición de enfermedades criptogámicas como por ejemplo *Alternaria carthami*, *Puccinia carthami* y *Phytophthora drechsleri* (Giesbrecht 1990).

Hubo una correlación significativa entre la textura y la fecha de siembra (Tabla 4). La hipótesis parece ser lógica que la siembra en suelos más levianos fue realizada mas temprano que en los menos levianos.

La distancia entre hileras recomendada para la siembra es de 60 cm (Friesen 1990) y de 50 a 70 cm (Giesbrecht 1991), lo que se practicó sólo en el 26% de los casos. Asimismo, el 62% de los agricultores sembraron con distancia de 76 a 100 cm. Contrariamente a lo practicado en el Chaco, en otras

partes del mundo, bajo condiciones secas sin riego se usa un ancho de hileras de 15 a 53 cm (Hoag et al. 1968, Loubriel 1968, Peterson 1969, Helm et al. 1990). El ancho de hileras de 48 cm contribuyó posiblemente al nivel de productividad más alto (Tabla 5). Las primeras investigaciones señalaron que las distancias entre hileras de 15 a 50 cm dan un mayor rendimiento que aquellas con 60 cm (Giesbrecht 1991). No puede comprobarse si la correlación significativa entre el ancho de hilera y la textura del suelo corresponde a la práctica de los agricultores o corrió por casualidad (Tabla 4).

Aproximadamente el 70% de los agricultores sembraron 10 a 16 kg/ha lo que corresponde a la cantidad de semilla recomendada, que es de 10 a 15 kg/ha (Giesbrecht 1991). Friesen (1990) no pudo constatar mayores diferencias de rendimiento entre diferentes cantidades de semilla, alcanzando 1687, 1450, 1558, 1528 kg/ha con 9, 16, 30 y 40 kg/ha respectivamente. Klassen (1991a) obtuvo con cantidades de semilla de 5, 10, 15, 20 y 25 kg/ha respectivamente 500, 872, 1224, 1059 y 1163 kg/ha de cártamo.

Es de suponer que el número insuficiente de plantas se debe a la baja cualidad de semilla, deficiencia de agua en el suelo y/o una preparación no adecuada de la tierra para la siembra. Dado que el 76% de los campos tuvo un número insuficiente de plantas, parece ser recomendado aumentar la cantidad de semilla a 15 - 20 kg/ha. Otra razón que aboga por una mayor cantidad de semilla es el hecho de que el cártamo, cuya capacidad de competir con malezas es pobre (Bergmann et al. 1979, Helm et al. 1985, Blackshaw et al. 1989) puede controlar de esta manera mejor a los infestantes que compiten por agua y nutrientes. Cantidades de semillas superiores a los 20 kg/ha posiblemente no son recomendables, dado que, especialmente en suelos livianos, el factor agua rápidamente puede limitarse teniendo una mayor densidad de plantas (Beech and Leach 1989).

Además, poblaciones altas de plantas favorecen más la aparición de enfermedades criptogámicas de modo que la cuestión de la densidad debe ser decidida en función de diversos factores.

4.3. Precipitación

Fueron observadas correlaciones significativas entre el rendimiento y las precipitaciones registradas respectivamente en dos meses antes y dos meses después de la siembra. Además, el rendimiento correlacionó con las precipitaciones totales en el período de crecimiento (Tabla 4).

Las precipitaciones del período desde 2 meses antes hasta 4 meses después de la siembra presentaron no sólo una mala distribución, sino también una tendencia de disminución. Cuanto más cerca de la época de floración y fructificación tanto más escasez de agua sufrieron las plantas, lo que podría haber afectado la productividad del cultivo, especialmente en lugares con suelos livianos (Tabla 5). Por otro lado, cabe señalar que precipitaciones limitadas y hasta condiciones atmosféricas secas favorecen el desarrollo del cártamo, siempre y cuando haya suficiente humedad del suelo (Robinson y Fenster 1968, Peterson 1969, Helm et al. 1985).

