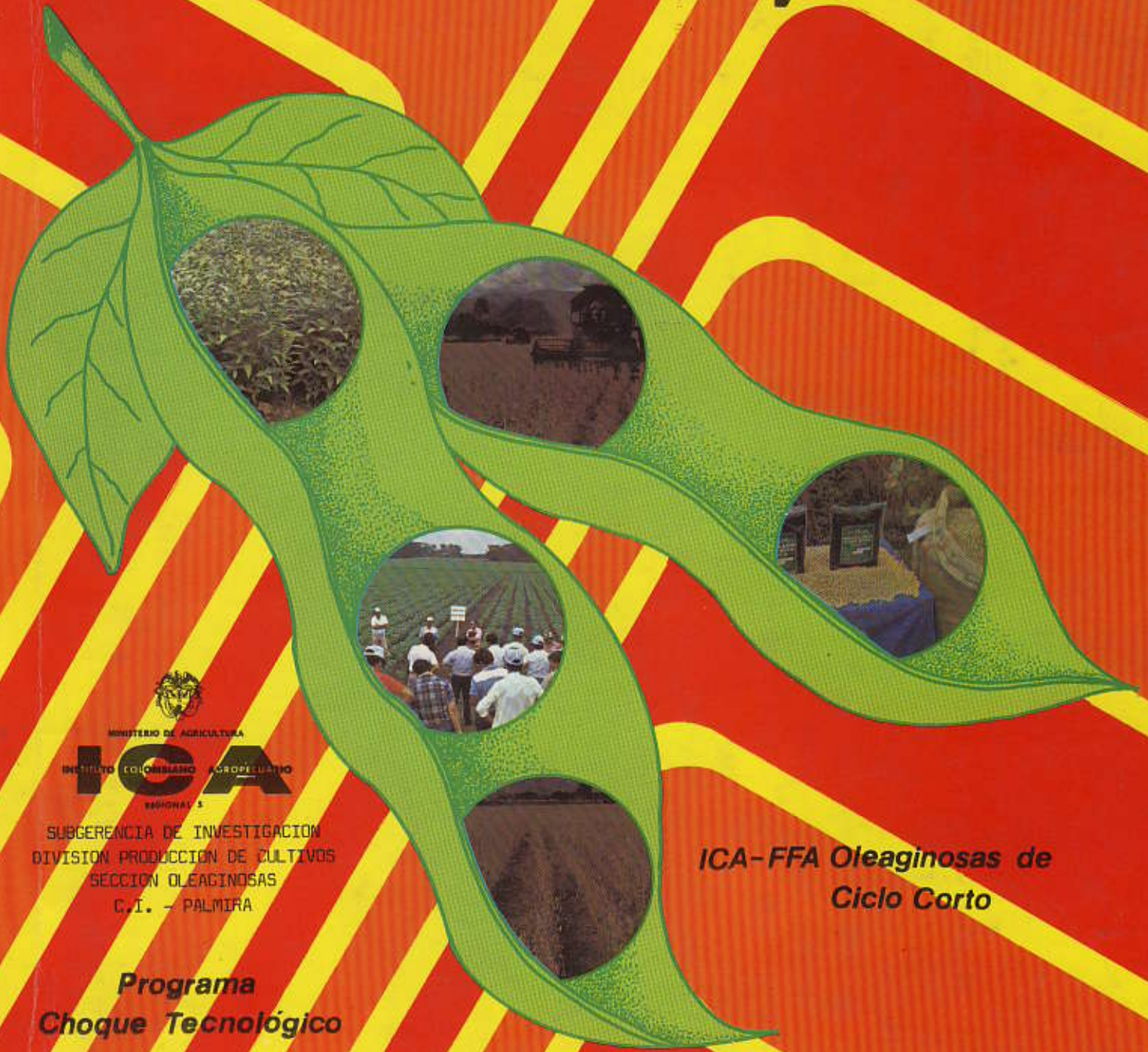


El Cultivo de LA SOYA



MINISTERIO DE AGRICULTURA

ICA
INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO
REGIONAL 5

SUBGERENCIA DE INVESTIGACION
DIVISION PRODUCCION DE CULTIVOS
SECCION OLEAGINOSAS
C.I. - PALMIRA

**Programa
Choque Tecnológico**

CORPOICA
Corporación Colombiana
de Investigación Agropecuaria
Regional Nº 5

**ICA-FFA Oleaginosas de
Ciclo Corto**

Manual de Asistencia Técnica N° 60

Palmira , Febrero de 1994

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO
SUBGERENCIA DE INVESTIGACION
DIVISION DE CULTIVOS
SECCION OLEAGINOSAS

CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA
REGIONAL No. 5

EL CULTIVO DE LA SOYA

Compilado por: I.A. M.Sc. Gilberto Bastidas Ramos
I.A. M.Sc. Orlando Agudelo Delgado

Manual de Asistencia Técnica No.60

Palmira, Febrero de 1994

"La presente publicación fue financiada con
recursos del Convenio ICA - FFA, Fomento
de Oleaginosas de Ciclo Corto"

y

"Programa de Choque Tecnológico"

PRESENTACION

Desde su adopción como cultivo comercial, la soya en nuestro país tiene un sitio especial por su contribución al desarrollo agroindustrial especialmente del Valle del Cauca y por haberse convertido en alternativa de producción agrícola para otras zonas del país como Tolima, Huila, Meta y Costa Atlántica principalmente.

Existe una importante demanda estimada de soya para 1995 y años venideros de la cual actualmente el país solo produce el 50%; si bien es cierto que existen otras zonas del continente que producen esta oleaginosa a menos costo, también lo es que a través de varios años científicos del ICA han logrado avances importantes cuyos resultados con orgullo presentamos a los agricultores, empresarios, Ingenieros agrónomos y estudiantes de Colombia, esperando que con su adopción logremos mantener el espacio ganado en las mejores épocas del cultivo.

Como a pesar del avance de la investigación existen todavía una serie de limitantes en diferentes regiones, ese reto lo enfrenta hoy la **Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria "CORPOICA"**, encargada de la nueva dinámica de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria.

El ICA y CORPOICA con el presente manual esperan satisfacer muchas de las inquietudes de los productores sobre los diversos temas que integran la producción de la soya.

GERMAN AYA SILVA
Director Regional No. 5
CORPOICA

COLABORADORES

ORLANDO AGUDELO DELGADO	Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Sección Oleaginosas ICA. C.I. Palmira. Palmira Valle del Cauca.
GUILLERMO ARRIETA P.	Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Sección Oleaginosas ICA. CI Motilonia. Codazzi, Cesar.
GILBERTO BASTIDAS RAMOS	Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Sección Oleaginosas ICA. C.I. Palmira. Palmira, Valle del Cauca.
SAMUEL CAICEDO C.	Ingeniero Agrónomo, Grupo Multidisciplinario Oleaginosas Anuales. C.I. La Libertad. ICA. Villavicencio, Meta.
HUGO CASTRO FRANCO	Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Programa Suelos ICA. C.I. Nataima. Espinal, Tolima.
GERARDO CAYON S.	Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Sección Investigación Básica Agrícola ICA. C.I. Palmira. Palmira, Valle del Cauca.
CARLOS A. GALLARDO B.	Ingeniero Agrícola, M.Sc. Sección Manejo de Aguas ICA. C.I. Palmira. Palmira, Valle del Cauca.
FULVIA GARCIA ROA	Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Entomología. Investigación Básica Agrícola ICA. C.I. Palmira. Palmira, Valle del Cauca.
HUMBERTO GARRIDO Q.	Ingeniero de Procesos. Lloreda Grasas S.A. Cali, Valle del Cauca.
CARLOS GOMEZ BELTRAN	Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Programa Certificación de Semillas ICA. C.I. Palmira. Palmira, Valle del Cauca.
GUILLERMO A. LEON M.	Ingeniero Agrónomo, Grupo Multidisciplinario Oleaginosas Anuales. C.I. La Libertad. ICA. Villavicencio, Meta.

ARNOBIO LOPEZ G.	Médico Veterinario Zootecnista. Ph.D. Programa Avicultura ICA. C.I. Palmira. Palmira, Valle del Cauca.
FERNANDO MARMOLEJO DE LA T.	Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Profesor Asociado. Universidad Nacional Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira, Valle del Cauca.
JORGE MEDRANO LEAL	Zootecnista, M.Sc. Programa Ganado de Leche ICA. C.I. Obonuco. Pasto, Nariño.
FABIO AUGUSTO MONTEALEGRE	Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Departamento de Investigaciones FEDEARROZ. Cali, Valle del Cauca.
RAMON LUIS MONTERO SOJO	Licenciado CARE. Costa Rica.
CARLOS A. MONTOYA M.	Ingeniero Agrónomo. Grupo Multidisciplinario Oleaginosas Anuales. C.I. La Libertad. ICA. Villavicencio, Meta.
FERNANDO MUNEVAR M.	Ingeniero Agrónomo. Ph.D. Director Técnico MICROAGRO. Santafé de Bogota, D.C.
GLORIA ORTIZ RAMIREZ	Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Sección Algodón ICA. C.I. Palmira. Palmira, Valle del Cauca.
ROBERTO PORTELA C.	Médico Veterinario Zootecnista, M.Sc. Líder Nacional Programa Porcinos ICA. C.I. Palmira. Palmira, Valle del Cauca.
GUILLERMO RIVEROS	Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Director Nacional Oleaginosas ICA. C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta.
HERNAN ROJAS P.	Ingeniero Agrícola, M.Sc. Recursos Naturales Manejo de Aguas ICA. C.I. Palmira. Palmira, Valle del Cauca.
CARMEN R. SALAMANCA	Ingeniero Agrónomo. Grupo Multidisciplinario Oleaginosas Anuales. C.I. La Libertad. ICA. Villavicencio, Meta.
MARINA SANCHEZ DE PRAGER	Profesora Asistente. Universidad Nacional Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira, Valle del Cauca.

RUBEN A. VALENCIA R.	Ingeniero Agrónomo. Grupo Multidisciplinario Oleaginosas Anuales. C.I. La Libertad. ICA. Villavicencio, Meta.
FRANCIA VARON DE AGUDELO	Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Fitopatología. Programa Frutales ICA. C.I. Palmira. Palmira, Valle del Cauca.
CARLOS ARTURO VARON R.	Ingeniero Agrónomo. Investigador Semillas Tropicales. Santafé de Bogotá, D.C.
FREDDY VICTORIA LOPEZ	Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Servicio de Insumos Agrícolas. CRECED Sur del Valle del Cauca. Cali, Valle del Cauca.
JOSE OSCAR ZAPATA A.	Médico Veterinario Zootecnista, Ph.D. Programa Ganado de Leche ICA. C.I. Palmira. Palmira, Valle del Cauca.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. LA INVESTIGACION DE SOYA EN COLOMBIA . . .	1
2. METODOLOGIA PARA LA CREACION DE NUEVAS VARIETADES DE SOYA EN COLOMBIA	13
3. ASPECTOS BOTANICOS DE LA PLANTA DE SOYA . .	25
4. FISIOLOGIA DE LA SOYA	35
5. INOCULACION DE LA SOYA	53
6. LA SIMBIOSIS MICORRIZA VESICULO - ARBUSCULAR (MVA) EN SOYA <u>Glycine max</u> (L) Merrill . . .	65
7. MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS EN SOYA	85
8. MANEJO DEL AGUA EN SOYA	97
9. PLAGAS DE LA SOYA Y SU MANEJO	109
10. PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE LA SOYA EN COLOMBIA Y RECOMENDACIONES GENERALES DE MANEJO	133
11. ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS EN SOYA	151
12. <u>Cylindrocladium scoparium</u> ASOCIADO CON SECAMIENTO Y MUERTE PREMATURA DE PLANTAS DE SOYA	175
13. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA SEMILLA DE SOYA	189

	Página
14. EFECTO DE LA ZONA DE PRODUCCION SOBRE LA CALIDAD DE LA SEMILLA DE SOYA	207
15. IMPORTANCIA DE LA SEMILLA CERTIFICADA DE SOYA	233
16. REQUISITOS NUTRICIONALES DE LA SOYA	247
17. FERTILIZACION DE LA SOYA EN EL VALLE DEL CAUCA	259
18. MANEJO DEL CULTIVO DE LA SOYA EN EL VALLE DEL CAUCA	269
19. SUELOS Y FERTILIZACION EN EL CULTIVO DE SOYA. VALLE DEL ALTO MAGDALENA	283
20. MANEJO DE LA SOYA EN EL TOLIMA Y HUILA	297
21. MANEJO AGRONOMICO DE LA SOYA EN LA COSTA ATLANTICA	307
22. EL CULTIVO DE SOYA EN EL PIEDEMONTE LLANERO	313
23. EL POTENCIAL DE LA SOYA EN LA ALTILLANURA	347
24. LA SOYA EN ROTACION CON EL CULTIVO DE ARROZ	363
25. COSECHA DE LA SOYA	373
26. PROCESAMIENTO DE LA SEMILLA DE SOYA	385
27. ASPECTOS NUTRITIVOS DE LA SOYA Y ALIMENTACION HUMANA	391
28. EMPLEO DE SOYA INTEGRAL Y SEMILLA DE ALGODON EN VACAS HOLSTEIN EN PASTOREO DE PANGOLA	425
29. UTILIZACION DEL GRANO DE SOYA EN LA ALIMENTACION DE AVES	433
30. EL GRANO DE SOYA COMO ALTERNATIVA ALIMENTICIA EN CERDOS	439

1. LA INVESTIGACION DE SOYA EN COLOMBIA

Gilberto Bastidas Ramos *

1. INTRODUCCION

La Soya (Glycine max) desde su introducción y adopción como cultivo comercial en Colombia ha ido en progreso tanto en la agroindustria como en el desarrollo tecnológico. La soya tradicionalmente se ha cultivado en la zona templada,¹ sin embargo, en Colombia, área tropical se sembraron en 1989 cerca de 111.300 hectáreas con una productividad superior a las 2 ton/ha y cuya producción se destina a la extracción de aceites comestibles y proteína para la industria de concentrados. La demanda de soya se estima en 350.000 toneladas para 1995 de las cuales el país no alcanza a llenar el 50% de las necesidades.

Inicialmente la soya se introdujo y se cultivó exclusivamente en el Valle geográfico del Río Cauca, sin embargo a medida que se desarrollaron las variedades con mayor adaptación a las condiciones tropicales el cultivo se ha extendido a otras áreas (Tolima, Huila, Meta, Costa Atlántica) alcanzando cerca del 35% del área total del país.

A pesar de que la soya es una especie adaptada a la zona templada y que bajo la condición tropical de Colombia podría considerarse un limitante, se tienen muchos factores favorables que han sido aprovechados

* I.A., Ms. Sección Oleaginosas. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. C.I. Palmira. Valle del Cauca. A.A. 233.

como es el caso del fotoperíodo corto que con una temperatura apropiada permite hacer dos cosechas por año, además la condición tropical de Colombia permite diversidad de condiciones ambientales en relación a épocas de siembra, rotación, sistemas de producción, manejo de suelos, etc. que difiere de la zona de adaptación de la soya. Lo anterior ha permitido aprovechar la variabilidad genética de la especie desarrollándose con éxito variedades adaptadas a las diferentes zonas de producción. En el Valle del Cauca a 3° 32' de latitud norte, se obtienen rendimientos superiores a 3.000 kg/ha con variedades que florecen entre 35 a 40 días y que se cosechan entre 105 a 120 días.

1.2 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

En Colombia se introdujo la soya a nivel experimental en 1929, iniciándose en 1955 la producción comercial con variedades introducidas de Estados Unidos como Missoy, Mamoth Yellow, Biloxi, Aksarben y años más tarde Acadian, Hale 3, Hill y Davis.

En 1960, la soya es incorporada al Programa de Leguminosas del ICA y se comienza la producción y selecciones de líneas híbridas para dar origen a las primeras variedades desarrolladas en el país que se cultivan comercialmente. A mediados de la década del 70, la empresa privada comenzó el desarrollo de variedades a partir de selecciones dentro de introducciones. Hasta 1992 se han liberado 25 variedades, de las cuales 15 han sido desarrolladas por el ICA, (Tabla 1).

Paralelamente al desarrollo de variedades se han generado recomendaciones sobre diferentes arreglos de siembra referente a distancias y densidades para óptimos rendimientos, uso de fertilizantes e inoculantes, control de malezas, plagas, enfermedades y uso de pesticidas, manejo del riego y sistemas de cosecha.

TABLA 1. VARIETADES MEJORADAS DE SOYA DESARROLLADAS EN COLOMBIA

Años	Variiedad	Padres	Período Vegetativo (días)	Altura Planta (cms.)	Rendimiento Experimental	Promedio (Kg/ha.)
1967	Pelican SM-ICA	Selección Improved Pelican	102 ± 3	80 ± 10		2.500
1967	Mandarín S4-ICA	Selección Mandarín	112 ± 3	90 ± 10		2.500
1969	ICA Lilí	Mex 13D-440-B-46 x Mandarín S4 ICA	105 ± 5	80 ± 5		2.680
1971	ICA Taroa	Mex 13D-440-B-46 x Pelican SM-ICA	100 ± 5	60 ± 5		2.600
1973	ICA Pance	Mex 13D-440-B-46 x Pelican SM-ICA	97 ± 3	40 ± 5		3.000
1974	ICA Caribe	Selección Breeding Line	112 ± 3	80 ± 10		2.200
1976	ICA Tunía	Mandarín S4-ICA x Dortchsoy	105 ± 5	65 ± 5		3.000
1976	Victoria *	Selección de Júpiter	115 ± 5	80 ± 10		3.000
1976	SV-77 **	Selección de Júpiter	115 ± 5	80 ± 10		3.000
1983	Soyica P-31	Hale 3 x PI 307861	100 ± 5	65 ± 5		3.000
1983	Soyica P-32	ICA Tunía x ICA L-119	112 ± 3	65 ± 10		3.200
1983	Soyica N-21	Hardee x Fl (Hill x PI 274454)	112 ± 3	80 ± 10		2.500
1983	SV-89 **	Davis x Centennial	116 ± 4	70 ± 10		3.200
1986	Andree 23 ***	Júpiter x ICA Lilí x Pelican SM-ICA	116 ± 4	70 ± 5		3.200
1986	Soyica P-3.3	Williams x ICA 119	105 ± 5	80 ± 15		3.400
1986	Soyica N-22	Williams x ICA L-119	95 ± 5	70 ± 10		3.000
1988	Procampo I ****	Selección Davis	110 ± 5	55 ± 15		2.600
1988	Valluna 5 *	Selección Júpiter del Brasil	105 ± 5	60 ± 10		3.000
1989	Soyica Ariari-1	V1 x (Júpiter x F-66-1534)	105 ± 5	55 ± 10		2.800
1989	SV-109 **	Línea SV-10 x Línea SV-9	103 ± 3	80 ± 10		3.400
1989	Soyica Cesar M-1.1	Williams x Júpiter	93 ± 3	85 ± 12		2.900
1990	Occidente 2 *****	Selección de Davis	110 ± 5	65 ± 5		2.700
1990	Occidente 3 *****	Júpiter x Davis	110 ± 5	60 ± 5		2.700
1992	La Suprema *****	Soyica N-21 x Cristalina	110 ± 2	84 ± 14		3.500
1992	Soyica P-34	Davis x (AGS 129x568-3-1-7-M(2))	108 ± 5	70 ± 15		3.500

* Proacol ** Semillas Valle *** Semillas Andree **** Procampo ***** Semillas de Occidente ***** Semillas Tropicales

1.3 LIMITANTES DEL CULTIVO

A pesar del avance de la investigación existen en el país una serie de limitantes del cultivo en las diferentes regiones de producción (Tabla 2), en donde se tendrá que hacer mayor énfasis en los próximos cinco años.

1.4 ORIENTACION DE LA INVESTIGACION

La investigación en soya ha sido principalmente aplicada y se orienta a generar la tecnología necesaria para convertir el cultivo de la soya en una alternativa rentable de producción, satisfaciendo la demanda interna creciente, la cual en la actualidad se estima en 300.000 toneladas anuales para cuya producción se requieren alrededor de 150.000 hectáreas.

1.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

Las actividades de investigación se concentran en dos grandes áreas, el fitomejoramiento y el manejo agronómico.

1.5.1 Fitomejoramiento

A través del Fitomejoramiento, se busca la obtención de variedades de alto rendimiento, con adaptación amplia y/o específica; incorporar tolerancia a condiciones adversas, aumentar resistencia a enfermedades y tolerancia a plagas; incrementar la eficiencia de utilización de insumos, mejorar la calidad de la semilla e incorporar características agronómicas deseables.

1.5.2 Manejo Agronómico

En el área del Manejo Agronómico los objetivos tienden a suplir deficiencias de adaptación de variedades, a maximizar la eficiencia de utilización de los recursos de producción y los insumos y a disminuir los riesgos de pérdidas de producción causados por malezas, plagas y enfermedades, todo dentro del concepto de manejo integrado del cultivo.

TABLA 2. LIMITANTES DEL CULTIVO DE SOYA POR REGIONES NATURALES.

	Valles Interandinos		Región Caribe	Orinoquía	
	Valle del Cauca	Alto Magdalena		Piedemonte	Altillanura
LIMITANTES					
Altas temperaturas		X	X	-	-
Fotoperíodos cortos			X		X
Luminosidad			X	X	X
Baja Fertilidad		-	-	X	X
Niveles tóxicos de elementos	X		X	X	X
Deficiencia de humedad	X	X	X	-	-
Exceso de humedad	X	-	-	X	-
Malezas				X	
Insectos				X	
Patógenos	X			X	X
PRÁCTICAS AGRONOMICAS					
Costos de Producción	X	X	-	X	-

1.6 ESTRATEGIA DE INVESTIGACION

Como estrategia de investigación en el área de Fitomejoramiento, se utiliza la introducción de germoplasma y la combinación de características deseables con el fin de seleccionar individuos sobresalientes e identificar líneas élite por adaptación a diferentes ambientes.

Específicamente se persigue obtener genotipos con las siguientes características:

- Crecimiento inicial rápido y vigoroso con buen desarrollo vegetativo antes de la floración.
- Habilidad para ramificar, para compensar poblaciones adecuadas.
- Tolerancia a altas temperaturas y deficiencias de humedad ambiente característico del trópico seco.
- Eficiencia en la utilización de nutrientes y bajas demandas nutricionales para suelos de baja fertilidad.
- Balance apropiado entre crecimiento vegetativo y reproductivo con períodos de siembra a cosecha menor de 100 días, para zonas con períodos cortos de lluvias.
- Maduración uniforme, resistencia al volcamiento, indehiscente en el campo, inserción alta de la primera vaina, características importantes para eliminar pérdidas en la cosecha mecánica, contenido de proteína y aceite adecuadas a la demanda de la industria.
- Semilla que mantenga la viabilidad por períodos prolongados.

En el área de Manejo Agronómico la estrategia de investigación se enfoca a la evaluación de combinaciones de prácticas agronómicas en diferentes localidades y semestres teniendo en cuenta la soya como parte de un sistema de producción. Para alcanzar los objetivos propuestos, el ICA cuenta con cuatro centros representativos de las áreas actuales y potenciales de producción de soya, (Tabla 3), destacándose el Centro de Investigación La Libertad que a partir de 1990 ha sido designado como Centro Piloto y sede del Grupo Multidisciplinario Nacional de Investigación en Soya.

TABLA 3. ICA. CENTROS DE INVESTIGACION DE SOYA

Características	Localización	Valles Interandinos		Región Caribe	
		Palmira	Nataima	Motilonia	La Libertad
LATITUD (N)		3° 32'	4° 12'	10° 12'	4° 3'
LONGITUD (N)		76° 17'	74° 56'	73° 13'	73° 29'
ALTITUD (m)		1006	431	339	336
TEMPERATURA PROMEDIA ANUAL (°C)		24	26	28	25
PRECIPITACION PROMEDIA ANUAL (mm)		1000	1200	1480	3800
DISTRIBUCION DE LA LLUVIA		Bimodal	Bimodal	Unimodal	Unimodal
COMENTARIOS		Suelos fértiles	Suelos fértiles	Suelos moderadamente fértiles-baja humedad	Suelos ácidos fértiles

1.7 METAS A ALCANZAR

Si existe un apoyo sostenido a la investigación y producción, se espera a corto plazo para el Valle del Cauca, liberar variedades que permitan elevar el rendimiento promedio a 2.5 ton/ha y reducir en un 15% los costos de producción. Para la región del Tolima - Huila elevar el promedio de rendimiento a 2.0 ton/ha e incrementar el área cultivada a 20.000 hectáreas.

Para la Región Caribe se espera cultivar las primeras 20.000 hectáreas y llegar a rendimientos de 2 ton/ha. En el caso de los Llanos Orientales y en la región del Piedemonte Llanero cultivar cerca de 40.000 hectáreas y elevar el rendimiento promedio a 2 ton/ha. Incorporar a la producción nacional a corto plazo 30.000 hectáreas de la Altillanura Colombiana con variedades altamente tolerantes al aluminio, consolidando los sistemas de producción sostenibles.

1.8 FUTURO DEL MEJORAMIENTO EN SOYA

Gran parte de los objetivos del Programa de Investigación en Soya han sido alcanzados.

En el futuro un gran esfuerzo deberá hacerse para mejorar la calidad de semilla manteniendo una alta viabilidad y la tolerancia a suelos ácidos, así como desarrollar materiales adaptados a áreas específicas.

También no hay que olvidar la importancia de la soya en la alimentación humana y en este sentido hay que mejorar desde el punto de vista nutricional desarrollando variedades sin inhibidores de tripsina rompiendo en esta forma con una barrera asociada a la utilización de soya cruda en la alimentación. También variedades libres de mal olor y sabor (Lipoxigenasa) en productos a base de soya y que ha sido una barrera a una amplia utilización de la proteína de soya en los alimentos convencionales.



1. Campo Experimental



2. Colección de Variedades



3. Variabilidad de Semilla



4. Hibridación



5. Manejo de Segregantes



6. Ensayos de Rendimiento



7. Densidades de Población



8. Prueba Regional



9. Parcela de Aumento



10. Producción de Semilla



11. Variedades Mejoradas ICA



12. Variedades Mejoradas Empresa Privada

1.9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BASTIDAS, R.G. 1983. Producción e investigación de soya en Colombia. Reunión Latinoamericana sobre mejoramiento de soya. 20 a 30 de Junio. Palmira, Colombia INTSOY. p. 24-29.
2. BASTIDAS, R.G. 1988. Plan Nacional de Investigación en soya 1989-1993. ICA. Programa Nacional de Leguminosas de Grano y Oleaginosas Anuales. 36 p.
3. CAMACHO, L.H. 1982. Presente y futuro de la soya en el trópico. En: III Curso Internacional de Soya. ICA-INTSOY. CI-Palmira, Noviembre 20 a Diciembre 10, 1992.
4. HINSON, K. 1983. Mejoramiento de soya en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. En: Reunión Latinoamericana sobre Mejoramiento de Soya. 20 a 23 de Junio. Palmira, Colombia INTSOY. p. 24-29.

2. METODOLOGIA PARA LA CREACION DE NUEVAS VARIETADES DE SOYA EN COLOMBIA

Gilberto Bastidas Ramos *

El mejoramiento varietal busca seleccionar y producir genotipos adaptados a las condiciones del trópico, con buen potencial de rendimiento, resistencia o tolerancia a las principales enfermedades y plagas, excelente calidad de semilla y mejores características agronómicas frente a las variedades que se cultivan en una zona o región dada.

La soya por ser básicamente una planta completamente autógena (menos de 1% de polinización cruzada), el mejoramiento ha seguido dos caminos claramente definidos: Introducción-Selección e Hibridación.

2.1 INTRODUCCION-SELECCION

Consiste en introducir variedades que han sido desarrolladas en otros países, germoplasma con características genéticas especiales. La evaluación y selección ya sea masal e individual, permite detectar genotipos superiores que luego de pruebas de rendimiento se recomiendan para producción comercial. En este sentido, las primeras variedades desarrolladas en Colombia para la producción comercial correspondieron a introducciones de Estados Unidos, tal es el caso de Mamoth Yellow, Missoy, Biloxi, Aksarben, Acadian, Hill, Hale 3, Davis o también

* I.A. Ms. Sección Oleaginosas. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. C.I. Palmira. Valle del Cauca. Apartado Aéreo 233 Palmira.

selecciones dentro de introducciones como Pelican SM-ICA, Mandarín S4-ICA e ICA Caribe.

2.2 HIBRIDACION

Los genotipos seleccionados dentro de las variedades introducidas y de las colecciones genéticas que ofrecen buenas características agronómicas y fitosanitarias, se utilizan como progenitores para cruzarlos con variedades comerciales o con genotipos obtenidos que tienen características deseables. Los cruzamientos se adelantan en una casa de malla debidamente acondicionada. El número de cruces depende del número de padres involucrados en el plan de cruzamientos. Un plan de cruzamientos que involucre cinco padres en cruces simples requiere de 30 a 50 cruces simples. Cada cruce obtenido es registrado y numerado dependiendo la numeración de la localidad donde se efectúe. La semilla F1 se siembra en una casa de malla o en el campo para cosechar semilla F2 y eliminar aquel material que no sea producto de cruzamiento sino de autofecundación. Los progenitores se siembran como control.

2.2.1 Avance de Generaciones

La semilla F2 obtenida de los cruces simples se siembra en el campo, distribuyéndose en surcos de 6 a 10 metros de largo y 40 a 60 centímetros entre surcos y separación de 10 centímetros entre semillas. Entre cada cruce se intercalan los progenitores para tener un grado de comparación. En esta etapa se llevan libros de campo en donde se registra la fecha de siembra, el número de cruce y genealogía, generación en que se encuentra, código, número de parcela y se hacen anotaciones respectivas sobre el comportamiento de las segregantes a medida que la selección se va estrechando hacia el fenotipo deseado.

En las primeras generaciones F2 y F3 se hace selección masal. Estas generaciones se siembran en la misma forma que la F2, dependiendo

el número de surcos de la cantidad de semilla. A partir de la generación F4 se selecciona individualmente o en forma masal decidiendo el método, la situación que prevalezca en el semestre de siembra en relación, principalmente, a la presencia de enfermedades. Cuando se hace selección individual se anotan las características de la planta seleccionada. Cuando se manejan muchos cruzamientos el avance generacional se puede adelantar mediante el método de "Descendencia de una sola semilla", sin embargo se aplica en nuestro medio una modificación que es "Descendencia de una sola vaina", proveniente de cada planta que compone una población segregante. Cuando ya se ha observado ampliamente los materiales en selección (pruebas de descendencia), se incrementan en forma masal los más promisorios para obtener semilla suficiente y establecer ensayos de rendimiento. Las líneas se logran hasta las generaciones F6 y sólo se prolonga la selección si condiciones especiales de segregación, por lo regular características indeseables, hacen necesario prolongar etapas de selección individual. En esta generación se adelanta una evaluación preliminar de líneas cuya metodología consiste en sembrar cada línea en un surco individual de 6 ó 10 metros de largo y separación de 40 a 60 centímetros entre surcos y 10 centímetros entre plantas. Cada 10 surcos se intercala la variedad a la cual se quiere reemplazar.

En éstas líneas se registran los siguientes datos:

1. Fecha de siembra y días a emergencia: Cuando el 50% de las plántulas están sobre la superficie del suelo.
2. Días a floración: Cuando el 50% de las plantas tienen al menos una flor.
3. Días a maduración: Cuando aproximadamente el 95% de las vainas de las plantas están secas. Cuando el tallo y las hojas permanecen verdes y las vainas están secas solamente se considera el estado de las vainas para registrar la maduración. En este caso al anotar maduración se registra que las hojas y tallos estaban verdes al tiempo de maduración de las vainas.

4. Altura de planta a floración y maduración: Corresponde al largo del tallo desde el nivel del suelo hasta el último nudo. Se registra con base en 5 plantas.
5. Índice fenotípico: Se registra al llenado de vainas. La variedad a la cual se va a reemplazar o testigo se le dá una calificación de 3 en la escala de 1 a 5. Las líneas vecinas se comparan con ésta y se les asignará un índice: Será 3 cuando las líneas sean similares a la variedad Testigo; 4 cuando sean un poco inferiores; 5 cuando sean inferiores a la variedad; 2 cuando sean un poco mejores a la variedad y 1 cuando sean muy superiores a la variedad testigo.
6. Índice de volcamiento: Al tiempo de la maduración en escala de 1 a 5 en donde 1 indica plantas totalmente erectas y 5 plantas totalmente volcadas.
7. Altura de carga: Se mide en centímetros de la superficie al suelo a la inserción de la primera vaina. Se registra con base en 5 plantas.
8. Índice de dehiscencia: Se registra dos semanas después del registro de maduración en escala de 1 a 5 en donde 1 indica plantas sin vainas abiertas y 5 plantas con todas las vainas abiertas.
9. Calidad visual de la semilla: Al cosechar se hace una apreciación visual de la semilla de cada línea en escala de 1 a 5 en donde 1, indica semilla de buena calidad y 5 semilla de mala calidad.
10. Enfermedades: Se registran las enfermedades presentes en cada línea en escala de 1 a 5 significando 1 resistencia y 5 susceptibilidad. Se registran las siguientes enfermedades: Bacteriosis, Pústula bacterial, Cercospora, Peronospora y Aspecto viroso.
11. Número de vainas por planta: Con base en 5 plantas.
12. Número de semillas por vaina.

2.2.2 Pruebas de Rendimiento

Las líneas sobresalientes del anterior paso se evalúan en ensayos replicados de rendimiento, comparándolas con variedades comerciales en uso. La evaluación se hace en parcelas de 4 surcos de 6 metros de largo y 0.60 metros de separación entre surcos. Se utilizan cuatro repeticiones. El diseño, bloques al azar o latice simple, de acuerdo al número de líneas o variedades en estudio. La evaluación se hace mínimo en dos semestres para seleccionar las líneas superiores a las variedades comerciales.

Cuando se tiene un gran número de líneas provenientes de la selección, es muy costoso evaluar en ensayos formales de rendimiento, por lo tanto se puede recurrir a la evaluación preliminar por rendimiento bajo el sistema de sitios y después de este primer tamizado entrar a los ensayos formales de rendimiento. El sistema consiste en sembrar las líneas a evaluar en sitios conformados por 8 semillas al momento de la siembra, para dejar 5 plantas después del raleo, con distancia entre sitios de 60 centímetros.

Las líneas se siembran al azar dentro de cada bloque conformado por 25 líneas y con 6 repeticiones. De esta forma se maximiza el uso de tierra y se reducen costos e investigación. En los ensayos de rendimiento, fuera del registro que se adelanta en la evaluación preliminar se registra el número de plantas cosechadas, el rendimiento por parcela y el peso de 100 semillas.

2.2.3 Parcelas de Observación y Aumento

Con base en el rendimiento de los dos primeros semestres se seleccionan de 5 a 10 líneas promisorias, las cuales se siembran en parcelas de 200 metros cuadrados, para observar su comportamiento en áreas mayores. Se usan dos repeticiones.

2.2.4 Manejo Agronómico

Simultáneamente con el establecimiento de pruebas regionales se adelantan ensayos de poblaciones, fertilización, riego, herbicidas, con el fin de conformar un paquete de recomendaciones para la futura variedad.

2.2.5 Pruebas Regionales

Las mejores líneas por sus características agronómicas y rendimiento en las etapas anteriores se establecen en pruebas de adaptación en zonas que representan diferentes ambientes para tratar de establecer los rangos de adaptabilidad de las futuras variedades. Las parcelas usadas en pruebas regionales pueden ser de 50 metros cuadrados a 1/2 hectárea, dependiendo de la capacidad del cooperador (agricultor, proyecto de desarrollo, productor de semilla, etc.). En esta etapa las líneas se observan mínimo en dos semestres con un número de cinco pruebas regionales por semestre.

2.2.6 Identificación y Descripción de Variedades de Soya

Con las observaciones adelantadas en la evaluación preliminar de líneas y en pruebas de rendimiento se inicia la descripción varietal, la cual es complementada con la información registrada en pruebas regionales, referente principalmente a días a floración y maduración, altura de planta, altura de inserción de la primera vaina y reacción a enfermedades. Tan pronto la línea ha sido aprobada para liberarse como nueva variedad se procede a registrarla ante la División de Semillas elaborándose una guía simplificada en la cual se describen características de la planta, de la semilla y reacción a enfermedades y plagas que indican la identificación de la variedad (Tabla 1), permitiendo en esta forma al Programa de Certificación de Semillas, asegurar su identificación y pureza genética.

Bajo esta metodología se han desarrollado 11 variedades destacándose en los últimos años Soyica P-32, Soyica P-33, Soyica N-22, Soyica Ariari 1, Soyica Cesar M-11 y Soyica P-34, (Figura 1).

TABLA 1. DESCRIPCION VARIETAL EN SOYA

INSCRIPCION No.:	14		
FECHA:	Agosto 14 de 1986		
ESPECIE:	Soya Glycine max (1) Merrill		
NOMBRE DE LA VARIEDAD:	SOYICA P. 3.3		
ORIGEN:	Padres: William x ICA L-119		
	Genealogía: 498-2PM-5-M (4)		
ENTIDAD:	Instituto Colombiano Agropecuario		
LUGAR:	CNI Palmira (Valle del Cauca)		
ESPECIALISTAS:	Gilberto Bastidas, Orlando Agudelo, Horacio Carmen		
ADAPTACION:	800 - 1.200 m.s.n.m.		
<u>CARACTERISTICAS DE LA PLANTA</u>			
Tipo de crecimiento:	Indeterminado		
Altura promedio a maduración:	80 cm		
Altura de carga:	12 cm		
Ramificación:	2 a 4 ramas/planta		
Días floración:	36-40		
Días a maduración:	90-100		
Color de flor:	Blanca		
Color de pubescencia:	Café		
Tamaño de vainas:	4.0 s 4.5 cm		
Número de semillas/vaina:	2 a 3 (66% de las vainas con 3 semillas)		
Rendimiento comercial:	2.600 kg/ha.		
Fecha de entrega:	Julio - 1986		
<u>COMPORTAMIENTO A PLAGAS Y ENFERMEDADES</u>			
Resistencia a:			
- Ojo de Rana		<u>Cercospora sojina</u>	
- Decoloración violácea		<u>Cercospora kikuchii</u>	
- Bacteriosis		<u>Pseudomonas glycine</u>	
- Pústula bacterial		<u>Xanthomonas phaseol</u>	
- Nemátodo quiste		<u>Heterodera glycines</u>	
		Raza 3	
Tolerancia a:			
- Mildeo Velloso		<u>Peronospora manchur</u>	
<u>CARACTERISTICAS DE LA SEMILLA</u>			
Color de cutícula:	Amarilla		
Color de hilio:	Café claro eventual- mente negro		
Forma:	Ligeramente redonda		
Tamaño:	7 a 8 mm de largo x 5 a 7 mm de ancho		
Peso de 100 semillas:	90 gramos		
Porcentaje de aceite:	19		
Porcentaje de proteína:	37		
<u>OTRAS CARACTERISTICAS</u>			
Secamiento:	Uniforme		
Volcamiento:	Resistente		
Dehiscencia:	Resistente		
Necesidad de agua:	300 a 350 mm		
Recomendación de siembra:	350 a 400 mil semi- llas/ha.		

ICA TUNIA x ICA L-119

1978 B

F₁, F₂, F₃, F₄, F₆

Evaluación y selección por:
Resistencia a Pústula bacterial,
Peronospora, Cercospora y Aspecto
viroso. Crecimiento inicial rápido.
Ramificación. Altura de planta.
Altura de carga. Resistencia al
volcamiento y a la dehiscencia.
Secamiento uniforme. Potencial
de rendimiento.

1981 - 1982

PRUEBAS DE RENDIMIENTO

1982

Pruebas Regionales
Manejo del Agricultor
14 localidades

Ensayos de
Poblaciones

PRUEBAS SEMICOMERCIALES
(Paquete agronómico)

1982

Demostrativo
Comercial

Liberación
Soyica P-32

FIGURA 1. OBTENCIÓN DE LA VARIEDAD SOYICA P.32.

2.3 PRODUCCION DE SEMILLA GENETICA Y BASICA

La buena calidad de la semilla es factor determinante en la productividad de los cultivos. El Gobierno Nacional reglamentó la entrega de materiales básicos de soya por Resolución No. 399 del Ministerio de Agricultura del 31 de octubre de 1974.

El Programa de Investigación suministra la semilla genética al Programa de básicos el cual la reproduce y entrega semilla básica a las Compañías productoras que son las encargadas de multiplicarlas y producir semilla certificada, bajo la supervisión del Programa de Certificación del ICA.

Las Compañías de semilla solicitan a la División de Semillas con seis meses de anticipación la semilla básica necesaria para sus programas de multiplicación.

Para cumplir con las disposiciones anteriores y tener disponibilidad de semilla de las variedades comerciales y líneas promisorias, el Programa de Investigación ha estructurado un proyecto considerado como actividad permanente y el cual se desarrolla en la siguiente forma:

La producción de semilla genética se inicia después de la etapa de ensayos de rendimiento y es similar ya sea una línea promisorio o una variedad. Un primer paso consiste en seleccionar 500 plantas típicas de la variedad o línea, las cuales se siembran surco por planta en surcos de 10 metros de largo y 0.60 metros de ancho. Se revisa surco por surco y se descartan aquellos que están fuera de tipo. Se revisa dentro de los surcos restantes eliminando aquellas plantas enfermas y fuera de tipo. La cosecha de los surcos seleccionados se desgranar en máquinas tipo "Pullman" y se adelanta selección manual, constituyendo este material la semilla fundamental de la línea o variedad. La semilla de cada surco cosechado masalmente se siembra en parcelas de aumento. Se hace la revisión de cada parcela y se eliminan las que no se ajustan a las características de la variedad o línea propuesta.

Las parcelas seleccionadas se cosechan, se desgranar y limpian manualmente y se mezcla toda la semilla, siendo este material semilla genética. Este material genético es el que permite sembrar un área determinada para producir la semilla básica que se entrega al productor de semilla certificada.

La necesidad semestral de semilla hace necesario que el Programa de Investigación mantenga una reserva de 25 kilogramos de semilla genética con el fin de conservar la pureza genética y renovar la semilla básica.

La producción de semilla básica se adelanta en campos en los cuales no se ha sembrado soya durante los seis meses anteriores estando los campos localizados a una distancia mínima de tres metros en todas las direcciones de cualquier lote sembrado con soya. Los cultivos de multiplicación de semilla básica se manejan empleando las mejores prácticas agronómicas recomendadas por el Programa de Investigación.

2.4 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BASTIDAS, R.G. 1989. Producción de semilla de nuevas variedades de soya. Sección de Leguminosas de Grano y Oleaginosas Anuales. CNI Palmira. 12 p. (mimeografiado).
2. BRAVO, J. 1982. Conceptos básicos de técnica de campo en la investigación de soya. En: III Curso Internacional de Soya. ICA-INTSOY. Palmira, Valle del Cauca, Colombia. Noviembre 22 - Diciembre 10. 6 p.
3. BRIM, C.A. 1973. Quantitative genetics and Breeding. In Soybean: Improvement, Production and uses. American Society of agronomy No. 16. p. 155-186. Edited by B. Ecald well.
4. CAMACHO, L.H. 1982. Técnicas de campo en ensayos de evaluación de variedades. La Cooperación Internacional de INTSOY. En: III Curso Internacional de Soya. ICA - INTSOY. Palmira, Valle del Cauca, Colombia. Noviembre 22 - Diciembre 10. 10 p.

5. SUAREZ, J.E. et al. 1990. Legislación sobre semillas. Instituto Colombiano Agropecuario. División Semillas Resolución 399 del Ministerio de Agricultura. 31 de Octubre de 1974. Bogotá. p. 34-36.

3. ASPECTOS BOTANICOS DE LA PLANTA DE SOYA

Gilberto Bastidas Ramos *

La soya (Glycine max (L) Merrill), es una planta pequeña anual generalmente erecta de 20-80 cm de altura, ocasionalmente de 1.20 m, - con tallos cubiertos por pubescencias. Las primeras hojas son simples y opuestas y todas las demás alternas y trifoliadas. Las flores papilionáceas son pequeñas y sésiles, se desarrollan a partir de las axilas florales. Las plantas pueden ser de hábito de crecimiento determinado o indeterminado. Las vainas angostas planas o con lados algo convexos, ligeramente curvados. Las semillas globosas de color verde, café, amarillas o negras con un pequeño hilio.

3.1 MORFOLOGIA DE LA SOYA

La planta de soya es muy sensible al medio que la rodea ya que el ambiente puede acelerar o retardar su desarrollo y productividad.

Dentro de los caracteres morfológicos de la soya algunos son constantes y otros variables, siendo estos últimos los más afectados por las condiciones ambientales resultado de la interacción genotipo medio ambiente.

* I.A. M.S. Sección Oleaginosas. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. CI Palmira. Valle del Cauca. A.A. 233.

3.1.1 Semilla

La semilla de soya consta de dos partes, cutícula y embrión. La cutícula es la cubierta protectora del embrión. El embrión está completamente desarrollado y consiste en la radícula, el hipocotilo y el epicotilo; se incluyen además los cotiledones que son carnosos y que representan la casi totalidad del volumen y peso de la semilla.

La semilla de soya varía de forma, color y tamaño. La forma desde la esférica hasta la achatada y alargada. Las semillas de las variedades cultivadas generalmente tienen forma oval. La cutícula presenta color amarillo, verde, negro y varios tonos de marrón o castaños. El color amarillo es el más común en las variedades comerciales. En cuanto al hilum varía en su tonalidad siendo negro, gris claro y diferentes tonalidades de marrón. El peso de la semilla varía de 2 a 40 gramos por 100 semillas; la mayoría de las variedades comerciales tienen un peso que varía entre 12 y 20 gramos por 100 semillas.

De acuerdo con la rapidez de absorción de agua, algunas semillas de soya se pueden clasificar como "duras" aunque absorben el agua lentamente; sin embargo en muy pocos casos la semilla de una variedad comercial ha necesitado escarificación para poder germinar, siendo la anterior característica propia de soyas silvestres.

La semilla de soya contiene aceite y proteína. Estos componentes están correlacionados negativamente entre sí, pudiéndose clasificar las variedades por alto contenido de aceite - baja proteína y viceversa. En general las variedades comerciales varían entre 20 a 22% de aceite y 38 a 42% de proteína.

3.1.2 Raíces y Nódulos

Al tiempo de la germinación, la radícula del embrión crece al interior del suelo formando la raíz principal de la planta de soya. A medida

que se desarrolla la raíz principal se inicia el desarrollo de raíces laterales que salen de las secundarias. De la parte inferior del hipocotilo brotan raíces adventicias. Cuatro días después de la germinación, nacen los pelos radicales cerca de la punta de la raíz principal. A medida que el sistema radical se ramifica, se forman pelos radicales en otras raíces jóvenes.

Características del suelo como la estructura, temperatura, humedad, fertilidad, método del cultivo, etc. son importantes en la conformación del sistema radical y su desarrollo.