4.4. Suelo

El fósforo, potasio y la conductibilidad hidráulica evidenciaron correlaciones significativas, de forma negativa con la fracción de arena y positiva con las fracciones de la tierra fina del suelo. A excepción del pH, los parámetros químicos estuvieron correlacionados en forma positiva significativa con el rendimiento y parcialmente con los componentes de rendimiento

(Tabla 4). Los valores de conductibilidad hidráulica más elevados que coincidieron con el nivel más alto de fertilidad de los suelos no afectaron aparentemente el rendimiento del cártamo. Existe una correlación negativa y positiva entre el rendimiento y la fracción de arena y las fracciones de la tierra fina respectivamente (Tabla 4).

En muchos casos hubo superposición de efectos. Así se observó en algunos lugares, cuyos suelos son caracterizados por un nivel más alto de fertilidad, simultáneamente mayor pluviosidad. Por causa de la superposición de dichos efectos fue imposible determinar el alcance de influencia de los factores individuales sobre el rendimiento a través del análisis de regresión múltiple.

Mediante el análisis de "cluster" que maneja objetos disímiles entre sí y similares dentro de grupos sin causar los efectos de superposición, fueron identificados tres niveles de productividad: bajo, mediano, alto. Este agrupamiento muestra combinaciones de condiciones malas y buenas para el cultivo del cártamo, destacando la importancia de los factores edafológico y pluvial (Tabla 5). Los datos permiten deducir que la productividad más elevada no se debe sólo a un mejor aprovisionamiento del suelo con nutrientes, sino también a la mayor pluviosidad y/o posiblemente la mayor capacidad retentiva de agua de algunos suelos. A este respecto cabe señalar que en suelos con menos que 10% arcilla y menos que 3% de materia orgánica, lo que aconteció en los casos estudiados, la materia orgánica es de importancia para la capacidad retentiva de agua (Scheffer y Schachtschabel 1966). Sin poder aclarar dicha cuestión en el presente trabajo, existen algunas razones, por las cuales sería recomendable desplazar el cultivo de suelos muy arenosos a suelos con porcentaje más alto de tierra fina. Con esto posiblemente se reduce el riesgo del cultivo de cártamo.

Ya que los suelos livianos, que se usan en primer lugar para la agricultura, fueron contaminados con DDT y Lindan (SAP 1991, EECC 1991) en los años 1965-75, sería conveniente trasladar el cultivo de cártamo destinado al consumo humano más a los suelos con un porcentaje más alto de tierra fina.

Dichos suelos que parcialmente se encuentran aún bajo vegetación natural, se usan como pastura o se cultivaron recién cuando la aplicación de los productos fitosanitarios mencionados ya estaba prohibida. Ellos permitirán el cultivo de "Biocártamo", para el cual se obtiene un precio más alto que para el cártamo normal.

4.5. Perspectivas del cultivo de cártamo

Los rendimientos del año 1990 deben ser considerados bajos, teniendo en cuenta que la cosecha de 79% de los campos fue de 82-593 kg/ha (Tabla 3). En general prevalece la opinión de que la cosecha de cártamo debe rendir al menos 600 kg/ha para ser rentable. En comparación los rendimientos en la zona con clima semiárido (sin riego) oscilan entre 500 y 1100 kg/ha, y bajo condiciones favorables se alcanzan rendimientos de 1100 - 2800 kg/ha (Loubriel 1968, Peterson 1969, Helm et al. 1989). El estudio ha mostrado que existen condiciones ecológicas, empresariales y en parte una demanda creciente de mercado (biocártamo) como también la aceptación por parte de los agricultores para el cultivo de cártamo. Pero este sólo ganará importancia si se logra aumentar la productividad.

5. CONCLUSIONES

El cártamo ganará importancia como cultivo invernal si se logra aumentar su productividad. Aumentos son posiblemente alcanzables, en pequeña escala, optimar algunos parámetros agronómicos. El mayor incremento cuantitativo y cualitativo es de esperar de un traslado del cultivo de los suelos tradicionalmente utilizados hasta hoy a suelos con propiedades naturales más favorables en lo que se refiere al grado de aprovisionamiento con nutrientes y la capacidad de retención de agua.