Como miembro de la familia papilionacea, Glycine max presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales. Los nódulos se forman en las raíces siguiendo una serie de interacciones entre la bacteria Rhizobium japonicum y la planta de soya, causando un engrosamiento de ciertas áreas de la raíz. Las bacterias que se alojan en los abultamientos o "nódulos", reciben energía (carbohidratos) procedente de la fotosíntesis, utilizando parte de esa energía en la transformación de nitrógeno atmosférico en orgánico que la planta puede utilizar.

En condiciones de campo, el desarrollo de nódulos empieza a observarse a partir del sexto día después de la siembra y 2 a 3 semanas más tarde se puede detectar la fijación de nitrógeno. Estudios adelantados en el Valle del Cauca (Colombia), indican máxima fijación a los 60 días después de la siembra con la variedad ICA Tunía.

Un nódulo es activo cuando su interior es de color rojo - rosado y es inactivo cuando su interior presenta un color verde o blanco. El tamaño y número de nódulos depende de varios factores entre ellos el suministro de nutrientes, características del suelo, luz, variedades, etc.

3.1.3 Tallo

Cuando las condiciones de profundidad, humedad y temperatura del suelo son óptimas, la soya emerge a los cinco días de haber sido sembrada la semilla. El peso de la semilla se duplica en pocas horas y toma forma reniforme; la radícula a través de una rotura en la cubierta seminal se extiende hacia abajo; el arco del hipocotilo se extiende hacia arriba levantando los cotiledones y la plúmula. Mediante ulterior crecimiento y desarrollo de la plúmula se forman los tejidos del tallo y de las hojas. Las hojas primarias son unifoliadas y se desarrollan en el segundo nudo. A partir del tercer nudo las hojas son trifoliadas, formándose una por nudo. La altura final de la planta de soya está determinada por el número de nudos y entrenudos. El número de nudos y entrenudos depende de la reacción del genotipo al fotoperíodo y de que el tipo de crecimiento sea determinado o indeterminado. En los trópicos los días son cortos y bajo estas condiciones no hay un buen desarrollo vegetativo de algunas variedades. En las zonas tropicales el número de nudos es menor y por tal razón la planta de soya es de porte bajo.

Respecto al tallo de plantas determinadas, éstas dejan de crecer cuando comienza la floración, en cambio los tallos de plantas indeterminadas continúan creciendo después de la floración. Los tallos de plantas determinadas presentan menor diferencia en diámetro de la base a la punta, en cambio en los indeterminados se reduce progresivamente.

3.1.4 Hojas, Ramas y Flores

Las hojas situadas por encima del segundo nudo son trifoliadas aunque pueden aparecer ocasionalmente con cuatro o cinco folíolos. La forma de folíolos varía entre ovalada a lanceolada. La mayoría de las variedades comerciales presenta folíolos ovalados. Existe variación en cuanto a color de los folíolos estando relacionado con la variedad, edad y condiciones ambientales.

La unión entre el tallo principal y una hoja se denomina axila y en cada axila se presentan yemas axilares. Esta yema puede desarrollarse para originar una rama, formar un racimo de flores y luego vainas o permanecer latente. Por lo general, a partir del cuarto nudo las yemas axilares producen flores. Las yemas axilares inferiores producen ramas y en algunos casos flores tardías. La planta de soya relativamente tiene pocas ramas al compararla con otras leguminosas.

La importancia de la ramificación radica en su relación a la productividad de la planta. Buenas condiciones de crecimiento (fertilidad, humedad, etc.) y bajas densidades de población favorecen el desarrollo de ramas en la parte baja de la planta. Las ramas son similares morfológicamente al tallo. Las variedades determinadas ramifican más que las indeterminadas. Las flores en la planta de soya nacen en racimos compactos o flores espaciadas en racimos largos. Los racimos en las variedades indeterminadas son compactos, en cambio en las variedades determinadas los racimos de flores son largos en el extremo de su tallo principal. En floración este racimo contiene al mismo tiempo flores recién formadas, marchitas, vainas pequeñas y vainas desarrolladas.

Las flores son de color blanco, púrpura o también flores bicoloradas, blanco con cuello púrpura. El color de la corola se debe a pigmentos antociánicos que se encuentran también en el hipocotilo. Variedades con flor púrpura tienen hipocotilo púrpura mientras que las de flor blanca, hipocotilo verde. La planta de soya no forma una vaina por cada flor que produce, ya que puede abortar entre un 20 al 75% de las flores producidas.

La flor de la soya mide 6 a 7 milímetros de longitud y es similar a la del frijol y otras leguminosas. La flor tiene un cáliz tubular y una corola de cinco pétalos.

El pétalo más grande denominado "estandarte" se encuentra en la parte posterior. Dos pétalos laterales denominados "alas" y dos delanteros que forman la estructura denominada "quilla". La flor tiene un ovario, diez estambres (nueve soldados y uno libre) y un pistilo.

Las flores de soya son perfectas, hermafroditas y autofértiles propias de un cultivo autopolinizado. Estudios sobre cruzamientos naturales indican menos del 1% de polinización cruzada.

3.1.5 Etapas de Desarrollo

En la planta de soya podemos distinguir dos etapas de desarrollo: La etapa vegetativa y la reproductiva. Dentro de las etapas, es necesario distinguir varios estados de crecimiento para lo cual se necesita identificar los nudos y si las hojas trifoliadas están completamente desenvueltas. Los nudos son los sitios donde nacen las hojas y son visibles durante la vida de la planta, siendo los más apropiados para determinar el estado de crecimiento. Para determinar si una hoja de un nudo está completamente desenvuelta, se examina el nudo inmediatamente superior; si los folíolos del nudo inmediatamente superior tienen sus márgenes en contacto, se considera que la hoja del nudo inmediatamente inferior está completamente desenvuelta.

3.1.5.1 Estados de Crecimiento Vegetativo: Se inician a partir de la aparición de las plántulas:

- VE: Estado vegetativo a la emergencia. Los cotiledones están sobre la superficie del suelo.
- VC: Estado vegetativo cotiledonar. Los bordes de las hojas cotiledonares no se tocan.
- V1: Estado vegetativo nudo 1. Hojas unifoliadas completamente desenvueltas. Márgenes de los folíolos del nudo inmediatamente superior no se tocan.

V2: Estado vegetativo nudo 2. Hoja trifoliada encima de las unifoliadas completamente desenvuelta. Márgenes de hoja trifoliada del nudo inmediatamente superior no se tocan.

Vn: Estado vegetativo nudo n. Hoja trifoliada nudo n completamente desenvuelta. Márgenes de la hoja trifoliada del nudo inmediatamente superior no se tocan.

3.1.5.2 Estado de Crecimiento Reproductivo: Se inician con la floración

R1: Iniciación de la floración. Flor abierta en cualquier nudo del tallo central.

R2: Completa floración. Flor abierta en uno de los dos nudos superiores con hoja completamente desenvuelta.

R3: Iniciación formación de vainas. Vainas de 5 milímetros de largo en uno de los cuatro nudos superiores del tallo central, con hoja completamente desenvuelta.

R4: Completa formación de vainas. Vainas de 2 centímetros de largo en uno de los cuatro nudos superiores. Hojas desenvueltas.

R5: Iniciación formación de granos. Semillas de 3 milímetros en vaina de los cuatro nudos superiores.

R6: Semilla completamente formada. Semillas que llenan la cavidad de las vainas en uno de los cuatro nudos superiores.

R7: Iniciación de maduración. Una vaina del tallo principal alcanza su madurez normal.

3.1. Fruto

El fruto de la soya es una vaina que pierde su color verde al tiempo de la maduración tomando coloración negra, marrón o leonada. Las vainas

son rectas o ligeramente curvadas y la forma tiene relación con la forma de la semilla. Su tamaño de 2 a 7 centímetros con un diámetro de 1 a 2.5 centímetros y el número de semillas de 1 a 5 por vaina. Las variedades comerciales de soya presentan vainas con 2 a 3 semillas.

3.1.7 Pubescencia

Las hojas, tallos y vainas de la soya presentan finos pelos o pubescencia, siendo una característica para diferenciar variedades. Esta diferencia en color de la pubescencia no se manifiesta en los primeros estados de crecimiento pero, después de una semana aparece el pigmento de los pelillos que diferencian la pubescencia y la cual subsiste hasta que la planta seca y dá un color característico a las variedades. La pubescencia puede ser gris y diferentes tonalidades de castaño o marrón. La pubescencia puede ser también encrespada, erecta o con los pelillos recostados. Puede ser abundante o escasa. Algunas variedades no presentan pubescencia. La pubescencia de la mayoría de las variedades cultivadas es casi erecta.

3.1.8 Dehiscencia

Existen diferencias en las variedades de soya en su capacidad para retener la semilla después de que ha llegado la madurez. Algunas variedades se desgranar antes de que las semillas hayan logrado un 13% de humedad, en cambio otras retienen la semilla por mucho tiempo. Las condiciones ambientales prevalentes en el momento de alcanzar la madurez influyen en la dehiscencia de las vainas. Las variedades cultivadas presentan variaciones en el grado de resistencia a la dehiscencia.

3.1.9 Epoca de Floración y Maduración

Debido a la respuesta bastante precisa de la soya a la latitud, las variedades se clasifican en grupos de maduración llamados 000, 00,

O, I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX y X.

Las variedades de los grupos inferiores maduran más temprano y se adaptan mejor en regiones alejadas de los trópicos. Las variedades de los grupos superiores son de maduración tardía y se adaptan mejor en regiones cercanas a los trópicos. En los trópicos las variedades de los grupos inferiores son precoces y alcanzan poco desarrollo, en cambio las variedades de los grupos superiores alcanzan mayor desarrollo.

La soya es una planta considerada de día corto, floreciendo la mayoría de las variedades cuando el fotoperíodo es menor de 16 horas. En el trópico en donde el fotoperíodo es de 12 horas durante todo el año, todas las variedades florecen y lo hacen a una edad temprana.

Una variedad precoz inicia su floración entre los 25 y 30 días después de la siembra, madurando entre 75 y 90 días no alcanzando a presentar un buen desarrollo vegetativo siendo sus rendimientos bajos. Las variedades intermedias y tardías florecen entre 35 y 55 días y maduran entre 100 y 130 días desarrollando un buen crecimiento vegetativo y con mejores posibilidades para producir buen rendimiento de semilla.

3.2 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AGUDELO, O. y BASTIDAS, G. 1978. Aborto natural de flores en soya (Glycine max (L) Merrill), bajo condiciones del Valle del Cauca. Rev. COMALFI. Bogotá, v.5, No.1, p. 3-12.
2. CAMACHO, L.H.; BASTIDAS, G.; SALAZAR, D. y CARDENAS, O. 1973. Potencial productivo de diferentes genotipos de soya (Glycine max L. Merrill) en condiciones de ambiente tropical. Revista ICA, v.9, No.3, p. 345-352.
3. CAMACHO, L.H. 1979. Características agronómicas y morfológicas de la soya. En: Producción de soya. ICA, Palmira, Colombia. 1-9 p.

4. FERHR, W.R.; CAVINNES, C.E. 1977. Stages of soybean development. Special report 80. Agriculture and Home Economics Experiment Station. Iowa State University of Science and Technology. Ames, Iowa.
5. HARTWIG, E.E. 1977. Soybeans: Improvement. Production and uses. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin.
6. HINSON, K.; HARTWIG, E.E. 1978. La producción de soya en los trópicos. FAO Roma. 90 p.
7. SHANMUGASUNDARAM, S. 1979. Varietal development and germoplasm utilization in soybeans, A.V.R.D.C. Technical bulletin No. 13 (78-102). Shanhua, Taiwan, Republic of China.
8. VARELA, R. 1977. Comportamiento de algunas cepas de Rhizobium japonicum entre variedades de soya (Glycine max). Revista ICA, v. 12, No. 4. p. 588-590.

4. FISILOGIA DE LA SOYA

Orlando Agudelo D. **
Guillermo Riveros

La soya (Glycine max) (L) Merr, posee amplia variabilidad genética en sus componentes fisiológicos lo cual puede ser aprovechado en mejoramiento genético para obtener genotipos más eficientes. Además, la soya puede ser hibridada con otras especies de la misma familia, lo cual amplía aún más su potencial.

En el trópico no se ha dado énfasis al estudio y utilización de las características fisiológicas de la soya como en las zonas templadas, de aquí que una investigación más intensa debe ser tomada en cuenta para la difusión de la soya. Los factores limitantes de alta temperatura y alta humedad relativa deben ser entendidos plenamente para lograr la implementación adecuada del cultivo. Además, existen en cada zona otros factores que condicionan el crecimiento de las plantas, como el fotoperíodo, el cual no puede ser olvidado ya que el comportamiento de la soya es diferente en cada sitio y la adaptación de los genotipos debe ser lograda para proceder al mejoramiento respectivo.

* Colaboración del Programa de Oleaginosas del ICA Palmira. Apartado aéreo 233.

** Respectivamente I.A. M. Sc. Sección Oleaginosas ICA. CI Palmira. e I.A. Ph.D. Director Nacional Oleaginosas ICA. La Libertad, Villavicencio.

4.1 FOTOPERIODO

La soya es una planta de día corto que tiene un período crítico de luz para florecer. Este período es indispensable para la floración y obligó a clasificar las variedades en doce grupos, de acuerdo con su respuesta a la latitud. En 1920, Garner y Allard acuñaron el término fotoperíodo para designar la respuesta de la planta a la longitud del día; después de allí una serie de investigadores han trabajado en este fenómeno y últimamente se le ha dado un gran interés al fotoperíodo y a la búsqueda de insensitividad con lo cual se puede dar una más amplia cobertura por área a las variedades liberadas. Mientras la soya pertenezca a los grupos primeros, más temprano madura en el trópico y viceversa (Agudelo y otros, 1986). En Colombia la diferencia en horas luz del Valle a la Costa es de media hora aproximadamente, lo cual se hace patente para algunas variedades las que presentan un comportamiento diferente cuando se siembran simultáneamente en ambos sitios, aunque la temperatura y la luminosidad también intervienen en esta respuesta. Un caso concreto ocurre en el Valle, con la diferencial respuesta de la soya al comparar el menor crecimiento en Palmira, donde existe mayor nubosidad y Roldanillo donde hay mayor luminosidad. (Camacho, 1971).

Así pues, la duración del día, la temperatura y la humedad son los factores más estudiados en relación con el fotoperíodo, indicando que los dos primeros interactúan frecuentemente, dando respuestas notorias en cada caso.

Parker y Borthwick (1939) indican que la diferenciación floral es influenciada en mayor grado por las variaciones de temperatura durante la noche que por la duración del día. La temprana floración sucedió cuando la temperatura varió durante la noche entre 18 y 24°C. Inouye y otros (1979), reportaron que a altas temperaturas las variedades determinadas tienden a producir mayor número de nudos y a simular un tipo indeterminado de soya, lo cual fué referido como un inestable

tipo de crecimiento. Thomas y Raper (1981), utilizando la variedad "Ransom" encontraron que bajas temperaturas (menos de 14°C) y altas temperaturas (mayores de 35°C) produjeron aborción floral y vainas mal formadas. Brown y Chapman (1960), encontraron que la temperatura y la humedad fueron correlacionadas con la rata de desarrollo durante el período de floración; análisis de regresión múltiple mostraron una variación significativa en la rata de desarrollo floral relacionada con las condiciones de humedad.

La insensitividad de la soya al fotoperíodo puede jugar un papel muy importante en el incremento de área para la adaptación de las variedades; por esta razón la insensitividad al fotoperíodo por la soya ha merecido la atención en los últimos años. Se ha encontrado que las variedades determinadas son generalmente menos sensitivas al fotoperíodo que las indeterminadas. La insensitividad ha sido determinada en muy pocas variedades dentro de las que pueden mencionarse Fiskeby V. Shinsei y el PI 3173348 (Kitami Shiro) (Shanmugasundaran, 1979), sin que se haya podido transferir adecuadamente estos genes en variedades comerciales.

4.2 DESARROLLO DE LA RAIZ

La raíz tiene un patrón de forma inicialmente y con abundantes raicillas que proliferan rápidamente durante el estado de plántula (Mitchell y Russell 1971). El 80-90% de peso seco ocurre en los primeros 15 centímetros de profundidad del suelo. González y otros, 1985, indican que el crecimiento de la raíz es continuo a lo largo del período vegetativo, cesando sólo en maduración para el estado R7, antes del cual se obtiene el mayor peso seco.

La preparación del suelo y desde luego la textura inciden directamente en el desarrollo de la raíz. González y otros, 1985, encontraron para un suelo franco-arcilloso que la no preparación del suelo (labranza, cero) redujo el crecimiento, la penetración y la materia

seca de la raíz en comparación con suelos preparados por labranza mínima y convencional, los cuales difirieron poco para este tipo de suelo. El agua del subsuelo parece más importante para la planta que la superficial, por eso el crecimiento hacia abajo de la raíz es muy significativo en comparación con un mayor crecimiento lateral que es lo que ocurre cuando se dan labranzas mínimas o no labranza. La selección de genotipos con raíz profunda son intereses de los programas de mejoramiento para mejor uso del agua y tolerancia a bajas precipitaciones.

4.3 NODULACION Y FIJACION DEL NITROGENO

El exclusivo papel de la nodulación y la fijación del N, aunque discutido profundamente no ha sido completamente dilucidado en su parte bioquímica. Para la toma de la información se usan dos métodos, prevalentemente, la reducción de acetileno y el N directo, este último más preciso pero costoso y el primero con dificultades en su interpretación (Shibles y otros, 1978).

Se han descrito cuatro genes afectando la nodulación (Vest y otros, 1976), uno que previene la nodulación para la mayoría de las razas de Rhizobium, y el resto sólo afecta casos individuales de variedades. Las razas de soya son muy específicas para el cultivo, por ejemplo, muchas razas de R. japonicum inducen nodulación en caupí, pero sólo unas muy pocas de caupí, inducen nodulación en genotipos muy específicos de soya. En Africa, recientemente, se han encontrado razas promiscuas que presentaron nodulación en ambos cultivos, estas variedades no presentaron resultados positivos en Colombia con las razas adaptadas a nuestro medio. Dentro de las razas efectivas para la nodulación, se han descrito tres por Dobereiner et al (1970) con altas ratas de fijación por peso de nódulo. Ha sido muy difícil implementar estas razas en donde el Rhizobium ya existe y la competencia se hace difícil con razas adaptadas al suelo.

Un caso especial de clorosis - inducida por razas de Rhizobium en suelos arenosos ha sido indicado. Este fenómeno fue comprobado sembrando 25 especies de leguminosas, obteniendo siempre los mismos resultados. Una toxina Rhizobitoxine (inhibidor de clorofila) se ha encontrado como causal de la clorosis. La toxina sintetizada por el R. japonicum, inicialmente un buen número de plantas puede morir aunque otras se recuperan a medida que crecen (Vest y otros, 1976).

Finalmente, se ha descubierto que ciertas razas pueden volver a utilizar el N_2 , o sea reasimilarlo o recapturar la energía gastada en producción.

Las razas eficientes llamadas HUP^+ en contraste con la HUP^- , permiten aproximadamente un 14% más de eficiencia en la producción de N que las razas negativas. Esta práctica es un punto que está por resolverse comercialmente (Shibles, 1983).

4.4 HABITO DE CRECIMIENTO

Se han reconocido dos hábitos de crecimiento, el determinado y el indeterminado, y en medio de ellos se ha sugerido el semideterminado, del cual se supone se pueden obtener mejores rendimientos por sus similitudes con los dos primeros mencionados. El primero termina en racimo floral y el segundo en parte vegetativa. Genéticamente el determinado se identifica con el $dt1 dt2$, el indeterminado con $dt1 dt2$ y el semideterminado con $dt1 dt2$, éste es similar al primero en que termina en inflorescencia y al segundo en número de nudos y altura de planta (Shibles y otros, 1978).

Shibles (1980), citando a otros investigadores indica tres genes mayores afectando la floración y la maduración. El genotipo normal del hábito indeterminado es el $E2, E1$, que retarda la aparición de flores y la maduración; $e2$ que acelera la floración y más aún la maduración; y $e3$ que también acelera la floración y la maduración.

Para el Valle del Cauca se usan variedades de cualquier tipo de los mencionados de acuerdo con la precipitación de la zona y disponibilidad de riego. Las variedades florecen entre los 34 y 52 días, con madurez fisiológica entre 85 y 110 días. Mientras más rápido florece una planta de soya, más baja es su altura de carga de planta y viceversa; por esta razón es conveniente tener floraciones entre 38 y 50 días, logrando mayor crecimiento y mayor altura de las primeras vainas, evitando pérdidas por soca en la cosecha directa. A medida que la variedad florece más tarde, su período vegetativo es mayor y el requerimiento de agua para llenar las vainas formadas es grande, lo cual puede ser contraproducente para agricultores que no tienen riego artificial (Cuevas y otros, 1985).

Un nuevo concepto fisiológico ha sido desarrollado en soya, denominado "Duración del llenado", el cual puede ser considerado como responsable del rendimiento final de la planta. El período está comprendido entre los estados reproductivos R5 (inicio del llenado) y R7 (inicio de la madurez), el cual está controlado por factores genéticos, aunque no se ha identificado el número de genes responsables. Este período como indicador de la producción resulta ser una promesa para elevar los rendimientos (Reikosky y otros, 1982). Una evaluación de la duración del llenado para variedades determinadas, semi e indeterminadas de soya en Palmira, concluyó que las variedades determinadas de soya después de la floración incrementan el rendimiento basadas en el incremento de tamaño de la semilla, mientras que las indeterminadas tienen mayor duración del llenado e incrementan su producción con base en un mayor número de vainas y mayor tamaño de semilla. Se observó que existe dentro de las líneas gran habilidad con respecto a las combinaciones, tamaño de semilla, número de vainas/planta y duración del llenado que pueden ser aprovechados para obtener rendimientos adecuados (Cuevas y otros, 1985).

4.5 ACUMULACION DE MATERIA SECA

La producción de hojas y materia seca se incrementa rápidamente en una función casi lineal de acuerdo con la distancia de siembra, obteniendo un máximo IAF de 5 a 8, durante el estado R5 (llenado de semilla), (Tabla 1), González y otros, 1985 y Múnera y Bastidas, 1984, encontraron para el Valle del Cauca que los máximos IAF están comprendidos en el estado mencionado y que las variedades usadas actualmente difirieron significativamente en el valor para esta característica. Después de allí, el índice de área foliar decrece progresivamente debido a la pérdida de las hojas bajas por maduración (Shibles et al, 1978).

Cuando se usan surcos anchos versus surcos estrechos, estos alcanzan primero el IAF y en época de llenado de las vainas se observa que hay una mayor pérdida de hojas bajas. Shibles y Weber, 1966, encontraron que el máximo IAF para intercepción de luz fluctuó entre 3.1 y 4.5 dependiendo de la densidad de plantas y arreglo espacial en el campo.

La rata de crecimiento diario del cultivo difiere entre cultivares entre 8.8 y 14.9 g/m/día, pero se ha encontrado que la rata de peso seco de la semilla fué similar para todos los cultivares, siendo de 9.9 g/m/día aproximadamente. De allí que se haya concluido que las diferencias en rendimiento fueron atribuidas a la duración del período de llenado y no a la rata de crecimiento diario (Buttery, 1970).

Desarrollo Productivo

La soya como planta afectada por el fotoperíodo depende de un período crítico para florecer, el cual debe existir o de lo contrario

La producción de soja se estima a partir de los datos de rendimiento por hectárea y el área sembrada. El rendimiento se estima a partir de los datos de rendimiento por hectárea y el área sembrada. El rendimiento se estima a partir de los datos de rendimiento por hectárea y el área sembrada.

TABLA 1. PROMEDIOS DE INDICE DE AREA FOLIAR (IAF) DURANTE EL LLENADO DE VAINAS (R5).

Variedad y/o línea	IAF
ICA L-128	5.36
Soyica P-31	7.93
ICA L-137	6.76
Soyica Ariari 1	7.51
Soyica P-32	8.43
ICA Tunía	4.19

Múnera y Bastidas, 1984.

la soya presentará desadaptación al medio. La floración para el Valle ocurre entre los 33 y los 50 días después de la siembra y mientras más precoz sea la floración, más pequeño es el porte de la planta y más corto el período vegetativo, lo contrario sucede si la floración es demasiado tardía, lo cual puede traer consigo períodos vegetativos de más de 120 días, lo cual puede ser un problema en semestres secos y por falta de equipos de riego.

Considerando las temperaturas, éstas afectan la aparición de las flores; por debajo de 20° C la floración es pobre, se incrementa hasta los 33° C y de allí en adelante hay problemas de aborto y mala formación de vainas. La floración se inicia en la parte basal del tallo ascendiendo por las ramas hasta la parte apical.

El número de óvulos por vainas varía entre 2 y 4, los cuales son heredados genéticamente y varían con el ambiente. La mayoría de los cultivares comerciales tienen tres óvulos, de los cuales dos son generalmente fertilizados para dar un mayor porcentaje de dos semillas por vaina (Shibles y otros, 1978).

La variedad Soyica P-33 posee combinaciones de 1, 2, 3 y 4 semillas por vaina en la misma planta, en porcentajes de 3%, 26%, 66% y 5% donde se ve claramente que el mayor aporte es hecho por vainas de dos y tres semillas, con un total de 92% (Bastidas y otros, 1986). Esto indica que cuando ocurre el estrés por agua puede haber un aborto notorio en las vainas que contienen mayor cantidad de semillas.

Las vainas se desarrollan lentamente después de la fertilización con el rápido incremento luego del quinto día, con completa elongación de vaina entre los 15 y 20 días después del inicio de la misma. Las semillas dentro de la vaina no crecen a la misma rata, los apicales crecen más rápido y le siguen en desarrollo los basales y en los estados finales las semillas del centro son dominantes con un acelerado crecimiento. La soya presenta una pérdida sustancial de flores, vainas pequeñas y grandes dentro de las cuales hay diferencia en aborto. Las pérdidas de flores y vainas se estiman entre 40 y 80% (Shibles y otros, 1978).

Agudelo y Bastidas (1977), encontraron un aborto en flores desarrolladas de soya (flores que no son convertidas en vainas) para las condiciones del Valle del Cauca de 31% aproximadamente. El dato se encontró para variedades determinadas e indeterminadas para las cuales el aborto fué similar, destacándose que hubo mayor producción de flores en las indeterminadas.

Hasta aquí se reporta que la abscisión mayor ocurre durante los tempranos estados de desarrollo del embrión, por lo tanto una falta de agua o bajos niveles de fertilidad en el suelo pueden ocasionar grandes pérdidas en el rendimiento. El aborto también es promovido por largos fotoperíodos y altas temperaturas (Shibles y otros, 1978).

4.6 ACEITE Y PROTEINA

La semilla de soya contiene cerca del 21% de aceite y 41% de proteína. Aunque el aceite se incrementa algo, la proteína no incrementa y siempre se encuentran dos veces de proteína por uno de grasa. Cuando ocurre estrés durante el llenado de la semilla, la grasa crece algo. El aceite

de soya contiene un buen balance de aminoácidos; oleico 25.5%, linoleico 52.4%, palmítico 10.6%, esteárico 3.8% y linolénico 7.7%. Este último aminoácido causa inestabilidad al aceite de soya y se presume que juega papel importante en el enranciamiento de la soya. El ácido linolénico ha podido reducirse a 3.5% en ciclos de selección, también incrementando el ácido oleico puede aumentarse la calidad del aceite (Ogre and Rinne, 1976). Hoy en día existen variedades con no más del 3% de este ácido, lo cual facilita el almacenamiento de semilla.

En relación con las cantidades de ácidos grasos durante el desarrollo de la semilla, estos están ya formados a los 40 días después de la floración, para esta época ya existe un 20% de aceite en la semilla y los ácidos grasos alcanzan su valor normal. Un cambio notable ocurre solamente durante el llenado de la semilla, cuando el porcentaje de linolénico baja de 23% a 7%.

La proteína tampoco varía mucho durante el desarrollo y crecimiento de la semilla y es menos lo que se conoce de su bioquímica, por lo cual son necesarios más estudios para clasificar su biosíntesis. En los últimos quince años se ha dado gran importancia a este factor. En muchas ocasiones se ha demostrado que el porcentaje de proteína está negativamente correlacionado con rendimiento. Los últimos estudios han ayudado para obtener hasta 50% de proteína, con aceptable rendimiento pero con bajo porcentaje de aceite, de donde se deduce que la aceptación de este producto por la industria está por ser conocido.

4.7 FACTORES DEL RENDIMIENTO

4.7.1 Fotosíntesis

Las hojas de soya alcanzan su máximo potencial de asimilación de fotosintatos unos pocos días después de la expansión total. Luego del llenado de la soya, las hojas superiores difieren en capacidad,

siendo las superiores más eficientes que las inferiores. Las vainas y tallos tienen fijaciones mucho más bajas aunque se presume que pueden dar cerca de 14% y 3% respectivamente, mientras que las hojas hacen el 82%. Existen diferencias entre cultivares que parecen relacionados con conductividad estomática y con factores internos de la hoja. Cuando se han buscado altas ratas fotosintéticas con base en el peso específico de la hoja, grosor de la misma y contenido de nitrógeno, se ha concluido que el primero de ellos puede ser el mejor criterio de selección, evaluando primero los estados de desarrollo debidos a la variabilidad de la hoja de acuerdo con el ambiente (Shibles y otros, 1978). Follajes bien desarrollados muestran saturaciones de luz a IAF de 4 ó menos; máximas asimilaciones de CO_2 se dan a IAF de 5 a 6 bajo alta irradiación. Una alta proporción de luz es interceptada en la periferia de las hojas por lo cual un follaje erecto podría ser muy beneficioso para incrementar fotosíntesis.

4.7.2 Respiración y Fotorespiración

La respiración es un proceso que debe hacer la planta de soya para su mantenimiento. Esta planta exhibe una característica típica fotorespiratoria de las plantas C_3 , las cuales deben gastar CO_2 en el proceso de respiración, al contrario de las C_4 como maíz, para las cuales este proceso es mínimo. La respiración en las reacciones dentro de la planta puede contar por un tercio de la fotosíntesis. Un punto muy importante a tener en cuenta es el oxígeno, el cual inhibe competitivamente la fijación del CO_2 (Menz y otros, 1969), citados por Shibles y otros (1978), describen una técnica para seleccionar variedades por baja compensación de CO_2 para mezclas de maíz y soya en cámaras cerradas y no encontraron tipos de soya con baja compensación, de aquí que otra técnica debe ser usada.

4.7.3 Transpiración

La soya requiere de una gran cantidad de agua durante su ciclo de vida. Los estudios han demostrado que con lluvia frecuente y agua asequible el uso consuntivo puede llegar a 392 milímetros en zonas templadas. El uso consuntivo es determinado por el área foliar y su distribución, el suministro de agua y el coeficiente diario de evaporación de la zona. Antes que el suelo esté totalmente cubierto el área foliar es el elemento más importante, después de allí la evaporación es el principal factor (Laing, 1966). El incremento en población trae un aumento en la demanda debido al incremento de la transpiración y al aumento en el número de raíces.

Según Boyer (1971), existe una alta resistencia al movimiento de agua a través de la planta de soya, la cual es notoria por una marchitez aún en tiempo de buena agua y alta demanda por evaporación, por tanto la soya puede estar estresada más severa y frecuentemente que otras plantas; las diferencias en raíces (cantidad y tamaño), podrán ser tenidas en cuenta para mejoramientos basados en eficiencia en la toma de agua. Otro punto a considerar es la cobertura con hojas inclinadas, las cuales tienen más baja temperatura y más baja resistencia de difusión que aquellas que son horizontales. Otra característica es la de densa pubescencia la cual es un arma valiosa para reducir transpiración. Estos tres detalles mencionados anteriormente parecen ser la base de la tolerancia a sequía exhibida por la nueva variedad de soya Soyica P-33 la cual produce bien bajo menores cantidades de agua (Rojas y Agudelo, 1986).

4.7.4 Tipos de Estrés

El estrés de soya más frecuentemente encontrado es el de la falta de agua, y en menor grado suelos ácidos o salinos dentro de los cuales los nutrientes no están completamente asequibles. Tomando en cuenta el déficit de agua el primer síntoma grave es el no poder desarrollar

totalmente las hojas, seguido de respiración incrementada y caída de fotosíntesis. La fotosintética respuesta es debida casi completamente a fenómenos de cierre de estomas y conducción de CO_2 . A medida que pasa el estrés viene un recobramiento de la fotosíntesis, pero ésta no llega a ser total después de recobrada la capacidad de campo (Shibles y otros, 1978).

Shibles y otros, 1978, indican que estrés por agua durante el estado primario de la floración redujo el rendimiento aproximadamente en 10%; otro estrés durante el final de la floración y vaina en una pérdida fué compensada por desarrollo de vainas en la parte superior y tamaño de semilla en la parte baja. Agudelo y Rojas, 1986, trabajando con gradiente de riego indican que existe una respuesta diferencial de las variedades de soya donde se han podido detectar materiales como Soyica P-33, Soyica P-31 y Davis que presentan una menor pérdida en rendimiento basados en densa pubescencia, tamaño de raíz y color del follaje. La calidad de la semilla es un factor importante porque durante el estrés la semilla se quema y presenta colores completamente diferentes a normal, acompañada de semilla pequeña, chupamiento y a esto se suma la mayor incidencia de enfermedades como Cercospora kikuchii, tal como sucede con la ICA Tunía.

Se ha observado también que a medida que se dá menos agua a la planta, las hojas no se desarrollan completamente, se tornan oscuras y por unidad de área, la hoja pesa más debido a la poca traslocación de los nutrientes. Finalmente, el aborto es patente a medida que falta el agua, mostrando las variedades tolerantes poca sintomatología de aborto y secado uniforme, el cual no es conseguido con variedades poco tolerantes.

El estrés por suelos ácidos radica en la baja capacidad de la planta para tomar el fósforo necesario en la producción, el suelo también requiere de un encalamiento para nivelar el pH y hacer más fácil la labor de la planta. En los suelos salinos las deficiencias de Fe son notorias y el crecimiento de la planta reducido; programación al momento de la siembra de buenos drenajes y elementos menores en tres o cuatro

48

aplicaciones hasta los 40 días del cultivo, cambian el follaje de amarillento a verde; halan la planta rápidamente fuera del suelo para conseguir así producciones cercanas a lo normal. Uno de los daños más notorios en ambos suelos es la baja casi total de nodulaciones. Rotaciones con gramíneas e incorporación de socas son prácticas aconsejables.

4.8 RENDIMIENTO, POSIBILIDADES Y LIMITACIONES

Los más altos rendimientos de soya en muchos países han sido conseguidos en surcos estrechos (entre 20 y 30 centímetros) con totales de 5.500 Kg/ha. Esta cifra se obtuvo en Colombia con la variedad ICA-Pance (1971). El promedio en el Valle del Cauca ha fluctuado entre 1.900 y 2.200 kg/ha, pero muchos agricultores han estado siempre por encima de esta cifra, donde es notorio resaltar los rendimientos de la zona sur, central y norte del Valle; en la localidad de Roldanillo las respuestas son muy diferentes por luminosidad, agua y variedad. Se debe resaltar aquí que una zona nueva en soya, la de Caicedonia, Armenia (1.200 msnm), debido a su buena precipitación anual está rindiendo hasta 4.000 kg/ha. de semilla, mostrando el potencial que se esperaba en la soya.

Existe la evidencia de que en la soya el rendimiento está basado en el número de semillas producido. El rendimiento es pobremente relacionado con el tamaño de la semilla y la variación más importante está basada en el número de nudos fructificados y el aborto relacionado con los mismos nudos (Shibles y otros, 1978).

Hablando de la fijación de nitrógeno, nadie ha podido incrementar los rendimientos cuando la fijación está declinando. Se indica sí que una adecuada cantidad de N es conveniente durante la fase vegetativa, floración y desarrollo de semilla para obtener altos rendimientos (Shibles y otros, 1978).

Existe también la evidencia de que incrementando la fotosíntesis se incrementa el rendimiento. Cuando se han tomado plantas competidas de soya con luz suplemental en la parte basal sombreada del tallo, ha habido un incremento en la fotosíntesis, lo cual dió más rendimiento basado en más nudos en las ramas. También, atmósferas enriquecidas con CO₂ han producido más rendimientos en semilla por mayor fertilización de las vainas. Probablemente un paso importante es utilizar variedades altas indeterminadas usando reguladores de crecimiento como TIBA el cual produce mayor número de vainas y más ramificación al cambiar la morfología de la planta (Shibles y otros, 1978).

Otro punto de vista es el usar surcos estrechos para mayor interceptación de luz en estados tempranos y obtener mayor producción, para el cual se deben modelar tipos con hojas erectas, buena pubescencia, raíz profunda, poca ramificación y follajes claros, con los cuales se trabaja actualmente, utilizando las variables de plantas por hectárea, para mayor producción.

4.9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AGUDELO, O.; GREEN, D. and SHIBLES, R. 1986. Methods of estimating developmental periods in soybean. Iowa State University; journal papel No. j-11925, Iowa, 50010.
2. AGUDELO, O. y BASTIDAS, G. 1977. Aborto natural de flores en soya bajo condiciones del Valle del Cauca. COMALFI, X Reunión, Bogotá.
3. BUTTERY, B.R. 1970. Effects of variation in leaf area index on growth of maiza and soybeans. Crop Sci. 10: 9-13.
4. BOYER, J.S. 1971. Resistances to water transporth in soybean, bean and sunflower. Crop Sci. 11: 403-407.

5. CAMACHO, L.H. 1971. Breeding soybeans for tropical conditions. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Palmira. 15 p mimeografiado).
6. DOBBEREINER, J.; FRANCO, A.A. and GUZMAN, I. 1970. Estirpes de de Rhizobiu japonicum de excepcional eficiencia. Pesq. Agropec. Brasil. 5: 155-161.
7. GONZALEZ, A.; AGUDELO, O. y ROJAS, H. 1985. Alternación de las variables fisiológicas de la soya bajo diferentes sistemas de labranza. ICA, Palmira. A.A. 233. 22 p.
8. LAING, D.R. 1966. The water envirionment of soybeans Ph.D., Thesis Iowa. State University library. Ames.
9. LOPEZ, E.A.; CUEVAS, L.A. y AGUDELO, O. 1985. Evaluación de la duración del período de llenado de líneas y/o variedades de soya y su relación con el rendimiento Tesis, Universidad Nacional. Palmira. 108 p.
10. MUNERA, A.E. y BASTIDAS, G. 1984. Estudio de distancias y densidades de siembra de cinco líneas y/o variedades de soya. Tesis, Universidad Nacional. Palmira. 88 p.
11. MITCHELL, R.L. and RUSELL, W.J. 1971. Root development and rooting patterns of soybeans evaluated under field conditions. Agro. j. 63: 313-316.
12. OGREN, W. and RINNE, R. 1976. Photosynthesis and seed metabolism in soybean. B.E. Caldwell Ed. 391-416 pp.
13. PARKER, M. and BORTHWICK. 1939. Effect of variations in temperature during photoperiodic induction upon initiation of flower primordial in biloxi soybeans. Bot. GAZ 101: 145-167.

14. REIKOSKY, D.A.; ORF, S.H. and PONELIET. 1982. Soybean germoplasm evaluation for length of seed-filling period. *Crop Sci* 22: 319-322.
15. ROJAS, H. y AGUDELO, O. 1986. Tolerancia de los cultivos a la sequía. ICA, Recursos de Agua y Tierra. Palmira. 24 p. (mimeografiado).
16. SHIBLES, R.M. 1980. Adaptation of soybeans to different seasonal durations. p. 279-286. In: R.j. Summerfield and A.H. Bunting (eds) *Advances in legume science*. Royal Botanic Gardens. Kew.
17. SHANMUGASUNDARAM, S. 1979. Variation in the photoperiodic response on several characters in soybeans *Emphytics*. 28: 495-507.
18. SHIBLES, R.H. and WEBER, C.R. 1966. Interception of solar radiation and dry matter production by various soybeans plantign patterns. *Crop. Sci.* 6: 55-59.
19. THOMAS, J. ans RAPER, C. 1981. Day and night temperature influence on carpel initiation and growth in soybeans *Bot. GAZ* 142.

5. INOCULACION DE LA SOYA

Fernando Munevar M. *

5.1 INTRODUCCION

Los altos costos de los fertilizantes nitrogenados son un hecho ampliamente reconocido, especialmente en Colombia, donde el precio de estos productos aumenta de una manera acelerada. Lo anterior justifica ampliamente la búsqueda y utilización de tecnologías alternas que permitan reemplazar total o parcialmente los fertilizantes nitrogenados sintéticos, ya que con ello se lograría una importante reducción de los costos de producción y un ahorro de divisas.

En el fenómeno biológico de la fijación de N se encuentra la alternativa más viable para sustituir los fertilizantes nitrogenados. Este fenómeno permite la transformación del nitrógeno elemental del aire (N_2) en formas químicas utilizables por las plantas. Aunque el proceso de la fijación biológica de N es llevado a cabo por una gama relativamente amplia de microorganismos, el sistema fijador de mayor importancia práctica es la simbiosis entre las plantas leguminosas y las bacterias de los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* (denominados con el nombre común "rizobios".)

En la mencionada asociación simbiótica, la bacteria induce la formación de nódulos en las raíces, en los cuales el microorganismo encuentra un medio apropiado para fijar N. El N_2 de la atmósfera es entonces convertido en nitrógeno amoniacal y luego en otros metabolitos que

* I.A. Ph.D. Director Técnico MICROAGRO. FAX 2351817 Santafé de Bogotá D.C.

satisfacen las necesidades de la planta en cuanto a este nutriente.

La soya es una especie que requiere de grandes cantidades de N para lograr altos rendimientos de grano. Weber (1966), estimó un requerimiento superior a 200 kg de N/ha para obtener rendimientos superiores a 2.700 kg/ha. Sin embargo, la soya es una planta con una alta capacidad de fijar N como medio de satisfacer sus requerimientos nutricionales. Con base en lo anterior y en la importancia que ha adquirido el cultivo de la soya en diferentes regiones agroecológicas del país, el ICA ha adelantado por varios años proyectos de investigación tendientes a generar la tecnología necesaria para que los cultivadores de soya puedan utilizar la alternativa de la fijación de nitrógeno como sustituto de los fertilizantes nitrogenados. Este corto artículo resume los aspectos más importantes de ese proceso de investigación y presenta algunos resúmenes con los datos más sobresalientes para agricultores y técnicos.

5.2 NECESIDAD DE INOCULACION DE LA SOYA EN COLOMBIA

La soya tiene la capacidad genética de fijar altas tasas de N, cuando se asocia de manera efectiva con Bradyrhizobium japonicum. Se ha estimado que dicha capacidad de fijación es superior a 160 kg de N/ha y por cosecha (FAO, 1984), pero para que esa capacidad se exprese, se requiere que se den las condiciones bióticas y ambientales necesarias, tanto para la planta, como para la bacteria.

Es muy común que en suelos que no han sido cultivados con una especie de leguminosa determinada no se presente una suficiente densidad de población de rizobios capaces de asociarse con dicha especie, de manera tal que le aporten a la planta el N requerido. También se presenta con frecuencia el caso de suelos en los cuales hay una alta población de rizobios, pero la misma está conformada por tipos de bacterias (cepas) que no actúan de una manera efectiva en el proceso de fijación de N,

siendo deseable sustituir la población rizobiana por otra de características superiores. Las situaciones antes descritas, las cuales en la práctica se dan con una alta frecuencia, crean la necesidad de aplicar al suelo o a la semilla rizobios seleccionados que posean características superiores, proceso que se denomina inoculación.

Debe tenerse en cuenta también que en muchos casos el haber inoculado la soya para una siembra, no garantiza que los rizobios se establezcan y que desaparezca la necesidad de inocular, pues sobre la bacteria actúan diferentes factores que limitan su supervivencia en el suelo. Entre dichos factores están, la alta temperatura del suelo que es común en el trópico, la acidez del suelo, los períodos de sequía, la ausencia de las raíces de la planta en el suelo durante los períodos de descanso o rotación, etc.

Los estudios del ICA en esta materia, cuyos resultados se presentan más adelante, han mostrado una clara necesidad de inocular la soya en las regiones productoras de los Llanos Orientales, los departamentos de Tolima y Huila, los valles del Cesar y del Sinú y una menor probabilidad de respuesta a la inoculación en el Valle del Cauca. Como se mostrará más adelante, en las zonas productoras donde se ha encontrado respuesta a la inoculación, dicha tecnología permite obtener rendimientos de grano superiores a los que se han logrado con altas dosis de fertilizante nitrogenado.

5.3 EL PROCESO DE INVESTIGACION

El proceso de investigación cuyos resultados se resumen en este escrito se adelantó entre 1976 y 1988 e incluyó diferentes aspectos como:

- a. Creación de un banco de germoplasma de rizobios para la soya.
- b. Investigación de laboratorio, invernadero y campo para seleccionar cepas de rizobios efectivas para las diferentes zonas productoras de soya en el país.

c. Investigación de laboratorio para adaptar tecnologías para la producción nacional de inoculantes y para identificar materiales portadores para los mismos. Además, para que la tecnología generada pudiera ser utilizada por los agricultores, se instaló una planta productora de inoculantes para satisfacer la demanda nacional.

En este artículo se enfatiza lo relacionado con la investigación sobre selección de cepas de rizobios para las diferentes zonas productoras de soya. Para dicha investigación se partió de 77 cepas, que se sometieron a estudios básicos, con base en los cuales se seleccionaron trece que fueron llevadas a estudios de campo a nivel nacional.

En total en la fase de campo se adelantaron en el país más de 80 experimentos para seleccionar las mejores cepas, involucrando cinco regiones naturales, diez semestres agrícolas y doce variedades de soya. Los experimentos se realizaron en fincas de agricultores, de tal manera que se incluyeran suelos y condiciones climáticas representativos de cada zona productora, con el fin de tener resultados que al analizarse en conjunto permitieran dar una recomendación tecnológica aplicable a nivel de cada región.

En general, los experimentos de campo consistieron en evaluar el efecto de varias cepas de B. japonicum en el rendimiento de la soya y en otras variables como el tamaño de la semilla, el número y peso de los nódulos y el peso del follaje en los diferentes estados de crecimiento de la planta. En algunos experimentos se utilizó una sola variedad, pero en otros se tuvieron combinaciones factoriales de variedades y tratamientos de inoculación. En todos los casos los tratamientos inoculados se compararon con un testigo que no recibió fertilización nitrogenada ni inoculación y con un tratamiento que solamente recibía fertilizante nitrogenado.

Los tratamientos que recibieron inoculación, nunca recibieron fertilizante nitrogenado. Los inoculantes aplicados contenían una sola cepa de rizobios, en una concentración superior a 2.000 millones de células viables por gramo de inoculante. Estos inoculantes se prepararon en la planta piloto del ICA (CNI Tibaitatá), y se aplicaron a la semilla inmediatamente antes de la siembra y a una tasa de aplicación de 5 gr de inoculante por kg de semilla.