6. LITERATURA

1. Beech, D.F. and Leach, G.J. 1989. Comparative growth, water use and yield of chickpea, safflower and wheat in south-eastern Queensland Austr. J. Exp. Agric. 29. 655 - 62.
2. Bergman, J.W.; Hartman, G.P.; Black, A.L.; Brown, P.L. and Riveland, N.R. 1979. Safflower production guidelines, Capsule Info. Ser. No. 8, Mont. Agric. Exp. Stn., Bozeman, MT. (Citado en 4).
3. Black, A.L. 1985. Cropping practices: Northern Great Plains. In: Willis, O.W. and Dregne, H.E. (eds.). Dryland Agriculture, pp. 402-3. American Soc. Agronomy, Crop Sci. Soc. America, Soil Sci. Soc. America. Madison (Wisconsin), USA.
4. Blackshaw, R.E., Derksen, D.A. and Muendel, H.H. 1990. Herbicides for weed control in safflower (*Carthamus tinctorius*). Can. J. Plant Sci. 70, 237 - 45.
5. Estación Experimental Chaco Central (EECC). 1991. Investigaciones sobre residuos de insecticidas en semillas y fibra de algodón. Cruce Loma Plata, Paraguay. (Datos no publicados).
6. Friesen, D. Safloranbau. 1990. Agrartechnik 4/90, S.8- 9. Servicio Agropecuario de los Mennonitas (SAP). Loma Plata, Paraguay.
7. Giesbrecht, W. Cultivo de cártamo. 1990. Informe interno. Servicio Agropecuario de los Mennonitas (SAP). Loma Plata, Paraguay. (Mimeogr.).
8. Helm, J.L., Riveland, N., Schneiter, A.A. and Sobolik, F. 1985. Safflower production. Cooperative Extension Service, North Dakota State University. Fargo, USA.
9. Hoag, B.K.; Zubriski, J.C. and Geizler, G.N. 1968. Effect of fertilizer treatment and row spacing on yield, quality and physiological response of safflower. Agron. J. 60, 198-200.
10. Klassen, E. 1991a. Saflorsorten. Agrartechnik 3/91, S.10. Servicio Agropecuario de los Mennonitas (SAP). Loma Plata, Paraguay.

11. Klassen, E. 1991b. Comunicación personal.
12. Kohlhepp, G. 1980. Bevölkerungs- und wirtschaftsgeographische Entwicklungstendenzen in den mennonitischen Siedlungsgebieten des Chaco Boreal in Paraguay. Tübinger Geograph. Stud. Festschrift Blume: Trockengebiete, Heft 80, 367-405.
13. Landon, J.R. (ed.). 1984. Booker Tropical Soil Manual. Ed. Longman, New York, USA.
14. Loubriel, M.G. 1968. El cártamo. Ministerio de Agricultura. Madrid, Espana.
15. Muendel, H.H., Huang, H.C., Burch, L.D. and Kiehn, F. 1985. Saffir safflower. Can. J. Plant Sci. 65, 1079-81.
16. Nair, H.G.; Katkhuda, N. and Tamir, L. 1978. Effects of N-fertilization and population rate-spacing on Safflower yield and other characteristics. Agron. J. 70, 683-4.
17. Peterson, W. Cultivo del Cártamo. 1969. Boletín de Información Agrícola No. 300. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América, Estación Experimental Agrícola del Estado de Nebraska y Centro Regional de Ayuda Técnica. México.
18. Robinson, L.R. and Fenster, C.R. 1968. Influence of tillage practices on safflower (*Carthamus tinctorius*) yields. Agron. J. 60, 53-55.
19. Scheffer, F. und Schachtschabel, P. 1966. Lehrbuch der Bodenkunde. F. Enke Verlag, Stuttgart.
20. Schuster, W.H. Saflor. In: Rehm, S. (Herausg.). Handbuch der Landwirtschaft und Ernährung in den Entwicklungsländern - Bd. 4: Spezieller Pflanzenbau in den Tropen und Subtropen, S. 215-18, Ulmer Verlag, Stuttgart.
21. Servicio Agropecuario de los Mennonitas (SAP). 1991. Investigaciones sobre residuos de insecticidas en semillas de cártamo. Loma Plata, Paraguay. (Datos no publicados).

ANEXO/APPENDIX

Título de las tablas en inglés
Title of tables in English

- Table 1: Soil texture. Data collected in safflower fields. Central Chaco/Paraguay, 1990
- Table 2: Chemical characteristics of soils, precipitation and preceding crops. Data collected in safflower fields. Central Chaco of Paraguay, 1990
- Table 3: Yield components, yield, seed rates, planting dates and row widths. Data collected in safflower fields. Central Chaco Paraguay, 1990
- Table 4: Correlation matrix of agroecological variables. Data collected in safflower fields. Central Chaco/Paraguay, 1990
- Table 5: Agroecological variables, classified by cluster analyse. Data collected in safflower fields. Central Chaco of Paraguay, 1990

Tabla 1: Textura de los suelos. Datos recogidos en propiedades agrícolas con cultivo de cártamo, Chaco Central (Paraguay), 1990

Nº del campo	Textura en %			
	Arena	Arcilla	Limo	Limo + Arcilla
26	66,2	12,0	21,8	33,8
24	59,2	14,5	26,3	40,8
3	85,0	5,7	9,3	15,0
23	87,0	3,5	9,5	13,0
19	91,2	3,0	5,8	8,8
22	82,4	5,5	12,1	17,6
32	70,0	14,7	15,3	30,0
1	85,0	3,7	11,3	15,0
14	89,8	3,5	6,7	10,2
16	89,7	3,5	6,8	10,3
15	89,2	2,5	8,3	10,8
11	89,9	2,0	8,1	10,1
12	91,3	2,5	6,2	8,7
28	90,1	2,7	7,2	9,9
8	85,4	4,0	10,6	14,6
13	91,8	2,0	6,2	8,2
34	85,0	2,7	12,3	15,0
29	85,2	6,2	8,6	14,8
20	78,2	7,0	14,8	21,8
2	85,0	4,2	10,8	15,0
9	86,4	4,0	9,6	13,6
21	78,2	7,6	14,2	21,8
18	91,6	2,0	6,4	8,4
5	86,9	3,0	10,1	13,1
10	88,4	2,5	9,1	11,6
17	90,7	3,0	6,3	9,3
6	85,4	4,5	10,1	14,6
33	84,0	4,7	11,3	16,0
25	91,5	2,5	6,0	8,5
27	90,5	3,7	5,8	9,5
7	88,4	2,5	9,1	11,6
30	84,2	5,2	10,6	15,8
31	92,0	3,2	4,8	8,0
4	87,9	2,5	9,6	12,1
Promedio	85,4	4,6	10,0	14,6
Tukey	8,6	4,0	6,2	8,6

Tabla 2: Características químicas de los suelos, precipitaciones (6 meses) y cultivos precedentes. Datos recogidos en propiedades agrícolas con cultivo de cártamo. Chaco Central (Paraguay), 1990