5.4 EFECTO DE LA INOCULACION

El proceso de investigación antes descrito permitió seleccionar dos cepas de rizobios de alta efectividad para la soya en las distintas zonas productoras del país, las cuales se incorporaron a la producción de inoculantes de uso comercial. De esta manera se recomienda la inoculación de la soya con la cepa ICA J-01 en los Llanos Orientales (suelos de vega) y en el Valle del Cesar y con la cepa ICA J-62 en los departamentos del Tolima y Huila. De igual manera, la cepa ICA J-01 se ha identificado como altamente promisorio para los suelos de sabana de los Llanos Orientales y para el Valle del Sinú.

Los efectos de las cepas seleccionadas en el rendimiento de la soya y la capacidad del inoculante para reemplazar la fertilización nitrogenada se observan claramente en las Tablas 1 a 4. En resumen con las dos cepas seleccionadas se lograron aumentos en el rendimiento de grano que estuvieron comprendidos entre 81% y 23%, según la región, con respecto a la soya no inoculada y sin fertilización nitrogenada, siendo los efectos de los tratamientos estadísticamente significativos. Los inoculantes con estas cepas permitieron sustituir la fertilización nitrogenada en niveles comprendidos entre 170 y 200 kg de N/ha.

Adicionalmente, como lo muestra la Tabla 4, en los suelos de sabana de los Llanos Orientales se ha encontrado como promisorio la tecnología de peletizar la semilla de soya como un complemento a la inoculación

TABLA 1. AUMENTO DEL RENDIMIENTO DE LA SOYA DEBIDO A LA INOCULACION CON LA CEPA ICA - J 01 EN SUELOS DE VEGA DE LOS LLANOS ORIENTALES Y COMPARACION CON EL MENOR EFECTO DE LA UREA (PROMEDIO DE DIEZ EXPERIMENTOS) *

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha	Aumento debido al tratamiento
Sin inocular y sin fertilizante nitrogenado.	1.238	
Inoculado con Cepa ICA - J 01	2.244	1.006
Sin inocular y fertilizado con 152 Kg de Urea por hectárea	2.126	888
Sin inocular y fertilizado con 326 kg de Urea por hectárea	2.205	967

* Tomado de Munévar y Ramírez (1990).

TABLA 2. AUMENTO DEL RENDIMIENTO DE LA SOYA DEBIDO A LA INOCULACION CON LA CEPA ICA - J 62 EN SUELOS
 DEL TOLIMA Y DEL HUILA Y COMPARACION CON EL MENOR EFECTO DE LA UREA (PROMEDIO DE 17
 EXPERIMENTOS) *

Tratamiento	Rendimiento kg/ha	Aumento debido al tratamiento
Sin inocular y sin fertilizante nitrogenado	1.807	
Inoculado con Cepa ICA J 62	2.726	919
Sin inocular y fertilizado con 216 kg de Urea por hectárea	2.263	456
Sin inocular y fertilizado con 326 kg de Urea por hectárea	2.225	418
Sin inocular y fertilizado con 391 kg de Urea por hectárea	2.430	623

* Tomado de Sánchez, Baquero y Munévar (1990).

TABLA 3. AUMENTO DEL RENDIMIENTO DE LA SOYA DEBIDO A LA INOCULACION CON LA CEPA ICA - J 01 EN SUELOS DEL VALLE DEL CESAR Y COMPARACION CON EL MENOR EFECTO DE LA UREA *

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha	Aumento debido al tratamiento
Sin inocular y sin fertilizante nitrogenado	1.472	
Inoculación con Cepa ICA - J 01	2.576	1.104
Sin inocular y fertilizado con 109 kg de Urea por hectárea	1.770	298
Sin inocular y fertilizado con 217 kg de Urea por hectárea	1.965	493
Sin inocular y fertilizado con 326 kg de Urea por hectárea	2.291	819
Sin inocular y fertilizado con 391 kg de Urea por hectárea	2.319	847

* Tomado de Munévar y Ramírez (1990).

TABLA 4. AUMENTO DEL RENDIMIENTO DE LA SOYA DEBIDO A LA INOCULACION CON LA CEPA ICA - J 01 Y A LA PELETIZACION DE LA SEMILLA CON CAL EN UN OXISOL DE VILLAVICENCIO *

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	
	Sin aplicar cal al suelo	Con 1.5 ton/ha. de cal aplicada al suelo.
Sin inocular y sin fertilizante nitrogenado	963	1.700
Inoculado con cepa ICA - J 01	2.393	2.687
Sin inocular y fertilizado con 152 kg de Urea por hectárea	1.218	2.006
Inoculado con cepa ICA - J 01 y peletizado con cal	2.518	2.425

* Tomado de Sánchez, Baquero y Munévar (1990).

y para resolver la limitación de la acidez del suelo, reduciendo sustancialmente la cantidad de cal que se requiere aplicar cuando se usan las metodologías convencionales. Aunque se precisa una investigación más extensiva sobre este aspecto, su potencial es alto.

Debe tenerse en cuenta que los beneficios de la inoculación dependen de la calidad de inoculante, por lo cual los efectos aquí descritos no son atribuibles a cualquier producto comercial. La calidad de los inoculantes está relacionada con las tecnologías de producción que se utilicen y en gran medida de las cepas de rizobios que contengan, de tal manera que los productos que contengan cepas que no hayan sido seleccionadas para las condiciones de cada localidad tienen el riesgo de no ser efectivos.

5.5 IMPACTO DE LA TECNOLOGIA

Además de los efectos ya mencionados de la inoculación en cuanto a aumentos en rendimiento, sustitución de fertilizante nitrogenado y la concomitante disminución en costos de producción por unidad de área, llama la atención la importante reducción en el costo de producción por kg de soya que esta tecnología permite. Para la relación de costos existente en 1989 se calculó una disminución del costo del kg de soya producido entre el 30% y el 42% al utilizar inoculante con las cepas seleccionadas, frente a la producción a base de fertilizante nitrogenado.

El impacto económico de la inoculación puede también valorarse por el área potencial de aplicación de dicha tecnología. Como se conoce, en los suelos de vega de los Llanos Orientales hay un potencial para el cultivo de la soya de aproximadamente 160.000 hectáreas, en las cuales se requeriría inocular. En el valle del Alto Magdalena (Tolima y Huila) se estima un área potencial para el cultivo cercana a 50.000 hectáreas y en caso de extenderse el cultivo a las sabanas de los Llanos Orientales el área de aplicación de la tecnología sería varias veces

mayor al de las áreas antes mencionadas en su conjunto. También se debe considerar una importante extensión en la Costa Atlántica.

Con la investigación complementaria que adelantó el ICA sobre tecnologías de producción de inoculantes y con la instalación de una planta para la producción de estos insumos, se cuenta con los medios suficientes para satisfacer la demanda nacional por estos productos durante los próximos años, lo cual hace innecesaria su importación.

5.6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. FAO. 1984. Legume inoculants and their use. Roma.
2. MUNEVAR, M.F.; RAMIREZ, M. 1990. Uso correcto de inoculantes para soya. Cepas ICA. Plegable Divulgativo No. 224. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá.
3. SANCHEZ, S., L.F.; BAQUERO, P., J.E.; MUNEVAR, M., F. 1990. Limitantes nutricionales para el cultivo de soya en oxisoles de los Llanos Orientales. Suelos Ecuatoriales (Colombia). (En impresión).
4. WEBER, C.R. 1966. Nodulation and nondulating soybean isolines. II Response to applied nitrogen and modified soil conditions. Agron. J. 58: 46-49.

6. LA SIMBIOSIS MICORRIZA VESICULO - ARBUSCULAR (MVA)

EN SOYA Glycine max (L) Merrill

Marina Sánchez de Prager *

6.1 INTRODUCCION

Las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas, prácticamente universales entre algunos hongos y raíces de plantas. Su función más importante es de naturaleza nutricional, ya que una raíz micorrizada puede explorar un volumen mayor de suelo, tornándose más eficiente en la absorción de nutrimentos poco móviles, fundamentalmente el P. Se conoce que el P es el elemento más escaso en los suelos de América Tropical. La baja disponibilidad de este elemento es un factor limitante en el desarrollo y establecimiento de los cultivos y en el caso de las leguminosas es indispensable para el funcionamiento de los nódulos y la fijación de N_2 , ya que esta actividad tiene un alto consumo de energía la cual es suministrada por este elemento.

Diversos investigadores registran que los oxisoles y ultisoles ácidos e infértiles constituyen algo más de un 40% de los suelos de América Tropical. En Colombia se encuentran alrededor de 70 millones de hectáreas que representan estos dos tipos de suelos, incluyendo los Llanos Orientales. La incorporación a la actividad agropecuaria de estos suelos, con cultivos como pastos, leguminosas forrajeras, soya, etc. implican un alto uso de fertilizantes con su consecuente impacto sobre los costos de producción.

* Profesora Asistente. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira.

Dentro de la estrategia de una agricultura sostenible con un uso más limitado y eficiente de fertilizantes, la simbiosis tripartita leguminosa - rizobios - micorriza puede jugar un importante papel en la economía, no solo de la planta, sino también del país.

6.2 ALGUNOS ASPECTOS GENERALES DE LAS MICORRIZAS

Existen diferentes tipos de micorrizas: Las que forman los pinos y especies forestales (ectomicorrizas), las endomicorrizas presentes en orquídeas, ericáceas y dentro de este grupo, un tipo especial llamado micorriza vesículo arbuscular (MVA), el más extendido a nivel mundial, en todos los climas, suelos y en la mayoría de los cultivos de interés comercial: Caña de azúcar, soya, maíz, café, frijol, sorgo, etc. A pesar de su casi omnipresencia, la distribución cuantitativa y cualitativa es muy desuniforme en los suelos.

En la micorriza vesículo - arbuscular (MVA) el hongo simbiote crece internamente en la corteza de la raíz del hospedero, al tiempo que se desarrolla por el suelo, formando una red especializada y altamente eficaz para captar nutrientes minerales de la solución del suelo y transportarlos a la planta. De esta manera, los dos organismos asociados se benefician directamente: La planta por su parte, tiene disponibles nutrimentos que al no estar presente su socio, no estaría en capacidad de extraer, y el hongo a su vez, asegura una fuente de energía y un hábitat protegido de los fenómenos de antagonismo que se desarrollan en la rizosfera.

En la corteza de la raíz de la planta, el hongo crece inter e intracelularmente y dá origen a estructuras llamadas vesículas, cuya función es almacenar sustancias de reserva. Intracelularmente se producen unas hifas ramificadas llamadas arbusculos, a través de las cuales ocurre en su mayor parte, el intercambio de nutrimentos planta-hongo. De allí el nombre de micorriza vesículo-arbuscular (MVA).

Como se desprende de lo anterior, la función más importante de la MVA es de naturaleza nutricional, ya que una planta micorrizada explora un mayor volumen de suelo, siendo más eficiente en la absorción de nutrimentos, especialmente los poco móviles como el P y el Zn. se ha comprobado también que capta más cantidad de N, Ca, S, Mo y B, entre otros. Fuera de lo anterior, la MVA induce la síntesis de hormonas vegetales, mejora su resistencia o tolerancia a algunos patógenos, sobre todo radicales, aumenta la actividad de otros microorganismos como los rizobios, *Azospirillum*, *Azotobacter*, bacterias solubilizadoras del P, etc., al tiempo que favorece la absorción de agua por la planta.

Hasta el momento se conocen varios géneros de hongos que forman simbiosis MVA, entre ellos: *Glomus*, *Entrophospora*, *Gigaspora*, *Sclerocystis*, *Scutellospora*, *Acaulospora* y *Endogone*.

La investigación acerca de la simbiosis MVA en las leguminosas ha merecido especial atención. La fijación simbiótica de N_2 por los rizobios tiene un alto requerimiento de P que puede ser suplido por la MVA. Esto explicaría que la mayoría de las leguminosas respondan favorablemente a la infección por hongos micorrizógenos.

6.3 ALGUNOS TRABAJOS DE INVESTIGACION SOBRE MVA EN SOYA

6.3.1 A Nivel Mundial

En estudios realizados en Florida (Estados Unidos) por Schenck y Hinson (1971) observaron la presencia cotidiana de la simbiosis MVA en soya. Registran especies como *Endogone calospora*, *E. gigantea* y *Sclerocystis coremoides*.

En Taiwán, en aislamientos a partir de raíces de soya y rizosfera se ha encontrado que *Glomus clarum* es la especie micorrizógena más común en esos suelos, seguida por *Acaulospora laevis*, *Gigaspora margarita*, *Glomus mosseae* y *Glomus macrocarpum*. También encontraron un aumento

significativo en el crecimiento y en producción de vainas en plantas inoculadas con Glomus clarum. (Cheng y Tu, 1982).

Hay diferencias entre hongos VA en su habilidad para mejorar el crecimiento de la soya dependiendo de las condiciones del suelo antes que de su especificidad. Carling y Brown (1979) examinando las interacciones de la soya con G. fasciculatum y G. caledonium en suelos bajo estudio, encontraron promisorias para inoculaciones a la primera de estas especies. Las primeras unidades de infección las detectan después de 10-12 días de sembradas las plantas, tiempo aproximado también para que aparezcan los primeros nódulos de rizobios.

Con la especie G. fasciculatum se ha medido la cantidad total de biomasa del hongo y los mayores valores se han encontrado al cabo de 10 semanas de establecida la simbiosis. También se ha cuantificado la tasa de micelio extra e intrarradical, coincidiendo altos valores con un mejoramiento en el crecimiento del hospedero, tasa que disminuye en la medida que la planta entra en senescencia. Un intenso crecimiento micotrófico se observa entre las 6 y 19 semanas de edad de la planta, aumenta durante la fase reproductiva de la soya y luego comienza a decrecer (Bethlenfalvay et al, 1982).

Estudios llevados a cabo en Argentina (1985) han corroborado el paralelismo entre el ciclo de vida del hospedante y del endófito: El mayor número de arbuscúlos coincide con los estados reproductivos de la soya, con las consecuentes repercusiones sobre el estado nutricional de la planta. Se registra también la estimulación de los rizobios sobre los hongos micorrizógenos, debido a la liberación por parte de los primeros de sustancias extracelulares, por ejemplo, ácido indolacético (González, 1985).

King (1982) ha estudiado la ultraestructura y bioquímica de la simbiosis soya-G. fasciculatum especialmente en la fase de desarrollo de

arbúsculos, logrando observar la entrada del hongo a las células del hospedero, los mecanismos implicados y procesos bioquímicos que tienen lugar.

Diferentes investigadores han comprobado que la MVA puede afectar la nodulación, siendo más marcado su efecto en unas leguminosas que en otras. Asai, citado por Mosse (1977), encontró que Astragalus sinensis, Glycine max, Ornithopus sativus y Vicia villosa mejoraron considerablemente su crecimiento y nodulación cuando estaban micorrizados. La inoculación con solo rizobios incrementó su peso en un 50-75% mientras que rizobios más MVA en un 100-150%.

Observaciones similares han sido efectuadas por Halos, Elsa y Borja (1982) y por Bethlenfalvay, Pacovsky y Yoder (1981). Estos últimos trabajando con soya-Bradyrhizobium japonicum -G. fasciculatum corroboraron la presencia de altas tasas de fijación de N_2 , materia seca, nódulos y contenido de P en plantas micorrizadas. Encuentran respuesta a la fertilización fosforada, hecho que pone de presente la necesidad de una mínima cantidad de fósforo disponible para que la asociación tripartita sea efectiva. McIlveen y Cole en 1978, encontraron correlación positiva entre infección por hongos micorrizógenos y concentraciones de P en el follaje; también llamaron la atención acerca de altas fertilizaciones con P que ocasionan un decrecimiento en la colonización de las raíces de soya por el endófito.

Aunque el principal efecto de la micorriza sobre la nodulación es indudablemente debido al P, también se han detectado efectos secundarios de naturaleza hormonal, ya que se ha observado la producción de auxinas, giberelinas y citoquininas por parte de los micosimbiontes Barea (1985), al igual que más altas concentraciones de Cu, Zn y Mo (Mosse, 1977) necesarios a ambos simbiosis. McIlveen y Cole (1978) informan que la germinación de Glomus mosseae en pruebas de laboratorio, se ve estimulada por la fertilización con Zinc en pequeñas cantidades e inhibida cuando se aumenta.

Otros autores registran además aumentos en el rendimiento de la soya y en el P foliar, incrementos en las cantidades de K, Ca y Mg, absorbidas en soya inoculada con G. macrocarpum. (Miranda, 1982).

En la asociación tripartita soya Bradyrhizobium japonicum - Glomus mosseae (1981) se ha comprobado que la MVA absorbe fósforo de la misma fuente que las raíces no micorrizadas, corroborando en esta forma el papel fundamental de la MVA en la explotación eficiente del "pool" del suelo y la ventaja que representa introducir hongos micorrizógenos en sitios donde los nutrimentos están escasos.

En la India, con la introducción de G. fasciculatum (Bagyaraj, Manjunath y Patil, 1979) y en el Brasil al mejorar la flora nativa con Gi. margarita y G. macrocarpum (Miranda, 1982) se ha logrado mejorar la nodulación, fijación de N₂ y rendimientos de soya sembrada en el campo, en suelos deficientes en P.

Ross (1971) sembró soya en suelo desinfectado e inoculado con Endogone sp., midió el efecto de la fertilización fosforada sobre los rendimientos en plantas con y sin micorrizas. Observó incrementos de 122.67 y 12% a niveles bajos, medios y altos de P, respectivamente; mayores concentraciones de N, P, Ca y Cu en las hojas de plantas micorrizadas sometidas a los más bajos niveles de fertilización fosforada, incrementos que no detectó en plantas no micorrizadas y fertilizadas con los más altos niveles de P. Estos resultados señalan la limitada capacidad de la planta para tomar el fertilizante aunque esté altamente asequible, en ausencia de su asociado.

Estudios más recientes efectuados en Checoslovaquia (1988) corroboran el efecto sinérgico entre Bradyrhizobium japonicum y G. caledonium y sus efectos benéficos para el cultivo, en presencia de bajos contenidos de P. (Vejsadova, et al, 1988).

Además de las ventajas nutricionales de la simbiosis MVA, se conoce que la micorriza en algunos casos, reduce significativamente los efectos ocasionados por patógenos, mejorando también en esta forma la producción de las plantas.

Con referencia específica a la interacción MVA - Rhizoctonia solani, Zambolin y Schenck (1983) encontraron que en suelo esterilizado el patógeno reduce significativamente la infección por Glomus mosseae, sin embargo, las plantas micorrizadas toleran mejor el ataque del patógeno, en comparación con las no micorrizadas. Con Fusarium solani y Macrophomina phaseolina interactuando con G. mosseae también se han observado disminuciones en el daño causado por los parásitos.

Kellam y Schenck (1980) en ensayos de invernadero han estudiado el efecto de G. macrocarpum sobre la susceptibilidad de la soya cv. Pickett a Meloidogyne incógnita y encontraron que plantas infectadas con ambos organismos presentaron una menor cantidad de agallas, mayor peso seco de raíces y más altos rendimientos, en comparación con aquellas inoculadas solamente con M. incógnita que presentaron los más bajos rendimientos, mientras que las inoculadas solamente con G. macrocarpum los más altos. También se observó disminución en el número de larvas y en la tasa de reproducción del nematodo.

En otros casos como en la combinación de G. mosseae con el nematodo Scutellonema cavenessi se registran disminuciones en el desarrollo de la simbiosis y reducción en la fijación de N_2 (Germani et al, 1981). Debido a que los investigadores han trabajado con diferentes condiciones de suelo, especies de hongos micorrizógenos, cultivares de soya, razas de los patógenos y procedimientos, es difícil concluir con respecto al tema de la fitosanidad inducida por la simbiosis MVA.

A pesar de ello, hay evidencias de un aumento de fitoalexinas en plantas de soya micorrizadas. Morandi et al (1984) encontraron que la MVA puede actuar sobre el metabolismo secundario de la planta, particularmente sobre la producción de fitoalexinas, compuestos antimicrobiales

a menudo asociados con resistencia a las enfermedades. Trabajando con Glomus fasciculatum observaron un incremento de Gliceolin I en raíces infectadas, mientras que un compuesto denominado "P" solo se encuentra en raíces micorrizadas. Estas dos fitoalexinas tienen una alta actividad contra hongos, bacterias y nematodos.

Resultados similares se tienen con G. mosseae y con G. intraradices (Morandi, 1988). Esta última induce la acumulación sobre todo de Gliceolin I, el cual como se dijo anteriormente, tiene una alta actividad contra microorganismos patógenos del suelo, más no contra especies micorrizógenas. Por otro lado, se ha encontrado mejoramiento en el rendimiento de la soya por la actividad combinada de MVA y bacterias solubilizadoras de fosfatos, cuya presencia incrementa el nivel de colonización de las raíces por los hongos micorrizógenos (Barea, et al, 1988).

Según varios autores citados por Trappe et al (1984), los pesticidas pueden tener un efecto represivo sobre las poblaciones de microorganismos de la rizosfera, incluyendo hongos micorrizógenos sobre el hospedante, pudiéndose confundir la interpretación de la causa y efecto.

Este es un tema de controversia y en el estudio de un producto como Benomyl hay registros que lo presentan como altamente tóxico para el desarrollo de Glomus sp., mientras que en otra especie como G.fasciculatum solo se presenta una reducción en la infección (Bailey y Safir, 1978).

Burpee y Cole (1978) no encontraron inhibición de la simbiosis MVA en soya por el uso de los herbicidas Trifluraline y Alaclor aplicados en dosis comerciales; otros investigadores han encontrado un efecto inhibitorio sobre la población micorrizógona (Pellet y Sieverding, 1985).

6.3.2 Estudios efectuados en Colombia

Aunque en nuestro país las investigaciones sobre la simbiosis MVA en soya son escasas, existe información sobre experimentos llevados a cabo en otras leguminosas.

Estudios realizados en CIAT han demostrado que todas las leguminosas forrajeras tropicales establecen la simbiosis MVA con especies nativas presentes en los suelos y que manejando la asociación tripartita leguminosa - rizobios (respectivo) - hongos micorrizógenos se puede mejorar el establecimiento de las plantas, la absorción de nutrimentos y la nodulación en oxisoles de Carimagua (Llanos Orientales). Cuando dicha inoculación se combina con fósforo en pequeñas cantidades (por ejemplo 20 kg de P/ha en forma de roca fosfatada), su eficiencia mejora considerablemente.

Saif (1984) en ensayos de invernadero con un oxisol no esterilizado con cuatro niveles de P (0, 10, 20 y 40 kg de P/ha) utilizando dos fuentes (Calfos y roca fosfatada) encontró que plantas de Pueraria phaseoloides y Centrosema macrocarpum no inoculadas, requirieron aproximadamente el doble del suministro de P para alcanzar el mismo rendimiento y absorción de P, que las inoculadas. Los resultados fueron similares, independiente de la fuente de fósforo que se utilizó.

Mosquera (1984) estudió la respuesta del frijol carioca a la inoculación con micorrizas y a la fertilización fosfórica en un suelo de Santander de Quilichao (Cauca), bajo condiciones de invernadero. Utilizó 20 tratamientos, combinando 5 niveles de P (0, 50, 100, 200 y 400 kg P/ha como superfosfato triple) con y sin inoculación con Glomus manihotis, tanto en suelo natural como esterilizado. Observó que cuando se inoculó, las plantas respondieron muy bien al fósforo aplicado, logrando el máximo rendimiento con aplicación entre 50 y 100 kg P/ha. En este último nivel, la producción de materia seca fue casi cinco veces la de las plantas no inoculadas. La producción de vainas aumentó con

la inoculación en un 172% con respecto a las plantas no inoculadas. Los anteriores resultados los obtuvo en suelo esterilizado. En suelo natural, hubo coincidencia en los niveles de P de mejor respuesta, la materia seca aumentó en promedio en plantas inoculadas en un 17%, la producción de vainas en una 22% y la absorción de P en un 18%.

Satizábal y Saif (1985) evaluaron la interacción leguminosa - rizobios - MVA en un oxisol de los Llanos Orientales, utilizando la especie Centrosema macrocarpum CIAT 5065, los hongos micorrizógenos E.colombiana, Acaulospora longula y G. manihotis y diferentes fuentes de P. Concluyeron que dosis de P equivalentes de 40 kg/ha, en las condiciones estudiadas, trabajan satisfactoriamente con la MVA en la estimulación del crecimiento, nodulación y nutrición de dicha leguminosa forrajera. Dosis superiores de P afectan negativamente la productividad de las plantas micorrizadas, pero no su nodulación. Aunque no es posible generalizar sobre las especies micorrizógenas más eficientes, con la inoculación de la apropiada es posible aumentar el rendimiento de materia seca de Centrosema y reducir en más de un 50% la tasa de fertilización fosfórica.

Mendoza, Sánchez y Sieverding (1986) en el Valle del Cauca, evaluaron en soya sembrada en el campo, el comportamiento de la interacción Rhizoctonia solani, Glomus manihotis - fungicidas empleados para el tratamiento de semillas. Se trabajó bajo condiciones de suelo natural y desinfestado químicamente con Ditrax - CE. Se encontró que R. solani disminuye en un 50% la emergencia de la soya y reduce el vigor, crecimiento vegetal y materia seca de las plantas sobrevivientes. Es más agresivo en suelo desinfestado, mientras que en suelo natural disminuye su ataque, aparentemente debido a las condiciones de competencia entre microorganismos de la rizosfera.

La inoculación con G. manihotis incrementó la materia seca y el rendimiento de la soya no difiriendo significativamente con las parcelas testigo. Varios factores pudieron contribuir a este hecho: Las buenas

condiciones de fertilidad del suelo, la procedencia de la cepa de G. manihotis (condiciones ácidas), la existencia de una flora micorrizógena nativa bastante eficiente para la soya, que hace innecesaria la inoculación con otra especie.

En ambas condiciones de suelo, se observó que con la edad del cultivo disminuía la infección por el pagóteno y se incrementaba la presencia de la simbiosis en las raíces. Todos los fungicidas disminuyeron la infección por los hongos VA en suelo desinfectado mientras que en el natural no sucedió este fenómeno.

Ochoa, Arango y Robledo (1989), evaluaron a nivel semi-comercial la eficiencia de inóculo Manihotina MVA T-87 Glomus manihotis aplicado a soya SV-89 en dosis de 100 kg/ha. Este ensayo se realizó en un suelo franco-arenoso del municipio de Palestina (Departamento de Caldas), con un pH de 4.5 y 30.7 ppm de P. Encontraron que el rendimiento fue de 2.866.19 kg/ha en el tratamiento donde se inoculó MVA, superando en un 55.7% el tratamiento testigo (sin micorrizas). Estos resultados estuvieron asociados con una mayor captación de agua en períodos críticos, una alta acumulación de materia seca en la parte aérea e incremento en el número de vainas en las plantas micorrizadas.

En el tratamiento con MVA el ciclo vegetativo de la variedad SV-89 se prolongó 20 días más en comparación con el testigo, demora que obedeció a que estas plantas extendieron su fase de formación de vainas y llenado de granos.

Ochoa, Robledo y Arango (1989)*, se encuentran estudiando las interacciones soya - rizobios - micorriza en la variedad soyica P-33, dosis de inóculos a aplicar y su efecto residual, con la tecnología que existe en el momento

* Profesores Universidad de Caldas, Manizales. Información personal.

en el país para la inoculación de cepas micorrizógenas, con una mezcla de suelo homogenizada en donde se ha multiplicado una o varias especies de estos hongos. Estos trabajos se han realizado en la Universidad de Caldas en suelos Typic distrandept y sus resultados aún no han sido publicados.

6.4 CONCLUSIONES

Como se desprende de las páginas anteriores, en nuestro país es poca la investigación sobre el tema, sin embargo, ya existe un cúmulo de información que permite visualizar la importancia de manejar en el cultivo de la soya la asociación tripartita soya - B. japonicum - MVA. Por una parte, sus efectos nutricionales se van a reflejar en forma directa sobre la economía de N y P fundamentalmente, sin olvidar los incrementos registrados por las plantas en la absorción de K, Ca, Cu, Zn y Mo entre otros, lo cual señala una estrategia de utilización mas eficiente de los recursos disponibles en el suelo por parte de la planta, gracias a sus asociados.

Esto no quiere decir que no haya necesidad de fertilizar, sino por el contrario, que con el concurso de la MVA va a haber un uso más eficiente del fertilizante, alcanzando con dosis menores, los rendimientos que se han logrado a costa de altas cantidades, con sus consecuentes efectos sobre la economía del agricultor y el ecosistema.

Además del aspecto nutricional, la planta micorrizada va a ser más eficiente en la absorción de agua, aumentando su resistencia al estrés, hay una mayor actividad hormonal, puede presentar mayores contenidos de fitoalexinas con su efecto sobre microorganismos patogénicos e influye sobre la rizosfera favoreciendo efectos sinérgicos entre microorganismo benéficos por ejemplo: Rizobios, Azospirillum, Azotobacter, bacterias solubilizadoras de fosfatos, y balance de poblaciones de microorganismos cuyas actividades redundan en el rendimiento de los cultivos (Sánchez y Sieverding, 1983).

Uno de los principales obstáculos para la inoculación con hongos micorrizógenos en el campo la constituye el manejo de los inoculantes.

En vista de que los hongos micorrizógenos aislados no se pueden cultivar en medios sintéticos, los inóculos se preparan mediante multiplicación en hospederos susceptibles cultivados en sustratos o suelos esterilizados. Se han adelantado estudios sobre diversas maneras para introducir la simbiosis MVA en suelos agrícolas y hasta el momento la forma más utilizada la constituye la mezcla de suelos + raíces + esporas del hongo micorrizógeno específico con altos niveles de infestación.

Cuando las plantas pasan por la fase de semillero, es posible inocularlas antes del transplante, sin embargo, en los cultivos que se siembran directamente, es necesario que se trabaje pensando en la peletización de las semillas con esporas del hongo micorrizógeno y la inoculación mediante el revestimiento de la semilla con suelo infestado + raíces + esporas. Estos sistemas son objeto de investigación.

Esperamos que en el lapso de unos pocos años nuestros agricultores puedan decir: "Me beneficio de las simbiosis con rizobios y micorrizas, obtengo buenos rendimientos a bajos costos y cuido el ecosistema. ¡Practico una agricultura con futuro!".

Para llegar a esa meta es necesario que en el país se aunen los esfuerzos de investigación en el cultivo de la soya, siendo prioritario conocer:

- a. La flora micorrizógena nativa con la que cuenta el cultivo en las diferentes regiones del país.
- b. La respuesta a la inoculación con cepas nativas e introducidas, pues muchas veces no se encuentra respuesta en suelo natural debido a una flora micorrizógena nativa pobre en calidad y cantidad.

- c. Las interacciones entre la MVA Rizobios y otros microorganismos, dosis y fuentes de fertilización al igual que entre simbiosis, prácticas culturales y uso de agroquímicos.

6.5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ASIMI, S.; GIANINAZZI - PEARSON, V. and GIANNINAZZI, S. 1980. Influence of increasing soil phosphorus levels on in to rations between vesicular - arbuscular mycorrhizae and Rhizobium in soybeans. Canadian Journal of Botany 53 (20): 2.200-2.205. Resumen in SAIF, S.R. 1983. Bibliography on vesicular-arbuscular micorrhizae (1970-1982). p.63.
2. AZCON, R. et al. 1985. Effects of mycorrhizal inoculations on N-fixation by a forage legume under field conditions as evaluated by using a 15 - N technique. Proceedings of the 1st European Symposium on mycorrhizae. Dijon Jul. 1-5/85. p. 457-460.
3. BAILEY, J.E.; SAFIR, G.R. 1978. Effect of benomyl on soybean mycorrhizae. Phytopath 68(12): 1.810-1.812. 1978. Resumen in SAIF, 1983. p. 106.
4. BAGYARAJ, D.J.; MANJUANATH, A. and PATIL, R.B. 1979. Interaction between a vesicular - arbuscular mycorrhizae and Rhizobium and their effects on soybean in the field. New Phytologist 82(1): 141-145. Resumen in SAIF, 1983. p. 68.
5. BAREA, J.M.; GONZALEZ, S. and OROZCO, M.O. 1988. Growth improvement of soybean by VA mycorrhiza x phosphate solubilizing bacteria. Abstracts 2nd European Symposium on Mycorrhizae. Checoslovaquia, Ag. 14-20/88. pp. 9-10.

6. BAREA, J.M. 1986. Importance of hormones and root exudates in mycorrhizal phenomena. Physiological and Genetical Aspects of mycorrhizae. Proceedings of the 1st European symposium on mycorrhizae. Dijon 1-5 Julio/85. Edit. V. Gianinazzi Pearson and S. Gianinazzi. pp. 177-187.
7. BETHLENFALVAY, C.J. 1982. Conditions affecting parasitic or mutualistic growth in mycorrhizal plants. Phytop. 72:95 p. Resumen in SAIF, S.R. 1983. p. 51.
8. BETHLENFALVAY, C.J.; BROWN, M.S. and PACOVSKY, R. 1982. Relationships between host and endophyte development in mycorrhizal soybeans. New Phytologist 90(3): 537-543. Resumen in SAIF, S.R. 1983. p. 35.
9. BETHLENFALVAY, C.J. and FULLER, G.M. 1982. Mycotrophic growth of host plant and endophyte development in mycorrhizal soybeans. Phytopathology 72:960. Resumen in SAIF, S.R. 1983. p. 51.
10. BETHLENFALVAY, C.J.; PACOVSKY, S.R. and FULLER, G. 1981. Effect of an endomycorrhizal fungus on soybean growth. Hort Science 16(3):404. Resumen in SAIF, 1983. p. 57.
11. BETHLENFALVAY, C.J. and YODER, J.f. 1981. The Glycine - Glomus-Rhizobium symbiosis. I. Phosphorus effect on nitrogen fixation and mycorrhizal infection. Physiologia Plantarum 52(1): 141-145. Resumen in SAIF, 1983. p. 58.
12. CARLNG, D.E. and BROWN, M.F. 1980. Relative effect of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth and yield of soybean. Soil Science Society of America Journal 44(3): 528-532. Resumen in SAIF, 1983. p. 63.

13. CARLING, D.C. and BROWN, R.A. 1979. Colonization rates and growth responses of soybean plants infected by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *Journal of Botany* 57(17): 1.769-1.772. Resumen in SAIF, 1983. p. 68.
14. CHENG, Y.H. and TU, C.C. 1982. Investigation of endomycorrhizal fungi and their relation with parasitic nematodes on soybeans. *Research Bulletin tainan District Agricultural Improvement Station No. 16*: 45-49. Resumen in SAIF, 1983. p. 98.
15. GERMANI, G. et al. 1981. Interaction of Scutellonema cavernessi and Glomus mosseae on growth and N₂ fixation of soybean. *Revue of Nematologie*, 4: 277-280.
16. GIANNINAZZI - PEARSON, et al. 1983. Source of additional phosphorus absorbed from soil by vesicular-arbuscular mycorrhizal soybeans. *Physiologie vegetale* 19(1): 33-43. Resumen in SAIF, 1983. p. 59.
17. GONZALEZ, S. 1985. Estudios sobre las asociaciones micorrícicas en Glycine max (L) Merr, y Pinus elliotti Engelm. Ciclo lectivo sobre el tema técnicas de investigación en Micorriza, Turrialba, Costa Rica. 18-28. Sep/85. pp. 39-50.
18. HALOS, P.M.; ELSA M., LUIS and MARILYM S., BORJA. 1982. Synergism between endomycorrhizas, Rhizobium japonicum CB 1809 and soybean. *Philipp Agric.* 65(1): 93-102. Resumen in SAIF, S.R. 1983. p. 53.
19. KELLAM, M.K. and SCHENCK, N.C. 1980. Interactions between a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus and root-knot nematode on soybean. *Phytopath* 70(4): 293-296. Resumen in SAIF, 1983. p. 102.

20. KING, E.J. 1982. Ultrastructure, phosphatases and phosphatase histochemistry of soybean mycorrhizae. Thesis. Ph.D. University of Missouri Columbia. Resumen in SAIF, S.R. 1983. p. 11.
21. Mc ILVEEN, W.D. and COLE, H. 1978-1979. Influence of zinc on development of the endomycorrhizal fungus Glomus mosseae and its mediation of phosphorus uptake by Glycine max "Amsoy 71". Agriculture and environment 4(4): 245-256. Resumen in SAIF, S.R. 1983. p. 41.
22. MENDOZA, J.A.; SANCHEZ, M. and SIEVERDING, E. 1986. Efecto de algunos fungicidas sobre la interacción Rhizoctonia solani Kuhn micorriza vesículo-arbuscular en soya, Glycine max Merrill. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 104 p.
23. MIRANDA, J.C.C. 1982. Influencia de hongos endomicorrízicos inoculados a campo, na cultura de sorgo e soya en un solo sob cerrado. R. Bras. Ci. Solo 6:19-23. Resumen en SAIF, 1983. p. 54.
24. MORANDI, D. 1988. Effect of endomycorrhizal infection and biocides on phytoalexins accumulation in soybean roots. Abstracts 2nd. European Symp. on Mycorrhizae. pp. 71.
25. MORANDI, D. and GIANINAZZI-PEARSON, V. 1985. Influence of mycorrhizal infection and phosphate nutrition on secondary metabolite contents of soybean roots. In proceeding of the 1st European Symposium on mycorrhizae. Dijon Jul. 1-5/85. pp. 787-791.
26. MOSQUERA, O. 1984. Influencia de la inoculación con micorriza sobre la respuesta del frijól Carioca a la fertilización fosfórica. In: Memorias del Primer Curso Nacional, U. Nal., Palmira, pp. 154-180.

27. MOSSE, B. 1977. The role of mycorrhiza in legume nutrition on marginal soils. In: Exploiting the legume - Rhizobium symbiosis in Tropical Agriculture. Ed. by J.M. Vincent, A.S. Whitney and J. José. College of Trop. Agric. Univ. of Hawaii. pp. 275-292.
28. OCHOA, T.G.; ARANGO, R.C. y ROBLEDO, M.A. 1989. Evaluación semi-comercial de Manihotina M.V.A. T-87 (micorriza) en el cultivo de la soya. Revista Agronómica. Universidad de Caldas (Manizales). Segunda Epoca 3(1): 16-22.
29. PELLET, D. and SIEVERDING, E. 1985. Influence des traitements herbicides sur les mycorrhizes VA de Glycine max L. et Phaseolus vulgaris L. Proceedings of the 1st European Symposium on Mycorrhizae. Dijon, Julio 1-5/85. pp. 707-712.
30. ROSS, J.P. 1971. Effect of phosphate fertilization on yield of mycorrhizal soybeans. Phytopat 61(11): 1.400-1.403. Resumen in SAIF, 1983. p. 85.
31. ROSS, J.P. and HARPER, J.A. 1970. Effect of Endogone mycorrhiza on soybeans yield. Phytopat. 60(11): 1.552-1.558. Resumen in SAIF, 1983. p. 85.
32. SCHENK, N.C. and HINSON, K. 1971. Endotrophic vesicular arbuscular mycorrhizae on soybeans in Florida. Micología 63(3): 672-674. Resumen en SAIF, S.R. 1983. p. 33.
33. SAFIR, G.R.; BOYER, J.S. and GERDEMANN, J.W. 1971. Mycorrhizal enhancement of water transporth in soybean. Science, N.Y. 172 (3983): 581-583. Resumen in SAIF, 1983. p. 85.
34. SAIF, S.R. 1983. Bibliography on vesicular-arbuscular mycorrhizae (1970-1982). CIAT, Cali (Colombia). 143 p.

35. SAIF, S.R. 1984. Interacción de Rhizobium micorrizas VA en leguminosas tropicales. In: Investigaciones sobre micorrizas en Colombia. Memorias del Primer Curso Nacional sobre micorrizas. Feb. 7-10/84. Editado por Sieverding, E.; Sánchez M. y Bravo, N., Universidad Nacional, Palmira. pp. 15-43.
36. SANCHEZ, M. 1988. Posibilidades de las micorrizas en la agricultura Memorias Primer Seminario Regional de Biotecnología. Cali. Mayo.88. pp. 13-14.
37. SANCHEZ, M. y SIEVERDING, E. 1983. Estudio de la fitosanidad de inóculos de micorriza vesículo-arbuscular (MVA). Pasto. 2^o Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Octubre 4-8.
38. SATIZABAL, J. y SAIF, S.R. 1985. Interacción micorriza vesículo-arbuscular, Rhizobium Leguminosa en un oxisol de los Llanos Orientales de Colombia. Tesis Maestría, Universidad Nacional, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira. 125 p.
39. TRAPPE, J.M.; MOLINA, R. and CASTELLANO, M. 1984. Reactions of mycorrhizal fungi and mycorrhiza formation to pesticides. *Phytopath.* 22: 331-359.
40. VEJSADOVA, H. et al. 198. Effect of difference phosphorus and nitrogen levels on interacions between VA mycorrhiza, Rhizobium and Soybeans. In: Abstracts 2nd. European Symposium on Mycorrhizae. p. 109.
41. ZAMBOLIM, L. and SCHENCK, N.C. 1983. Reduction of the effects of pathogenic, root-infecting fungi on soybean by the mycorrhizal fungus, Glomus mosseae. *Phytopath.* 73(10): 1.402 - 1.405.

7. MANEJO Y CONTROL DE MALEZAS EN SOYA

Gerardo Cayón S. *
Guillermo Riveros R.

7.1 INTRODUCCION

La soya es un cultivo muy sensible a la competencia de las malezas, por lo cual es indispensable mantenerlo limpio, por lo menos durante el primer tercio de su ciclo vital (30 a 40 días después de la emergencia). No obstante, por el cubrimiento rápido que hace del terreno, se defiende relativamente bien de las malezas después de ese período crítico.

Después de la floración existe otro período crítico durante el cual aparece una infestación tardía de malezas que impide la maduración uniforme, afecta la calidad del grano, dificulta el arranque manual y la labor de la combinada, aumentando las pérdidas en la recolección (3). Esto se debe, principalmente a la presencia, al final del ciclo del cultivo, de algunas especies de batatillas, meloncillos y otras malezas enredaderas que por su hábito trepador, causan volcamiento y dificultan las operaciones de cosecha.

Los principales problemas que causan las malezas en el cultivo de la soya (Tabla 1) son las pérdidas de rendimiento debidas a la competencia y la interferencia con la cosecha. Datos comparativos entre parcelas de soya libres de malezas con parcelas enmalezadas todo el ciclo, revelan

* I.A., M.Sc. Sección Investigación Básica Agrícola, ICA, Palmira A.A. 233
I.A., Ph.D. Sección Oleaginosas ICA, La Libertad. A.A.2011, Villavicencio

TABLA 1. MALEZAS DE IMPORTANCIA ECONOMICA EN EL CULTIVO DE SOYA (3)

Ciperáceas

Coquito	<u>Cyperus rotundus</u>
Cortadera	<u>Cyperus ferax</u>

Gramíneas

Caminadora	<u>Rottboellia exaltata</u>
Liendrepuerco	<u>Echinochloa colonum</u>
Pajamona	<u>Leptochloa filiformis</u>
Pategallina	<u>Eleusine indica</u>
Cadillo	<u>Cenchrus spp.</u>
Pasto Johnson	<u>Sorghum halepense</u>
Horquetilla	<u>Paspalum paniculatum</u>

Hoja Ancha

Batatilla	<u>Ipomoea spp.</u>
Bledo	<u>Amaranthus spp.</u>
Papunga	<u>Bidens pilosa</u>
Verdolaga	<u>Portulaca oleracea</u>
Lechosa	<u>Euphorbia spp.</u>
Yerba de chivo	<u>Ageratum conyzoides</u>
Pega-pega	<u>Desmodium tortuosum</u>

que las pérdidas debidas a la competencia de malezas anuales comunes son del 58% y que pueden llegar a ser del 70% cuando las malezas predominantes son las batatillas (Ipomoea spp.) y del 80% cuando es el coquito (Cyperus rotundus L.) (1, 2).

7.2 SISTEMAS DE CONTROL DE MALEZAS

Un programa de control de malezas debe estar dirigido a lograr objetivos específicos en el campo. Los objetivos del control de malezas no deben ser solamente evitar la competencia de éstas durante los períodos críticos, ni eliminar las infestaciones tardías que interfieran con la cosecha, sino que deben fijarse a largo plazo, buscando reducir las poblaciones de las malezas existentes y previniendo el establecimiento de otras perjudiciales no existentes en los campos.

Un solo método no proporciona control adecuado de todas las malezas, durante todo el ciclo de crecimiento, particularmente cuando las infestaciones son severas. Por esta razón es necesario utilizar sistemas integrales programados a largo plazo que incluyan medidas de prevención, manejo y eliminación.

La integración de métodos debe entenderse como la combinación efectiva de estas medidas complementarias para cada situación específica de malezas, cultivo y ambiente.

7.2.1 Prevención

Las medidas preventivas son todas aquellas acciones encaminadas a evitar la introducción y establecimiento de nuevas especies de malezas, especialmente aquellas que son difíciles de controlar en forma económica. Para esto se recomienda el uso de semilla certificada, limpieza de la maquinaria y equipo proveniente de los lotes infestados y el control de las malezas que se desarrollan en los bordes de canales, vías y campos adyacentes.

7.2.2 Manejo

El manejo del cultivo es otro componente importante del sistema de control de malezas. Cualquier práctica cultural que favorezca al cultivo y no a las malezas, debe incluirse en un programa de manejo racional de las malezas. Se recomienda el uso de semilla certificada de las variedades mejoradas más adaptadas a la región, sembrarla a la profundidad adecuada y con arreglos poblacionales que garanticen un cubrimiento rápido del terreno, sin exceder los límites de tolerancia de la competencia intraespecífica. La fertilización, el riego suplementario y el control oportuno de plagas y enfermedades, también contribuyen a dar ventajas competitivas a la soya sobre las malezas.

La práctica de rotación de cultivos es la costumbre aconsejada para evitar el crecimiento desmedido en la población de una determinada maleza, aunque esta sola práctica no es suficiente si no se planifica con el propósito de evitar ciertos tipos de malezas (2). La selección de una rotación basada en la sensibilidad de las especies de malezas que se asocian con el cultivo de soya permite, al cabo de pocos semestres, mantener una población de malezas fácilmente manejable.

La distancia apropiada entre los surcos del cultivo contribuye positivamente al manejo de las malezas. En el Valle del Cauca, la siembra de la soya en surcos apareados a 30 centímetros y separados por calles de 60 centímetros, han facilitado el control de las malezas, pues el cultivo crece rápido, cerrando pronto las calles angostas frenando así el desarrollo de muchas de ellas (2).

7.2.3 Eliminación

Las medidas de eliminación o control propiamente dicho, son todas las acciones por medio de las cuales se busca limitar el crecimiento, restringir la producción o destruir las plantas de las malezas. Para esto se pueden utilizar herramientas manuales, equipos mecánicos o productos químicos.

La eliminación es económicamente justificable cuando se trata de detener la infestación inicial de una especie muy perjudicial. Para eliminar algunas especies nocivas como pasto Johnson (Sorghum halepense), pasto argentina (Cynodon dactylon) y Coquito (Cyperus rotundus), se requiere la destrucción de plantas, semillas, rizomas y tubérculos.