Nº del campo	pH (H ₂ O)	pH (KCL)	M.O. (%)	Nt (%)	P (ppm)	K (ppm)	Conductibilidad	Precipitación	Cultivo precedente
26	6,3	5,5	1,7	0,08	68,8	238	2.250	460	Tártago
24	6,4	5,5	2,8	0,14	73,0	318	2.250	297	Algodón
3	6,5	5,1	0,6	0,03	3,0	123	180	196	Maní
23	6,3	5,4	1,1	0,05	15,3	173	808	258	Maní
19	6,1	5,4	3,2	0,16	75,8	307	2.375	495	—
22	6,6	5,8	1,4	0,07	23,0	205	1.063	258	Maní
32	6,2	5,2	1,8	0,09	65,5	257	1.350	519	Pastura
14	5,8	4,9	3,1	0,15	2,0	101	653	212	Maní
1	6,4	5,1	1,1	0,06	21,5	149	273	224	Maní
16	6,1	5,2	1,1	0,06	3,3	144	415	212	Maní
15	6,1	5,3	1,3	0,07	3,3	140	688	181	—
11	6,1	4,9	1,9	0,09	8,5	189	448	285	Maní
12	5,8	4,8	0,8	0,04	2,0	78	348	304	Tártago
28	6,0	4,9	0,8	0,04	10,0	127	413	214	—
8	6,2	5,1	1,0	0,05	7,3	130	378	152	Maní
13	5,9	4,9	2,9	0,15	4,3	120	368	285	Algodón
34	6,2	5,4	0,8	0,04	22,0	173	720	337	Tártago
29	6,0	5,1	1,0	0,05	11,8	188	878	168	Maní
20	6,0	5,2	1,8	0,09	40,8	277	2.000	242	Sorghum
2	6,5	5,2	1,3	0,06	4,5	182	295	196	Barbecho
9	6,7	5,4	0,7	0,04	3,8	111	368	152	Maní
21	6,2	5,3	0,8	0,04	7,8	155	718	242	Maní
18	6,1	4,9	0,6	0,03	1,0	87	295	378	Maní
5	6,3	5,0	0,6	0,03	2,0	82	148	53	Maní
10	6,3	5,1	0,8	0,04	5,5	126	398	237	Maní
17	6,3	5,5	1,5	0,08	2,8	99	573	191	Maní
6	6,5	5,4	1,4	0,07	23,3	219	600	228	Maní
33	6,0	5,0	0,6	0,03	6,3	142	1.943	337	Algodón
25	6,2	5,3	0,6	0,03	2,8	157	425	68	Maní
27	6,0	4,9	0,5	0,03	7,0	89	360	145	Maní
7	6,7	5,6	1,2	0,06	7,3	147	440	107	Maní
30	6,7	5,9	0,8	0,04	30,8	176	860	453	Pastura
31	5,9	4,9	0,6	0,03	6,5	148	843	176	Maní
4	6,8	5,9	1,3	0,06	33,5	228	868	155	Algodón
Promedio	6,2	5,2	1,3	0,06	18,1	164	794	248	—
Tukey	1,0	1,2	1,3	0,07	5,9	141	1.356	—	—

Tabla 3: Componentes de rendimiento, rendimientos, cantidades de semilla, fechas de siembra y ancho de hileras. Datos recogidos en propiedades agrícolas con cultivo de cártamo, Chaco Central (Paraguay), 1990

Nº del campo	Nº de plantas por ha	Nº capítulos/planta	Altura planta (cm)	Peso mil granos (g)	Semilla (Kg/ha)	Ancho hileras (cm)	Fecha siembra (días)	Rendimiento (kg/ha)
26	138.297	16,3	84,4	26,2	15,0	62	79	1.290
24	221.823	7,5	97,0	28,6	12,0	39	30	1.282
3	203.192	10,4	94,6	26,1	15,0	62	21	955
23	114.807	10,1	91,1	29,1	8,0	89	48	835
19	93.217	11,5	106,5	34,0	9,0	100	0	799
22	101.903	11,7	88,5	27,9	15,0	92	52	697
32	102.811	10,7	60,8	25,5	14,0	49	48	609
1	67.072	15,6	89,1	25,7	15,5	77	5	593
14	178.661	7,9	90,4	28,6	12,0	59	26	590
16	156.632	7,5	79,1	31,7	12,0	87	30	582
15	186.808	7,0	85,9	30,4	11,0	84	37	572
11	139.894	8,0	93,9	30,6	15,0	86	27	564
12	33.706	25,4	87,9	30,5	9,0	83	15	548
28	180.426	7,1	81,5	25,2	11,0	85	45	528
8	44.299	18,5	85,8	28,7	8,0	85	30	512
13	81.322	12,8	88,9	29,8	16,0	88	26	486
34	115.577	8,3	67,5	28,2	12,0	61	93	485
29	169.296	6,8	94,0	25,4	11,0	83	40	473
20	198.244	8,0	90,3	29,0	15,0	79	60	452
2	107.928	9,4	94,1	26,1	16,0	60	22	440
9	56.559	17,2	79,6	25,1	15,0	86	0	407
21	139.618	6,6	89,0	29,0	15,0	77	61	398
18	75.352	10,1	73,1	28,1	15,0	75	28	379
5	67.935	10,7	80,0	25,9	14,0	85	30	376
10	112.104	8,3	78,9	28,3	12,5	84	26	338
17	144.309	5,8	73,0	30,5	12,0	86	35	321
6	37.056	25,1	103,1	24,7	7,0	99	27	309
33	78.418	13,2	59,5	25,5	15,0	66	93	285
25	143.903	4,6	65,3	25,2	10,0	50	52	259
27	72.730	7,7	56,6	27,6	8,0	83	53	231
7	25.978	13,8	91,3	25,4	14,0	67	0	204
30	89.963	5,0	87,1	28,8	7,0	48	40	168
31	87.429	9,3	86,9	20,3	9,5	87	43	145
4	96.919	11,1	95,7	27,4	11,0	68	20	82
Promedio	113.653	10,9	84,4	27,4	12,3	76	—	506
Tukey	91.844	9,3	22,4	6,7	—	—	—	494