7.2.3.1 Control Manual: El arranque o corte manual de malezas es un método bastante efectivo, pero es limitado por el costo y la disponibilidad de mano de obra. El control manual es más económico si se efectúa temprano cuando se detecten fallas de otros métodos de control. En soya la duración del control químico de batatilla y otros bejucos es corta, lo cual hace necesario el control postemergente de estas malezas cuando comiencen a observarse. En muchas ocasiones es necesario recurrir a limpiezas previas a la cosecha para evitar los problemas que causan en la recolección.

7.2.3.2 Control Mécanico: El laboreo del suelo antes de la siembra destruye la vegetación, provee aireación y facilita la infiltración de agua, favoreciendo el establecimiento del cultivo. Como al arar se entierran semillas frescas de malezas y se desentierran semillas reposadas en condiciones de germinar, siempre es necesario utilizar otras medidas complementarias de control.

El laboreo del suelo es efectivo para facilitar la expansión de malezas perennes como pasto Johnson, coquito y pasto argentina, si se practica en épocas secas, ya que expone los estolones, rizomas y tubérculos a desecación. Rastrilladas periódicas, en épocas secas, permiten además la reducción de las poblaciones de malezas anuales, si se efectúan antes de que las plantas produzcan semillas. La preparación del terreno con la suficiente anticipación a la siembra, permite destruir una o más generaciones de plántulas mediante rastrilladas periódicas.

En suelos profundos, no compactados y buena capacidad de retención de humedad, es posible utilizar labranza reducida, destruyendo previamente

la vegetación con herbicidas no selectivos sistémicos, si presentan infestaciones severas de coquito o pasto Johnson.

El uso de cultivadoras para arrancar malezas o para asfixiarlas cubriéndolas con suelo, es un método efectivo y seguro, si las lluvias no son excesivas. Las cultivadas deben efectuarse durante los primeros 30 días de edad del cultivo, utilizándolas contra malezas que no fueron controladas por tratamientos presiembra o preemergentes. Cuando el tipo y población de malezas hace necesario utilizar cultivadoras mecánicas, debe sembrarse a la distancia mínima entre surcos que permita el uso de maquinaria.

7.2.3.3 Control Químico: El control químico de malezas en soya es una práctica corriente y se considera que el 80% del área sembrada en Colombia es tratada con herbicidas. Existen varias alternativas de control químico con aplicaciones antes de la siembra, inmediatamente después de sembrar o después de la emergencia del cultivo, mediante el uso de herbicidas selectivos (Tabla 2). La selección del tratamiento adecuado, para cada situación particular, debe ser lo más cuidadosa posible, teniendo en cuenta todos los factores que condicionan la selectividad y eficacia de los herbicidas (textura, materia orgánica y humedad del suelo, temperatura, viento, complejo de malezas, equipo de aplicación, etc.).

Muy pocos problemas de malezas en soya pueden ser solucionados con un solo tratamiento o aplicación. El uso de herbicidas químicamente relacionados ha dado lugar a selección de especies resistentes. La combinación de herbicidas, bien sea en mezclas de tanque o en aplicaciones secuenciales, controlan más especies de malezas y reducen los riesgos de daño a la soya o a los cultivos de rotación, los herbicidas son más efectivos, utilizados en conjunto con otras prácticas y son un componente importante de los programas de control.

TABLA 2. HERBICIDAS RECOMENDADOS PARA SOYA.

Producto		Dosis	Forma de Aplicación	Malezas Controladas	Observaciones
Nombre Genérico	Nombre Comercial				
Trifluralina	Treflán	1.2 - 1.5	2.5 - 3.0	PSI	Caminadora Gramíneas Pasto Johnson Bledo Verdolaga Aplicación, incorporación en suelo seco.
Vernolate	Vernám	3.0 - 4.0	4.0 - 5.5	PSI	Coquito Pasto Johnson Gramíneas Sobredosis causan brotes y hojas con arrugamientos o pliegues.
Trifluralina + Vernolate	Treflán + Vernám	1.0 + 3.0	2.0 + 4.0	PSI	Coquito Caminadora Gramíneas Aplicación en suelo seco, incorporación inmediata.
Metolaclor	Dual	1.0 - 2.5	1.04 - 2.6	PRE	Gramíneas Verdolaga Bledo
Prometrina	Gesgard	1.0 - 1.5	2.0 - 3.0	PRE	Hojas anchas Gramíneas No usar en suelo liviano.
Metolaclor + Prometrina	Dual + gesgard	1.25+1.25	1.3 + 2.5	PRE	Gramíneas Hojas anchas
Alaclor	Lazo	2.0 - 2.5	4.0 - 5.0	PRE	Gramíneas
Linurón	Afalón	1.0 - 1.5	2.0 - 3.0	PRE	Hojas anchas Gramíneas No aplicar en suelos arenosos.
Metribuzina	Sencor	0.5 - 0.7	1.43- 2.0	PRE	Batatillas Hojas anchas Muy soluble en agua. No aplicar en suelos livianos con menos de 1.5% de materia orgánica.

Continuación Tabla 2.

Producto		Nombre Comercial	Dosis		Formas de Aplicación	Malezas Controladas	Observaciones
Nombre Genérico			Kg.i.a./ha.	P.C./ha.			
Alaclor + Metribuzina	Lazo + Sencor		1.4 + 0.4	3.0 + 1.1	PRE	Batatillas Hojas anchas Gramíneas	No aplicar en suelo liviano.
Trifluralina + Metribuzina	Treflán + Sencor		1.4 +0.35	3.0 + 1.0	PSI + PRE	Caminadora Gramíneas Batatillas Hojas anchas	No aplicar en suelo liviano.
Pendimetalina	Prowl		1.0 -1.32	3.0 - 4.0	PSI	Caminadora Gramíneas	
Pendimetalina + Metribuzina	Prowl + sencor		1.0 +0.35	3.0 + 1.0	PRE	Caminadora Batatillas Gramíneas Hojas anchas	
Bentazón	Basagrán		1.0 - 1.5	2.0 - 3.0	POST	Batatillas Hojas anchas Ciperáceas	Aplicar cuando el cultivo tenga la primera hoja trifol- liada.
Fenaxaprop-etil	Furore		1.135-0.180	1.5 - 2.0	POST	Caminadora	Malezas desde 2-3 hojas.
Fluazifop-butil	Fusilade		0.37+ 0.5	1.5 - 2.0	POST	Caminadora Gramíneas	Adicionar surfactante al 0.5% malezas desde 2-3 hojas.
Setoxidín	Ferrival		0.4 - 0.5	2.0 - 2.5	POST	Gramíneas Caminadora	
Paraquat	Gramoxone		0.4 - 0.8	2.0 - 4.0	PRESIEMBRA	Anuales	Aplicar en días soleados.
Glifosato	Round up		1.0 - 2.0	2.1 - 4.2	PRESIEMBRA	Anuales	Dosis bajas para malezas anua- les o poco desarrollo, dosis al- tas para perennes o más desarro- llados.

7.3 CARACTERISTICAS DE LOS HERBICIDAS RECOMENDADOS

Trifluralina - Treflán (Dinitroanilina). Concentrado emulsionable de 480 gramos de ingrediente activo por litro. Requiere incorporación al suelo para evitar pérdidas por volatilización. Controla gramíneas anuales, caminadora, plántulas de pasto Johnson y malezas de hoja ancha de semilla pequeña como bledo y verdolaga. Sobredosis y humedad extrema, pueden dar lugar a daño al cultivo caracterizado por acortamiento y engrosamiento de raíces; hojas pequeñas, quebradizas y arrugadas.

Pendimetalina - Prowl, (Dinitroanilina). Concentrado emulsionable de 330 gr/l. Puede ser usado incorporado al suelo o en preemergencia. Controla gramíneas anuales y verdolaga. Puede presentar daños similares a los de Treflán, pero las plantas se recuperan.

Vernolate - Vernám, (Tiocarbamato). Concentrado emulsionable de 720 gr/l. Debe ser incorporado para evitar pérdidas por volatilización. Es indispensable la aplicación en suelo seco e incorporación inmediata. Elimina o retrasa el crecimiento de muchas gramíneas que se establecen por semilla, incluyendo pasto Johnson. Inhibe brotación de tubérculos de coquito. Dosis altas en soya pueden dar lugar a inhibición de los brotes, hojas malformadas o yemas que no abren.

Alaclor - Iazo, (Acetanilida). Concentrado emulsionable de 480 gr/l. Controla principalmente gramíneas anuales, bledo y verdolaga. No tiene acción sobre la caminadora.

Metolaclor - Dual, (Acetanilida). Concentrado emulsionable de 960 gr/l. Controla gramíneas anuales, verdolaga y bledo. No controla caminadora.

Prometrina - Gesagard, (Triazina). Suspensión acuosa de 50%. Controla malezas anuales de hoja ancha y algunas gramíneas. No se debe usar en suelos livianos o de contenido bajo de materia orgánica.

Linurón - Afalón, (Urea sustituida). Suspensión acuosa de 50%. Controla malezas de hoja ancha y algunas gramíneas anuales. No debe usarse en suelos livianos o con bajo contenido de materia orgánica; en esas ocasiones o cuando se usan dosis demasiado altas, es tóxico al cultivo. Los síntomas de daño son clorosis intervenal o necrosis de las hojas.

Metribuzina - Sencor, (Triazina asimétrica). Polvo mojable de 35%. Controla principalmente malezas de hoja ancha incluyendo batatilla. No debe utilizarse en suelos livianos o con menos de 2% de materia orgánica. Puede causar daños similares a los de linurón.

Bentazón - Basagrán. Líquido soluble de 480 gr/l. Controla malezas ciperáceas y algunas de hoja ancha. Ejerce control parcial de batatilla. Se recomienda aplicar cuando la hoja presente la primera hoja trifoliada. La acción es más efectiva con buena humedad del suelo.

Setoxidin - Fervinal. Concentrado emulsionable de 200 gr/l. Controla únicamente malezas gramíneas incluyendo caminadora y pasto Johnson. Se recomienda aplicar a malezas de 2 a 3 hojas en adelante y utilizar surfactante. Con buenas condiciones de humedad en el suelo se obtiene control más efectivo. El control disminuye cuando se mezcla con herbicidas hormonales.

Fluazifop - butil - Fusilade. Concentrado emulsionable de 250 gr/l. En general presenta propiedades similares a Setoxidin.

Fenoxaprop-etil - Furore. Concentrado emulsionable de 90 gr/l. Las propiedades son similares a las de Setoxidin y Fluaxifop-butil.

Glifosato - Round up. Concentrado soluble de 480 gr/l. Controla, en aplicaciones post-emergentes, la mayoría de las malezas anuales y perennes. Herbicida sistémico de absorción foliar. Aplicar a las malezas con suficiente follaje para absorber el producto. Efectivo para reducir poblaciones de coquito y pasto Johnson en aplicaciones totales o de parcheo,

antes de la siembra. Puede utilizarse en aplicaciones dirigidas, evitando el contacto con las hojas verdes de las plantas deseables.

Paraquat - Gramoxone. Líquido soluble de 200 gr/l. Herbicida de contacto especialmente efectivo para control de malezas anuales. Puede usarse para controlar malezas antes de la siembra en aplicaciones totales o en parches. Aplicaciones dirigidas después de la siembra facilitan el control de malezas que escapan a otros herbicidas. Puede ser utilizado como desecante del follaje para facilitar la cosecha. Los operarios deben protegerse adecuadamente al aplicar el producto para evitar inhalación o contacto.

7.4 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CENTRO Internacional de Agricultura Tropical. 1980. Cali (Colombia). Información básica sobre la competencia entre las malezas y los cultivos. Cali, CIAT. 42 p. (Guía de Estudio).
2. DE LA CRUZ, R. 1980. Las malezas en el cultivo de la soya. En: Curso de Producción de soya. 2 ed. Bogotá, ICA. p. 375-426.
3. VARELA, R.; DE LA CRUZ, R.; CAYON, C. 1981. Evaluación de productos químicos para el control de malezas en soya. ICA, Palmira. 39 p. (Boletín Técnico No. 89).

8. MANEJO DEL AGUA EN SOYA

Hernán Rojas P. *
Carlos Gallardo

8.1 INTRODUCCION

La soya es uno de los cultivos transitorios que se necesitan en el sistema de producción del Valle del Cauca por su importancia en la rotación con maíz, sorgo y algodón, principalmente. Tradicionalmente la soya se ha producido en el Valle del Cauca, aunque en los últimos años se ha comenzado a sembrar en los Llanos Orientales con ventajas económicas sobre el Valle del Cauca, debido a los altos costos de producción en esta zona. Sin embargo, es en el Valle donde se puede producir una semilla de inmejorable calidad.

En el Valle del Cauca se aplica riego en el 30% del área total, pero solo un mínimo de agricultores conocen los requerimientos hídricos de la soya y el uso eficiente del agua. Una manera de reducir los costos de producción es aplicar el riego a mínimo costo, para lo cual es necesario hacer más eficiente tanto los sistemas de riego como el uso del agua. El costo del agua** depende del lugar donde se ubique el cultivo y es directamente proporcional al criterio de manejo utilizado.

Uno de los parámetros por el que sólo una mínima parte de los agricultores riega eficientemente, es el desconocimiento de los requerimientos hídricos de la soya. Los requerimientos de agua se han calculado para diferentes

* I.Agric., M.Sc. e I.Agric., M.Sc. Recursos Naturales Manejo de Aguas CI - Palmira. Apartado Aéreo 233 Palmira (Valle).

** Un metro cúbico extraído de pozo profundo cuesta en promedio \$ 36.00 (1993).

regiones del país y para diversas variedades de soya. El ICA ha investigado por años tanto las necesidades de agua como la forma de utilizarla.

Victoria y Rojas (1987) señalaron que entre los factores de producción en el campo, uno de los de mayor incidencia es el agua y de ella depende la eficiencia de otros, los cuales a su vez influyen directamente en la calidad de la semilla. De acuerdo con información de la Sección de Oleaginosas del ICA, el 70% de los agricultores sojeros no aplican riego suplementario y desconocen los estados críticos del cultivo en que deben aplicarlo con el fin de obtener altos rendimientos.

Doss et al. (1974) afirman que la insuficiencia de agua durante el período de llenado de grano frecuentemente es la mayor barrera para la obtención de altas producciones de soya.

Los requerimientos de agua son obtenidos a partir de la determinación del Factor K, el cual relaciona la evapotranspiración real del cultivo (ET) con la evaporación (Ev) desde un tanque clase "A". Rojas (1986) reporta el valor promedio del Factor K para Soya en Palmira (Valle) igual a 0.86 y para el Espinal (Tolima) igual a 1.02.

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la variación anual de evapotranspiración y rendimiento de soya, reportados por Molano (1982) para la localidad de Palmira (Valle). A partir de estos, es posible concluir que se necesitan 9.48 kg de soya/ha/mm de agua utilizado.

TABLA 1. VARIACION ANUAL DEL RENDIMIENTO EN SOYA EN EL CI PALMIRA (VALLE)

Año	ET $\frac{1}{}$ (mm)	Rendimiento (kg/ha)
1980	359.94	3315
1980	300.30	2849
1980	326.06	3099
1981	350.03	3362
1982	207.30	2017

$\frac{1}{}$ ET estimada a partir de la fórmula de Hargreaves.

Castellanos, Rey y Amoro (1984) encontraron, además, que es necesario mantener en la capa de 0.40 cm de profundidad la humedad del suelo por encima del 85% de la capacidad de campo (para un suelo ferralítico rojo) con el fin de obtener altos rendimientos.

De acuerdo a lo anterior, es importante conocer los requerimientos hídricos de la soya y la forma de aplicar eficientemente el agua, esto es: Cuánto y cuándo regar.

8.2 REQUERIMIENTOS DE AGUA Y BALANCE HIDRICO

En diferentes regiones del país se han encontrado los requerimientos hídricos de la soya, los cuales han sido posibles utilizando la metodología del "gradiente de humedad", que consiste en una línea de aspersión operando, donde la mayor cantidad de agua cae cerca a la línea y decrece a medida que se aleja perpendicularmente de ésta, hasta el final del radio húmedo del aspersor (Rojas, 1984). Mediante esta metodología, es posible entonces, crear diferentes ambientes de humedad y así estudiar genotipos tolerantes al déficit de agua e investigar los requerimientos hídricos de las variedades de soya, Agudelo y Rojas (1986).

La forma de regar está determinada por el cómo, cuánto y cuándo regar. Cómo regar, es dependiente del sistema de riego utilizado. En regiones donde la disponibilidad de agua no es limitante, es posible regar por surcos; allí se podrán sembrar variedades con baja tolerancia al déficit de agua. Si la disponibilidad de agua es una limitante, el riego tendrá que ser por aspersión y/o las variedades deberán tener cierta tolerancia al déficit de agua, según sea la limitación. La gran mayoría de los agricultores ubicados en estas zonas con deficiencias relativas de agua, podrían obtener los mismos rendimientos máximos esperados para la variedad, si utilizan de la mejor manera el riego por aspersión.

Una técnica de regar por aspersión eficientemente es conociendo del suelo la capacidad de campo (CC), el punto de marchitez permanente (PMP) y la

densidad aparente (D_a) y luego por medición periódica de la humedad del suelo, aplicar el agua necesaria hasta capacidad de campo, cada vez que se agote el porcentaje de agua aprovechable escogido.

La medición de la humedad del suelo resulta relativamente costosa por el valor de los implementos que se utilizan para ello, Gutiérrez y Valencia (1993). Los tensiómetros, bloques porosos, método gravimétrico, dispersor de neutrones, etc. representan una alta inversión, además de la mano de obra necesaria para operarlos. Un método particularmente de muy bajo costo es el del **BALANCE HIDRICO**, el cual consiste en contabilizar la cantidad de agua (expresada como lámina) que se aporta al cultivo por lluvia o riego y la cantidad que sale de éste por evapotranspiración. El ascenso capilar como aporte, la escorrentía y las pérdidas por percolación como salidas de agua, no son tenidas en cuenta en el balance hídrico, por su relativa baja importancia en el volumen de agua que se mueve en caso que se esté regando técnicamente con alta eficiencia y no haya necesidades de lavado de sales en el perfil del suelo.

Para aplicar la metodología del balance hídrico, es necesario conocer la CC, el PMP, la D_a y el (%) de agotamiento del agua aprovechable para el cultivo, el cual en términos prácticos se puede tomar como 50%, límite al cual los rendimientos del cultivo no se reducen significativamente. De esta manera se tendrá conocimiento del agua rápidamente aprovechable (**LARA**) para profundidades preestablecidas (P) en la zona radical (0-20 cm, 0-40 cm y 0-60 cm). P realmente depende del tipo de suelo, cultivo y aún de la variedad, sin embargo, su valor ha sido previamente fijado para esas tres profundidades, dependiendo del desarrollo de la raíz, con el objeto de simplificar los cálculos de **LARA** dentro del balance hídrico:

$$\text{LARA} = \frac{(CC - \text{PMP})}{100} \times \frac{D_a}{D_w} \times P \times 0.5 \quad (1)$$

Donde: CC y PMP se expresan en porcentaje del contenido de humedad en base a peso.

D_a , en g/cm^3

D_w , es la densidad del agua a $1.0 g/cm^3$

P es la profundidad preestablecida en el perfil del suelo (200, 400 ó 600 mm).

y LARA se expresa en mm de agua.

Un formato es requerido para el balance hídrico diario, en el cual se anotará el LARA, la evaporación (Ev), el Factor K, la evapotranspiración (ET), la lluvia (P), el riego (R); los déficit de agua (D) cuando se agota más del LARA; los excesos de agua (EXC) cuando llega al cultivo agua por encima del LARA respectivo; y las observaciones referidas al riego, por ejemplo: Programar riego, cambiar el siguiente LARA (de LARA 0-20 a LARA 0-40, o de LARA 0-40 a LARA 0-60), etc. Cada vez que la profundidad de las raíces sea mayor de 20 cm, se cambiará al LARA de 0.40 cm; si es mayor de 40 cm, entonces se utilizará al LARA de 0 a 60 cm.

En la contabilidad, cuando el LARA tienda a cero se programará un riego como mínimo igual al LARA considerado. La contabilidad se hará con base en la siguiente expresión:

$$LARA_{1+1} = LARA_1 + P + R - ET - D \quad (2)$$

Donde: LARA₁₊₁: Es el LARA de un día cualquiera, mm.
LARA₁: Es el LARA del día anterior, mm.
P: Es la lluvia, mm.
R: Es el riego, mm.
D: Déficit por debajo del LARA, mm.
ET: Es la evapotranspiración real del cultivo igual a $Ev + K$, mm.
Ev: Es la evaporación diaria, mm.

K: Es un factor igual a un factor de cultivo Kc multiplicado por el factor del tanque clase "A" (Kt) para Palmira (Kt = 0.85). K es dado por Institutos de Transferencia tales como el ICA en Colombia.

8.3 APLICACION DEL BALANCE HIDRICO

Los valores del Factor K en soya se resumen para Palmira, Valle del Cauca, Colombia en la Tabla 2.

TABLA 2. VALORES DE K PARA PALMIRA, VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA.

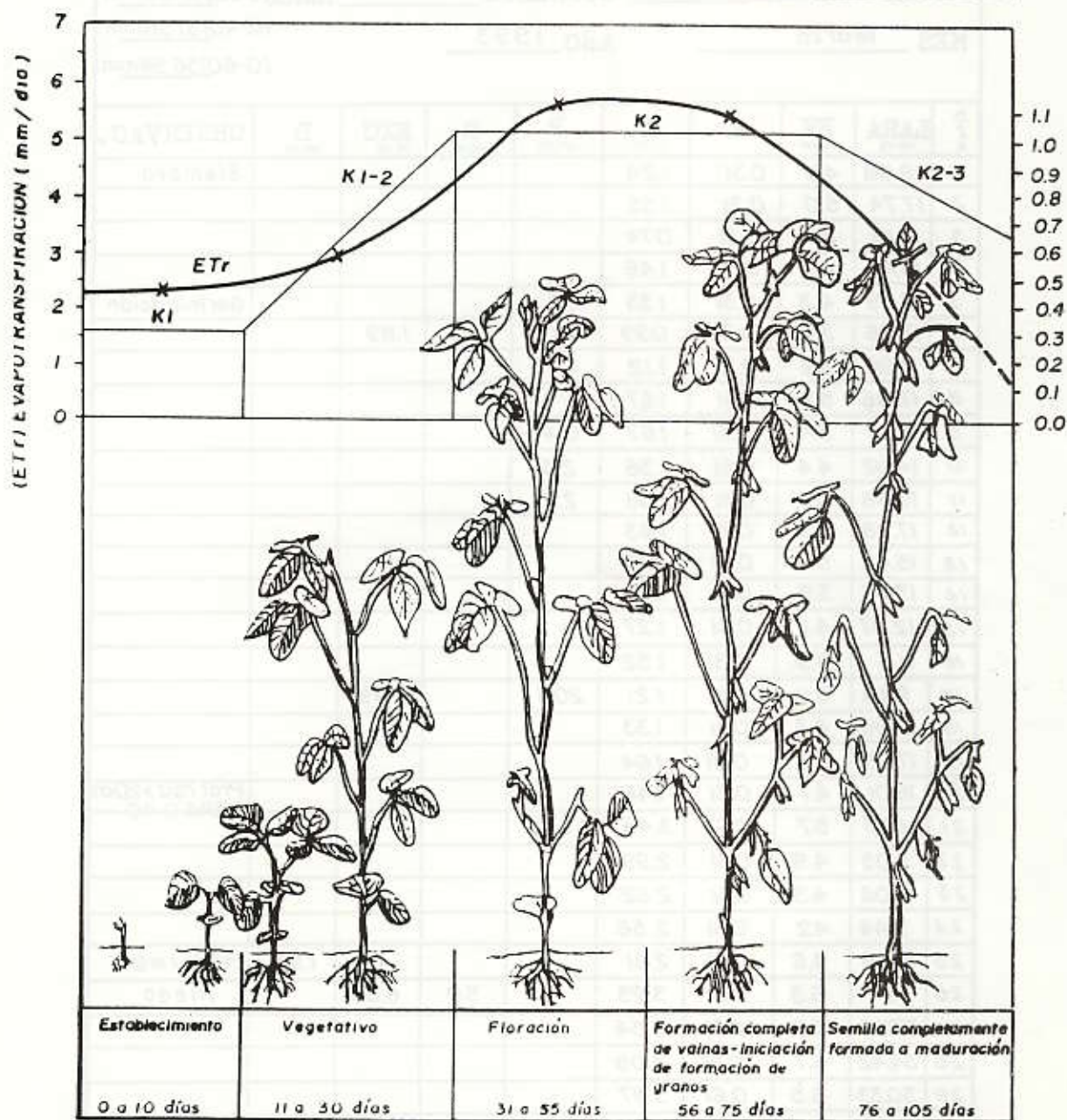
(%) de crecimiento	Palmira ^{1/} (Valle)
0 - 10	0.31
10 - 20	0.35
20 - 30	0.62
30 - 40	1.06
40 - 50	1.09
60 - 70	0.95
70 - 80	0.62
80 - 90	0.59
90 - 100	0.43

^{1/} Fuente: Programa de Manejo de Aguas del CI - ICA Palmira.

Los requerimientos hídricos promedios de la soya se han investigado en el ICA y éstos para las condiciones de Palmira (Valle), se dan en la Figura 1. Se puede apreciar que las mayores cantidades de agua coinciden con la etapa de floración (30 a 55 días después de siembra).

Un ejemplo del balance hídrico diario para soya se aprecia en la Figura 2. Para su entendimiento se calcula el LARA para el día 27 de la siguiente forma:

REQUERIMIENTOS DE AGUA					
m ³ /ha	220	520	1.350	995	800
K	0.31	0.61	1.02	0.95	0.65



KT = 0.85 (Tanque clase "A")

Formación de vainas y llenado de grano

FIGURA 1. Variación de la evapotranspiración para soya.
CI- ICA - Palmira

FORMATO PARA EL CALCULO DEL BALANCE HIDRICO

LOCALIZACION PALMIRA LOTE # 12 AREA 10 has.

CULTIVO SOYA VARIEDAD SOYICA P-34

FECHA SIEMBRA 03-15-93 S. SUELOS GALPON LARA^{cm} (0-20)18.98mm

MES Marzo AÑO 1993 (0-40)3796mm
(0-60)56.94mm

D / A	LARA mm	EV mm	K	ET mm	P mm	R mm	EXC mm	D mm	OBSERVAC.
1	18.98	4.0	0.31	1.24					Siembra
2	17.74	5.0	0.31	1.55					
3	16.19	2.4	0.31	0.74					
4	15.45	4.7	0.31	1.46					
5	13.99	4.3	0.31	1.33	1.2				Germinación
6	13.86	3.2	0.31	0.99	8.0		1.89		
7	18.98	3.6	0.31	1.12					
8	17.86	5.4	0.31	1.67					
9	16.19	5.4	0.31	1.67	0.4				
10	14.92	4.4	0.31	1.36	2.4				
11	15.96	5.1	0.31	1.58	2.9				
12	17.28	5.9	0.31	1.83					
13	15.45	5.4	0.31	1.67					
14	13.78	3.9	0.31	1.21					
15	12.57	4.1	0.31	1.27					
16	11.3	4.9	0.31	1.52					
17	9.78	3.9	0.31	1.21	20.4		9.99		
18	18.98	4.3	0.31	1.33					
19	17.65	5.3	0.31	1.64					
20	16.01	4.7	0.31	1.46					Prof. raiz > 20cm LARA 0-40
21	14.55	5.7	0.61	3.48	5.5				
22	9.05	4.9	0.61	2.99					
23	6.06	4.3	0.61	2.62					
24	3.44	4.2	0.61	2.56					
25	0.88	4.6	0.61	2.81				1.93	Progr. riego
26	0	5.3	0.61	3.23		50	6.88		Riego
27	37.96	5.8	0.61	3.54					
28	34.42	6.7	0.61	4.09					
29	30.33	6.5	0.61	3.97					
30	26.36	5.8	0.61	3.54					
31									

FIGURA 2. Formato de Balance Hídrico

$$LARA_{27} = LARA_{26} + LLUVIA_{26} + RIEGO_{26} - ET_{26} - D_{26}$$

$$LARA_{27} = 0 + 0 + 50 - 3.23 - 1.93$$

$$LARA_{27} = 44.84 \text{ mm. pero como el máximo LARA es igual a } 37.96 \text{ mm. entonces } LARA = 37.96 \text{ mm. con } EXC = 6.88 \text{ mm.}$$

8.4 RECOMENDACIONES DE RIEGO

En la Tabla 3 se presentan los requerimientos hídricos promedio recomendados por fase de crecimiento, pero la distribución del agua en cada uno se hace de acuerdo a la aplicación del balance hídrico diario.

TABLA 3. VALORES DEL FACTOR K Y LOS REQUERIMIENTOS DE AGUA PARA SOYA EN LAS CONDICIONES DE PALMIRA (VALLE DEL CAUCA).

Fase No.	Fase de crecimiento	K	Requerimiento hídrico (mm)
0	Establecimiento (0-20 días)	0.31	45
1	Vegetativa (21-34 días)	0.61	30
2	Prefloración (35-39 días)	1.04	20
3	Floración (40-59 días)	1.09	115
4	Formación de vainas y llenado de grano (60-86 días)	0.95	125
5	Grano completamente lleno a maduración (87-121 días)	0.59	55 <u>1/</u>
TOTAL			390 mm.

1/ Ultimo riego por tarde a los 97 días después de siembra, para variedades comerciales del Valle del Cauca.

Si la región donde se va a sembrar la soya tiene una precipitación que no es suficiente para satisfacer las demandas de agua, es conveniente regar por aspersión y por economía utilizar la metodología del balance hídrico.

Es conveniente también utilizar variedades con tolerancia al déficit hídrico tales como: Soyica P-33 o Soyica P-34; y procurar regar por lo menos en las épocas más críticas de la soya: Germinación (un riego), Establecimiento (un riego), Floración y Formación de Vainas (dos riegos).

Finalmente, cuando se pretenda aplicar la metodología del balance hídrico, es indispensable tener conocimiento de la CC, el PMP y la Da del suelo a sembrar.

8.5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AGUDELO, O. y ROJAS, H. 1986. Tolerancia de los cultivos a la sequía. En: Revista ASIAVA ed. 17 pp. 14-15. Palmira.
2. CASTELLANOS, REY y AMORO. 1984. Efectos del riego sobre el rendimiento de la soya. En: Ciencia y Tecnología Agrícola; Riego y Drenaje, V-7, No. 2. Julio de 1984. pp. 39-59. La Habana, Cuba.
3. DOSS, B.D.; PEARSON, R.W. and ROGERS, H.T. 1974. Effect of soil water stress at various growth stages on soybean yield. Agronomical Journal. pp. 227-299. U.S.A.
4. GUTIERREZ, M. y VALENCIA, R. 1993. Comparación de dos metodologías para la programación del riego en soya. Tesis de pregrado Universidad del Valle - Universidad Nacional de Palmira. Departamento de Ingeniería Agrícola. Palmira.
5. MOLANO, M. 1982. Manejo del riego en el cultivo de la soya. III Curso Internacional de Soya CNI-Palmira. pp. 1-43. Palmira.

6. ROJAS, H. 1986. Investigaciones del ICA sobre requerimientos de agua por los cultivos. En: Manual de Riego y Drenaje. Instituto Colombiano Agropecuario. 250 p. Bogotá.

7. ROJAS, H. 1984. Riego por gradiente en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) Tesis de Magister Scietiae. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. 150 p. Bogotá.

9. PLAGAS DE LA SOYA Y SU MANEJO

Fulvia García Roa *

9.1 INTRODUCCION

El cultivo de la soya (Glycine max (L.) Merrill, ha alcanzado en Colombia una alta productividad gracias a la tecnología generada en sus diferentes factores de producción. El agroecosistema de esta leguminosa se ha mantenido más o menos estable, con un balance relativo entre plagas y enemigos naturales, como consecuencia del bajo uso de insecticidas.

La soya ha presentado muy pocos problemas de carácter fitosanitario; su corto período vegetativo le permite escapar a generaciones superpuestas de insectos plagas. El complejo de gusanos defoliadores tales como Anticarsia gemmatalis, Omiodes indicata y Semiothisa abydata, conjuntamente con los cucarroncitos del follaje son las especies que revisten importancia económica y hacia su manejo se han intensificado los estudios.

Otras plagas de importancia potencial son los perforadores de las vainas Maruca testulalis en los Llanos Orientales, Epinotia sp. y Heliothis spp., en el Valle del Cauca. Los chinches, los trips, las moscas blancas, los ácaros, mantienen poblaciones muy bajas debido principalmente al control biológico ejercido por parasitoides, depredadores y entomopatógenos. Para conservar e incrementar el equilibrio biológico en el medio sojero, es necesario continuar implementando un programa de manejo, donde

* I.A., M.Sc. Investigación Básica Agrícola. CI Palmira. ICA. Apartado Aéreo 233. Palmira.

se integren diferentes medidas que brinden protección al cultivo y garanticen su rentabilidad.

Resultados de la investigación realizada para el manejo de los defoliadores de la soya en el Valle del Cauca, Anticarsia gemmatalis, Omiodes indicata, Semiothisa abydata y el perforador de vainas Heliothis spp., demuestran que la integración de medidas biológicas, microbiológicas y culturales son suficientes para regular las poblaciones de estas plagas, desplazando o reduciendo el uso de insecticidas en el cultivo. Se ha dado un gran énfasis al uso del control biológico natural e inducido, principalmente el realizado por Trichogramma pretiosum Riley, avispa pequeña que parasita los huevos de las plagas lepidópteras, evitando su paso al estado larval o dañino.

A la alta efectividad en el manejo biológico de las principales plagas de la soya se une una notable reducción en costos de control de plagas, la cual puede fluctuar entre 19 a 69 %. Otras ventajas ecológicas y de protección a la salud humana se derivan del nuevo modelo de manejo.

9.2 MUESTREOS DE CAMPO

Las plagas llegan a los cultivos en épocas muy relacionadas con su fenología, es decir, en el momento que las plantas brindan alimento que cada plaga necesita para su desarrollo y multiplicación. Con esta base, es fácil asociar grupos de plagas que atacan las plantas en los primeros estados de establecimiento, en su etapa vegetativa o en la fructífera. Bajo esta información y el conocimiento que se tenga de los insectos dañinos y de su hábito, se podrá detectar oportunamente la llegada de las plagas, el avance de su daño, e iniciar el manejo de sus poblaciones.

Simultáneamente con la detección de las plagas es necesario registrar la presencia de parasitoides depredadores, entomopatógenos y otros agentes abióticos involucrados en la dinámica de poblaciones. La evaluación

numérica del estado de infestación y el avance del daño, al revisar plantas y cuantificar los diferentes estados de la plaga, confrontada con la evaluación de la acción cumplida por los agentes de control biológico u otros factores climáticos, medidas culturales, etc., determinarán el balance existente y fijarán el criterio para decidir qué medidas complementarias deben adoptarse.

El muestreo de campo es el único medio que informa sobre la evolución de las plagas y el papel cumplido por los enemigos naturales. De la frecuencia en los muestreos dependerá el manejo eficiente de cualquier plaga. Se recomienda realizar dos (2) muestreos por semana, evaluando los grados de parasitismo, la población predatora, la incidencia de entomopatógenos, las condiciones climáticas, el estado de desarrollo de la planta. Toda esta información acompañada de un óptimo mantenimiento del cultivo, facilitará todo el proceso de regulación poblacional de las plagas.

El método del muestreo y el tamaño de la muestra son variables y dependen de la plaga, su hábito y distribución. Se recomienda varias muestras tomadas en diferentes sitios, recorriendo los lotes en zig-zag ó diagonalmente.

Para determinar daños por tierreros se deben revisar sitios de un metro ó más de surco. La presencia de plántulas trozadas en un número mayor a 10%, justifica el control de la plaga, empleando un cebo tóxico. Se deben recoger larvas con el fin de observar su parasitismo.

Para el caso de las plagas del follaje y de los insectos barrenadores, es necesario revisar las plantas en su totalidad, revisando haz y envés de las hojas, estructuras florales y vainas. El control biológico, a base de Trichogramma exige para su éxito, detectar la oviposición fresca de las especies lepidópteras. Bajo esta base se inician las liberaciones.

Para el control microbiológico, a base de Bacillus thuringiensis, se requiere asperjar cuando se encuentren los primeros instares larvales. La soya resiste cierto grado de defoliación y se puede tolerar entre un 15 - 30%, siempre y cuando se tengan plantas vigorosas, época lluviosa o un suministro adecuado de agua.

Cuando la soya inicie su proceso de floración deben intensificarse los muestreos para defoliadores y barrenadores. Para estos últimos, deben separarse las ramas de cada planta y revisar a lo largo de ellas, en botones, flores y vainas. Se debe cuantificar el número de huevos y formas dañinas de las plagas retirando muestras de los insectos para determinar agentes de control natural.

A continuación se presenta, según etapas del cultivo, las principales plagas que lo atacan y las medidas de manejo indicadas para evitar daño económico.

9.3 PRIMERA ETAPA: PREVIO A LA SIEMBRA HASTA GERMINACION

Varias medidas de carácter cultural son indispensables para prevenir infestaciones tempranas y altas de plagas. Es necesario destruir en forma eficiente los residuos de la cosecha anterior o socas para romper ciclos biológicos de las plagas; realizar un adecuado manejo de malezas; preparar adecuadamente el suelo con el fin de destruir mecánicamente los insectos dañinos y proporcionar una buena emergencia de las plántulas; sembrar uniformemente en el área, en un período corto y definido, para evitar escalonamiento en las siembras y proliferación de plagas y enfermedades; utilizar el riego como una herramienta valiosa para el manejo de ciertas plagas y para un normal desarrollo de las plantas.

9.4 SEGUNDA ETAPA: GERMINACION HASTA FORMACION PRIMEROS BOTONES FLORALES

Durante esta etapa los insectos más comunes son los tierreros o trozadores, los barrenadores del tallo y los masticadores y chupadores del follaje.

Durante los primeros treinta (30) días, la soya no presenta problemas de importancia económica por plagas a excepción de algunas zonas nuevas en los Llanos Orientales donde las especies de tierreros o trozadores pueden llegar a ser importantes requiriéndose para ello una mejor preparación de los suelos y oportuna destrucción de malezas. En el Valle del Cauca, los cucarroncitos del follaje, pueden desarrollar poblaciones altas y demandar control, especialmente cuando ocurren inmediatamente después de la germinación.

Como en todo cultivo, un correcto manejo de las plagas en esta etapa temprana del cultivo es básico y debe fundamentarse en la adopción de medidas culturales preventivas que eviten el empleo de insecticidas y que procuren la llegada, el establecimiento y la conservación de la entomofauna benéfica.

9.4.1 Tierreros o Trozadores

<u>Agrotis ipsilon</u> (Hufnagel)	Trozador negro
<u>Spodoptera frugiperda</u> (J.E. Smith)	Cogollero del maíz
<u>Spodoptera ornithogalli</u> (Gueneé)	Biringo
<u>Spodoptera sunia</u> (Gueneé)	Gusano rasputín
<u>Gryllus assimilis</u> F.	Grillo negro
<u>Gryllotalpa hexadactyla</u> Perty	Verraquito de tierra
<u>Scapteriscus didactylus</u> (Latreille)	Alacrán cebollero
<u>Conoderus</u> sp.	Gusano alambre
<u>Zenaida auriculata</u>	Torcaza

Los estados inmaduros o larvales de Agrotis y Spodoptera spp., cuando actúan como tierreros se caracterizan por encontrarse muy cerca de las

plántulas trozadas, tomando una forma de "rosquilla". Son de color café oscuro con franjas claras y negras según la especie. Sus huevos son colocados en grupos o masas. Las larvas pueden hacer daño por 3 ó 4 semanas, empupar por unas 2 semanas y luego emergen adultos que comúnmente son color rojizo con manchas. Las ninfas y los adultos de los verraquitos de tierra, alacrán cebollero y grillo negro pueden trozar las plántulas y viven en túneles que frabrican en suelos arenosos.

Aunque el daño de los tierreros y grillos es muy similar al roer raíces, tallos y alimentarse de hojas de las plántulas dejando la mayor parte del vegetal caído a lo largo de los surcos, los grillos también cortan o trozan las plántulas a la altura de los cotiledones.

El gusano alambre mastica la semilla, roe las raíces y el tallo.

El mejor tratamiento para los tierreros es de tipo cultural preventivo, eliminando toda fuente o foco de infestación en el suelo y malezas antes de la siembra. En caso de presentarse tierreros después de la siembra y si los daños se observan en forma localizada, se recomienda la aplicación de cebos tóxicos, cuando el daño pase del 10% de plántulas trozadas. Este nivel se determina revisando dentro del lote varios sitios al azar y dentro del total de plantas por surco revisado, se calcula el porcentaje de plántulas trozadas.

El cebo tóxico debe prepararse unas dos horas antes de su aplicación y aplicarse en las últimas horas de la tarde para aprovechar el hábito nocturno que tienen los insectos del suelo. Si el cebo se aplica en focos puede distribuirse a mano, usando guantes y si la aplicación es más generalizada, se puede hacer a máquina, mediante la adaptación de la sembradora o voleadora de fertilizante. Lo importante es dirigir a la base de las plántulas en los sitios infestados, el material del cebo fresco, preparado unas pocas horas antes de la aplicación y hacer ésta en las últimas horas de la tarde.

Las proporciones de los componentes del cebo tóxico son:

Material inerte: Salvado de trigo o maíz, cascarilla de arroz o
(50 kgs) aserrín de madera.

Material atrayente: Miel de purga o melaza. Diluir en 12 litros de
(15 litros) agua.

Material tóxico: Bacillus thuringiensis 0.5 kg
(Uno cualquiera de Carbaryl 0.5 kg ia.
los insecticidas) Triclorfon 0.5 Kg ia.

En ataques severos y generalizados, se recomienda asperjar Triclorfon 80% PS (0.4 - 0.5 kg ia/ha), bajo aplicación terrestre dirigiendo las boquillas hacia la base de las plántulas y en las últimas horas de la tarde.

No se debe olvidar que existen enemigos naturales de estas plagas y que debe evaluarse la acción de parasitoides, predadores y entomopatógenos, antes de decidir una aplicación de insecticidas. Los tierreros cuentan con varios parasitoides y depreadores entre los cuales están Calosama granulatum Perty y Tetracha sp. como depreadores. Como parasitoides de larvas se tienen dípteros tachinidos como Archytas sp., Eucelatoria sp., Gonia sp., algunas avispa como Meteorus laphygmae Viereck, Euplectrus sp. y predadores como Polistes, Polybia, Zelus sp., Nabis sp., arañas y aves. Ciertos patógenos como virus y hongos pueden actuar sobre los tierreros.

Otra plaga importante al momento de la emergencia de la soya son las torcazas, entre ellas la especie Zenaida auriculata. Las recomendaciones más importantes para evitar el daño que ocasionan estas aves al reducir la población de plantas y obligar a resiembras, son de tipo cultural, como épocas definidas y uniformes de siembra; tapar muy bien la semilla al sembrar; usar controles físicos como pajareros y ruidos para ahuyentarlas.

9.4.2 Perforadores del Follaje:

Diabrotica balteata LeConte

Cucarroncitos del follaje

Cerotoma facialis Erickson

Colaspis spp.

Los cucarroncitos del follaje en su estado adulto, causan perforaciones redondeadas y ovaladas en el follaje y su daño puede ser de carácter económico en estado de plántula cuando se presentan altas poblaciones dañando los tejidos del cogollo. También son importantes cuando en plantas adultas se observa daño en las vainas en formación.

Los huevos y larvas de los cucarroncitos se encuentran en el suelo. Las larvas se alimentan de raíces. En soya el Cerotoma ataca los nódulos y raíces. Los adultos de Diabrotica son verdes con manchas amarillas en los élitros; los adultos de Cerotoma son negros con amarillo y los de Colapsis de un color verde metálico. Las altas poblaciones de estos Crisomélidos son favorecidas por tiempo seco, presencia de malezas hospedantes cercanas al cultivo y siembras fuera de época.

Medidas culturales como riego, eliminación de malezas en tiempo oportuno y siembras también oportunas, pueden ser suficientes para su control. En caso de encontrar un número mayor de 2 - 3 adultos por plántula o flores y vainas atacadas, se recomienda su control químico, con productos selectivos a la fauna benéfica. El Triclorfon (0.25 - 0.30 kg ia/ha), Endosulfan y EPN (0.3 - 0.4 kg ia/ha) pueden bajar las altas poblaciones de estos crisomélidos.

9.4.3 Chupadores del Follaje:

Bemisia tabaci Glennadius

Mosca blanca

Scaphytopius fuliginosus (Osborn)

Saltahojas del amachamiento de la soya.

Su importancia radica en el hecho de ser vectores de enfermedades. La mosca blanca Bemisia tabaci es el vector del "mosaico dorado" de la soya y el saltahoja Scaphytopius fuliginosus, el vector del "amachamiento" o "proliferación de yemas".

Las siembras escalonadas, el tiempo seco y la presencia de malezas hospedantes pueden favorecer la multiplicación de estas plagas polífagas.

Se ha encontrado que en cultivos sembrados muy tempranamente o muy tardíamente la incidencia del amachamiento es alta. La uniformidad en épocas de siembra es una práctica cultural muy importante para el manejo de estos disturbios patológicos. Se recomienda limitar el período de siembras buscando mayor uniformidad en los cultivos de la zona.

Cuando se detecten las primeras plantas con síntomas de estas enfermedades, es conveniente arrancarlas y quemarlas, destruyendo así el foco de infección. En el Valle del Cauca, las poblaciones de mosca blanca en soya, están reguladas por los parasitoides Encarsia sp. y Amitus sp. y predadores como Delphastus pusillus. El riego, es una práctica suplementaria para el manejo de este chupador.

En poblaciones muy altas de mosca blanca, cuando se encuentren huevos, adultos y ninfas de primer instar, el tiempo sea seco y se detecten plagas con síntomas de mosaico, se puede acudir al uso de insecticidas sistémicos como Dimetoato, Fosfamidon, Dicrotofos, Oxidemeton - Metil, en dosis de 0.2 - 0.3 kg ia/ha. Las soluciones jabonosas (2-3 g/litro de agua) previenen el desarrollo de poblaciones altas de mosca blanca indicando su uso cuando se observen los primeros focos.

Las moscas blancas se localizan en el envés de los folíolos, los adultos son pequeños, menores a 2 milímetros, blancos y sus estados inmaduros tienen forma de escudo. El Scaphytopius es un insecto muy ágil con su cabeza muy puntiaguda. Las ninfas son blancas con franjas café que generalmente se observan sobre plantas con amachamiento.

9.4.4 Barrenadores del Tallo:

Elasmopalpus lignosellus (Zeller) Barrenador menor del tallo del maíz.

Puede atacar a los pocos días de germinada la soya y provocar la muerte de una alta población de plántulas. Su daño es más severo en época seca, en suelos arenosos localizándose inicialmente por los bordes del cultivo. Cuando se confirme su presencia en focos, deben arrancarse y quemarse las plántulas infestadas, ordenando un riego para detener el daño. Esta es la medida más utilizada para combatir la plaga. Sus larvas se reconocen por ser de un color verde-rojizo, escondidas en estructuras que fabrican con partículas del suelo.

9.5 TERCERA ETAPA: FORMACION DE BOTONES FLORALES HASTA MADURACION

9.5.1 Plagas del Follaje: (Figuras 1a, b, c, 2a, b, c, 3a, b, c)

<u>Anticarsia gemmatalis</u> (Hübner)	Gusano del follaje de la soya
<u>Omiodes (Hedylepta) indicata</u> (F.).	Pegador-encrespador de la soya
<u>Semiothisa abydata</u> (Gueneé)	Medidor de la soya
<u>Pseudoplusia includens</u> (Walker)	Falso gusano medidor
<u>Trichoplusia ni</u> (Hübner)	Falso medidor
<u>Estigmene acrea</u> Drury	Gusano peludo
<u>Spodoptera</u> spp.	Trozadores
<u>Tetranychus</u> spp.	Arañitas
<u>Mononychellus planki</u> (McGregor)	Acaro verde
<u>Eotetranychus plank</u> (McGregor)	Acaro manchado

El concepto de esperar daño al follaje para proceder a matar las larvas aplicando un insecticida ha sido reevaluado por el manejo biológico de estas plagas lepidópteras en su estado de huevo, realizando liberaciones oportunas de Trichogramma.

Anteriormente se acudía al uso de insecticidas para el control de Anticarsia, Omiodes y Semiothisa, empleando entre una (1) y seis (6)



FIGURA 1a Adulto de Anticarsia gemmatalis (Hubner)



FIGURA 2a Adulto Omiodes indicata (F)



FIGURA 3a Adulto Semiothisa abydata (Gueneé)



FIGURA 1b. Huevos de Anticarsia



FIGURA 2b. Huevos de Omiodes



FIGURA 3b. Huevos de Semiothisa



FIGURA 1c. Larva de Anticarsia



FIGURA 2c. Larva y daño de Omiodes



FIGURA 3c. Larva de Semiothisa

aspersiones por cosecha. Esta situación ocasionó desequilibrios biológicos e incrementos poblacionales de plagas como Omiodes y Semiothisa.

Para corregir la situación anterior se realizaron estudios que permitieron comprobar la efectividad de Trichogramma para el manejo de estas especies defoliadoras, encontrando además que el uso de Trichogramma pretiosum en soya tenía un efecto múltiple en el cultivo regulando simultáneamente defoliadores y perforadores de vainas como Heliothis.

El control biológico de las plagas lepidópteras a base de Trichogramma debe tener un carácter preventivo e inundativo, ya que la oportunidad en las liberaciones determina el éxito en el control biológico de estas plagas.

En el caso de la soya se recomienda iniciar liberaciones de Trichogramma pretiosum cuando se encuentren los primeros adultos y/o huevos de Anticarsia, Omiodes, Semiothisa y Heliothis, época que generalmente coincide con la formación de los primeros botones e inicio de floración, cuando el cultivo tiene de 30 - 35 días de germinado. La dosis a emplear por hectárea varía de 20 - 30 pulgadas por fecha de liberación, las cuales deben realizarse según el grado de oviposición, con una frecuencia de 5, 6 ó 7 días (Figuras 4, 5, 6)

Se comprobó que cinco (5) o seis (6) liberaciones son suficientes para frenar en el estado de huevo las plagas del follaje de soya, obteniéndose parasitismos al 90%. En las Figuras 4 a 6 se observan resultados de la efectividad de Trichogramma en el control de las especies defoliadoras.

Para liberar Trichogramma se recomienda la técnica del estado adulto, llevando al campo las pulgadas con el parasitoide emergido, en porrones de boca ancha. Se debe hacer una distribución uniforme en toda el área sembrada, realizando ésta entre 8:00 a 10:00 de la mañana o en las últimas horas de la tarde.



FIGURA 4.

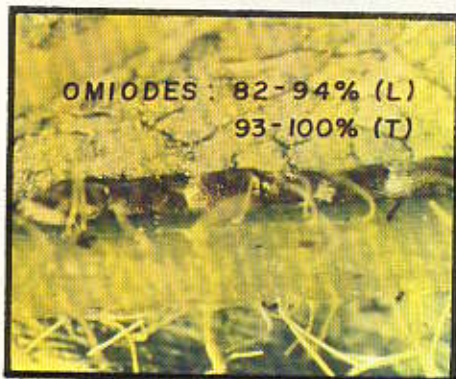


FIGURA 5.

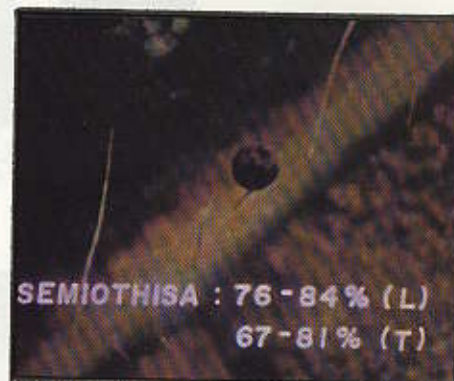


FIGURA 6.

FIGURAS 4,5,6 : Trichogramma pretiosum Riley causa parasitismos superiores al 90% sobre huevos de los defoliadores Anticarsia (4), Omiodes (5), Semiothisa (6), y sobre el barrenador Heliothis spp.

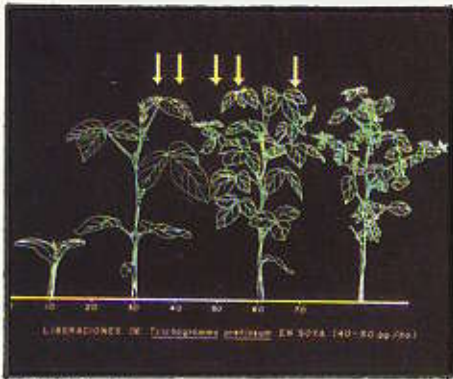


FIGURA 7.



FIGURA 8.

Libericaciones de Trichogramma en soya

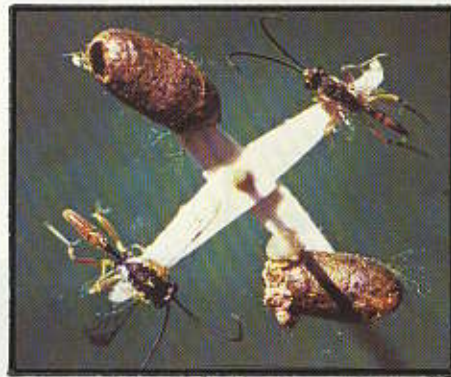


FIGURA 9. Microcharops bimaculata es el principal parasitoide de larvas de Anticarsia.



FIGURA 10.



FIGURA 11.



FIGURA 12.

Los entomopatógenos Bacillus thuringiensis (14), Baculovirus anticarsia (15) y Nomuraea rileyi (16) son herramientas microbiológicas para Anticarsia y otras plagas lepidópteras del cultivo.

TABLA 1. PRINCIPALES ESPECIES PARASITOIDES, PREDADORAS Y PATOGENAS DE ALGUNAS PLAGAS DE LA SOYA EN COLOMBIA. (Figuras 13 al 17)

Especie Benéfica	Hábito	Huésped o Presa
<u>Trichogramma pretiosum</u> Riley	Parasitoide huevos	<u>Omiodes indicata</u>
<u>T. bennetti</u> Nagaraja & Nagarkatti	Parasitoide huevos	<u>Anticarsia gemmatalis</u>
<u>T. exiguum</u> Pinto & Platner	Parasitoide huevos	<u>Semiothisa abydata</u> , <u>Heliothis virescens</u> , <u>Pseudoplusia includens</u>
<u>Euplectrus puttleri</u> Gordh	Parasitoide larvas	<u>A. gemmatalis</u>
<u>E. plathypenae</u> Howard	Parasitoide larvas	<u>A. virescens</u> , <u>P. includens</u> , <u>Spodoptera</u> spp.
<u>Eucelatoria</u> sp. near <u>Heliothis</u> Sabrosky	Parasitoides larvas	<u>H. virescens</u>
<u>Microcharops bimaculata</u> (Ash)	Parasitoide larvas	<u>A. gemmatalis</u>
<u>Glyptapanteles</u> sp.	Parasitoide larvas	<u>A. gemmatalis</u>
<u>Toxophoroides apicalis</u> (Cresson)	Parasitoide larvas	<u>O. indicata</u>
<u>Meteorus leviventris</u> (Wesmael)	Parasitoide larvas	<u>Pseudoplusia includens</u> , <u>T. ni</u>
<u>Copidosoma truncatellum</u> (Dalman)	Parasitoide huevos	<u>P. includens</u> , <u>T. ni</u>
<u>Telenomus podisi</u>		
<u>Gryon</u> sp.	Parasitoide huevos	<u>Piezodorus guildinii</u> y otros Pentatomidos
<u>Trissolcus</u> sp.		
<u>Xanthandrus nitidulus</u> Fluke	Predator larvas	<u>O. indicata</u>
<u>Calleida</u> sp.	Predator larvas	<u>O. indicata</u>

Continuación Tabla 1.

Especie Benéfica	Hábito	Huésped o Presa
<u>Polistes erythrocephalus</u> Latreille	Predador larvas	<u>A. gemmatalis</u> , <u>Heliothis</u> spp. Otros.
<u>P. canadensis</u> (L.)	Predador larvas	Lepidópteros del follaje.
<u>Orius tristicolor</u>	Predador huevos	<u>Heliothis</u> sp., áfidos.
<u>Chrysopa</u> sp.	Predador	Varias plagas.
<u>Cycloneda sanguínea</u> L.	Predador	
<u>Hippodamia convergens</u> Guerin-Meneville	Predador	Varias Especies Plagas.
<u>Virus Poliedrico Nuclear</u> (VPN)	Patógeno	<u>Trichoplusia ni</u>
<u>Nomuraea rileyi</u> (Farlow)	Patógeno	<u>A. gemmatalis</u> , <u>P. includens</u> ,
<u>Bacillus thuringiensis</u> Berliner	Patógeno	<u>T. ni</u> , <u>Heliothis</u> spp.
<u>Baculovirus anticarsia</u>	Patógeno	<u>A. gemmatalis</u> <u>A. gemmatalis</u>

Debe hacerse un seguimiento de la acción cumplida por el parasitoide Trichogramma, tomando muestras de huevos antes y después de cada liberación. Para hacer la evaluación se pueden tomar 50 ó 100 folíolos semanalmente, localizar con ayuda de una lupa los huevos puestos en forma individual de Anticarsia en el haz o envés de los folíolos; de Semiothisa, colocados preferencialmente en la nervadura central, por el haz de los folíolos y de Omiodes, los cuales van en pequeñas hileras, cercanos a la nervadura central y venas secundarias y puestos generalmente sobre el envés de los folíolos.

Es importante anotar que el pegador del follaje Omiodes indicata es altamente susceptible a Trichogramma, resultando su control químico muy errático, una vez que la acción de contacto o de ingestión al realizar una aspersión química se dificulta, ante el hábito de permanecer las larvas de Omiodes ocultas dentro del "paquete" que construyen.

La colonización del predador Polistes spp. trasladando nidos a chozas ubicadas cerca de los lotes de soya, es otra alternativa que complementa el control biológico de los defoliadores y de Heliothis. Esta colonización debe iniciarse después de la germinación, buscando sincronizar una abundante presencia de adultos del predador con la época de incidencia de larvas defoliadoras.

Existe en forma natural una rica fauna benéfica en el ecosistema sojero. En la Tabla 1 se presentan parasitoides, depredadores y entomopatógenos registrados en este cultivo. Para el caso de Anticarsia, además de Trichogramma y Polistes se destaca el trabajo del parasitoide de larvas Microcharops bimaculata y el hongo Nomuraea rileyi. Sobre Omiodes el parasitoide Toxophoroides apicalis y el predador Calleida sp. son los más eficientes.

El descenso en el número de aplicaciones en el Valle del Cauca ha traído como consecuencia un resurgimiento de enemigos naturales. Además de los anteriores se observan incrementos en las poblaciones del predador



FIGURA 13.



FIGURA 14



FIGURA 15.



FIGURA 16.

Omiodes indicata es regulada por el parasitoide de larvas Toxophoroides apicalis (13) por larvas (14) y adultos (15) del depredador Calleida sp y por un virus aún no identificado (16).



FIGURA 17. Polistes sp. es uno de los más importantes depredadores en soya

Zelus spp., de Orius tristicolor y de ácaros Phytoseiidae, predadores estos últimos de ácaros y de trips, razón por la cual no prosperan estas dos últimas plagas en el cultivo.

Como medidas complementarias, en situaciones que se justifiquen, debe usarse el producto selectivo Bacillus thuringiensis en dosis de 800 - 1000 gramos por hectárea, en concentraciones de 16.000 unidades internacionales, cuando ocurra una población de larvas que amenace defoliación superior al 15% en época de floración y formación de vainas. La aspersión debe dirigirse a larvas pequeñas, a primera hora de la mañana o mejor en las últimas de la tarde, haciendo un cubrimiento uniforme del follaje y acompañando a la solución un adherente al 2.5%. La muerte de las larvas causada por el microbiológico generalmente ocurre dos o tres días después de la aspersión.

Además de este control microbiológico, se ha comprobado la efectividad de otro control selectivo con Baculovirus anticarsia, el cual es otra alternativa para bajar las poblaciones de Anticarsia y demás defoliadores.

En las Figuras 1, 2 y 3 se presentan los adultos de Anticarsia, Omiodes y Semiothisa, al igual que el estado larval de estos defoliadores. Las polillas de Anticarsia son color café; las de Omiodes amarillo dorado y las de Semiothisa son blanco con bordes oscuros en las alas. Estos adultos son activos durante el día lográndose detectar su llegada al cultivo. Esta simple observación es una pauta para empezar a manejar los huevos que van a colocar sobre el follaje mediante liberaciones con Trichogramma. Las larvas de los insectos defoliadores son verdes y realizan su daño durante las dos semanas que dura su desarrollo. Anticarsia empupa en el suelo, al igual que Semiothisa y Omiodes dentro del "paquete" que construyen las larvas pegando los folíolos.

9.5.2 Plagas de las Vainas:

- .1. Perforadores
Heliothis virescens (F)
Maruca testulalis (Geyes)
Epinotia sp.
- .2. Chupadores
Piezodorus guildinii (Westwood)
Euchistus cremator (F.)
Euchistus atrox (Westwood)
Thyantha perditor (F.)
Acrosternum marginatum (F.)
Edessa meditabunda (F.)

Tanto los perforadores como los chupadores de las vainas (Figuras 18, 19, 20 y 21) han descendido notablemente en sus poblaciones a excepción de Maruca que en los Llanos Orientales, ha causado severos daños desde el año 1988 como consecuencia del incremento en sus poblaciones.

El descenso poblacional de Heliothis y chinches en cultivos de soya en el Valle del Cauca es consecuencia directa de la regulación biológica que tienen estas plagas, una vez que el control químico se ha reducido y el ecosistema se encuentra más estable.

En el caso de Heliothis y demás perforadores, su presencia en soya se observa inmediatamente ocurre la floración. La detección de los primeros huevos, colocados en los terminales e inflorescencia demanda el empleo de Trichogramma (20 - 30 pulgadas/hectárea). Las larvas pequeñas de Heliothis roen las hojas superiores y después descienden a perforar vainas pequeñas y luego las vainas inferiores. Cuando se justifique controlar larvas de Heliothis debe hacerse sobre larvas pequeñas, cuando el nivel supere el 8% de infestación. Se recomienda un control micro-biológico que bien podría ser con Bacillus thuringiensis, en dosis de 1.0 a 1.5 kg/ha.



FIGURA 18.



FIGURA 19.



FIGURA 20.



FIGURA 21.

Plagas potenciales de la soya son Maruca testulalis (adulto^o (18) y larva (19) y Epinotia sp cuyas larvas barrenan ramas, tallo y perforan vainas (20 - 21)

Las larvas de Heliothis son de color verde, crema, rosadas y con franjas oscuras; se reconocen por introducir parte de su cuerpo en la estructura atacada. Las larvas grandes localizadas en las vainas inferiores escapan al control químico, siendo muy importante el manejo de este perforador en su estado de huevo. Los adultos de color verde-amarillento, presentan hábitos nocturnos y su llegada al cultivo ocurre cuando se inicia la formación de botones. Al revisar las plantas deben inspeccionarse todas las ramas y las estructuras florales para advertir la presencia de los huevos e iniciar las liberaciones.

La práctica de liberar Trichogramma hacia defoliadores ha surtido un efecto múltiple al controlar también las poblaciones de Heliothis. Este efecto positivo se ha extendido hacia otras plagas lepidópteras de la soya como Trichoplusia ni, Pseudoplusia includes; Estigmene acrea.

Los focos de Epinotia no progresaron en el Valle del Cauca en soya por el uso generalizado del Control Biológico.

Maruca testulalis, en los Llanos Orientales ha causado daños económicos, obligando a controles químicos. Debe buscarse una integración de medidas biológicas y culturales que lleven a equilibrios biológicos. La implementación de prácticas que incluyen uniformidad en las siembras, liberaciones masivas de Trichogramma, controles microbiológicos, pueden contribuir a un balance de la plaga con sus enemigos naturales.

Los más importantes chupadores de vainas en soya son chinches, cuyas infestaciones generalmente ocurren en cultivos tardíos, densamente enmalezados.

Corregir esta situación puede ser suficiente. Las últimas evaluaciones de agentes reguladores de chinches vaneadores en soya demuestran que los parasitoides de huevos como Telenomus sp., Gryon sp. y Trissolcus sp. mantienen en más de un 90% controlados estos insectos dañinos (Figura 25)



FIGURA 22.



FIGURA 23.

Las arañas predatan muchos insectos dañinos, entre ellos cucarroncitos del follaje como Ceratomyza sp (22) y Diabrotica balteata (23)



FIGURA 24. Varias especies de chinches atacan las vainas y las semillas; la más importante es Piezodorus guildinii.



FIGURA 25. Los parasitoides de huevos de chinches como Telenomus sp, Gryon sp y Trissolcus sp, regulan eficientemente las poblaciones de chinches en soya.

Los huevos de los chinches son colocados en masas, tienen forma de barrilito y los localizan sobre el follaje, las ramas o las vainas. Tanto ninfas como adultos se alimentan a través de su pico de la semilla en formación. La forma de estos chinches fitófagos es oval, como escudo y son de color verde y café.

Finalmente, en semilla de soya almacenada se han registrado las especies Coreyera cephalonica (Stainton) y Plodia interpunctela (Hübner).

Medidas de tipo preventivo en las bodegas de almacenamiento como limpieza extrema de pisos y paredes, desinfestación frecuente en materiales almacenados, pueden ser las más recomendadas. En caso de infestaciones, el uso de fumigantes como fosfamina y Bromuro de metilo pueden bajar el daño.

9.6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. GARCIA R., F.; PULIDO, J.; ALOMIA DE GUTIERREZ, B. 1980. Plagas de la soya (Glycine max Merril) en Colombia. En: Curso Producción de Soya. ICA-INTSOY. Palmira, noviembre 24 a diciembre 12. 2a. ed. pp. 251-318.
2. GARCIA R., F. 1990. Plagas de la soya y su manejo. En: La soya en la agroindustria 30 años. ASIAVA-ICA. pp. 80-82.

10. PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE LA SOYA EN COLOMBIA Y RECOMENDACIONES GENERALES DE MANEJO.

Fernando Marmolejo de la T. *

10.1 INTRODUCCION

En los últimos años el cultivo de la soya en Colombia se ha visto afectado por diversos patógenos, lo cual preocupa a fitopatólogos y agricultores que han visto disminuída en mayor o menor grado la producción, siendo las enfermedades, un factor que puede estar influyendo en esta situación.

Las enfermedades en el cultivo de la soya pueden ser clasificadas como infecciosas y no infecciosas.

Las infecciosas son causadas por agentes que pueden ser transmitidos de plantas enfermas a sanas causando daño cuando las condiciones ambientales son favorables. Existen en el mundo más de 100 microorganismos patógenos al cultivo, de los cuales alrededor de 35 han sido considerados, en otros países, como productores de pérdidas de importancia económica; hongos, bacterias incluyendo organismos tipo micoplasmas, virus y nematodos han sido reportados como causales de enfermedades infecciosas en soya.

En el presente escrito se hace una descripción de algunas de las enfermedades de la soya causadas por hongos, bacterias y virus reportados en Colombia. En un escrito de otros autores se presentan enfermedades

* I.A. M.Sc. Profesor Asociado. Universidad Nacional Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira.

causadas por micoplasmas (caso amachamiento), enfermedades radiculares causadas por hongos caso Cylindrocladium y enfermedades causadas por nematodos.

10.2 ENFERMEDADES CAUSADAS POR HONGOS

El 80% de las enfermedades conocidas de la soya son causadas por hongos, los cuales se encuentran en el aire, agua, suelo, insectos y semillas. Muchas de las enfermedades importantes de la soya son transmitidas por semilla, se hará un especial énfasis en este medio de disseminación; su presencia representa el inóculo que originará en el campo el lento pero progresivo desarrollo de la enfermedad ocasionando pérdidas en la calidad y rendimiento de la cosecha.

10.2.1 Mancha Ojo de Rana "Frogeye leaf spot".

Es una enfermedad de distribución mundial, cuyo agente causal Cercospora sojina, sobrevive como micelio en semillas infectadas o en residuos de cosecha.

Ataca principalmente el follaje; sin embargo, tallos, vainas y semillas pueden ser infectadas. El daño se observa inicialmente como pequeñas manchas circulares o angulares que aparecen en el haz de las hojas. Las lesiones posteriormente se expanden con la edad, la parte central de la lesión toma color gris o ceniza rodeada por un borde angosto café rojizo oscuro.

En el envés de las hojas las manchas son café oscuro y en el centro de la lesión se desarrollan gran cantidad de conidióforos sobre los cuales se forman las conidias del hongo.

Las lesiones en las vainas son circulares a elongadas de color café oscuro, el centro toma color castaño o gris con un borde angosto café oscuro.

El hongo crece y penetra a través de la vaina a las semillas maduras. El manejo de la enfermedad se hace principalmente con la siembra de variedades resistentes o tolerantes, semilla sana, rotación con cultivos no susceptibles y aplicación de fungicidas en zonas donde las condiciones ambientales favorecen el desarrollo de la enfermedad.

10.2.2 Mancha púrpura de la semilla "Purple seed stain".

Cercospora kikuchii infecta semillas, vainas, tallos y hojas, pero es más obvia o fácilmente distinguible en las semillas. En las hojas produce manchas circulares e irregulares localizadas frecuentemente en el borde de las hojas, de color gris y borde violeta.

La enfermedad es fácilmente identificable en las semillas que son decoloradas o púrpuras, generalmente de menor tamaño, aunque no presentan una disminución notable en la germinación; se presenta cuando emergen plántulas débiles de menor tamaño, con los cotiledones arrugados y quebradizos de color rojo púrpura que se caen prematuramente; la infección puede pasar al tallo produciendo áreas necróticas.

La infección en la semilla comienza desde la floración y variedades con períodos largos de floración son más susceptibles. A la semilla penetra a través del tejido parenquimatoso de las vainas o por el hilum de la misma produciendo posteriormente la característica coloración rojiza en la cubierta.

El hongo no esporula bien en el medio de cultivo P.D.A. pero sí esporula abundantemente en semillas enfermas expuestas en cámara húmeda formando una especie de felpa de color gris constituida por grupos de conidióforos sobre las cuales se insertan las conidias que son hialinas y filiformes con 3 a 8 septas.

El manejo de la enfermedad en la semilla se hace con aplicaciones de fungicidas directamente a ella y con aspersiones de fungicidas durante

la floración, formación de vainas y maduración de las semillas.

10.2.3 Antracnosis "Anthracnose".

Colletotrichum dematium var. Truncatum y Glomerella glycines son reportados como los agentes causales de la enfermedad produciendo síntomas similares.

Las plantas de soya son susceptibles durante todos los estados de desarrollo, los síntomas aparecen más frecuentemente en los tallos y vainas en donde aparecen lesiones pardas e irregulares. Síntomas foliares pueden desarrollarse después de períodos prolongados de alta humedad relativa, e incluyen enrollamiento foliar, necrosis de las vainas y lámina, necrosis de los pecíolos y defoliación prematura. Puede ocurrir "Damping off" preemergente o postemergente, cuando semillas infectadas son sembradas, algunas de ellas no presentan síntomas externos visibles, pero bajo condiciones ambientales favorables igual que ocurre en plantas adultas en lesiones avanzadas, así como en los cotiledones de las plántulas se observan manchas necróticas hundidas sobre las cuales se forman los cuerpos fructíferos (acervulos) del hongo.

El hongo sobrevive como micelio en residuos de cosecha y semillas infectadas y cuando las vainas jóvenes son atacadas mueren o no se forman semillas; si se forman son de menor tamaño, castaño oscuro y quebradizas.

El manejo de la enfermedad se hace sembrando semilla sana y tratada con fungicidas, aplicación foliar de fungicidas y rotación con cultivos no susceptibles.

10.2.4 Mildeo veloso "Downy mildew".

Es una enfermedad de distribución mundial, causada por el hongo Peronospora manshurica.



1. Mildeo Velloso



2. Mancha Ojo de Rana



3. Pústula Bacterial



4. Bacteriosis Común



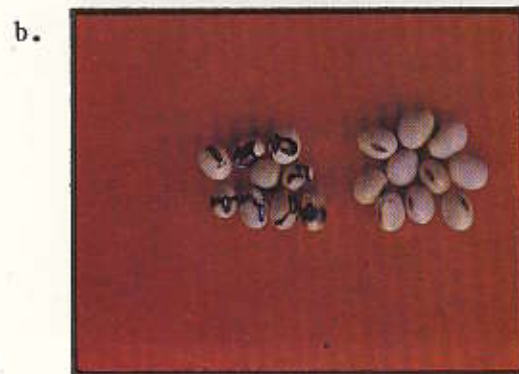
5. Decoloración Violácea



6. Antracnosis



a.) Aspecto de un cultivo afectado por organismos del suelo
 b.) Lesión basal inducida por Cylindrocladium sp.
 c.) Daño en raíces y tallo causado por Macrophomina
 d.) Pudrición parda del tallo ocasionada por Phytophthora sp.



Virus del mosaico de la soya SMV. a.) Síntomas en el follaje
 b.) Hilum corrido.

Aparece sobre la superficie de las hojas jóvenes en forma de manchas de color amarillo o verde pálido, las cuales dependiendo de la edad de la hoja aumentan de tamaño, posteriormente se vuelven café grisáceas a oscuras con bordes amarillentos que aparecen cubiertos por el envés especialmente en épocas húmedas y calientes por los esporangióforos y esporangios típicos del patógeno. Hojas seriamente afectadas se vuelven cloróticas, finalmente cafés, se enrollan y mueren prematuramente.

El hongo ataca la semilla, las vainas pueden infectarse sin que se observe ningún síntoma externo, sin embargo el interior y la cubierta de la semilla puede ser invadido por una masa blancuzca o ceniza de micelio y oosporas.

La siembra de semillas infectadas producen plántulas afectadas sistémicamente presentando manchas sobre las hojas de color verde pálido y amarillas.

La enfermedad se maneja sembrando semilla sana y tratada con fungicidas, sembrando variedades resistentes o tolerantes y con rotación del cultivo.

10.2.5 Tizón de las vainas y tallos "Pod and stem blight".

Los síntomas de la enfermedad, causada por Phomopsis sojæ, aparecen en tallos, pecíolos, vainas, semillas y hojas. Bajo condiciones calientes y húmedas del hongo fructifica en los pecíolos o tallos formando picnidios y picnidiosporas.

Las plantas afectadas pueden aparecer enanificadas, lesiones no definidas son formadas en los tallos, las semillas infectadas se arrugan y agrietan presentando en ocasiones decoloraciones o están cubiertas por un micelio blanco que cubre los picnidios del hongo, el cual puede permanecer viable dentro de la semilla almacenada por dos años bajo condiciones húmedas y frías donde coloniza todos los tejidos incluyendo la envoltura, cotiledones y eventualmente la radícula y plúmula. En los cotiledones

las lesiones son primero cloróticas, después pardo rojizas y finalmente pardo - oscuras. La podredumbre en el tallo cerca al suelo puede causar desintegración de las plántulas y si ésta sobrevive los síntomas pueden desaparecer.

Durante el estado de crecimiento del hongo, los picnidios o peritecios forman un gran número de esporas sexuales o asexuales. Los picnidios que se desarrollan sobre el tejido del hospedero varía en tamaño y forman un ostiolo corto por donde son descargadas las conidias de dos tipos; alfa que son uniceladas, hialinas, rectas, fusiformes y redondeadas en sus puntas y las beta que son elongadas, hialinas, filiformes, curvadas en forma de gancho.

El manejo de la enfermedad se hace sembrando variedades con resistencia o tolerancia, siembra de semilla sana y tratada con fungicidas, aplicación de fungicidas en la época de formación de vainas en lotes de semilla certificada y cosecha oportuna de semilla.

10.2.6 Pudrición carbonosa del tallo "Charcoal Rot".

Macrophomina phaseolina, es el hongo agente causal de la enfermedad que se encuentra diseminada en casi todas las zonas productoras de soya a nivel mundial.

Se presenta en cualquier estado de desarrollo del cultivo, en plántulas se manifiesta con lesiones acuosas de color café-rojizo al momento de emerger el hipocotilo a nivel de la base del tallo en donde ocurre estrangulamiento. Si la infección ocurre a través de las raíces, la decoloración se observa a partir de la línea del suelo. El área descolorida se vuelve café-oscura a negra, las plántulas infectadas pueden morir bajo condiciones de sequía y calor; si hay humedad y persiste el clima fresco las plántulas y plantas infectadas pueden sobrevivir pero presentan infección latente, apareciendo los síntomas posteriormente en tiempo caluroso y seco.

En plantas adultas después de la floración, se presenta un coloración gris plata brillante en los tejidos epidermales o subepidermales en la parte baja del tallo o raíz. El hongo causa una decoloración pardo-rojiza en los tejidos vasculares de la parte alta de la raíz y es progresiva hacia el tallo bloqueando el flujo de agua y nutrientes ocasionando clorosis y marchitez de las hojas y muerte de las plantas. Al levantarse la epidermis se observa en forma clara la formación de picnidios y microesclerocios en los tejidos afectados.

Los microesclerocios sobreviven en el suelo o en residuos de cosecha y el hongo es considerado como un habitante en suelos secos.

El patógeno se disemina por medio de semillas infectadas y el desarrollo de la enfermedad se ve favorecido ampliamente por condiciones de alta temperatura, déficit de agua y suelos de textura livianos. Ha sido considerada como una de las enfermedades menores de la soya, sin embargo en los últimos tiempos especialmente en Colombia los índices de infección han aumentado considerablemente con la consecuente disminución en los rendimientos.

El manejo de la enfermedad se realiza sembrando semilla sana y tratada con fungicidas especialmente para controlarla en la raíz en primeros estados de desarrollo del cultivo.

En lotes donde sea posible regar con frecuencia, se debe hacer para mantener un alto contenido de humedad del suelo. En investigación realizada en el CI Palmira se determinó que la incidencia de la enfermedad no disminuyó con respecto a los niveles de riego (agua total = riego + lluvias) que variaron desde 206 hasta 310 mm y 268 y 390 mm en los semestres A y B de 1992 respectivamente; pero la severidad de la enfermedad de las raíces de Soyica Ariari 1 sí aumentó con la disminución de la cantidad de agua total recibida por el cultivo; los mayores grados de infección con alta severidad se obtuvieron por debajo de 300 mm de agua total aplicada.

10.2.7 Rhizoctoniasis "Rhizoctonia Root Rot"

Las enfermedades causadas por Rhizoctonia, tales como pudrición de la raíz y el tallo y "Damping-off" han sido reportadas en todas las regiones productoras de soya en el mundo.

Rhizoctonia solani es el hongo causal de la enfermedad, ataca un amplio rango de cultivos, es un habitante natural del suelo con una excelente habilidad competitiva como saprófito, su ataque puede ocurrir en cualquier estado de desarrollo del cultivo, aunque es más común en plántulas y plantas jóvenes.

Los síntomas típicos aparecen sobre la base del tallo en forma de lesiones hundidas de color café-rojizo las cuales se hunden formando un chancro el cual bajo condiciones favorables se puede extender por encima de la base del tallo y a la raíz causando la muerte de la planta.

La enfermedad ocurre en áreas caracterizadas por períodos prolongados de alta humedad y alta temperatura, atacando preferencialmente plantas sembradas en suelos pesados y mal drenados.

El hongo se disemina por semilla lo cual presenta en plántulas sobre los cotiledones manchas de color crema que posteriormente toman color rojizo. En la base del tallo se observan lesiones rojizas hundidas causando estrangulamiento del tallo y muerte de las plántulas.

El manejo de la enfermedad se puede realizar; Sembrando semilla sana y tratada con fungicidas y mejorando los drenajes en suelos pesados.

10.2.8 Pudrición por Fusarium "Fusarium blight"

Por lo menos tres especies de Fusarium están asociados como agentes causales de la enfermedad Fusarium oxysporum f. sp. tracheiphilum; F. oxysporum f. sp. vasinfectum y F. oxysporum f. sp. glycines.

Los aislamientos de F. oxysporum, han sido diferenciados sobre la base de su patogenicidad en plantas diferenciales.

Las diferentes especies de Fusarium son habitantes naturales del suelo, colonizan una gran variedad de residuos, y sobreviven mediante la producción de clamidosporas o micelios colonizando materia orgánica.

Las tres formas especiales de Fusarium oxysporum causan marchitez, que es más notoria en días calurosos especialmente en cultivos sembrados en suelos arenosos. El síntoma más característico es una decoloración café o negra del sistema vascular de la planta, acompañado de clorosis en las hojas, defoliación en plantas adultas. Plántulas provenientes de semillas infectadas presentan lesiones hundidas a nivel del tallo, lesiones húmedas de color crema y pudrición de los cotiledones, clorosis de las hojas, necrosis de la raíz y el tallo, marchitez y muerte de plántulas.

El manejo de la enfermedad se realiza sembrando en suelos bien drenados semilla de variedades resistentes o tolerantes, sana certificada y tratada con fungicidas.

10.2.9 Pudrición por Phytophthora "Phytophthora rot".

El hongo causal es Phytophthora megasperma var sojae, es considerado en algunos países como Estados Unidos de mucha importancia económica en donde puede causar reducciones en el rendimiento superiores al 50%.

En Colombia fué reportada atacando cultivos de soya ubicados en los municipios de Palmira, Roldanillo y Obando.

En condiciones de campo se observan plantas adultas en grupos o parches, con pudrición parda a parda oscura en el tallo y ramas hasta el quinto nudo (10-20 cm del nivel del suelo). La corteza y el tejido vascular se decoloran y las raíces laterales se destruyen casi completamente

tomando una tonalidad parda oscura. La pudrición de la raíz y la marchitez son los síntomas comunes asociados con el daño y las plantas pueden ser afectadas en cualquier estado de su desarrollo.

La alta humedad del suelo favorecido por las lluvias, encharcamiento y mal drenaje es necesario para el establecimiento y movimiento del hongo en el suelo, el cual sobrevive en él, en forma de oosporas que son formadas en las raíces y tallos de las plantas. Las oosporas germinan y el hongo en medios húmedos producen estructuras móviles (Zoosporas) que se trasladan fácilmente de un lugar a otro, pudiendo llegar a afectar en poco tiempo mayores áreas.

Las medidas de manejo de la enfermedad recomiendan evitar las siembras en terrenos pesados con poco drenaje o en lotes bajos fácilmente encharcables y sembrar variedades con resistencia o tolerancia a la enfermedad.

10.2.10 Pudrición por Pythium "Pythium rot".

Diferentes especies de Pythium se han registrado como agentes causales de daños en la semilla, "Damping-off" preemergente y postemergente y pudrición de raíces en cultivos de soya.

Por lo menos cinco especies de Pythium atacan la soya; P. aphanidermathum, P. debaryanum, P. ultimum, P. irregulare y P. myriotylum son reportados.

Las especies de Pythium son habitantes naturales del suelo que sobreviven saprofiticamente formando estructuras de resistencia como las oosporas. La dispersión en el campo, igual como ocurre con Phytophthora, se hace a partir de las zoosporas, las cuales se diseminan en el agua y atacan la semilla en germinación en donde los cotiledones, la yema terminal, la radícula y el hipocotilo son infectados lo cual trae como consecuencia la muerte de la plántula antes de su emergencia. Las plántulas afectadas

que emergen pueden morir posteriormente al ser destruida su raíz, presentan lesiones de aspecto acuoso que se pueden extender varios centímetros por encima o por debajo del nivel del suelo, lesiones que se secan y toman un color café rojizo.

Las principales medidas de manejo son la siembra de semilla sana y tratada con fungicidas en lotes bien drenados.

10.2.11 Pudrición negra de la raíz Maduraviche, "Black root rot".

EL hongo Cylindrocladium sp., agente causal se reportó por primera vez en 1986 en Colombia asociado en cultivos de soya localizados en el municipio de Ginebra; posteriormente se identificó como Cylindrocladium scoparium y se confirmó su patogenicidad en soya.

El hongo invade las raíces y el tallo sobre el cual se observan lesiones de color rojizo que puede alcanzar unos 10 centímetros por encima del nivel del suelo. Los síntomas en el follaje se caracterizan por clorosis y necrosis intervenal de las hojas superiores, acompañados de maduración y secamiento prematuro de la planta.

10.2.12 Pudrición por Sclerotium "Sclerotium Blight".

Enfermedad causada por el hongo Sclerotium rolfsii, que es transmitida por semilla. Los síntomas se desarrollan durante los primeros estados del cultivo; ocurre "damping off" de preemergencia y postemergencia, pudrición de la parte basal del tallo y manchas en las hojas.

En la superficie de los tallos de plántulas y plantas adultas se forma un crecimiento algodonoso representado por micelio del hongo sobre el cual posteriormente se forman abundantes esclerocios de color blanco que cambian a color café rojizo pardo o negros. El hongo se desarrolla unos pocos centímetros por debajo y por encima de la superficie del suelo y procede de residuos de plantas o semillas infectadas las cuales sirven de inóculo primario.

Existen otras enfermedades de carácter fungoso en el mundo: Una de ellas la roya de la soya reportada en Colombia según la Sociedad Americana de Fitopatología en su publicación "Compendium of Soybean Diseases" y que no ha sido encontrada en los diferentes reconocimientos hechos en cultivos de la soya en el país.

Por tratarse de una de las enfermedades más devastadoras y de mucha importancia económica para el cultivo se hace una descripción de la enfermedad.

10.2.13 Roya "Rust"

El agente causal es el hongo Phakopsora pachyrhizi; los síntomas consisten en manchas cloróticas a café grisáceas en las hojas primarias de las plántulas, las cuales pueden fácilmente confundirse con pústula bacterial.

Las pústulas en las lesiones aumentan de tamaño y se rompen para provocar la salida de masas de esporas polvosas. Las plántulas se pueden presentar en ambas superficies, así como también en los pecíolos y pequeñas porciones del tallo. La Roya puede producir una defoliación prematura y disminuir el tamaño de las vainas, el número y peso de las semillas.

10.3 ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS

10.3.1 Quemazón bacterial "Bacterial blight".

La enfermedad es causada por la bacteria Pseudomonas syringae. pr. glycinea, sobrevive en residuos de cosecha y en semillas infectadas hasta cuando las condiciones ambientales en el suelo son favorables al desarrollo de la infección. El patógeno penetra a la planta a través de heridas o estomas durante períodos de alta humedad relativa, se multiplica rápidamente en presencia de agua (rocío). Es diseminado entre las hojas y las plantas por el viento y salpique del agua, especialmente en épocas de lluvias.

Las lesiones en las hojas aparecen como manchas pequeñas angulares, translúcidas y acuosas de color amarillo o café claro. Las manchas varían de tamaño y generalmente rodeados por un halo acuoso y verde amarillento. En las vainas aparecen lesiones pequeñas y acuosas y posteriormente aumentan de tamaño, afectando grandes áreas de las vainas. Las semillas se pueden infectar a través de las vainas, las que están en formación se pueden morir o arrugarse y decolorarse.

El manejo de la enfermedad se hace mediante la siembra de variedades resistentes, utilización de semilla sana y rotación de soya en cultivos no susceptibles, especialmente gramíneas.

10.3.2 Pústula bacterial "Bacterial pustule".

El agente causal es la bacteria Xanthomonas campestris pr phaseoli y ha sido reportada en la mayoría de las zonas soyeras del mundo.

La bacteria sobrevive comúnmente en residuos de cosecha, semillas y en las raíces de algunos hospederos.

Los primeros síntomas son pequeñas manchas de color verde pálido con los centros elevados por uno o ambos lados de la hoja. Posteriormente las manchas de forma irregular crecen de tamaño, se hacen coalescentes y afectan grandes áreas; infecciones severas pueden causar defoliación de las plantas.

Las medidas de manejo de la enfermedad son iguales a las recomendadas para la quemazón bacterial.

Otras enfermedades bacteriales reportadas en otros países son "Wildfire" causada por Pseudomonas syringae pv tavaci, marchitamiento bacterial causado por Corynebacterium flaccumfaciens p.v. flaccunfaciens y Pseudomonas solanacearum.

10.4 ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

10.4.1 Virus del Mosaico de la Soya V.M.S. "Soybean mosaic"

El mosaico de la soya, causado por el virus de su mismo nombre es de distribución mundial y puede reducir, en zonas soyeras, el rendimiento más de un 50%.

EL S.M.V. puede ser llevado en la semilla la cual puede fallar en su germinación o producir plantas enfermas las cuales en las hojas unifoliadas, aunque de tamaño normal, aparecen arrugadas con moteado y en ocasiones enrolladas hacia arriba. Estas hojas pueden presentar clorosis prematuramente, las hojas trifoliadas subsecuentes se vuelven cloróticas prematuramente, pequeñas arrugadas y con moteado.

La reacción en plantas al S.M.V. depende del genotipo del hospedero del virus, de la edad de la planta cuando es inoculada y de las condiciones ambientales. Plantas infectadas temprano son enanas, con pecíolos y entrenudos más cortos.

El virus se transmite mecánicamente, por injerto, por áfidos y por semilla.

El virus, una vez la partícula es introducida a la célula, se multiplica y se propaga sistémicamente por toda la planta, allí se perpetúa y afecta las nuevas siembras por su capacidad de ser transmitido por la semilla; lo cual facilita su diseminación a áreas libres del patógeno.

10.4.2 Virus del Mosaico amarillo del frijol B.V.M.V. "Bean yellow mosaic virus".

Se encuentra ampliamente diseminado en todo el mundo, con un amplio rango de hospedantes. Los síntomas iniciales son esencialmente los mismos que produce el virus del mosaico en estados tardíos. Un moteado amarillo de las hojas es característico, algunas razas producen severo moteado y arrugamiento de las hojas.

El virus se transmite mecánicamente; por insectos vectores como áfidos pero no ha sido reportada transmisión por semilla.

El manejo de enfermedades en soya causadas por virus es complejo, como medidas generales se recomienda: Sembrar semilla sana, variedades resistentes, en caso de transmisión por insectos control del vector previo análisis que amerite aplicación de insecticidas y uniformidad en la zona de fechas de siembra.

Otras enfermedades de origen viral reportadas en otros países son Virus del moteado de la vaina del frijol (B.P.M.V.); virus de la mancha anular del tabaco (T.R.S.V.); virus del moteado del maní (P.M.V.) y virus del moteado clorótico del caupí (C.C.M.V.).

10.5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY URBANA (E.U.). Compendium of soybean diseases J.B. Sinclair Ed. 2a. Ed. 1982. 104 p.
2. GRANADA. G.A.; VARON DE AGUDELO, F. 1986. Pudrición por *Phytophthora* en soya. Revista ASIAVA. Cali No. 19 p. 17-18.
3. MARMOLEJO DE LA T.F. Problemas fungosos asociados a la producción de semilla de soya Glycine max en proceso de certificación en el Valle del Cauca. P.E.G. UN- ICA- Bogotá. 1984. p. 82. (Tesis de M.Sc.).
4. TERREROS A.M. Efecto del riego y la fertilización en la incidencia y severidad de Macrophomina phaseolina Tassi Gold en Soya Glycine max (L) Merrill variedad Ariari 1. Universidad Nacional Palmira. Tesis de pregrado. 1993. p. 56.

5. VARON DE AGUDELO, F. 1990. Organismos fungosos asociados con pudriciones radiculares en soya. La soya en la Agroindustria. Revista ASIAVA No. 35. p. 66-73.
6. VICTORIA, J.I.P. HEPPELY. Enfermedades de la soya En: Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá-Colombia. Pudrición de soya. 2 ed. Palmira. 1982. p. 319-345.

11. ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS EN SOYA

Francia Varón de Agudelo *

11.1 INTRODUCCION

La importancia de los nematodos en el cultivo de la soya parece aumentar a medida que se extiende el área cultivada en Colombia. Numerosos nematodos fitoparásitos han sido registrados asociados con raíces y suelo de soya. En muchos países se atribuye a los nematodos el 10% de las pérdidas ocasionadas por plagas y enfermedades en el cultivo de la soya (Rebois, 1978).

En Colombia se han realizado estudios tendientes a identificar los principales nematodos asociados con soya y cuantificar las pérdidas causadas por estos microorganismos, así como la evaluación de materiales por su resistencia o susceptibilidad al nematodo quiste (Heterodera glycines) y al nematodo de la nudosidad radical (Meloidogyne spp.).

En el Valle el Cauca, se han registrado pérdidas hasta del 27% atribuidas al nematodo quiste de la soya en campos altamente infestados (Varón de Agudelo, 1984).

11.2 CLASES DE NEMATODOS

Según Agrios (1969), los nematodos se pueden agrupar de acuerdo con el tipo de alimentación en: Endoparásitos migratorios, los cuales entran

* I.A., M.Sc. Fitopatología. Programa de Frutales. ICA-CI Palmira. A.A.233

a la raíz y se mueven dentro de ella (Ejemplo: Pratylenchus sp.); endoparásitos sedentarios, en los cuales el estado infectivo entra a la planta, se mueve intra e intercelularmente y después se localiza en un sitio hasta su estado adulto (Ejemplo: Heterodera y Meloidogyne); semiendoparásitos sedentarios, los cuales solo penetran parte de su cuerpo a la raíz y en esta forma se alimentan (Rotylenchulus reniformis) y ectoparásitos migratorios, que se alimentan desde la parte externa y sólo introducen su estilete, (Helicotylenchus sp., Tylenchorhynchus sp. y Macroposthonia sp., entre otros).

11.3 GENEROS IMPORTANTES EN EL VALLE Y CAUCA

Mediante un reconocimiento continuado en los últimos años en la zona de Cauca y Valle del Cauca se ha podido determinar que Pratylenchus spp., Heterodera glycines, Helicotylenchus spp., y Rotylenchulus spp. son los géneros más frecuentes en el cultivo de la soya. Con menor frecuencia se encuentran Meloidogyne spp., Paratylenchus spp., Macroposthonia spp. y Tylenchorhynchus spp. (Tabla 1) (Varón de Agudelo, 1986).