Tabla 4 (continuación)

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
17 Lirno																	—	+++ .961	+++ .284	.106	.218	++ .278	+++ .309	+++ .399	+++ .484
18 Σ (16 + 17)																		—	+++ .367	.085	+++ .294	+++ .284	+++ .375	+++ .466	+++ .502
19 Precipitación 1																			—	.004	+++ .548	+++ .084	+++ .856	+++ .878	+++ .259
20 Precipitación 2																				—	.148	+++ .357	+++ .498	+++ .376	+++ .250
21 Precipitación 3																					—	.116	+++ .517	+++ .475	+++ .078
22 Precipitación 4																						—	.144	+++ .188	+++ .166
23 Σ (19 + 20 + 21)																							—	.945	+++ .340
24 Σ (23 + 22)																								—	+++ .392
25 Rendimiento																									—

Observaciones:

X₁₉ = 2 meses antes de la siembra
X₂₀ = 2 meses después de la siembra
X₂₁ = 3^{er} y 4^{er} mes después de la siembra
X₂₂ = 5^{er} mes después de la siembra

Tabla 5: Variables agroecológicas clasificadas a través del análisis de cluster.
 Datos recogidos en propiedades agrícolas con cultivo de cártamo, Chaco
 Central (Paraguay), 1990

Variable		Grupos					
		1	2	3	4	5	6
1	Nº plantas/ha	119.049	121.009	84.063	123.601	105.531	182.115
2	Nº capitulos/planta	7,6	8,1	14,6	10,5	11,2	11,9
3	Altura planta (cm)	76,9	80,5	91,1	83,8	83,5	91,9
4	Peso mil gramos (g)	25,0	28,3	25,5	30,0	29,6	27,3
5	Fecha siembra	44	65	18	28	30	51
6	Cantidad semilla (Kg/ha)	10,0	12,8	12,8	12,8	11,9	13,3
7	Distancia hileras (cm)	80	72	74	83	74	48
8	Nt (%)	0,04	0,05	0,05	0,08	0,12	0,11
9	M.O. (%)	0,7	1,0	1,0	1,6	2,4	2,3
10	Fósforo (Pppm)	6,2	22,2	12,8	3,7	70,7	70,9
11	Potasio (Kppm)	135	188	155	121	282	277
12	pH (KCL)	5,0	5,4	5,3	5,0	5,3	5,5
13	pH (agua)	6,0	6,3	6,5	6,0	6,1	6,4
14	Coductibilidad (u S cm ⁻¹)	542	1.185	426	467	2.089	2.014
15	Arena (%)	89,6	82,4	86,1	90,3	81,6	58,8
16	Arcilla (%)	3,5	5,3	3,8	2,6	8,3	14,6
17	Llmo (%)	6,8	12,3	10,1	6,9	10,0	26,6
18	Σ 16 + 17	10,3	17,6	13,9	9,5	18,3	41,2
19	Precipitación 1 (mm) ^(*)	104	221	118	119	376	194
20	Precipitación 2	27	50	44	124	72	148
21	Precipitación 3	30	37	5	13	54	25
22	Precipitación 4	43	47	44	9	47	74
23	Precipitación 5	161	308	167	256	502	367
24	Precipitación 6	204	355	211	265	549	441
25	Pendimiento (Kg/ha)	330	447	458	494	790	1.258

(*) Explicación véase tabla 4 (variables 19-24).