11.3.1 Nematodo Quiste de la Soya (Heterodera glycines Ich.)

El nematodo quiste de la soya se detectó por primera vez en mayo de 1983 en la Hacienda El Molino, Bolo Alizal, municipio de Palmira (Norton y Varón de Agudelo, 1982; Norton y otros, 1983). Es uno de los más serios parásitos de la soya en los países productores y las pérdidas pueden ascender hasta un 90% dependiendo de la fertilidad del suelo, raza del nematodo y susceptibilidad del material (APS, 1975). Se halla ampliamente diseminado en Estados Unidos, Japón, Corea, China, Egipto, entre otros (Palm, 1968).

Existen varias razas del parásito que difieren en su capacidad para atacar variedades de la soya. En el Valle del Cauca en condiciones de campo se han registrado pérdidas hasta de un 27% (Varón de Agudelo, 1984) y en invernadero en variedades muy susceptibles hasta de un 50% (Varón de Agudelo, 1985 A).

TABLA 1. PORCENTAJE DE FRECUENCIA DE NEMATODOS FITOPARASITOS ASOCIADOS CON EL CULTIVO DE SOYA EN CAUCA Y VALLE DEL CAUCA 1986 - 1988.

Género	Suelo	Raíces
<u>Heterodera glycines</u>	40.9	32.1
<u>Helicotylenchus</u> sp.	48.9	28.2
<u>Rotylenchulus</u> sp.	44.3	17.9
<u>Pratylenchus</u> sp.	19.3	33.3
Otros *	14.8	

* En orden de importancia Meloidogyne sp., Macroposthonia sp., Paratylenchus sp., Trichodorus sp., Xiphinema sp., Tylenchorhynchus sp. y Hoplolaimus sp.

.1. Distribución: En un reconocimiento realizado en Cauca y Valle del Cauca en los últimos años se encontró que el nematodo se encuentra distribuido en toda el área sojera; Candelaria, Palmira y Puerto Tejada son las zonas de mayor infestación (Tabla 2), situación muy similar a la encontrada por Gómez y Medina (1983).

Mediante reacciones con variedades diferenciales se pudo determinar que la población existente en el Valle del Cauca corresponde a la raza 3 (Varón de Agudelo, 1984 A).

.2. Diseminación: El nematodo puede moverse por sí solo unos pocos centímetros. Su mayor dispersión se presenta a través del agua de riego, la maquinaria, los pájaros, el hombre, el suelo adherido a la semilla y el suelo usado en propagación de plantas de vivero (Corley y otros, 1985).

La mayor fuente de diseminación ocurre principalmente por la contaminación de la semilla debido a las malas cosechadoras que acarrear terrones con quistes de nematodo en la cosecha y que no son eliminados durante el proceso de limpieza de la semilla (Palm, 1968).

En el mundo se han registrado especies de pájaros que, al alimentarse de semilla de soya en contacto con el suelo, adquieren los quistes, los cuales pasan a través del tracto digestivo y son diseminados a otros campos por la migración (Corley y otros, 1985).

.3. Ciclo de Vida: Hay una considerable variación biológica en este nematodo. Existen cuatro razas idénticas morfológicamente, pero difieren en su capacidad para desarrollarse en diferentes cultivares de soya. Es un endoparásito sedentario.

TABLA 2. PORCENTAJE DE FRECUENCIA Y POBLACION PROMEDIA DEL NEMATODO QUISTE DE LA SOYA EN EL CAUCA Y VALLE DEL CAUCA.

Localidad	Porcentaje de Frecuencia	Población Suelo	Población Promedia <u>1/</u> Raíces
Buga	50	21	25
Candelaria	64	143	504
Cerrito	25	-	2
Ginebra	29	-	39
Obando	33	80	468
Palmira	86	105	434
Puerto Tejada	100	870	318
Roldanillo	75	8	2
Santander de Quilichao	-	-	-
Tuluá	60	5	3
Zarzal	50	4	3
Promedio	56 <u>2/</u>	112	163

1/ Número de nematodos por 100 cc de suelo y 1 gr de raíces secas.

2/ 88 muestras analizadas.

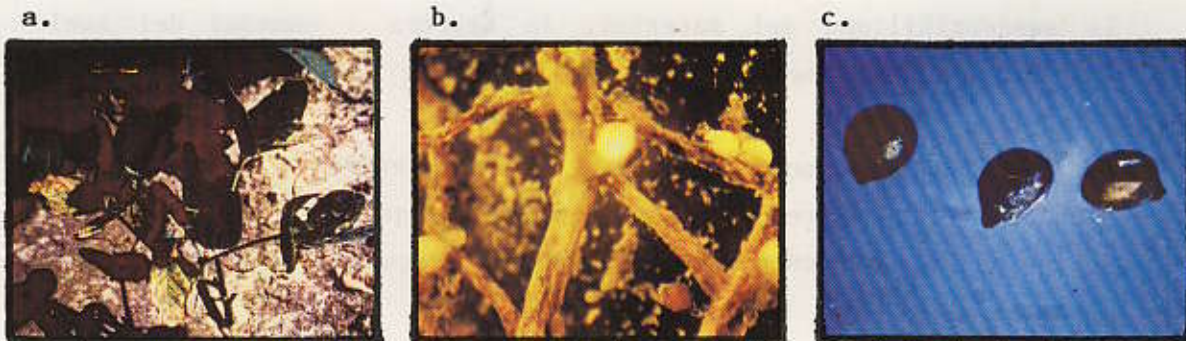
El ciclo de vida del nematodo quiste comienza con la formación de huevos en la hembra madura; como todos los nematodos fitoparásitos sufre una muda dentro del huevo y eclosiona un segundo estado juvenil (J2) que es infectivo. El J2 se mueve a corta distancia a través del suelo y entra a la raíz. Si no encuentra alimento la larva muere rápidamente, en caso contrario comienza a alimentarse y barrena la raíz con su estilete prefiriendo siempre raíces jóvenes. El J2 es migratorio inicialmente, pero luego se estabiliza en los tejidos corticales. El nematodo secreta enzimas que son inyectadas en las células, estimulando la formación de células gigantes. Durante la formación de células gigantes el J2 se inmoviliza y sufre tres mudas más, con lo cual alcanza su estado adulto (Corley y otros, 1985).

Después de la cuarta muda la hembra madura y permanece inmóvil alimentándose de las células gigantes. La parte posterior de la hembra sale a la superficie rompiendo la epidermis, su cuello queda insertado a la raíz y presenta inicialmente un color blanco, pasando a amarillo y después a pardo.

El macho a partir de la cuarta muda es vermiforme y cilíndrico, deja de alimentarse y sale de la raíz para copular la hembra; es necesario para el desarrollo y fertilización de los huevos. Bajo condiciones del Valle del Cauca el tiempo de generación es de 24 a 30 días.

La hembra ovípara parte de los huevos y al morir se recubre de una capa protectora que da origen al quiste. En este estado los huevos y algunas larvas pueden sobrevivir por muchos años (Palm, 1968; Corley y otros, 1985).

- .4. Sintomatología: La mayoría de los síntomas inducidos por el nematodo quiste de la soya se pueden confundir con otros problemas fisiológicos como deficiencias nutricionales, deficiencia o exceso de agua, daño de productos químicos, entre otros. Para el diagnóstico



Nematodo quiste de la soya Heterodera glycines a.) Clorosis y necrosis de hojas bajas. b.) Hembras adheridas a las raíces. c.) Quistes .



Nematodo del nudo radical Meloidogyne sp. A.) Nudosidades en las raíces. B.) Conjunto de agallas en el cuello. C.) Agalla, hembra y masa de huevos

es necesario determinar su presencia en el laboratorio o analizar el sistema radical para identificar las hembras.

La severidad de daño está dada en función del nivel de población, la susceptibilidad del material, la textura y humedad del suelo y prácticas culturales.

Los síntomas se manifiestan por parches dentro del cultivo, las plantas afectadas presentan amarillamiento y quemazón de las márgenes de las hojas y tienen pobre crecimiento, comparadas con las plantas sanas.

El enanismo y amarillamiento son el resultado del daño causado en las raíces por la alimentación del nematodo y a menudo hay reducción en la nodulación. En condiciones desfavorables a la planta esta puede morir por efecto del nematodo. En infestaciones severas los síntomas son visibles cuando la planta alcanza unos 15 a 30 centímetros de altura; infestaciones suaves no inducen síntomas tempranos en la planta, pero reducen rendimientos (APS, 1975; Corley y otros, 1985).

Los parches de las plantas afectadas aumentan de tamaño cada semestre durante la preparación del suelo; el daño más severo ocurre en el centro del área infestada y es más suave hacia las márgenes (Corley y otros, 1985).

- .5. Daños inducidos por el nematodo: Durante el proceso de alimentación el nematodo secreta enzimas digestivas que interfieren el normal desarrollo de la planta. El nematodo induce reducción en la formación de nódulos bacteriales nitrificantes (APS, 1975). Las heridas causadas por el parásito pueden ser puerta de entrada de otros microorganismos que inducen pudrición radicular; el efecto combinado de los dos puede ser más severo que el daño causado por el nematodo y aún puede matar más rápidamente a la planta (Corley y otros, 1985).

El nematodo quiste puede actuar simultáneamente con otras especies de Meloidogyne, Pratylenchus y Rotylenchulus reniformis, lo que hace más severo el daño y más difícil establecer medidas de control (Corley y otros, 1985).

- .6. Hospedantes: El nematodo tiene un gran número de plantas hospederas, que incluye cultivos comerciales, malezas, ornamentales y vegetales; sin embargo la soya es el principal hospedero (Palm, 1968; Corley y otros, 1985).

En el Valle del Cauca se han evaluado 53 especies de plantas entre leguminosas, malezas y cultivos comerciales y solamente el frijol (Phaseolus vulgaris) ha permitido la alimentación y reproducción del parásito en niveles altos. P. angularis (Frijol adzuki) y P. multiflora (Frijol español) permitieron infección y desarrollo de hembras, pero sus poblaciones fueron muy bajas (Quintero y otros, 1987).

- .7. Medidas de control: El control del nematodo quiste de la soya debe estar orientado hacia la integración de varias medidas que incluyen variedades resistentes, rotación de cultivos, prácticas culturales y uso de nematicidas. Antes de establecer cualquier programa de control es necesario conocer el nivel poblacional existente y si es posible, cuantificar el efecto del nematodo sobre los rendimientos en las siembras anteriores.

- .8. Variedades resistentes: El uso de variedades resistentes es el método más eficiente y económico para controlar el nematodo quiste de la soya.

En algunas variedades la resistencia no impide la entrada del estado infectivo a la raíz, sino que dificulta el establecimiento y la alimentación, lo que conlleva a la muerte del nematodo y en consecuencia la población disminuye (Corley y otros, 1985).

En Estados Unidos se han desarrollado variedades con resistencia a la raza tres tales como: Peking, Foster, Pickett, Centennial, Dyer Forrest, Mack Custer y Franklin, entre otras. La línea PI 88788 es resistente a la raza cuatro y ha sido usada para incorporar resistencia a Fayette, Bedford y Nathan (Corley y otros, 1985; Epps y Hartwig, 1972; Epps, 1973).

A través de estudios continuados sobre el comportamiento de los materiales de soya al ataque de Heterodera Raza tres se ha podido determinar que los materiales ICA-Tunía, Soyica P-31 y Soyica P-32 presentan susceptibilidad a esta población y la Soyica P-33 es moderadamente resistente (Varón de Agudelo, 1985, 1986). El Programa de Leguminosas ha comenzado la incorporación de resistencia genética a materiales promisorios utilizando como fuente variedades introducidas de Estados Unidos.

La siembra continua de una variedad resistente a una raza determinada puede inducir la aparición de nuevas razas entre los 2-4 años, por tanto la rotación permanente de cultivos y variedades es muy importante (Corley y otros, 1985).

Las disminuciones en rendimiento observadas en algunos materiales resistentes se debe al daño causado por la penetración del nematodo y posterior invasión de las heridas por organismos del suelo.

- .9. Rotación: Por ser un nematodo que forma quiste es necesario realizar rotaciones prolongadas con cultivos no hospedantes para disminuir la población y la viabilidad de los quistes. Rotaciones con cultivos como maíz y sorgo durante seis semestres redujeron la viabilidad de los quistes en fincas del Valle altamente infestadas.

La reducción de la población depende de la raza del nematodo, de los cultivos y variedades usados en rotación, de los enemigos naturales presentes en el suelo, de la temperatura y humedad del

suelo. Por ejemplo: En climas tropicales el quiste pierde viabilidad más rápidamente que en los climas templados pues existen más agentes de control biológico en el suelo, que no pueden sobrevivir en climas templados.

- .10. Control químico: Un programa de control que involucre el uso de variedades resistentes y la rotación de cultivos resulta algunas veces más efectivo y más económico que el control químico.

En la mayoría de los casos una variedad susceptible con nematicidas no rinde lo mismo que una variedad resistente sin nematicida. El control ejercido por un nematicida depende del nivel de población existente en el suelo, la susceptibilidad de la variedad y el tipo y humedad de suelo.

En estudios de control químico realizados en suelos altamente infestados por el nematodo quiste se encontraron incrementos en rendimiento que variaron entre 8 y 27%, con un promedio de 18% con el mejor producto (Tabla 3).

La protección ofrecida por estos productos nematicidas es muy corta, al momento de la aplicación bajan la población pero al final del cultivo puede ser igual o superior, lo que exige una aplicación cada vez que se siembre una variedad susceptible (Varón de Agudelo, 1984 y 1985).

En términos generales los productos nematicidas evaluados no ofrecen un buen control del nematodo; por tanto no es recomendable el químico como única medida de control, pues los incrementos en rendimiento no justifican su aplicación debido a los altos costos de los productos en el mercado (Varón de Agudelo, 1984 y 1985).

- .11. Control Biológico: En el Valle del Cauca se han encontrado 19 especies de hongos asociados con quistes de Heterodera glycines,

TABLA 3. RENDIMIENTO APROXIMADO EN Kg POR HECTAREA OBTENIDO EN ENSAYOS CON PRODUCTOS QUIMICOS PARA EL CONTROL DE Heterodera glycines. BOLO ALIZAL (PALMITRA).

Producto	Dosis Kg ia/ha	AÑOS			Promedio	Incremento
		1984 A	1984 B	1985 A		
ALDICARB	1 - 3	4.957	2.399	2.608	3.321	118
CARBOFURAN	3 - 4.5	4.650	2.135	2.470	3.085	110
PROPHOS	2 - 3.5	3.847	2.275	2.454	2.859	102
TESTIGO		3.916	2.133	2.404	2.817	100

entre los que predominan Fusarium equisetix (Corda) Sacc., F. lateritium Nees, F. moniliforme Sheld; F. oxysporum Schlechet, F. solani (Mart) Sacc, Geotrichum candidum Link, Gliocladium catenulatum Gilmau y Abbott, G. roseum Bain, Paecilomyces lilacinus (Thom) Samson, Phoma medicaginis Malbr & Roum var pinodella (L.K. Jones), Boarema memnoniella echinata (Riv). Galloway, Trichocladium aspermun Harz. y Stagonospora heteroderæ Morgan - Jones; ésta se ha encontrado también en Estados Unidos. Hasta el momento en Colombia no se ha realizado investigación sobre multiplicación y patogenicidad de estos hongos (Morgan y otros, 1984).

11.3.2 Nematodo del Nudo Radical: Meloidogyne spp. Goeldi

Por su amplio rango de hospedantes y su gran distribución en el mundo es considerado como uno de los nematodos fitoparásitos más importantes. En Colombia y especialmente en el Valle del Cauca se han encontrado algunos cultivos de soya afectados por Meloidogyne spp., restringidos al área del Bolo (Palmira), y Cabuyal (Candelaria), principalmente.

En la Florida (USA) se han registrado pérdidas en materiales susceptibles de 30 a 90%. En Colombia, Yoshii (1977) registra pérdidas superiores al 50% en materiales susceptibles como Mandarín y Lili. La alta incidencia del nematodo reduce la formación de los nódulos de Rhizobium e incrementa la susceptibilidad a patógenos vasculares (APS 1975; Balasubramanian, 1971).

- .1. Sintomatología: Las plantas infectadas pueden mostrar varios grados de enanismo amarillento y tendencia a marchitarse bajo condiciones de poca humedad o en suelos secos. La enfermedad puede ser identificada por la presencia de nodosidades o agallas de tamaño y forma variable que se encuentran en las raíces de las plantas enfermas. El nematodo infecta las raíces formando una agalla por la inducción de hipertrofia e hiperplasia de las células en los tejidos adyacentes al sitio de infección.

En infecciones muy tempranas y severas el nematodo puede atacar la base del tallo y cuello de la raíz, donde se forma una masa de agallas que puede ocasionar la muerte de la planta por cuanto interfiere con las funciones normales de la raíz. El tamaño de la nudosidad depende de la especie del nematodo, del nivel de infección y de la susceptibilidad de la planta.

Los haces vasculares de los tejidos infectados se rompen y dañan y se inhibe el flujo de nutrientes y agua de las raíces a la parte aérea. M. hapla induce la formación excesiva de raicillas. El peso seco de las raíces enfermas aumenta significativamente y el peso aéreo disminuye. Las agallas no se pueden remover sin dañar o quebrar la raíz, característica que permite distinguirlas fácilmente de los nódulos bacteriales nitrificantes, los cuales se desprenden con facilidad ya que están colocados en un lado del eje longitudinal de las raíces (Agrios, 1969; APS, 1975).

- .2. Ciclo de Vida: Meloidogyne es nematodo endoparásito sedentario; la primera muda ocurre en el huevo, durante la segunda muda el nematodo rompe la cubierta del huevo y emerge el segundo estado juvenil (J2), que es infectivo.

El estado infectivo es filiforme, con un estilete bien desarrollado; se mueve a través del suelo y usa su estilete para penetrar al tejido y alimentarse de él. Después de la invasión migra inter e intracelularmente y se localiza en los tejidos vasculares haciéndose sedentario. El proceso de secreción y alimentación estimula la proliferación celular y altera el sistema metabólico de las células alrededor de la cabeza del nematodo, induciendo el desarrollo de un sincitium del cual el nematodo obtiene su alimento, momento en el cual comienza a abultarse.

La diferenciación sexual sólo se manifiesta en el cuarto estado juvenil dentro de los tejidos del hospedante. La hembra continúa hinchándose y en su madurez es de color blanco perla y con forma de pera. Los machos son filiformes de 1 a 1.5 milímetros de largo.

Las especies más comunes son M. incognita, con cuatro razas o biotipos, M. arenaria (dos razas), M. javanica y M. hapla.

La hembra coloca alrededor de 1.500 huevos en una masa gelatinosa (matriz), fuera de la raíz. Las larvas pueden volver a invadir la misma agalla en un sitio nuevo (Agrios, 1969; APS, 1975).

- .3. Hospedantes: Es un nematodo muy cosmopolita, tiene una gran gama de hospedantes que abarca solanáceas, hortalizas, malezas, leguminosas y algunas gramíneas. Existen varias especies y razas o subespecies que aumenta su capacidad para ampliar su rango de hospedantes.
- .4. Diseminación: Como es tan cosmopolita puede ser fácilmente diseminado por material vegetativo, suelos de vivero, suelo adherido a semillas, maquinaria utilizada en la preparación de suelo, riego, corrientes de agua, etc.
- .5. Medidas de control: Debido a su amplia gama de hospedantes se dificulta un poco el control, ya que muchas malezas y cultivos comerciales son hospedantes y la rotación de cultivos no puede ser aplicada eficientemente. Sin embargo, la población de este nematodo en un campo determinado se puede reducir considerablemente si se siembran materiales conocidos como resistentes y después de tres años o más se rota con soya.

El tomate, tabaco, algunas legumbres y vegetales no pueden ser usados en rotación con soya. El algodón puede utilizarse como rotación para controlar algunas especies de Meloidogyne, pero no para M. incognita, y el maíz para disminuir poblaciones de M. hapla (APS, 1975)

El uso de variedades resistentes permite disminuir las poblaciones de las especies de Meloidogyne; sin embargo es difícil conseguir materiales que sean resistentes a todas las especies y razas o biotipos de ellas. En el Valle del Cauca la evaluación de variedades resistentes ha permitido determinar que la mayoría de los materiales presentan cierto grado de resistencia a Meloidogyne incognita raza 1, población predominante en esta zona. (Varon de Agudelo y Agudelo, 1977 y 1978).

Variedades como Delmar, Bethel, Hill, Dare, Ogden, Lee y Hood son consideradas como resistentes al nematodo del nudo radical (Crittenden, 1966).

En un estudio de resistencia las variedades Laredo y Delmar mostraron resistencia a M. incognita, pero susceptibilidad a M. javanica; Lee resultó ser muy susceptible a M. javanica (Ibrahim y otros, 1972).

La combinación de variedades resistentes y el uso de nematicidas ayuda a bajar la población de algunas especies de Meloidogyne y aumenta la producción (Kinloch, 1972). Los fumigantes del suelo son costosos; por tanto, son aconsejables solamente en pequeñas extensiones. La aplicación de nematicidas líquidos, granulares o polvos mojables ha sido usado en otros países para reducir poblaciones del nematodo.

11.3.3 Nematodo Reniforme: Rotylenchulus reniformis Linford y Oliveira

Este nematodo está ampliamente distribuido en la zona del Valle del Cauca y asociado con diferentes cultivos como tomate, algodón, plátano y soya, entre otros.

Ha sido registrado además en el Este de Africa, en Carolina del Sur y Georgia (APS, 1975; Bird y otros, 1973). Rebois (1971) registra reducción de 33% en rendimiento de semilla en plantas afectadas con el nematodo reniforme comparadas con plantas sanas.

- .1. Sintomatología: Las plantas severamente infectadas pueden presentar enanismo y mostrar clorosis. En condiciones de invernadero las plantas han soportado altas poblaciones sin mostrar síntomas externos. Las raíces muestran diferentes grados de necrosis como resultado de la alimentación del nematodo.
- .2. Ciclo de Vida: El nematodo reniforme es semiendoparásito sedentario y se encuentra embebido parcialmente en las raíces. Las larvas sufren las mudas en el suelo y sólo la hembra inmadura (cuarto estado juvenil) invade las raíces. Después de unos pocos días de alimentarse en los tejidos epidermales escoge un sitio permanente en la corteza y el floema. La porción posterior de la hembra se hincha y toma la apariencia de un riñón, mientras que el macho permanece filiforme (APS, 1975).

Las hembras pueden colocar entre 70 y 84 huevos fuera de las raíces, pero muchos son estériles (APS, 1975). La temperatura del suelo óptima para la infectividad de la hembra es de 29.5°C (Rebois y otros, 1970). En ciclo de vida del nematodo se completa en 19 días a 29°C. En condiciones de mucha humedad o sequía no hay invasión de las raíces (Rebois, 1973).

El nematodo tiene muchas plantas hospedantes donde puede sobrevivir y reproducirse fácilmente. Su diseminación ocurre especialmente por la maquinaria, el riego y el material de propagación.

- .3. Las variedades resistentes como Dyer, Custer, Pickett, Peking, D 66-12392 D 66-12394 son usadas con buen éxito para disminuir poblaciones de R. reniformis y H. glycines (Birchfield y Brister, 1969; Rebois y otros, 1970).

La rotación de Tagetes minuta y Crotalaria spectabilis aumentó los rendimientos de la soya y redujo la población de Rotylenchulus en

un experimento de rotación con siete cultivos (Varón de Agudelo, 1972; 1973 Yoshii y Varón de Agudelo, 1977).

11.3.4 Nematodo de las Lesiones: Pratylenchus spp. Filipjev.

El daño causado por este nematodo depende de la densidad inicial de la población en el suelo, del tipo de suelo y de la susceptibilidad de los materiales. Algunas especies de Pratylenchus al interactuar con otros microorganismos del suelo incrementan el daño, como en el caso de pudriciones radicales por Fusarium sp. o Rhizoctonia sp.

La severidad del daño causado por este nematodo es difícil de evaluar y consiste en la inhibición o reducción radicular y formación de lesiones en raíces jóvenes que fácilmente pueden ser atacadas por hongos y bacterias secundarias. Se encuentra diseminado en el Valle del Cauca y la población que predomina corresponde a P. thornei. Tiene muchas especies hospedantes entre cultivos y plantas silvestres. Existen otras especies asociadas con soya como P. scribneri, P. penetrans, P. coffeae, P. hexincisus, P. crenatus, P. brachyurus, P. zaeae y P. alleni, entre otros (Thames, 1982).

- .1. Sintomatología: Las plantas afectadas muestran clorosis, severo enanismo, necrosis de las márgenes de las hojas y marchitamiento durante períodos secos.

Su alimentación causa la formación de lesiones oscuras, las raíces toman un color café y puede originar una reducción del 20% en el sistema radical. Si no hay nutrientes y agua suficientes las plantas pueden amarillarse y quedarse enanas y los rendimientos se pueden reducir.

- .2. Ciclo de Vida: Los estados juveniles y adultos entran a las células corticales de las raíces y se mueven intracelularmente (Agrios, 1969; APS, 1975).

La penetración intracelular es acompañada por movimiento persistente del estilete y la cabeza, parece ser el responsable de la ruptura de la pared celular y necrosis de raíces. El contenido de las células invadidas y de las adyacentes se desorganiza y el citoplasma desaparece o se recoge junto con los núcleos contra la pared celular.

Las células invadidas se vuelven de color café y se presentan como pequeñas manchas decoloradas pocas horas después de la inoculación. El movimiento del nematodo ocurre dentro de la corteza y se alimenta y reproduce en las capas corticales. No hay hipertrofia ni hiperplasia en las lesiones celulares. En cada lesión puede habitar uno o más nematodos. Las hembras colocan sus huevos en la corteza o dentro del tejido de las raíces (Agrios, 1969).

Los nematodos del género Pratylenchus son filiformes en todos los estados. Su desarrollo y reproducción es más bien lento y el ciclo de vida se puede completar en 45 o 65 días. Todos los estados, tanto juveniles como adultos, son infectivos y se encuentran en el suelo. En condiciones de sequía puede permanecer en estado de reposo hasta que la condición de humedad se hace normal. El macho es necesario para la reproducción sexual (APS, 1975).

3. Medidas de control: Cualquier tipo de nematicida puede ser efectivo para disminuir poblaciones de Pratylenchus. La rotación con Crotalaria y Tagetes aumentó el rendimiento posterior de la soya y disminuyó la población de Pratylenchus (Yoshii y Varón de Agudelo, 1977).

Existen algunas variedades resistentes a poblaciones específicas: Por ejemplo, Custer, Dyer y Forrest son resistentes a P. scribneri (Thames, 1982).

11.3.5 Otros nematodos

Se registran en otros países diferentes géneros de importancia económica, asociados con soya, como Belonolaimus longicaudatus y B. gracillis (Robbins y Barker, 1971); Hoplolaimus galeatus (Norton y otros, 1971). Trichodorus christie (Phillips y Barker, 1969) y Xiphinema spp. (Rebois, 1978), entre otros.

11.4 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AGRIOS, G.N. 1969. Plant Pathology. Academic Press. New York and London. p. 499-551.
2. BALASUBRAMANIAN, M. 1971. Root nematodes and bacterial nodulation in soybean. Cur Sci 40(3): 69-70.
3. BIRCHFIELD, W. and BRISTER, L.R. 1969. Reaction of soybean varieties to the reniform nematode Rotylenchulus reniformis Plant Dis Rptr 53(12) : 999-1000.
4. BIRD, G.W.; CRAWFORD, J.L.; Mc GLOHON, N.E. 1973. Distribution, frequency of occurrence and population dynamic of Rotylenchulus reniformis in Georgia. Plant Dis Rptr 57(5): 399-401.
5. CORLEY, J.R.; OWENS, H.I.; WESTBROOK, F.; SMITH, H. 1985. Soybean Cyst nematode. Extension Soybean Industry Resource Comittee. Extension Service. USDA Washington. D.C. 23 p.
6. CRITTENDEN, H.W. 1966. Disease rating of twelve soybean varieties in Delaware. Univ of Del Agr Ext Ser Sir 127:4.
7. EPPS, J.M.; HARTWING, E.E. 1972. Reaction of soybean varieties and strains to race 4 of the soybean cyst nematode J.Nematol. 4(4): 222 (Abstract).

8. EPPS, J.M. 1973. Forrest a new nematode-resistant soybean variety
Univ of Tenn Bul. 513:11.
9. GOMEZ, T.J.; MEDINA, C. 1983. Heterodera glycines Ich. en soya
y frijol en el Valle del Cauca, Colombia. Nematropica 3(2):
229-237.
10. IBRAHIM, I.; K.A.; IBRAHIM, I.A.; MASSOUD, S.I. 1972. Induction
of galling and lateral roots on five varieties of soybeans by
M. javanica y M. incognita. Plant Dis Rptr 56(10): 882-884.
11. KINLOCH, R.A. 1972. Evaluation of varietal and nematicidal
combination for the control of Meloidogyne incognita on soybean.
J Nematol 4(4): 228-229 (Abstract).
12. MORGAN, Jones, C.; RODRIGUEZ-KABANA, R.; GOMEZ TOVAR, J. 1984.
Fungi associated with cysts of Heterodera glycines in the Cauca
Valle, Colombia. Nematropica 14(2): 1773-1777.
13. NORTON, D.C.; FREDERICK, L.R.; PONCHILLIA, P.E.; NYHAM, J.W. 1971.
Correlations of nematodes and soil properties in soybeans fields
J Nematol 3(2): 154-162.
14. NORTON, D.C.; VARON DE AGUDELO, F. 1982. Un nematodo atacando soya
en Colombia. Ascolfi Informa 8(6):55.
15. NORTON, D.C.; MORGAN, A.; VARON DE AGUDELO, F. 1983. Heterodera
glycines of soybean in Colombia. Plant Dis 67:1389.
16. PALM, E.W. 1968. The soybean cyst nematodes. Field crops 6(4):
4450-53.
17. PHILLIPS, D.E.; BARKER, K.R. 1969. Responses in growth and yield
of soybeans to several population levels and combinations of
certain nematodes J Nematol 1(1):23 (Abstract).

18. QUINTERO, H.J.; REBELLON, A.; VARON DE AGUDELO, F. 1990. Identificación de especies hospedantes de Heterodera glycines Ich. Raza 3 en el Valle del Cauca. Revista ICA 25(1): 8-14.
19. REBOIS, R.V. 1971. The effect of Rotylenchulus reniformis inoculum levels on yield, nitrogen, potassium, phosphorus, and aminoacids of seed of resistant and susceptible soybean Glycines max. J Nematol 3: 326-327 (Abstract).
20. REBOIS, R.V. 1973. Effect of soil temperature on infectivity and development of Rotylenchulus reniformis on resistant and susceptible soybeans Glycine max. J. Nematol 5(1): 10-13.
21. REBOIS, R.V.; EPPS, J.M.; HARTWIG, E.E. 1970. Correlation of resistance in soybeans to Heterodera glycines and Rotylenchulus reniformis. Phytopathology 60(4): 695-700.
22. REBOIS, R.V. 1978. Nematode occurrences in soybean field in Mississippi and Louisiana. PI. Dis. Rptr. 62(5): 433-437.
23. ROBBINS, R.T.; BARKER, K.R. 1971. Reproductive responses of Belonolaimus longicaudatus to soil type and temperature. J. Nematol 3(4):328 (Abstract).
24. THAMES, W.H. 1982. The genus Pratyenchus In Nematology in the Southern Region of the United States Southern Cooperative Series Bulletin 276: 108-126.
25. THE AMERICAN Phytopathological Society. 1975. Compendium of soybean diseases. (eds) J.B. Sinclair and M.C. Schurthleff University of Illinois, Urbana. p.51.
26. VARON, F.H. 1972. Control de nematodos fitoparásitos por medio de rotación de cultivos. Informe de Labores Programa de Fitopatología. ICA Palmira, s.p.

27. VARON, F.H. 1973. Control de nematodos fitoparásitos por medio de rotación de cultivos. Informe de Labores. Programa de Fitopatología. ICA, Palmira. p. 45-68.
28. VARON DE AGUDELO, F.H.; AGUDELO, O. 1977. Evaluación de variedades y líneas de soya al ataque del nematodo del nudo radical Meloidogyne sp. Informe de Labores. Programa de Fitopatología. ICA, Palmira. 3 p.
29. VARON DE AGUDELO, F.H.; AGUDELO, O. 1978. Evaluación de variedades y líneas de soya al ataque del nematodo del nudo radical Meloidogyne spp. Informe de Labores. Programa de Fitopatología. ICA, Palmira. 4 p.
30. VARON DE AGUDELO, F.H. 1984. Estudios sobre el nematodo quiste de la soya Heterodera glycines Ich. Informe de Labores. Programa de Fitopatología. ICA, Palmira. pp. 12-28.
31. VARON DE AGUDELO, F.H. 1984A. Raza 3 de Heterodera glycines afectando soya en el Valle. Ascolfi Informa 10(6):54.
32. VARON DE AGUDELO, F.H. 1985. Estudios sobre el nematodo quiste de la soya. Informe Anual Programa de Fitopatología. ICA, Palmira. pp. 48-76.
33. VARON DE AGUDELO, F.H. 1985A. Efecto de Heterodera glycines en diferentes materiales de soya bajo condiciones de invernadero. Ascolfi Informa 12(4):28.
34. VARON DE AGUDELO, F.H. 1986. Estudios sobre el nematodo quiste de la soya Heterodera glycines Ich. Informe de Labores. Programa de Fitopatología. ICA, Palmira. pp. 35-54.

35. YOSHII, K. 1977. Reacción de variedades de soya al nematodo del nudo radical Meloidogyne incognita. Fitopatología. 12(1): 35-38.
36. YOSHII, K. y VARON DE AGUDELO, F.H. 1977. Los efectos de Tagetes minuta y Crotalaria spectabilis en la población de nematodos y en el rendimiento posterior de la soya. Fitopatología. 12(1): 15-19.

12. Cylindrocladium scoparium ASOCIADO CON SECAMIENTO Y MUERTE
PREMATURA DE PLANTAS DE SOYA.

Francia Varón de Agudelo *

12.1 INTRODUCCION

El incremento de las enfermedades radicales de la soya en el Valle del Cauca durante los últimos años es un factor limitante de la producción de esta leguminosa, porque no sólo inducen secamiento y muerte de plantas, sino que afectan la producción del cultivo.

El término "maduraviche" o "secaviche" se usa para denominar el secamiento prematuro y muerte de plantas provocados por organismos del suelo que afectan principalmente la raíz y la base del tallo.

En estudios de reconocimiento e identificación de patógenos asociados con pudriciones radicales de la soya se encontraron varios organismos fungosos asociados con síntomas de "maduraviche" o similares a estos, sobresaliendo Cylindrocladium sp. presente en el 63% de las muestras analizadas, Macrophomina sp. en el 36%, Phytophthora sp. y Fusarium sp., con menor frecuencia (Tabla 1) (Varón de Agudelo, 1990).

Macrophomina phaseolina, causante de pudrición carbonosa y Phytophthora sp., causante de la pudrición parda, son microorganismos de común

* I.A., M.Sc. Fitopatología. Programa de Frutales. ICA. A.A. 233. Palmira.

ocurrencia en soya en el Valle del Cauca (Granada y Varón de Agudelo, 1986; Yoshii, 1974).

El hongo Cylindrocladium sp. fue observado por primera vez sobre plantas de soya de la variedad Semi-Valle 89 en la localidad de Ginebra en el año de 1985 (G.A. Granada y F. Marmolejo, información personal); sin embargo su relación patogénica con este cultivo, sólo fue comprobada en 1989 (Varón de Agudelo, 1991).

En el estudio de reconocimiento se encontró que Cylindrocladium sp. se presenta con mayor incidencia en Puerto Tejada, Candelaria, Ginebra y Jamundí y afecta los materiales que se siembran frecuentemente en el Valle como son Soyica P-33, Andréé 23 y Semi-Valle 89 (Varón de Agudelo, 1990, 1990A, 1990B). (Tabla 1).

En la actualidad la enfermedad se extiende a la zona Centro y zona Norte del Valle. La mayor incidencia del "maduraviche" coincide con un mayor daño del nematodo quiste de la soya (Heterodera glycines).

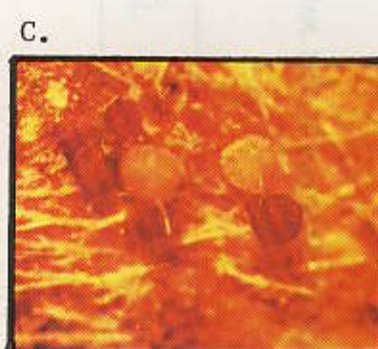
12.2 SINTOMAS

Los síntomas, que en condiciones del Cauca y Valle del Cauca se han asociado con el "maduraviche" o "secaviche" de la soya, son clorosis y necrosis intervenal de las hojas superiores acompañado de secamiento y maduración prematura de las plantas.

A la altura del cuello o la base del tallo se observa una lesión de color rojizo que puede alcanzar unos 10 centímetros desde el nivel del suelo. En un corte longitudinal del tallo se aprecia decoloración y necrosis de haces vasculares internos, y en estados muy severos del tallo se torna hueco.



Síntomas inducidos por Cylindrocladium : a.) Plantas con secamiento prematuro. b.) Clorosis y necrosis intervenal de hojas jóvenes. c.) Lesión rojiza en la base del tallo.



Estructuras reproductivas de Cylindrocladium : A.) Microesclerocios sobresaliendo de la corteza. B.) Conidióforos adheridos a la corteza. C.) Peritecios de Calonectria kytensis; fase perfecta de Cylindrocladium.

TABLA 1. MICROORGANISMOS ASOCIADOS CON MARCHITAMIENTO, SECAMIENTO Y MUERTE DE PLANTAS DE SOYA. 1989.

Localidad	Variedad	<u>Cylindrocladium</u>	<u>Phytophthora</u>	<u>Macrophomina</u>	<u>Fusarium</u>
Puerto Tejada	Soyica	+	+	-	+
Puerto Tejada	Andree'	+	+	-	-
Ginebra	Soyica	+	+	-	-
Ginebra	Soyica	+	-	+	-
Ginebra	Semivalle	+	-	-	-
Ginebra	Semivalle	+	+	+	+
Jamundí	Soyica	+	-	-	+
Candelaria	Soyica	+	-	+	+
Padilla	Andree'	+	-	-	+
Padilla	Andree'	-	+	+	-
Ansermanuevo	Soyica	-	-	+	+
Roldanillo	Desconocida	-	+	+	-
Roldanillo	Desconocida	-	+	+	-
Obando	Semivalle	-	+	+	+
Obando	Valluna	-	-	+	+
Cartago	Semivalle	-	+	-	-
Total		57/81*	17/91	25/69	8/44
Porcentaje de frecuencia en aislamientos y/o cámara húmeda		63	19	36	18

* Número de muestras positivas versus muestras analizadas.

Las puntas y parte de las raíces se notan necrosadas y decoloradas. Los síntomas en el follaje se hacen visibles en la etapa de formación de vaina o llenado de grano (R4 y R5). En infecciones tardías el grano se forma normalmente, pero las plantas maduran más rápido que las sanas.

En las plántulas los síntomas son similares en el cuello o base del tallo. se presenta necrosis o decoloración rojiza de raíces jóvenes y algunas veces mueren después de la emergencia. Cuando el patógeno afecta las hojas éstas muestran manchas acuosas, con tejido necrosado y rodeado de halo clorótico.

En el envés las nervaduras presentan zonas necrosadas y decoloradas con leve deformación. Estos síntomas se pueden observar en pecíolos y tallos jóvenes (Varón de Agudelo, 1991).

Almeida y Bolkan (1981) indican que plantas de soya inoculadas con diferentes especies de Cylindrocladium manifiestan lesiones necróticas oscuras e irregulares en la región del cuello y raíces secundarias.

Con alguna frecuencia observaron muerte de plántulas en pre y post-emergencia y pudrición total de raíces.

12.3 AGENTE CAUSAL

Las pruebas de patogenicidad realizadas con varios aislamientos de Cylindrocladium sp. en plantas de soya permitieron asociar el patógeno aislado con la enfermedad denominada "maduraviche" o "secaviche" de la soya.

La especie fue identificada por el Dr. Andreas Von Thiedemann (Universidad de Gottingen, Alemania), como Cylindrocladium scoparium Morgan y el estado perfecto Calonectria sp.

C. scoparium es un hongo de amplia distribución en el mundo. Es una de las especies más patogénicas y polífagas en su género y puede causar "damping off", pudrición de raíces de plántulas y plantas adultas, añublos y manchas de hoja a un amplio rango de hospedantes tales como árboles forestales (coníferas), leguminosas, consideradas por Bugbee (1962) como las más susceptibles; remolacha, frambuesa y sandía, entre otros.

En el medio de cultivo PDA el hongo inicialmente presenta un micelio aéreo esponjoso de color claro, el cual se deprime posteriormente y se torna oscuro y tiñe el medio de cultivo de color café o café rojizo. Posteriormente se desarrolla radialmente con zonas concéntricas bien demarcadas debido a la formación de microesclerocios, que se originan a partir de células similares a Clamidosporas (Varón de Agudelo, 1991).

En la mayoría de los aislamientos se observa esporulación del hongo en PDA y producción de conidióforos hialinos adheridos al sustrato. Los conidióforos con división dicotómica, salen de un eje central con una hifa larga y estéril que presenta la punta globosa característica que permite reconocer fácilmente al hongo.

Las conidias son hialinas, alargadas y cilíndricas con extremos redondeados y una o dos células con un diámetro promedio de 5.8 micras y una longitud de 63.16 micras, siendo más estrechas en la base y más anchas en el ápice (Varón de Agudelo, 1991).

En el medio de cultivo PDA Calonectria sp. presenta un micelio aéreo de color crema y tiñe el medio de café; al cabo de 8 días se forman los peritecios de color rojizo, en grupos o aislados, localizados en el micelio aéreo o en la superficie del medio. Las ascas y ascosporas se producen embebidas en un líquido cremoso (Varón de Agudelo, 1991).

El hongo es un microorganismo del suelo y los microesclerocios son los principales responsables de la supervivencia, dispersión e infección de las plantas. Los microesclerocios sobreviven en el suelo desde unas

pocas semanas hasta varios años (Hwang and Ko, 1976). La temperatura para el crecimiento micelial es de 25 a 30 grados centígrados. La producción y germinación de las conidias requieren de alta humedad.

De acuerdo con las observaciones de campo el desarrollo de la enfermedad es favorecido por períodos de lluvia abundante y períodos cortos de sequía. En algunas localidades con suelos pesados y nivel freático alto el disturbio ha sido muy severo.

El hongo puede ser diseminado por el equipo o maquinaria utilizada en la preparación de suelos infectados y por el agua de drenajes (Krigsvold et al, 1977).

Rowe et al (1974) han demostrado la posible importancia de la diseminación aérea de los microesclerocios de C. crotalariae durante la cosecha por la dispersión de los residuos contaminados.

12.4 SIGNOS PARA DIAGNOSTICO

En tejido afectado colocado en cámara húmeda se observa abundante formación de conidióforos adheridos a la corteza y microesclerocios de color café rojizo, primero embebidos en la epidermis y luego sobresalientes, los cuales germinan rápidamente en presencia de alta humedad, originando nuevamente conidióforos.

Los microesclerocios se detectan entre 8 y 15 días después de que el tejido es colocado en cámara húmeda.

Hwang y Ko (1976) registran formación de microesclerocios en plantas de papaya, 3 semanas después de la inoculación con C. crotalariae e indican que son de color café oscuro, compuestos de pequeñas células redondeadas, con paredes delgadas, fácilmente diferenciables de los peritecios de Calonectria crotalariae (estado perfecto) los cuales son

de color naranja a rojo, compuestos por células grandes de pared delgada y en forma irregular (Varón de Agudelo, 1991).

Tres semanas después de colocar el tejido afectado en cámara húmeda se forman peritecios del estado perfecto Calonectria sp. sobre la corteza de tallos y raíces. Los peritecios globosos u ovalados de color café rojizo, rojo o anaranjado solamente se presentan en condiciones de alta humedad. También pueden ser observados en el campo en el cuello de las plantas afectadas (Varón de Agudelo, 1991).

Bell y Sobers (1966) registran igualmente la producción de peritecios rojos de C. crotalariae, en tejido afectado y los utilizan como un signo de diagnóstico de la enfermedad.

12.5 MANEJO DEL "MADURAVICHE" O "SECAVICHE"

El manejo del maduraviche al igual que el de cualquier patógeno radicular tiene como objetivo principal reducir la incidencia en condiciones de campo, ya que la erradicación del suelo es muy difícil. Dado que el suelo y los residuos adheridos a la semilla pueden ser portadores de microesclerocios de Cylindrocladium, es recomendable utilizar semilla sana, certificada y ojalá obtenida en lotes donde no esté presente el patógeno.

Antes de la siembra la semilla se debe tratar con fungicidas como Captan o Carboxin que protegen las plántulas en los primeros estados de desarrollo; con este tratamiento se pretende demorar la infección del patógeno.

Como los microesclerocios de Cylindrocladium scoparium pueden sobrevivir en residuos de cosecha y en el suelo, se requieren rotaciones largas (dos o tres años) con cultivos no susceptibles como algodón y gramíneas; no es recomendable usar otras leguminosas como frijol, caupí o maní (Phipps and Beute, 1979).

Según Hunter and Barnett (1976), la relación C/N determina la producción de microesclerocios, si esta aumenta hay mayor formación, por tanto recomienda aplicaciones nitrogenadas las cuales podrían bajar la relación C/N, con producción de micelio y pocos microesclerocios.

Como Cylindrocladium y otros hongos del suelo tienen estructuras de resistencia que sobreviven por largo tiempo en el suelo, la práctica de preparación del suelo con aradas y rastrilladas sucesivas permite exposición al sol de estas estructuras para disminuir viabilidad.

En lotes problema con nivel freático alto se deben implementar drenajes para evitar encharcamientos que favorecen la germinación de las estructuras del hongo.

Cylindrocladium scoparium fue vinculado por diferentes métodos a las variedades Soyica P-33, Semi-Valle 89 e ICA Tunía, las cuales fueron susceptibles a todos los aislamientos colectados en el Valle del Cauca (Tabla 2) (Varón de Agudelo, 1991).

En la actualidad no existen variedades resistentes a este patógeno, sin embargo se siguen evaluando los materiales con el fin de buscar en el germoplasma fuentes de resistencia.

La susceptibilidad de la soya a diferentes especies de Cylindrocladium sp. ha sido demostrada por varios investigadores. Sobers y Littrell (1974) indican que las variedades de soya Bragg y Hampton crecidas en suelo infestado con C. crotalariae presentaron reducción y decoloración severa del sistema radical con ennegrecimiento del cuello, mientras que C. scoparium y C. floridanum decoloraron las raíces levemente y la reducción del sistema radical no fue tan severa como con C. crotalariae.

Rowe y otros (1974), realizaron tratamientos con diferentes fungicidas aplicados en presembrado al suelo y encontraron que los mejores controles lo ofrecieron los productos biocidas especialmente ácido de sodio (Na N_3).

TABLA 2. PORCENTAJE DE INFECCION E INDICE DE DAÑO OBTENIDOS EN VARIETADES DE SOYA INOCULADAS CON DIFERENTES AISLAMIENTOS DE Cylindrocladium sp.

Aislamiento	Soyica P-33	Semi-Valle 89	ICA Tunia	Porcentaje Infección	Indice de daño	de 3/
Punción Cuello						
10-3	6/6	2/4	4/4	86	2.4	
10-8	-	2/2	3/4	83	2.5	
12-1	7/13	4/14	3/5	44	2.5	
12-3	8/8	3/4	12/14	80	2.2	
13-6	-	8/8	4/4	100	1.3	
15-3	-	3/3	2/4	71	2.2	
17	-	9/10	3/5	80	1.0	
18-3	-	6/8	-	75	2.0	
Inoculación al Suelo						
10-3	<u>1/</u>	0/5	-	0	0	
12-1	-	1/5	-	20	0.6	
12-3	-	2/5	-	40	1.2	
13-6	-	0/5	-	0		
15-3	-	2/5	-	40	1.2	
17	-	0/5	-	0		
18/3	-	4/5	-	80	2.4	
Inoculación al Suelo						
12-1	<u>2/</u>	4/35	-	11	1.2	
10-3	8/15	-	-	53	2.4	
17	6/10	-	-	60	1.8	
Incisión al Tallo						
10-3	-	4/7	-	57	2.6	
10-8	-	4/7	-	57	1.7	
12-1	-	7/8	-	88	2.9	
12-3	-	3/5	-	60	2.6	
13-6	-	6/9	-	67	2.7	
15-3	-	8/6	-	0	0	
17	-	6/8	-	75	2.8	
18-3	-	7/9	-	78	2.8	
Inoculación Foliar						
12-1	-	1/6	-	16	1.0	
12-3	-	4/4	-	100	2.0	
13-6	-	6/6	-	100	1.5	
17	-	8/8	-	100	1.1	
20	-	8/8	-	100	2.4	

1/ Inoculación al Suelo a plantas de 15 días de edad.

2/ Inoculación al Suelo al momento de la siembra. Hubo muerte de plántulas en post-emergencia.

3/ Escala de daño (0= Sin síntomas; 5= Plantas con secamiento).

Estos productos son costosos y tienen limitaciones para ser usados en grandes extensiones porque pueden afectar otros microorganismos benéficos como micorrizas y bacterias nitrificantes.

Por último, es recomendable tener cuidado con el movimiento de la maquinaria y el equipo de labranza que pueden diseminar el patógeno de suelos infestados a suelos libres de Cylindrocladium.

Krigsvold y otros (1977) estudiaron la importancia del movimiento de la maquinaria, el drenaje natural de agua en la diseminación del hongo en campos de soya y maní infestados, colectando suelo del equipo utilizado en la preparación y encontraron que el 88% de las muestras analizadas contenían microesclerocios de Cylindrocladium.

El incremento del maduraviche en el Valle del Cauca en los últimos años es alarmante y sino se toman las medidas de manejo adecuados, en un futuro estos lotes no podrán ser cultivados con soya.

12.6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALMEIDA, O.C.; BOLKAN, H.A. 1981. Patogenicidade de quatro especies de Cylindrocladium em Amendoim, Soja, Eucalipto e tubérculos de batata. Fitopatologia Brasileira 6(2): 237-244.
2. BELL, D.K.; SOBERS, E.K. 1966. A peg, pod, and root necrosis of peanuts caused by a species of Calonectria Phytopathology 56: 1361-1364.
3. BUGBEE, W.M. 1962. Host range and bioassay of field soil for Cylindrocladium scoparium Phytopathology 52:726.
4. GRANADA, C.A.; VARON DE AGUDELO, F. 1986. Pudrición con Phytophthora en soya. Revista ASIAVA. 19:17-18.

10. ROWE, R.C.; BEUTE, M.K.; WELLS, J.C. and WYNNE, J.C. 1974. Incidence and control of Cylindrocladium black root of peanuts in North Carolina during 1973. *Plant Disease Report* 58: 348-352.
11. SILVA REIS, M. 1968. Pathological histology of Cylindrocladium scoparium. *Fitopatología* 3(1-2): 48-52.
12. SOBERS, E.K.; LITTRELL, R.H. 1974. Pathogenicity of three species of Cylindrocladium sp. to select hosts. *Plant Disease Reporter* 58(11): 1017-1019.
13. VARON DE AGUDELO, F.H. 1991. Cylindrocladium scoparium asociado con secamiento y muerte prematura de plantas de soya. *Fitopatología Colombiana* 15(1): 2-8.
14. VARON DE AGUDELO, F.H. 1990. Cylindrocladium sp. asociado con secamiento y muerte prematura de plantas de soya. En: XI Congreso Ascolfi. Ibagué 6, 7 y 8 de junio. p. 15 (Resumen).
15. HUNTER, B.B.; BARNETT, H.L. 1976. Production of Microsclerotia by species of Cylindrocladium. *Phytopathology* 66: 777-780.
16. HWANG, S.C.; KO, W.H. 1976. Biology of conidia, ascospores and microesclerotia of Calonectria crotalariae in soil. *Phytopathology* 66(1): 51-54.
17. KRIGSVOLD, D.T.; GARREN; GRIFFIN, G. 1977. Importance of peanut field cultivation and soybean cropping in the spread of Cylindrocladium crotalariae with in and among peanut fields. *Plant Disease Reporter* 61(6): 493-499.
18. NISHIJIMA, Wit; ARAGAKI, M. 1973. Pathogenicity and further characterization of Calonectria crotalariae causing collar rot of papaya. *Phytopathology* 63: 553-558.

19. PHIPPS, P.M.; BEUTE, M.K. 1979. Population dynamics of Cylindrocladium crotalariae microsclerotia in naturally infested soil. *Phytopathology* 69: 240-243.
20. VARON DE AGUDELO, F.H. 1990A. Patógenos asociados con problemas radiculares en soya. Programa Fitopatología, ICA. Seminario Soya. Marzo 7, El Cerrito. 9 p.
21. VARON DE AGUDELO, F.H. 1990B. Organismos fungosos asociados con pudriciones radiculares en soya. La soya en la Agroindustria 30 años. ASIAVA-ICA. p. 66-73.
22. YOSHII, K. 1974. La pudrición carbonosa de la soya (Glycine max) en el Valle del Cauca. Informe de labores Fitopatología ICA. Palmira. p. 12-23.

13. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA SEMILLA DE SOYA

Carlos Gómez Beltrán *
Orlando Agudelo D.

Para las especies que se reproducen por semilla, ésta constituye el mecanismo de reproducción y supervivencia, señalándolo como un ente vivo, delicado y expuesto a factores favorables y desfavorables del medio ambiente, lo cual hace que se afecte su viabilidad en menor o mayor grado, bajo las posteriores condiciones de almacenamiento. Las semillas viables vigorosas permiten el establecimiento de cultivos uniformes bien desarrollados, pero factores desfavorables en condiciones climáticas antes y después de la cosecha como sequía, exceso de lluvia, cultivos mal recolectados, secamiento inadecuado, abuso mecánico en el acondicionamiento y demasiado manipuleo de la semilla contribuyen a una rápida pérdida de vigor y de la viabilidad.

13.1 ESTRUCTURA DE LA SEMILLA

La semilla de soya corresponde típicamente a una dicotiledónea epígea, cuya forma va desde redonda a alargada, a ligeramente aplanada con un hilum lineal u oval con presencia o no de color. Al final del hilum se encuentra el micropilo formado por los integumentos durante el desarrollo de la semilla; en la parte contraria está el rafe que se extiende a la chalaza, punto en el cual los integumentos se unieron al óvulo.

* Respectivamente I.A. M.Sc. Programa Certificación de Semillas y Sección Oleaginosas. C.I. Palmira. A.A. 233. 1990.

La cutícula tiene tres capas constitutivas epidermis, hipodermis y parénquima interior, formadas de células elongadas y perpendiculares a la superficie de la semilla. Se conoce que las quitinizadas células de empalizada son impermeables, por eso el principal camino de intercambio de gases lo constituye el hilum que tiene efecto sobre el metabolismo y contenido de humedad del embrión. El color de la semilla puede ir de negro, café, crema o verde; este último considerado como un color retenido en la semilla genéticamente.

Dentro de la testa se encuentran protegidos los dos cotiledones y dentro de ellos el embrión, con su radícula y la plúmula, el cual dará origen a una nueva planta. En las leguminosas el eje embrional está ubicado en un extremo de la semilla siendo por tanto muy susceptible a daños mecánicos.

13.2 DESARROLLO DE LA SEMILLA DE SOYA

Después de la fecundación y durante el desarrollo del óvulo están presentes dos fases: La primera, caracterizada por alto contenido de agua con síntesis de azúcares simples, nucleótidos, aminoácidos simples y alta síntesis de proteína. La segunda, por la acumulación de proteínas de almacenamiento, almidones, ácidos grasos, alcaloides que serán utilizados por la simiente durante el proceso de germinación.

Después de 6 a 7 días de la fertilización, se inicia la formación de los cotiledones, pero antes de esos se forma el embrión. Cerca de los 10 a 12 días los sistemas de tejido del hipocotilo se han formado así como los inicios de la radícula, estando ambos limitados a un área muy pequeña dentro de la semilla. A los 14 días el epicotilo forma los primordios de las hojas primarias, alargándose hasta los 30 días; en este tiempo se forma el primordio de la primera hoja trifoliada, la cual solo asume su crecimiento durante el proceso de la germinación. Sobre los 15 a 18 días el cotiledón crece y forma lípidos, plásticos y

mitocondrias; a los 31 días estos alcanzan su máximo tamaño, iniciando de allí en adelante la disminución en peso.

La máxima longitud de la vaina se logra cerca de 20 a 25 días después de la floración, el máximo grosor y ancho a los 30 días, que corresponde al máximo tamaño de la semilla. A medida que la semilla empieza a perder humedad cambia de forma elongada a oval o esférica, característica de la semilla madura. (Carlson, 1976).

En la biosíntesis de los lípidos se ha encontrado que 40 días después de la floración el porcentaje de aceite en la semilla está alrededor del 10% y que los ácidos oleico, linoleico, linolénico, palmítico y estearico ya tienen su valor constante. Sin embargo la síntesis de ellos es variable, por ejemplo a los 24 días después de la floración el ácido linolénico llega a 23% y decrece a 6% a los 62 días, al mismo tiempo el ácido linoleico llega a 39% incrementándose a 55% a los 62 días. El ácido oleico presenta 21% y decrece a 16%. En tanto la fracción palmítico más estearico suben de 13% a 18% a los 62 días después de la floración. Esto indica que la composición del aceite debe ser lograda a través de ratas diferenciales de síntesis de varios ácidos grasos. (Ogren and Rime, 1976).

13.3 EL PROCESO DE GERMINACION

Según Miranda (1984) una semilla madura y seca se encuentra en estado de reposo y con un nivel de actividad metabólica muy baja. A fin de que abandone este estado se le debe proveer de las adecuadas condiciones de humedad, aireación y temperatura que estimulen el crecimiento. Esta inducción conlleva a la semilla para que atraviese una serie de procesos complejos que van desde la activación hasta que la planta se torna independiente (autotrófica).

El proceso de absorción de humedad es físico-químico requiriendo temperatura adecuada, el proceso es más rápido a alta temperatura. Sin embargo Colby (1963), indica que el exceso de humedad puede provocar restricciones en la respiración y detener la germinación, causando la pérdida de pelos radiculares o producción de plántulas transparentes o vidriosas.

A medida que el agua aumenta en la planta, las reservas alimenticias complejas (carbohidratos, lípidos y proteínas) se tornan en movilizables y solubles, llegando a las zonas metabólicamente activas del embrión con posterior oxidación de los mismos y suministrando la energía necesaria para el crecimiento y la diferenciación. Normalmente la división celular empieza 24 horas después de haber comenzado la absorción de agua.

Delouche (1964), indica que un pequeño porcentaje de semillas de soya es capaz de germinar a los 38 días después de la antesis, aumentando la germinación hasta un máximo que precede el inicio de la maduración. El vigor de la semilla es máximo cuando la semilla alcanza el máximo peso seco.

Miranda en 1984, señala que en la madurez fisiológica convergen el máximo peso seco, vigor y viabilidad de la semilla y que tiene una crucial importancia para la planificación del control de calidad de la semilla. En consecuencia los productores de semilla deberán cosechar el grano lo más cerca posible de la madurez fisiológica, para evitar pérdidas de viabilidad o vigor. Delouche (1960), anota que una vez que la semilla alcanza su madurez fisiológica a partir de aquí, las semillas solamente empiezan a decrecer en calidad.

En la Figura 1 se observan las variables de humedad de la semilla, longitud, peso seco y germinación de la misma a partir de la antesis para las condiciones de Estados Unidos. En ella se ve que la germinación empieza a ascender a partir de los 35 días, obteniéndose el máximo a

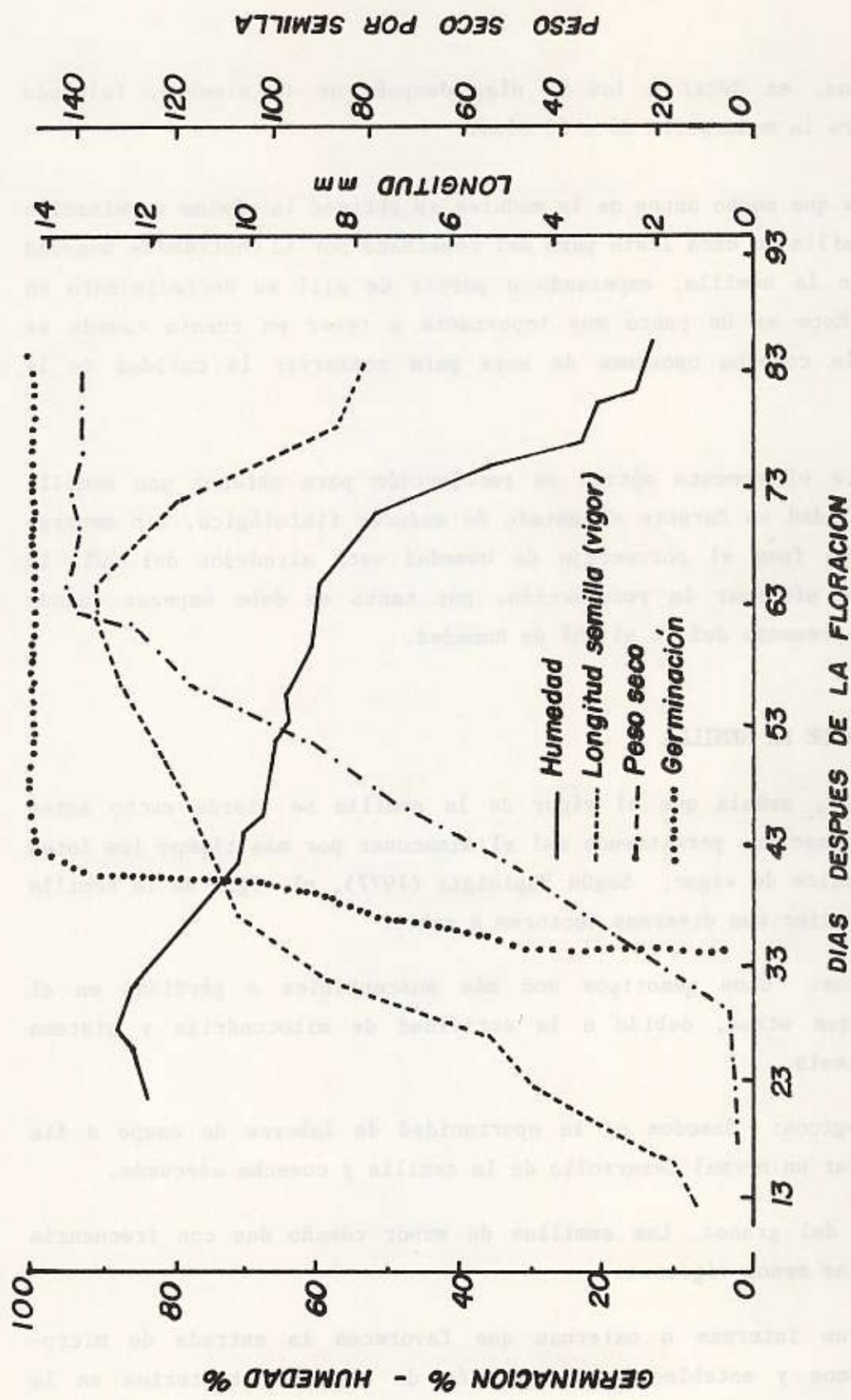


FIGURA. 1. Efecto de la maduración en algunos componentes de la semilla (Var Lee) (Andrews, 1964)

los 43 días, es decir a los 93 días después de la siembra, faltando todavía para la maduración 20 a 25 días.

Esto indica que mucho antes de la madurez se obtiene la máxima germinación pero la semilla no está lista para ser cosechada por la cantidad de humedad presente en la semilla, empezando a partir de allí su decrecimiento en calidad. Este es un punto muy importante a tener en cuenta cuando se hable de la cosecha oportuna de soya para conservar la calidad de la semilla.

Teóricamente el momento óptimo de recolección para obtener una semilla de alta calidad es durante el estado de madurez fisiológica, sin embargo durante esta fase el porcentaje de humedad está alrededor del 40%, lo cual impide efectuar la recolección, por tanto se debe empezar cuando la semilla presente del 14 al 16% de humedad.

13.4 VIGOR DE LA SEMILLA

Scott (1975), señala que el vigor de la semilla se pierde mucho antes que la germinación, permitiendo así el almacenar por más tiempo los lotes de mayor índice de vigor. Según Popinigis (1977), el vigor de la semilla se puede asociar con diversos factores a saber:

- a. Genéticos: Unos genotipos son más susceptibles a pérdidas en el vigor que otros, debido a la actividad de mitocondrias y sistema de síntesis.
- b. Fisiológicos: Basados en la oportunidad de labores de campo a fin de lograr un normal desarrollo de la semilla y cosecha adecuada.
- c. Tamaño del grano: Las semillas de menor tamaño dan con frecuencia plántulas menos vigorosas.
- d. Fracturas internas o externas que favorecen la entrada de microorganismos y establecen la población de hongos y bacterias en la

semilla que pueden diseminarse bajo condiciones favorables y afectar el vigor.

13.5 VIABILIDAD DE LA SEMILLA

La soya se deteriora muy rápidamente bajo largo almacenamiento en los trópicos, debido principalmente a alta temperatura (más de 30°C) y alta humedad relativa (más del 80%). La inestabilidad de los ácidos grasos producen un enranciamiento rápido bajo tales condiciones, afecta el vigor de la semilla en pocos días. El alto porcentaje de ácido linolénico (hasta 9%) parece responsable de este daño. La rápida deterioración afecta a las compañías que benefician semillas certificadas donde un inadecuado almacenamiento puede ocasionar pérdidas de grandes existencias de semilla. El término viabilidad determina el tiempo que una semilla puede ser almacenada en condiciones favorables con menor pérdida de su vigor.

La deterioración de la semilla empieza cuando la planta alcanza la madurez fisiológica en el campo. Durante este estado el contenido de humedad está cerca del 30%. En este momento variaciones de humedad relativa combinadas con altas temperaturas pueden ocasionar arrugamientos de la cutícula y ennegrecimientos (quemazón) de la misma. Las áreas necróticas aumentan en tamaño y profundidad dentro de la semilla y cuando ocurren cerca del embrión, la germinación se pierde rápidamente. Si la semilla es sometida a hidratación y deshidratación ambiental sucede seguidamente el fenómeno mencionado acarreado consigo la pérdida de viabilidad de la semilla. La semilla de soya cosechada, tan pronto la variedad lo permita, es importante para evitar la deterioración de la misma en programas de producción de semilla certificada.

Las características de semilla dura (cutícula impermeable) es un tipo de dormancia que resulta de una permeabilidad reducida de la cutícula en cultivares silvestres. El uso de este tipo de semilla puede reducir

la pérdida de vigor u ofrecer una ventaja contra la deterioración por largo almacenamiento. El ICA trabajando con variedades procedentes del Oriente Asiático, ha logrado, en condiciones de la Costa y Palmira, conservar la viabilidad y el vigor de la semilla hasta por 8 meses y más de un año respectivamente, basados en la tolerancia a este fenómeno; dentro de ellos se destacan los cultivares MTD-10, TGM-737p, PR 83, PM 78-6-5-13 y TGX 252-71-C, los cuales presentaron germinaciones de más del 50% en el período mencionado y debido a ello están siendo hibridados ampliamente para seleccionar los materiales adecuados a ambientes con alta temperatura y alta humedad relativa.

13.6 CALIDAD DE LA SEMILLA

La calidad de la semilla se define como un nivel o grado de excelencia debido a la integración de componentes genéticos, fisiológicos y sanitarios que permiten originar plantas de alta productividad (Andrews). La calidad de la semilla presenta criterios como su apariencia externa, uniformidad, pureza, sanidad, capacidad de germinación, vigor y presencia de agentes contaminantes.

13.7 FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD

La calidad de la semilla está influenciada por las condiciones en que se desarrolle el cultivo, prácticas culturales durante el establecimiento y desarrollo del mismo, como preparación del suelo, riego, fertilización, densidad de población, control de malezas, de plagas y de enfermedades, época de cosecha y control de la misma, y almacenamiento (Garay, 1980). En general las primeras se dan correctamente, pero las dos últimas cosechas y almacenamiento hacen que la semilla pierda rápidamente su valor.

13.8 DETERIORO DE LA SEMILLA

El deterioro de la semilla es un proceso natural con cambios fisiológicos, bioquímicos y físicos a lo largo del tiempo. Delouche (1968) indica este proceso como progresivo, irreversible e inexorable.

La velocidad de deterioro está fuertemente influenciada por factores genéticos, historia del manejo del campo, condiciones ambientales, cosecha y almacenamiento. Todas estas condiciones traen como consecuencia una rápida pérdida de viabilidad. La rata de deterioro varía entre cultivares y entre lotes de semilla cosechados. El deterioro y el vigor de la semilla se relacionan inversamente, a mayor deterioro menor vigor.

Los cambios que ocurren en la semilla son los siguientes:

1. Degradación de las membranas celulares.
2. Alteración del proceso de respiración y biosíntesis.
3. Disminución de la rata de germinación.
4. Decrecimiento de la rata de crecimiento y desarrollo de la plántula.
5. Disminución de la resistencia de la planta a efectos desfavorables del ambiente.
6. Reducción de la emergencia de plántulas en el campo.
7. Incremento de plántulas anormales.
8. Muerte de la semilla o sea la última fase.

13.8.1 Teorías sobre el deterioro:

1. Agotamiento de las reservas a nivel local con baja humedad que hace que el embrión agote las reservas propias porque en la respiración han sido consumidos dos tercios de los tejidos de reserva. Harrington (citado por Popinigis).
2. Coagulación del protoplasma, cuando por el almacenamiento a través del tiempo de las moléculas proteicas en las cuales el protoplasma vivo se desintegra y la semilla seca retiene su estructura molecular sin formar moléculas activas al absorber agua (Popinigis).

- .3. Inactivación de la enzima hidrogenasa por disminución de la actividad respiratoria. En esto se basa la prueba de Tetrazolio.
- .4. Presencia de ácidos grasos. Las semillas que contienen mayor cantidad de ácidos grasos pierden más rápido su viabilidad que otras semillas. En soya el ácido linolénico parece responsable del enranciamiento de la soya, bajando su germinación rápidamente.
- .5. Daños mecánicos. Producidos desde el manejo en el campo, durante el acondicionamiento y manipuleo hasta su siembra. Esto dá como resultado semillas rajadas, fisuradas, lastimadas, cortadas o interiormente estropeadas. Estos daños que repercuten en la calidad son considerados bastante serios. Según Andrews (SF), Delouche (1964), la germinación no se afecta inmediatamente, pero sí su vigor y las fisuras facilitan rápidamente el ataque de hongos y bacterias. Por ejemplo las plántulas con plúmula no desarrollada puede llegar al 50% de la población en consecuencia del daño mecánico.

13.9 ENFERMEDADES QUE AFECTAN LA CALIDAD

La semilla de soya es portadora del virus del Mosaico común, del virus de la mancha de anillo del tabajo y del virus rayado, los cuales son sistémicos y probablemente se establecen durante el desarrollo de la semilla a través del sistema vascular.

Los hongos afectan la semilla a través de varios mecanismos, algunos por daños de crisomélidos en las hojas como Alternaria; antes de floración la Cercospora kikuchii (de semilla) y/o directamente penetran a vainas y semillas Alternaria, Cercospora kikuchii, Cercospora sojina, Colletotricum, Dioportha, Septoria, Phomopsis. Existe una penetración indirecta de Fusarium y Peronospora.

Las bacterias son también llevadas en la semilla en especial Pseudomonas y Xanthomonas campestris y penetran por el hilum o el micropilo o por heridas de la vaina o la semilla.

En general la infección en la semilla puede ocurrir sistemáticamente a través del sistema vascular o indirectamente a través del micropilo, poro o cubierta de la semilla y la infección puede resultar por más de un proceso de los descritos y afectar considerablemente la semilla. (Sinclair, 1989).

13.9.1 Selección de Genotipos por Calidad de Semilla

El mejoramiento para la calidad de semilla se puede hacer, anticipando la cosecha después de la madurez fisiológica en el campo, sometiendo los genotipos a estrés y realizando después exámenes de vigor, germinación y no existencia de patógenos en la semilla a fin de descubrir los genotipos que responden a este tratamiento sin deteriorarse la semilla bajo el largo almacenamiento.

13.10 EFECTO DE LA CANTIDAD DE AGUA EN EL ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA

En la Tabla 1, se indica como el vigor de la semilla de soya se ve rápidamente reducido al ser cosechado bajo condiciones de poca precipitación. La variedad SOYICA P.31 de semilla pequeña, bajo niveles de agua de 300 milímetros bajó a los dos meses de almacenamiento por debajo del 87% en el vigor y a los cuatro meses por debajo de 84%; mientras la línea L-121 determina y de semilla grande presenta a los dos meses 92%, pero cae drásticamente al 76% a los 4 meses y aún con condiciones de buena agua cae por debajo del 80%. Esto probablemente nos indica que las variedades de semilla grande son más exigentes en condiciones de campo para ser consideradas para almacenamiento por un mayor tiempo. Además que un semestre con poca agua puede presentar semillas de mala calidad para el siguiente semestre de siembra.

TABLA 1. CANTIDAD DE AGUA APLICADA EN DOS VARIETADES DE SOYA Y SU EFECTO SOBRE EL VIGOR A TRAVES DEL ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA. PALMIRA, 1988.

Nivel de riego (m.m.)	Agua Total (m.m.)	Soyica P-31			L 121		
		Cosecha	2 meses	4 meses	Cosecha	2 meses	4 meses
1	476	98 a	95 a	95 a	97 a	90 a	80 a
2	433	96 a	95 a	92 a	97 a	92 a	79 a
3	375	97 a	96 a	91 a	94 b	93 a	76 a
4	294	95 a	87 b	84 b	96 a	92 a	76 a
5	258	95 a	82 c	74 c	96 a	84 b	74 b
6	255	95 a	82 c	78 c	90 c	77 c	74 b

Tomado de Victoria y Rojas (1988).

13.11 EFECTO DE LA EPOCA DE LA COSECHA EN LA GERMINACION DE LA SEMILLA

La cosecha tardía de la soya después que la semilla alcanza la madurez fisiológica afecta considerablemente la germinación y el vigor de la misma. Cuatro variedades de SOYICA P-33, SOYICA P-32, ICA TUNIA y SOYICA ARIARI-1 fueron sometidas a cinco épocas de cosecha diferentes, con la finalidad de observar las pérdidas en germinación a través del almacenamiento. (Muñoz y otros, 1990). La cosecha se hizo manualmente, la primera en madurez fisiológica, la segunda a los siete días, la tercera a los catorce días, la cuarta a los 21 días y quinta a los 28 días, después de madurez fisiológica. Las variedades se almacenaron bajo condiciones naturales de bodega; la segunda cosecha representó los mejores porcentajes de germinación, disminuyendo a medida que se cosechó más tarde. Cuando las variedades se cosecharon tarde (más de quince días después de la madurez fisiológica) a los cuatro meses de almacenamiento, ya habían bajado por debajo del 80% de germinación, lo cual inhabilita las exigencias como semilla para siembra. Así mismo las variedades cosechadas a los 14 y 21 días sólo duraron cuatro meses bajo el almacenamiento perdiendo su condición de semilla y peor aún la última que a los dos meses de almacenamiento estaba por debajo del 80% de germinación (Figura 2).

En la Figura 3, se observa diferencialmente el comportamiento de las variedades a través del almacenamiento. Los cultivares SOYICA P-33, SOYICA P-32 y ARIARI-1 a partir de los 5 meses de almacenamiento bajan por debajo del 80% de germinación, aunque la variedad ICA TUNIA a los 8 meses de almacenamiento todavía se conservaba con excelente germinación. Esto explica el porqué algunas variedades pierden rápidamente su germinación de cosecha a la siembra del semestre siguiente en escasos cuatro meses. También es importante cuantificar las variedades bajo el largo almacenamiento para liberar cultivares con alta calidad de semilla.

Dos variedades fueron sometidas a germinación bajo dos condiciones; primero cosechada a máquina sin acondicionar y segunda después de pasar

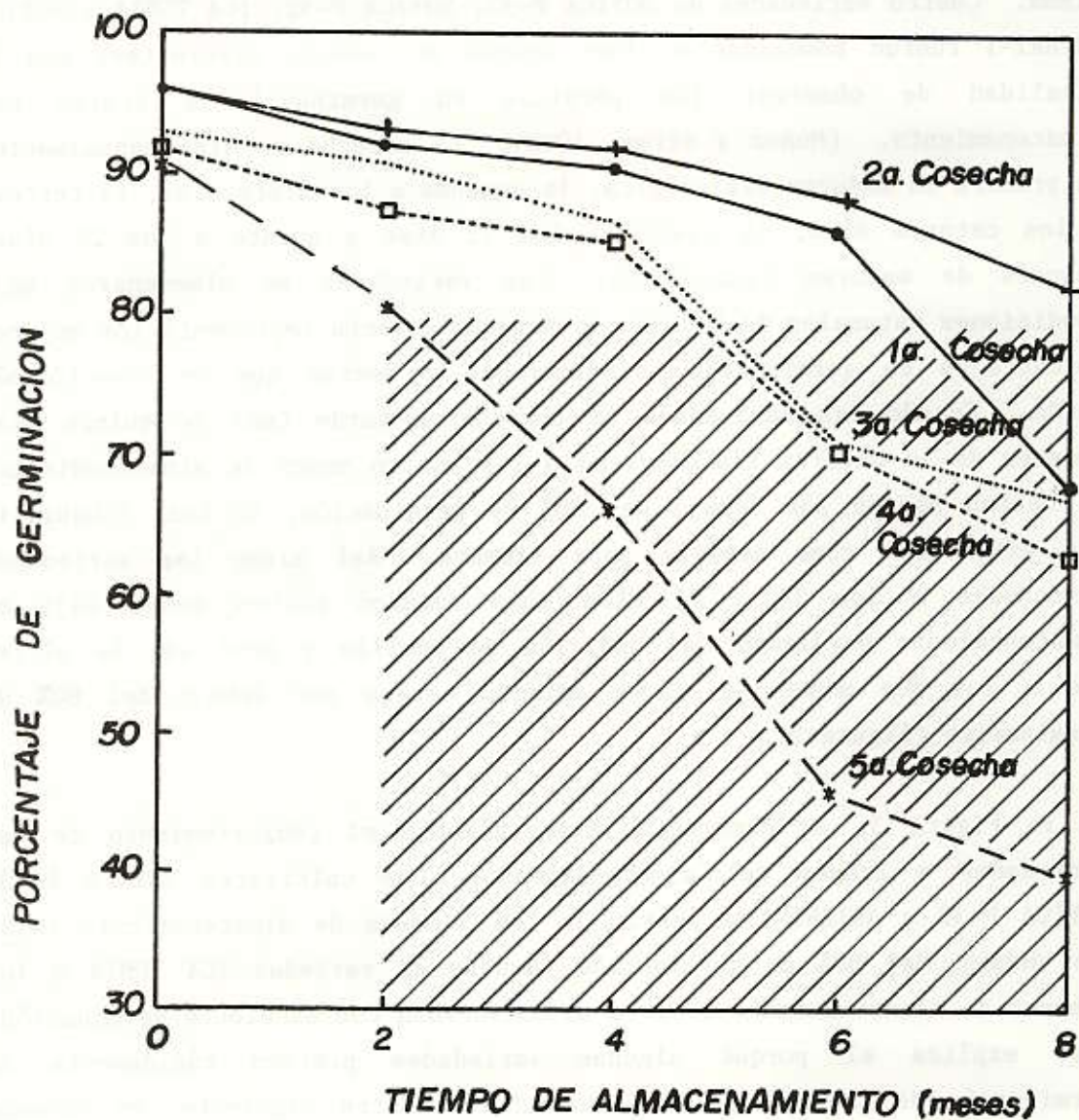


FIGURA 2. PORCENTAJE DE GERMINACION PROMEDIA DE LAS VARIEDADES CON SEMILLA DE DIFERENTES EPOCAS DE COSECHA DURANTE EL ALMACENAMIENTO.

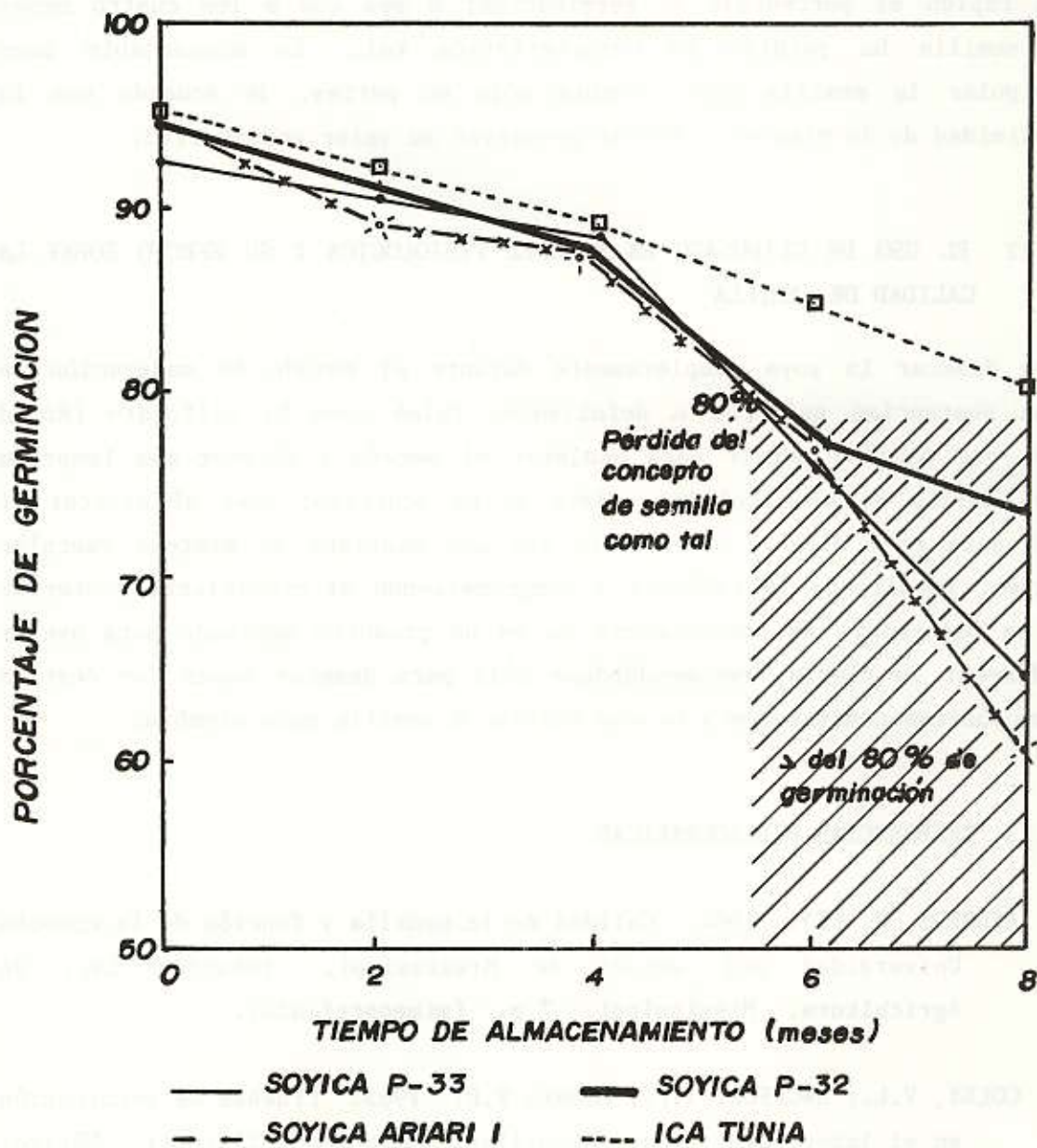


FIGURA 3. PORCENTAJE DE GERMINACION PROMEDIA PARA TODAS LAS EPOCAS DE COSECHA EN CADA VARIEDAD.

por las máquinas acondicionadoras, pero sin tratamiento químico. La germinación se redujo más rápidamente bajo este segundo tratamiento indicando que si las semillas son sometidas a mayor manipuleo, pierde más rápido el porcentaje de germinación; o sea que a los cuatro meses la semilla ha perdido la característica tal. Es aconsejable pues manipular la semilla para siembra sólo en partes, de acuerdo con la proximidad de la siembra a fin de preservar su valor germinativo.

13.12 EL USO DE GLIFOSATO EN MADUREZ FISIOLÓGICA Y SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD DE SEMILLA

Para desecar la soya completamente durante el estado de maduración se usan sustancias químicas o defoliantes tales como El Glifosato (Round up), que podrían servir para acelerar el secado y obtener más temprano una semilla de alta calidad. Esto no ha ocurrido, pues al aplicar el Glifosato ésta alcanza la semilla que aún mantiene su sistema vascular activo, atrofiando la radícula y comprometiendo el crecimiento posterior de la plántula. En consecuencia no es un producto adecuado para ayudar a desecar la planta, recomendándose sólo para desecar soyas con destino a propósitos comerciales y no con destino a semilla para siembra.

13.13 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDREWS, H. (F). 1964. Calidad de la semilla y función de la cosecha Universidad del estado de Mississippi. Estación Exp. de Agricultura. Mississippi. 7 p. (mimeografiado).
2. COLBY, V.L.; SWOFFOR, T.F.; MOORE, R.P. 1963. Pruebas de germinación en el laboratorio. En: "Semillas" Compañía Continental. México. p. 771-786.
3. CARLSON, J.B. 1976. Morphology of soybean. In: "Soybeans". Improvement. Production and uses. Am. Soc. of Agronomy. p.17-95.

4. CRAVIOTTO, R.M.; ZELENER, N.; PAPA, J.C.M.; BALARE, F.; NECHI, A. 1989. Efecto del glifosato aplicado con madurez fisiológica sobre la calidad de la simiente de soya. IV Conferencia Mundial de Investigación en Soya. Buenos Aires, Argentina. p. 867-872.
5. DELOUCHE, J.C.; CALDWELL, W.P. 1960. Seed vigor and vigor test. Proc. Assoc. off. Seed Anal. 50: 124-129.
6. DELOUCHE, J.C. 1964. Observations on seed deterioration. Proc. Miss. Short Course for Seeds men. p. 103-108.
7. DELOUCHE, J.C. 1978. Seed Deterioration. Seed World 92(2): 14-15.
8. GARAY, A. 1980. Efecto de la zona de producción y de las prácticas culturales en la calidad de la semilla. En: Curso Internacional sobre Tecnología de Semillas. CIAT. Palmira. p. 1-10.
9. KRYZANOWSKI, F.C. 1989. Soybean seed technology and production. IV Conferencia Mundial de Investigación en Soya. Buenos Aires, Argentina. p. 826-827.
10. MIRANDA, M.DE. 1984. Fisiología de la germinación. Curso Tecnología de Semillas. CIAT. Palmira. Abril-Mayo. 10 p.
11. MUÑOZ, L.A.; ESTRADA, I.; AGUDELO, O.; GOMEZ, C.. 1990. Evaluación de algunos factores que inciden en la pérdida de viabilidad de la semilla de soya. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 77 p. (tesis).
12. OGREN, W.L.; RINNE, R.W. 1976. Photosynthesis and seed metabolism of soybean. In: "Soybean". Improvement, production and Uses. Am. Soc. of Agronomy. p. 391-416.

13. POPINIGIS, F. 1977. Fisiología de semente. Ministerio de Agricultura, AGIPLAN. Brasil. 289 p.
14. SCOTT, W.; ALDRICH, S.R. 1975. Producción moderna de la soya. Buenos Aires, Argentina. Hemisferio. 192 p.
15. SINCLAIR, J.B. 1989. Mechanisms for seed infection in soybean. IV Conferencia Mundial de Investigación de Soya. Buenos Aires, Argentina. p. 820-825.
16. VICTORIA, F.; ROJAS, H. 1988. Efecto de la lámina de riego sobre la calidad de la semilla de soya. ICA. Palmira. 41 p. (mimeografiado).

14. EFECTO DE LA ZONA DE PRODUCCION SOBRE LA CALIDAD DE LA SEMILLA DE SOYA

Freddy Victoria López *

14.1 INTRODUCCION

Las factores ambientales como la pluviosidad, temperatura, humedad relativa, caracterizan lo que se llama una zona de producción e influyen sobre la calidad de las semillas tanto en su aspecto sanitario como en el fisiológico (5).

Las semillas de variedades mejoradas de soya durante la multiplicación son influenciadas por los factores ambientales y ellos pueden incidir negativamente sobre el potencial genético impidiendo su manifestación o disminuyendo sus efectos.

Los factores ambientales varían a nivel de macro-región y dentro de microrregiones, lo que hace posible que las semillas obtenidas en diferentes zonas o regiones, presenten distintas características de calidad.

En el Valle Geográfico del Río Cauca se produce más del 80% de la semilla de soya de Colombia y tradicionalmente se ha aceptado que existen diferencias entre las dos zonas de producción, llamadas Norte y Sur.

14.1.1 Objetivos

Con el propósito de verificar el posible efecto de estas dos zonas de

* I.A., M.Sc. Servicio de Insumos Agrícolas, CRECED Sur del Valle del Cauca. Apartado Aéreo 10140, ICA, Cali.

14. EFECTO DE LA ZONA DE PRODUCCION SOBRE LA CALIDAD DE LA SEMILLA DE SOYA

Freddy Victoria López *

14.1 INTRODUCCION

Las factores ambientales como la pluviosidad, temperatura, humedad relativa, caracterizan lo que se llama una zona de producción e influyen sobre la calidad de las semillas tanto en su aspecto sanitario como en el fisiológico (5).

Las semillas de variedades mejoradas de soya durante la multiplicación son influenciadas por los factores ambientales y ellos pueden incidir negativamente sobre el potencial genético impidiendo su manifestación o disminuyendo sus efectos.

Los factores ambientales varían a nivel de macro-región y dentro de microrregiones, lo que hace posible que las semillas obtenidas en diferentes zonas o regiones, presenten distintas características de calidad.

En el Valle Geográfico del Río Cauca se produce más del 80% de la semilla de soya de Colombia y tradicionalmente se ha aceptado que existen diferencias entre las dos zonas de producción, llamadas Norte y Sur.

14.1.1 Objetivos

Con el propósito de verificar el posible efecto de estas dos zonas de

* I.A., M.Sc. Servicio de Insumos Agrícolas, CRECED Sur del Valle del Cauca. Apartado Aéreo 10140, ICA. Cali.

producción sobre la calidad sanitaria y fisiológica de la semilla se desarrolló un trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

- .1. Determinar el efecto de la zona de producción sobre la calidad sanitaria y fisiológica de la semilla de soya.
- .2. Determinar la influencia varietal sobre la calidad sanitaria de la semilla de soya.
- .3. Efectuar una posible zonificación para la producción de la semilla de soya en el Valle Geográfico del río Cauca.

14.2 REVISION DE LITERATURA

14.2.1 Factores que afectan la calidad de la semilla.

La calidad de la semilla involucra criterios de apariencia externa, uniformidad, estado de madurez, asociación con enfermedades presencia de insecticidas, daños causados por ellos, etc., que ejercen influencia sobre la actuación de la planta resultante. Las semillas muestran diferencias de calidad cuando se producen en zonas ecoclimáticas diferentes, aunque tengan igual genotipo (1).

14.2.2 Enfermedades de la Semilla de Soya.

Las semillas pueden ser portadoras de agentes patógenos como hongos, bacterias, virus y nematodos que pueden infectar las plántulas durante la germinación y causar enfermedades en las plantas durante su desarrollo. En semillas de soya se han encontrado más de 60 especies de hongos y por lo menos diez especies de bacterias y virus que se desarrollan principalmente en la testa, invadiendo los cotiledones y el embrión durante la germinación.

La transmisión de patógenos por infección de la semilla depende de la combinación de los factores varietal y raza de patógeno (2).

14.2.2.1 Mancha Púrpura de la Semilla (Cercospora kikuchii): Cuando infecta la semilla causa pudrición de plántulas débiles. Según Wilcox (8), las semillas infectadas germinan igual que las sanas, pero las plántulas cesan en su crecimiento y mueren después de emergidas. En el Valle del Cauca en investigación efectuada por Marmolejo (4) encontró el 7% de disminución en la germinación y producción de plántulas débiles con cotiledones arrugados que se caen prematuramente, en semilla de soya ICA TUNIA que no tenía tratamiento químico preventivo.

El tratamiento de las semillas con fungicidas ayuda a la germinación y a la emergencia de plántulas provenientes de semillas infectadas (3.7).

14.2.2.2 Mildew Velloso (Peronospora manshurica): La siembra de semilla infectada puede producir plántulas infectadas sistémicamente (3.7).

En el Valle del Cauca sembrando semilla infestada y sin tratamiento se observó disminución del 4% en la germinación, además de plántulas infectadas sistémicamente (4).

Las variedades se pueden infectar y externamente no mostrar ningún síntoma, sin embargo el interior y la cubierta de la semilla puede ser invadida por una masa blanquizca de micelio y oosporas (3.7).

14.3 MATERIALES Y METODOS

14.3.1 Zonas Productoras

El Valle Geográfico del río Cauca se dividió en dos zonas de producción trazando una línea imaginaria por su centro geográfico.

La zona Norte quedó constituida por los municipios de: Bugalagrande, Cartago, La Unión, Obando, Roldanillo, Toro y Zarzal (Figura 1).

La zona Sur quedó integrada por los municipios de: Buga, Cali, Candelaria, Cerrito, Ginebra, Guacarí, Palmira, Pradera, Puerto Tejada, San Pedro, Vijes, Yotoco y Yumbo (Figura 1).

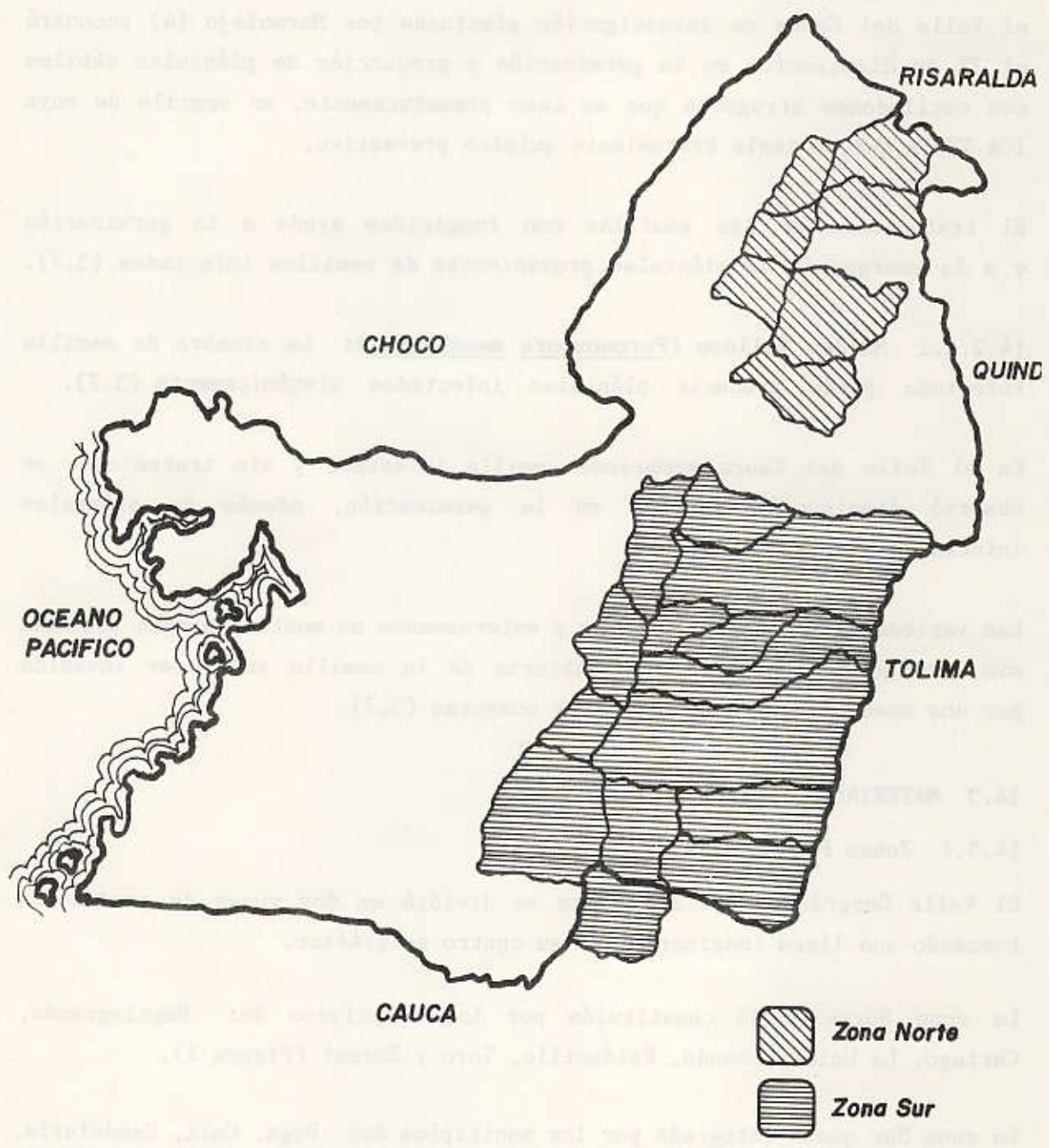


FIGURA 1. ZONAS DE PRODUCCION DE SEMILLA DE SOYA EN EL VALLE GEOGRAFICO DEL RIO CAUCA. 1986

14.3.2 Variedades

Se utilizaron las variedades mejoradas de soya ICA TUNIA, SOYICA P-31, SOYICA P-32, SOYICA P-33, ANDREE 23, VICTORIA y SV-89, producidas durante los dos semestres agrícolas de 1986.

De acuerdo con las descripciones varietales, éstas variedades muestran resistencia o tolerancia a las enfermedades Mancha púrpura de la semilla (C. kikuchii) y Mildeo Velloso (P. manshurica).

14.3.3 Muestreo

Cuando la semilla procede de los lotes de multiplicación se acondicionó, se tomaron las muestras para efectuar los análisis de calidad final dentro del proceso de certificación.

De las muestras de semillas llegadas al laboratorio de Certificación de Semillas del ICA en Palmira, se tomó un kilogramo y se determinó el número de semilla con síntomas de infección de las enfermedades:

- a. Mildeo velloso causado por el hongo Peronospora manshurica.
- b. Mancha púrpura, causada por el hongo Cercospora kikuchii.

También se midió el porcentaje de germinación a cada muestra.

Las muestras se agruparon por zona de producción, variedad y por municipio.

14.3.4 Pluviometría

Se obtuvo la pluviosidad acumulada durante el período vegetativo en cada semestre agrícola para cada municipio y así el total para cada zona de producción.

14.3.5 Análisis de Varianza

Se efectuaron análisis de varianza para determinar la influencia varietal, el efecto de la zona de producción sobre la presencia de las enfermedades

y sobre la germinación. Este análisis se efectuó para las variedades ICA TUNIA, SOYICA P-31 y SOYICA P-32, porque fueron sembradas en ambas zonas de producción durante los dos semestres agrícolas. No así las otras variedades.

14.4 RESULTADOS Y DISCUSION

14.4.1 Características Pluviométricas de las Zonas de Producción

Los datos se tomaron para cada zona de producción y para cada uno de los semestres agrícolas (marzo a junio - septiembre a diciembre). Durante el primer semestre agrícola de 1986 (Semestre A), se presentó la mayor diferencia pluviométrica entre la zona Norte y la zona Sur, con una diferencia promedio de 126.9 milímetros, en favor de la zona Norte, mientras que para el segundo semestre agrícola (Semestre B), la diferencia pluviométrica entre las dos zonas de producción fue en promedio de solo 0.8 milímetros (Figura 2). Esta situación de equilibrio pluviométrico entre las dos zonas de producción se debe a que en ambas hay municipios con altos promedios anuales de lluvia, como por ejemplo Bugalagrande, Zarzal y Obando en la zona Norte y Puerto Tejada en la zona Sur.

14.4.2 Factores de Calidad

14.4.2.1 Incidencia de Enfermedades:

1. Mancha Púrpura de la Semilla (Cercospora kikuchii): Los análisis mostraron que todas las variedades de soya incluídas en el estudio presentaron infección con este hongo (Tablas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7).

La incidencia de la enfermedad fue en promedio mayor en la zona Sur y no igual para todas las variedades. De acuerdo con los resultados obtenidos la variedad SOYICA P-32 fue la más susceptible (Figura 3).

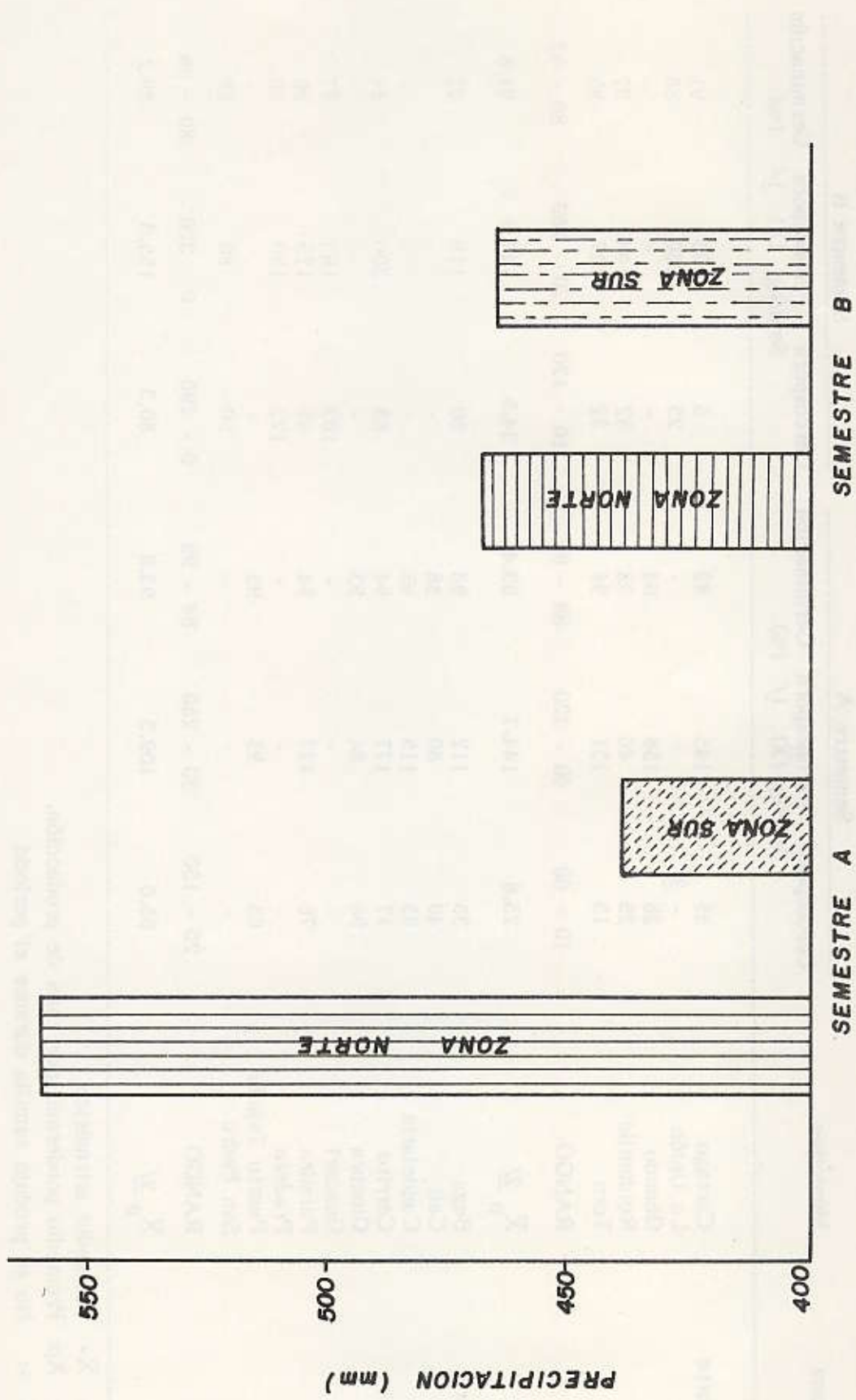


FIGURA 2. PRECIPITACION ACUMULADA DURANTE LOS DOS SEMESTRES AGRICOLAS EN EL VALLE GEOGRAFICO DEL RIO CAUCA . 1986

TABLA 1. PRESENCIA DE ENFERMEDADES EN LA SEMILLA DE SOYA VARIEDAD ICA TUNIA. VALLE GEO-GRAFICO DEL RIO CAUCA. 1986.

Zona	Municipio	Semestre A				Semestre B				
		Cercospora	Peronospora Sem/kg (X) 1/	Germinación (%)	Cercospora	Peronospora Sem/kg (X) 1/	Germinación (%)	Cercospora	Peronospora Sem/kg (X) 1/	Germinación (%)
Norte	Cartago	55	145	89	5	125	91			91
	La Unión	- 3/	-	-	25	250	86			86
	Obando	26	158	94	-	-	-			-
	Roldanillo	25	40	93	52	144	92			92
	Toro	13	131	94	32	107	95			95
	RANGO	10 - 60	40 - 320	88 - 98	10 - 120	70 - 280	80 - 97			
	\bar{X}_p 2/	25.6	144.7	93.4	34.5	146.0	91.8			
Sur	Buga	35	112	98	50	118	93			93
	Cali	40	60	88	-	-	-			-
	Candelaria	95	115	95	-	-	-			-
	Cerrito	77	177	94	65	300	84			84
	Ginebra	56	84	93	-	-	-			-
	Guacarí	-	-	-	102	165	87			87
	Palmira	76	127	94	45	175	96			96
	Pradera	-	-	-	123	150	86			86
	Puerto Tejada	65	93	93	-	-	-			-
	San Pedro	-	-	-	50	80	88			88
		RANGO	20 - 150	30 - 250	84 - 99	0 - 290	0 - 320	80 - 96		
	\bar{X}_p 2/	65.0	109.3	93.6	80.3	155.3	89.2			

1/ \bar{X} = Promedio aritmético.

2/ X_p : Promedio ponderado por zona de producción.

3/ -: No se produjo semilla durante el período.

TABLA 2. PRESENCIA DE ENFERMEDADES EN LA SEMILLA DE SOYA VARIEDAD SOYICA P-31. VALLE GEOGRAFICO DEL RIO CAUCA. 1986.

Zona	Municipio	Semestre A				Semestre B				
		Cercospora Sem/kg (\bar{X})	Peronospora I/ (%)	Germinación (%)	Cercospora Sem/kg (\bar{X})	Peronospora I/ (%)	Germinación (%)	Cercospora Sem/kg (\bar{X})	Peronospora I/ (%)	Germinación (%)
Norte	Bugalagrande	20	120	99	- 3/	-	-	-	-	-
	Roldanillo	35	215	97	40	130	95			
	RANGO	20 - 50	120 - 250	97 - 99	0 - 40	0 - 130	0 - 95			
	\bar{X}_p 2/	30.0	183.3	97.7	40.0	130.0	95.0			
Sur	Buga	20	250	98	10	100	98			
	Cerrito	40	130	92	17	80	83			
	Palmira	0	100	98	33	80	94			
	Pradera	32	38	94	-	-	-			
	RANGO	0 - 50	0 - 250	89 - 98	10 - 40	0 - 140	82 - 98			
	\bar{X}_p 2/	28.9	88.9	94.4	22.1	82.5	89.0			

1/ \bar{X} : Promedio aritmético.

2/ \bar{X}_p : Promedio ponderado por zona de producción.

3/ - : No se produjo semilla durante el período.

TABLA 3. PRESENCIA DE ENFERMEDADES EN LA SEMILLA DE SOYA VARIEDAD SOYICA P-32. VALLE GEO-GRAFICO DEL RIO CAUCA, 1986.

Zona	Municipio	Semestre A			Semestre B		
		Cercospora Sem/kg (X) 1/ (%)	Peronospora (X) 1/ (%)	Germinación (%)	Cercospora Sem/kg (X) 1/ (%)	Peronospora (X) 1/ (%)	Germinación (%)
Norte	Bugalagrande	10	50	93	-	-	-
	Roldanillo	40	15	93	68	68	93
	Zarzal	50	180	97	-	-	-
	RANGO	10 - 50	10 - 180	91 - 97	18 - 160	10 - 110	89 - 97
	\bar{X}_p 2/	35.0	65.0	94.0	68.0	68.0	93.0
Sur	Buga	20	50	93	80	130	91
	Candelaria	140	20	94	-	-	-
	Cerrito	80	100	92	0	50	80
	Ginebra	20	0	89	-	-	-
	Palmira	104	97	92	-	-	-
	Pradera	30	240	91	20	60	91
	Vijes	- 3/	-	-	50	110	93
	Yotoco	10	20	90	-	-	-
	RANGO	10 - 180	0 - 240	82 - 98	0 - 100	50 - 170	80 - 95
	\bar{X}_p 2/	82.2	87.7	91.8	51.4	102.9	90.0

1/ \bar{X} : Promedio aritmético.

2/ \bar{X}_p : Promedio ponderado por zona de producción.

3/ - : No se produjo semilla durante el período.

TABLA 4. PRESENCIA DE ENFERMEDADES EN LA SEMILLA DE SOYA VARIEDAD SOYICA P-33. VALLE GEO-GRAFICO DEL RIO CAUCA. 1986.

Zona	Municipio	Semestre A			Semestre B		
		Cercospora Sem/kg (\bar{X})	Peronospora $\bar{1}$ /	Germinación (%)	Cercospora Sem/kg (\bar{X})	Peronospora $\bar{1}$ /	Germinación (%)
Norte	La Unión	10	125	96	10	125	96
	Roldanillo	90	110	90	90	110	90
	RANGO	10 - 90	110 - 130	90 - 98	10 - 90	110 - 130	90 - 98
	\bar{X}_p 2/	36.7	120.0	94.0	36.7	120.0	94.0
Sur	Buga	55	115	83	55	115	83
	Pradera	10	120	86	10	120	86
	Vijes	30	50	98	30	50	98
	RANGO	10 - 70	50 - 150	80 - 98	10 - 70	50 - 150	80 - 98
	\bar{X}_p 2/	43.3	105.0	89.3	43.3	105.0	89.3

1/ \bar{X} : Promedio aritmético.

2/ \bar{X}_p : Promedio ponderado por zona de producción.

TABLA 6. PRESENCIA DE ENFERMEDADES EN LA SEMILLA DE SOYA VARIEDAD VICTORIA. VALLE GEO-GRAFICO DEL RIO CAUCA. 1986.

Zona	Municipio	Semestre A			Semestre B		
		Cercospora Sem/kg (X)	Peronospora (X) 1/	Germinación (%)	Cercospora Sem/kg (X)	Peronospora (X) 1/	Germinación (%)
Norte	Ajijó	31	55	88	10	100	82
	El Valle	18	79	82	40	100	82
	Comuna	36	32	82	13	77	87
	Chaluro	20	24	84	50	80	85
Sur	Cerrito	10	25	90	0	0	82
	Ginebra	23	97	93	-	-	-
	Palмира	- 3/	-	-	7	67	87
	RANGO	0 - 60	0 - 120	88 - 96	0 - 20	0 - 100	82 - 91
	\bar{X}_p 2/	17.8	68.2	91.8	5.6	53.8	86.0

1/ \bar{X} : Promedio aritmético.

2/ \bar{X}_p : Promedio ponderado por zona de producción.

3/ -: No se produjo semilla durante el período.

TABLA 7. PRESENCIA DE ENFERMEDADES EN LA SEMILLA DE SOYA VARIEDAD SV-89. VALLE GEOGRAFICO DEL RIO CAUCA, 1986.

Zona	Municipio	Semestre A			Semestre B		
		Cercospora Sem/kg (X) 1/	Peronospora 1/ (%)	Germinación	Cercospora Sem/kg (X) 1/	Peronospora 1/ (%)	Germinación
Norte	Bugalagrande	59	55	94	59	55	94
	Obando	25	49	94	25	49	94
	RANGO	0 - 80	0 - 130	83 - 98	0 - 80	0 - 130	83 - 98
	\bar{X}_p 2/	48.2	53.1	94.0	48.2	53.1	94.0
Sur	Buga	16	29	94	39	82	93
	Candelaria	62	50	83	-	-	-
	Cerrito	30	54	94	50	56	92
	Guacarí	30	25	93	72	62	94
	Palмира	18	48	95	60	70	95
	Vijes	51	97	93	-	-	-
	Yumbo	- 3/	-	-	51	76	93
	RANGO	0 - 120	0 - 180	81 - 98	0 - 120	0 - 250	86 - 97
	\bar{X}_p 2/	32.7	58.1	93.4	51.5	67.1	92.8

1/ \bar{X} : Promedio aritmético.

2/ \bar{X}_p : Promedio ponderado por zona de producción.

3/ -: No se produjo semilla durante el período.

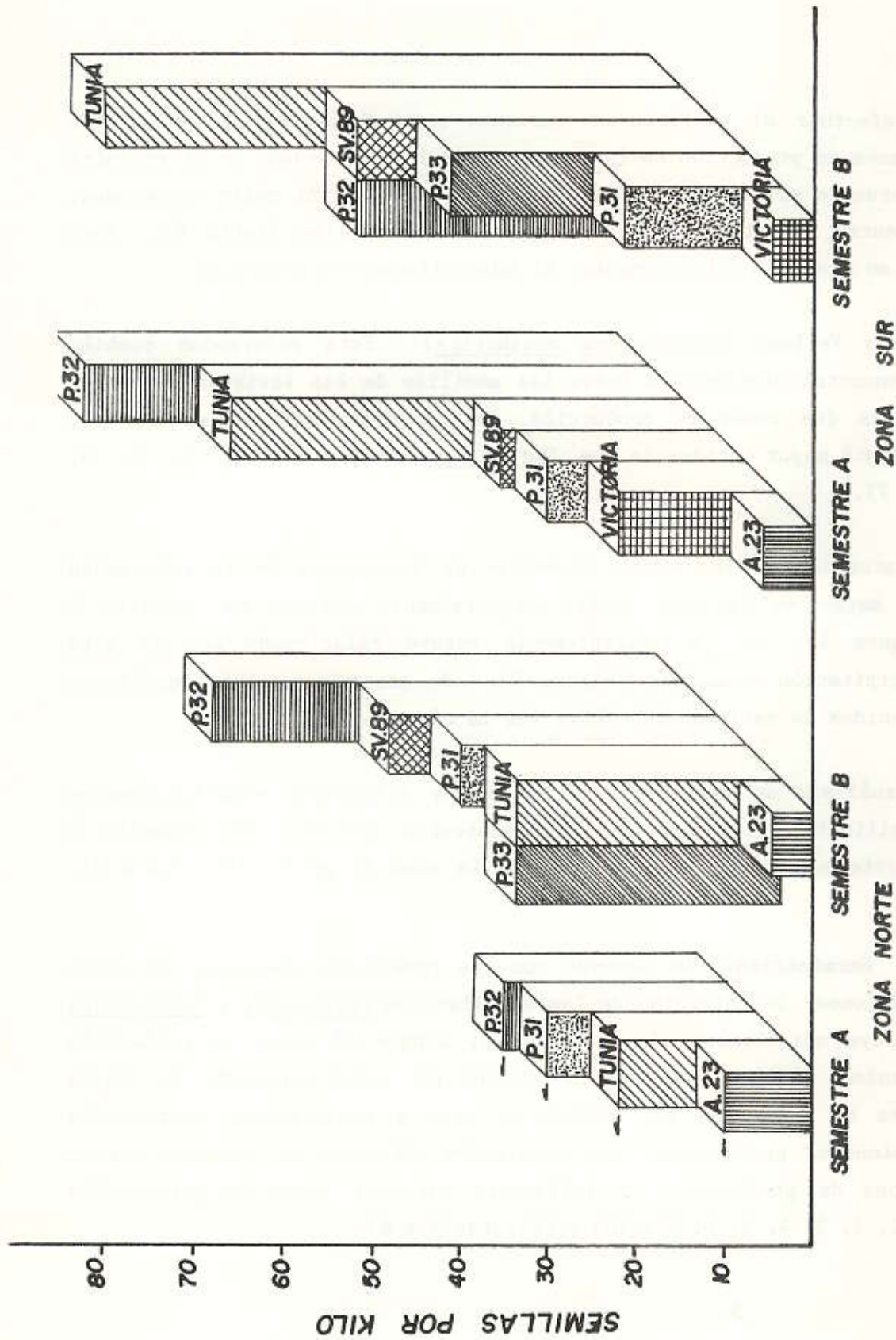


FIGURA 3. EFECTO DE LA ZONA DE PRODUCCION SOBRE LA INCIDENCIA DE *Cercospora kikuchii* EN LA SEMILLA DE SOYA. VALLE GEOGRAFICO DEL RIO CAUCA

Al efectuar el análisis de varianza para determinar el efecto de la zona de producción en la presencia de la enfermedad, no se encontró diferencia estadística a los niveles del 5 y 10% ni entre variedades, ni entre semestres, ni entre zonas de producción (Tabla 8). Pero como se mencionó anteriormente, sí hubo diferencias promedias.

- .2. Mildeo Velloso (Peronospora manshurica): Esta enfermedad también se encontró afectando a todas las semillas de las variedades de soya en las dos zonas de producción, en los dos semestres agrícolas y presentó mayor incidencia que Cercospora (Tablas 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7).

De acuerdo con los datos promedios de incidencia de la enfermedad fue mayor en la zona Norte, especialmente durante el Semestre A (Figura 4), lo que aparentemente estuvo relacionado con la alta precipitación acumulada (Figura 2). De acuerdo con los resultados obtenidos la variedad ICA-TUNIA fué la más susceptible.

El análisis de varianza indicó que hay diferencia estadísticamente significativa respecto de la resistencia varietal con relación a la enfermedad y su interacción con la zona de producción (Tabla 9).

14.4.2.2 **Germinación:** De acuerdo con los resultados obtenidos en otras investigaciones, la infección de las semillas con Cercospora y Peronospora no disminuye notablemente la germinación, aunque sí causa la producción de plántulas débiles que pueden llevar el establecimiento de bajas densidades de población por unidad de área y posiblemente disminución en su potencial productivo. Los resultados obtenidos no muestran efecto de la zona de producción, ni influencia varietal sobre la germinación (Tablas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 10) y (Figuras 5 y 6).

TABLA 8. ANALISIS DE VARIANZA PARA DETERMINAR EL EFECTO DE LA ZONA DE PRODUCCION
 EN LA PRESENCIA DE LA ENFERMEDAD MANCHA PURPURA (*Cercospora kikuchii*). VALLE
 GEOGRAFICO DEL RIO CAUCA. 1986.

Fuentes de Variación	Fc	F 0.05	F 0.01	Significancia estadística
Variedades	2.8	19.0	99.0	No hay
Semestre	0.2	18.5	98.5	No hay
Zona producción	2.4	18.5	98.5	No hay
Variedad x semestre	0.1	19.0	99.0	No hay
Variedad x zona	2.1	19.0	99.0	No hay
Semestre x zona	1.4	18.5	98.5	No hay

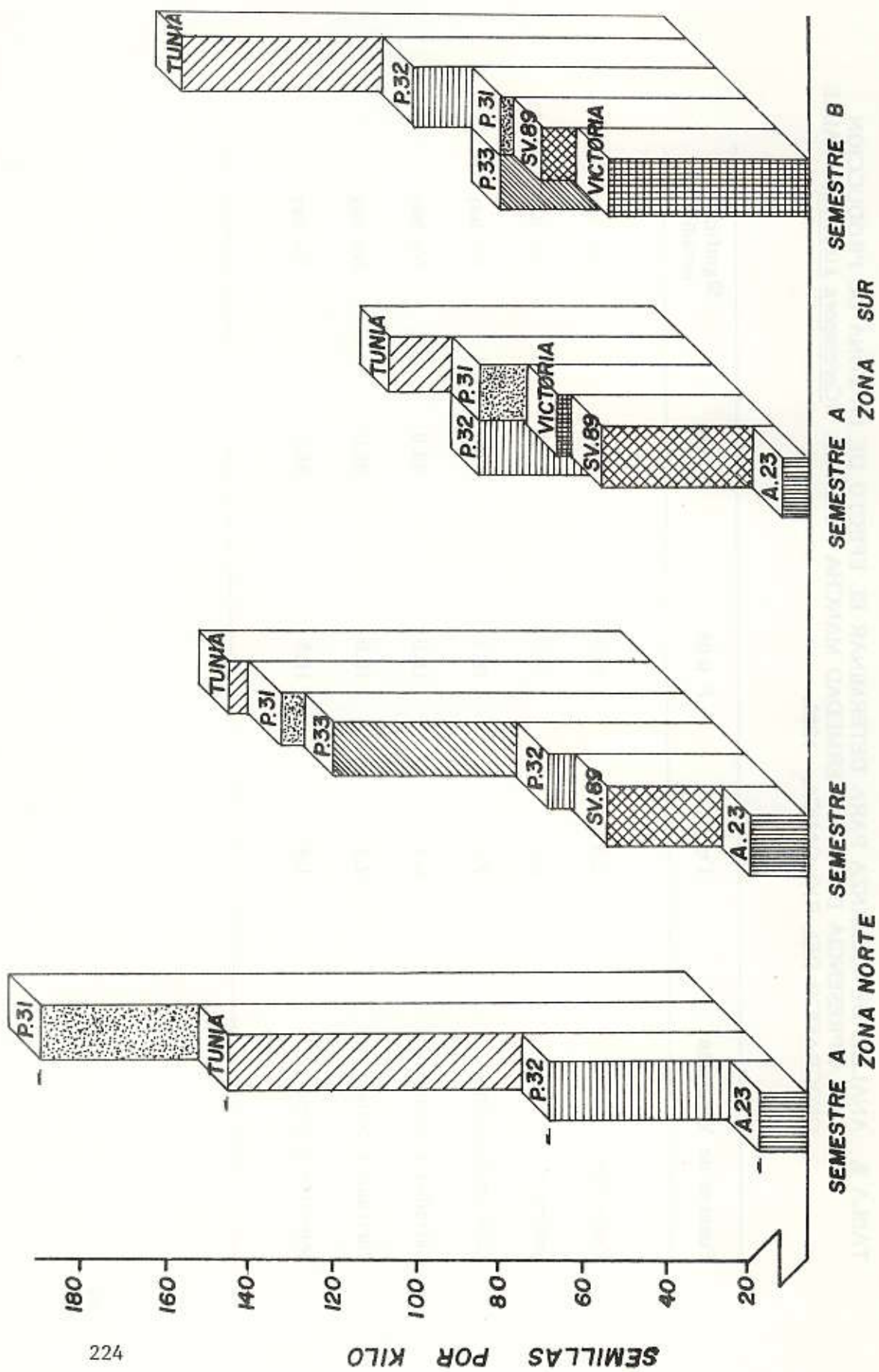


FIGURA 4. EFECTO DE LA ZONA DE PRODUCCION SOBRE LA INCIDENCIA DE *Peronospora manshurica* EN LA SEMILLA DE SOYA. VALLE GEOGRAFICA DEL RIO CAUCA. 1986.

TABLA 9. ANALISIS DE VARIANZA PARA DETERMINAR EL EFECTO DE LA ZONA DE PRODUCCION EN LA PRESENCIA DE LA ENFERMEDAD MILDEO VELLOSO (Pernospora manshurica). VALLE GEOGRAFICO DEL RIO CAUCA, 1986.

Fuentes de Variación	F _c	F 0.05	F 0.01	Significancia estadística
Variedades	37.3	19.0	99.0	Al 1%
Semestre	0.03	18.5	98.5	No hay
Zona producción	10.7	18.5	98.5	No hay
Variedad x semestre	8.1	19.0	99.0	No hay
Variedad x zona	26.6	19.0	99.0	Al 1%
Semestre x zona	9.5	18.5	98.5	No hay

TABLA 10. ANALISIS DE VARIANZA PARA DETERMINAR EL EFECTO DE LA ZONA DE PRODUCCION SOBRE LA GERMINACION DE LA SEMILLA DE SOYA, VALLE GEOGRAFICO DEL RIO CAUCA, 1986.

Fuentes de Variación	Fc	F 0.05	F 0.01	Significancia estadística
Variedad	1.5	19.0	99.0	No hay
Semestre	7.2	18.5	98.5	No hay
Zona producción	7.2	18.5	98.5	No hay
Variedad x semestre	0.5	19.0	99.0	No hay
Variedad x zona	0.9	19.0	99.0	No hay
Semestre x zona	1.0	18.5	98.5	No hay

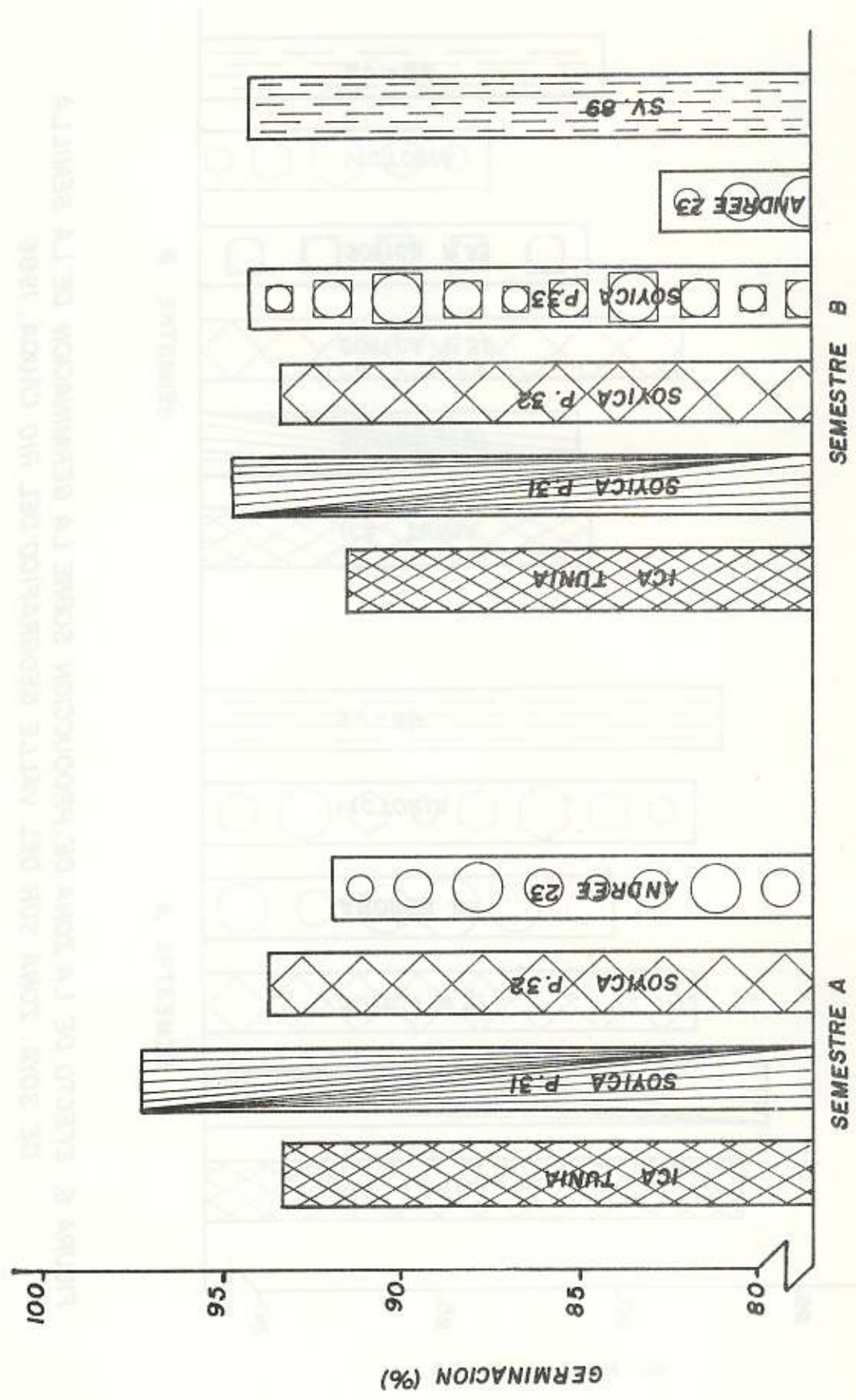


FIGURA 5. EFECTO DE LA ZONA DE PRODUCCION SOBRE LA GERMINACION DE LA SEMILLA DE SOYA ZONA NORTE DEL VALLE GEOGRAFICO DEL RIO CAUCA . 1986

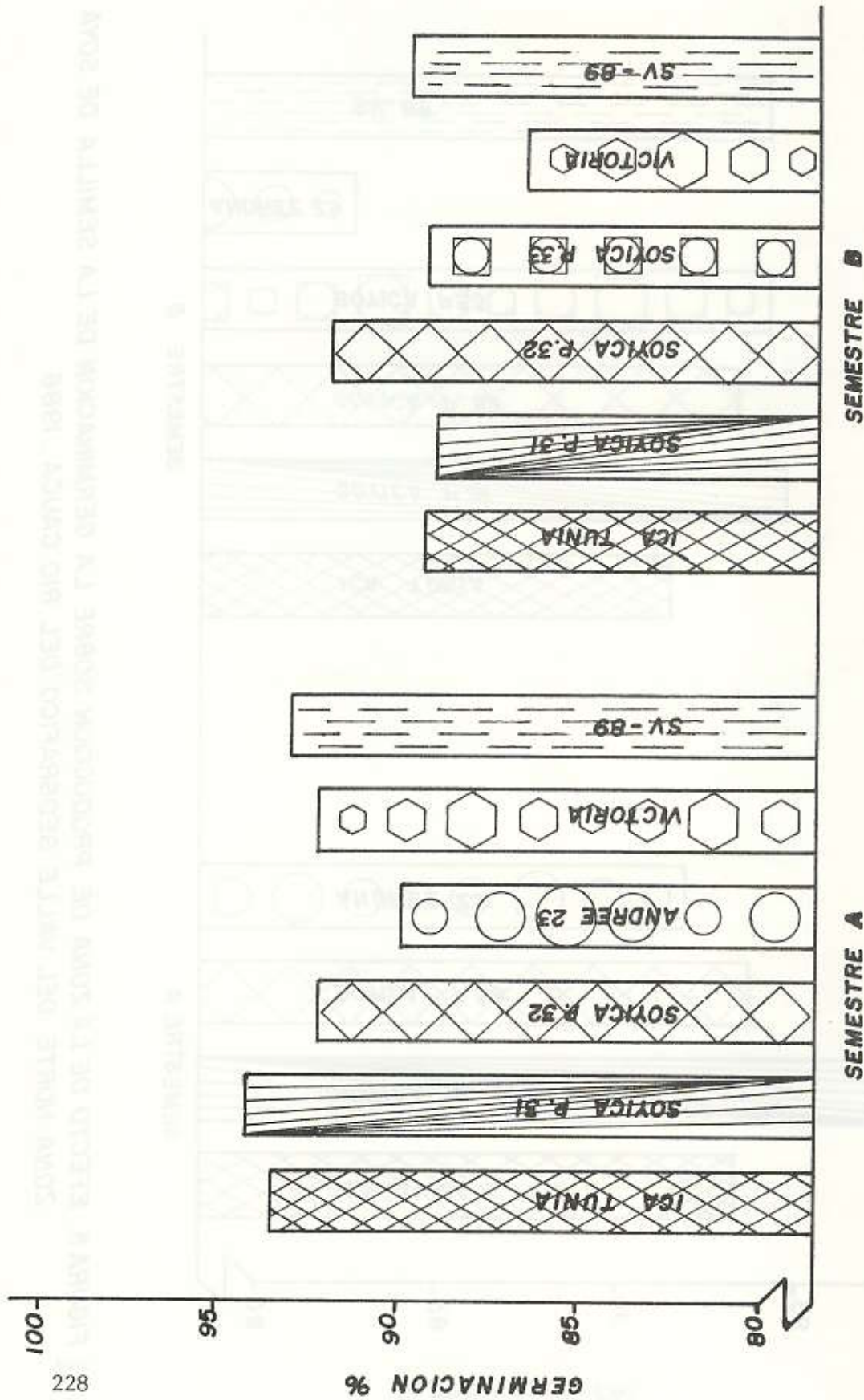


FIGURA 6. EFECTO DE LA ZONA DE PRODUCCION SOBRE LA GERMINACION DE LA SEMILLA DE SOYA. ZONA SUR DEL VALLE GEOGRAFICO DEL RIO CAUCA. 1986

14.5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Con base en los datos pluviométricos promedios, aparentemente no existe diferencia entre la zona Norte y zona Sur del Valle Geográfico del río Cauca, en razón a que en cada zona se presentaron áreas con regímenes de lluvia semejantes a la zona opuesta.
2. Para el Valle Geográfico del río Cauca los resultados mostraron que los géneros de hongos Cercospora y Peronospora se encuentran en todas las zonas de producción y que afectan a todas las variedades en multiplicación.
3. Aunque estadísticamente no se halló efecto de las zonas de producción sobre la incidencia de Cercospora y Peronospora, los datos promedios sí mostraron tendencias que es conveniente considerar:
 - a. El hongo Cercospora se presentó con mayor intensidad en la zona Sur y con mayor incidencia sobre la variedad SOYICA P-32.
 - b. El hongo Peronospora se presentó con mayor intensidad en la zona Norte y con incidencia más alta sobre la variedad ICA-TUNIA.
4. Los resultados obtenidos corroboran el efecto varietal sobre la calidad sanitaria de la semilla de soya, pues en las dos zonas de producción y durante los dos semestres, se mostraron efectos varietales que incidieron en la susceptibilidad a las enfermedades.
5. La infección de la semilla con Cercospora y Peronospora no disminuyó significativamente la germinación, es decir su calidad fisiológica, aunque se generaron plántulas débiles que pueden causar el establecimiento de bajas densidades de población y posiblemente disminución en el potencial productivo.

6. Los resultados obtenidos muestran que en general, todo el Valle Geográfico del río Cauca es apto para la producción de semilla de soya, pero se requiere adoptar medidas agronómicas preventivas, como la aplicación de químicos para el control de enfermedades portadas por la semilla.
7. Es necesario efectuar investigaciones que demuestren qué tanto influyen en los rendimientos por unidad de área, la presencia de estas enfermedades en la semilla de soya, para poder así, hacer una revisión a las normas que establecen los requisitos para la producción de semilla certificada de soya en Colombia, en lo que respecta a su sanidad.

14.6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. GARAY, A. 1980. Efecto de la zona de producción y de las prácticas culturales en la calidad de la semilla. En: Curso Internacional sobre tecnología de semillas, 3er. CIAT, Palmira. pp. 1-10.
2. HEPPERLY, PAUL R. 1983. Enfermedades de la semilla de soya. En: Curso Soya. Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, Ibagué, octubre 18-19, Tomo 2. pp. 390-398.
3. IOWA STATE UNIVERSITY. 1979. Soybean diseases. Extension Publication 57. 12 p.
4. MARMOLEJO DE LA T., F. 1984. Problemas fungosos asociados a la producción de semilla de soya Glycine max (L) Merr. en proceso de certificación en el Valle del Cauca. Programa de estudios para Graduandos en Ciencias Agrarias. Bogotá. 82 p. (Tesis de Grado, M.Sc.).

5. POPINIGIS, F. 1977. Fisiología de semente. Ministerio de Agricultura, AGIPLAN, Brasil. 189 p.
6. SCOTT, W. y ALDRICH, S.R. 1975. Producción moderna de la soya. Hemisferio Sur, Buenos Aires. pp. 125-135.
7. VICTORIA, K.J. IL y HEPPELY, P. 1983. Enfermedades de la soya. En: Curso Soya. Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, Ibagué octubre 19. Tomo 2. pp. 319-346.
8. WILCOX, J.R.; LAVIOLETTE, R.A.; ATHON, K.L. 1974. Deterioration of Soybean seed quality associated with harvest delay. Plant disease reporter (Estados Unidos). v. 58 no. 1 p. 130-133.

15. IMPORTANCIA DE LA SEMILLA CERTIFICADA DE SOYA

Carlos Gómez Beltrán *

Dentro de la agricultura moderna la semilla es un insumo de gran importancia, es la base para satisfacer las expectativas de altas producciones y productividad para lograr que el cultivo de la soya sea una alternativa competitiva, dentro de las especies que se producen en nuestro país.

Los países se desarrollan agrícolamente por la aplicación de tecnologías, que van incorporando cualidades a los materiales adaptados, por la introducción de un sinnúmero de características manipulando genéticamente la especie, logrando avances agronómicos y cumpliendo las exigencias de la industria.

15.1 GENERACION DE CULTIVARES

Las etapas a cumplirse en el lanzamiento de una variedad de soya son:

1. Inicialmente un proceso de planeación de la investigación para lograr objetivos claros y metas definidas basados en la experiencia, para solucionar problemas que se han detectado.
2. Organizar el equipo humano, determinar las variedades base a utilizar y dentro de las introducciones escoger las características que se desean incorporar.

* I.A., M.Sc. Programa Certificación de Semillas ICA, CI Palmira, CRECED Sur del Valle. Apartado Aéreo 233. Palmira.

3. Dirigir en forma coordinada el trabajo tomando registros y efectuando las pruebas necesarias que garanticen la estabilidad de los materiales producidos.
4. Evaluar y comprobar que las características incorporadas cumplan con el mejoramiento propuesto.

Cuando el Programa de Investigación cuenta con la certeza de sus progresos, somete sus materiales a las pruebas de eficiencia agronómica que constata las ventajas del cultivar respecto a los existentes, mediante la evaluación con un sistema estadístico. Efectuada esta prueba se permite la inscripción de la variedad y se autoriza su comercialización para la zona en la cual se ha cumplido, siendo una alternativa nueva y viable para los agricultores.

Cumpliendo los requisitos las variedades de soya entran al sistema de certificación de semillas, el cual es realizado por Ingenieros Agrónomos especializados y pertenecientes a la División de Semillas.

15.2 PROGRESOS EN LA PRODUCCION DE SEMILLA DE SOYA EN COLOMBIA

En los 40 años de introducción de la soya en Colombia ha sido una secuencia de eventos de éxito; inicialmente el sector oficial a través del DIA e ICA ha ofrecido variedades que en su oportunidad han sido superiores que las precedentes teniendo liderazgo con su presencia, pero de otra parte la empresa privada desde 1977 ha empezado a presentar algunas alternativas compartiendo el mercado con la tecnología ofrecida por el Estado.

15.2.1 Centros de Investigación en Soya

El Valle del Cauca ha sido el polo de desarrollo, fomento y establecimiento de la soya, en el Departamento el ICA con su Sección de Oleaginosas con sede en el Centro de Investigación CI Palmira ha generado 14 variedades y paquetes tecnológicos para los agricultores de esta zona y otras áreas potenciales de producción en Colombia.

Desde 1977 la Empresa Privada ha presentado otras alternativas y ha establecido programas de investigación, los productores participantes de estos programas son: Semillas Valle, Proacol, Semillas Andree', Semillas de Occidente y Semillas Tropicales (Tabla 1).

15.2.2 Comportamiento y presencia de las Variedades en el Mercado

Con la información estadística analizamos la participación de variedades en el mercado y podemos observar: ICA-TUNIA tiene en los últimos diez años una participación del 29.94% en el mercado.

Si analizamos desde su lanzamiento en 1976 esta variedad ha mostrado su importancia como lo indica la siguiente relación en el período 1977-1981:

Año	1977	1978	1979	1980	1981
Producción Semillas (ton)	1.690.0	4.882.4	6.700.5	6.198.9	3.397

En los años antes mencionados ocupó un 98% de la producción de semillas y tuvo una duración en el mercado de 14 años. La Figura 1 muestra el comportamiento de los materiales en la comercializadora. Período 1982-1991.

Soyica P-33 es otra variedad del ICA presentada en 1986 y en el período 1987-1991 ha sido la alternativa en el mercado por el sector oficial y que fue remplazando la variedad ICA-TUNIA; mientras esta variedad disminuía sus volúmenes la Soyica P-33 ocupaba un lugar importante 22.99% en la participación en el mercado.

SV-89 es una variedad de Semillas Valle, es un material con buen potencial de rendimiento, dentro de esta información ocupó el tercer lugar con una participación del 21.62%.

TABLA 1. CENTROS DE INVESTIGACION EN SOYA OFICIALES Y PARTICULARES.

Entidad	Centros de Investigación	Ubicación
ICA	C.I.	Palmira
Semillas Valle	C. Experimental	El Cerrito
Semillas Andree	C. Experimental	Palmira
Proacol	La María	El Cerrito
Semillas de Occidente	Agrogenética	Buga
Procampo	C.I.P.	Buga
Semillas Tropicales	Hoecol	Palmira

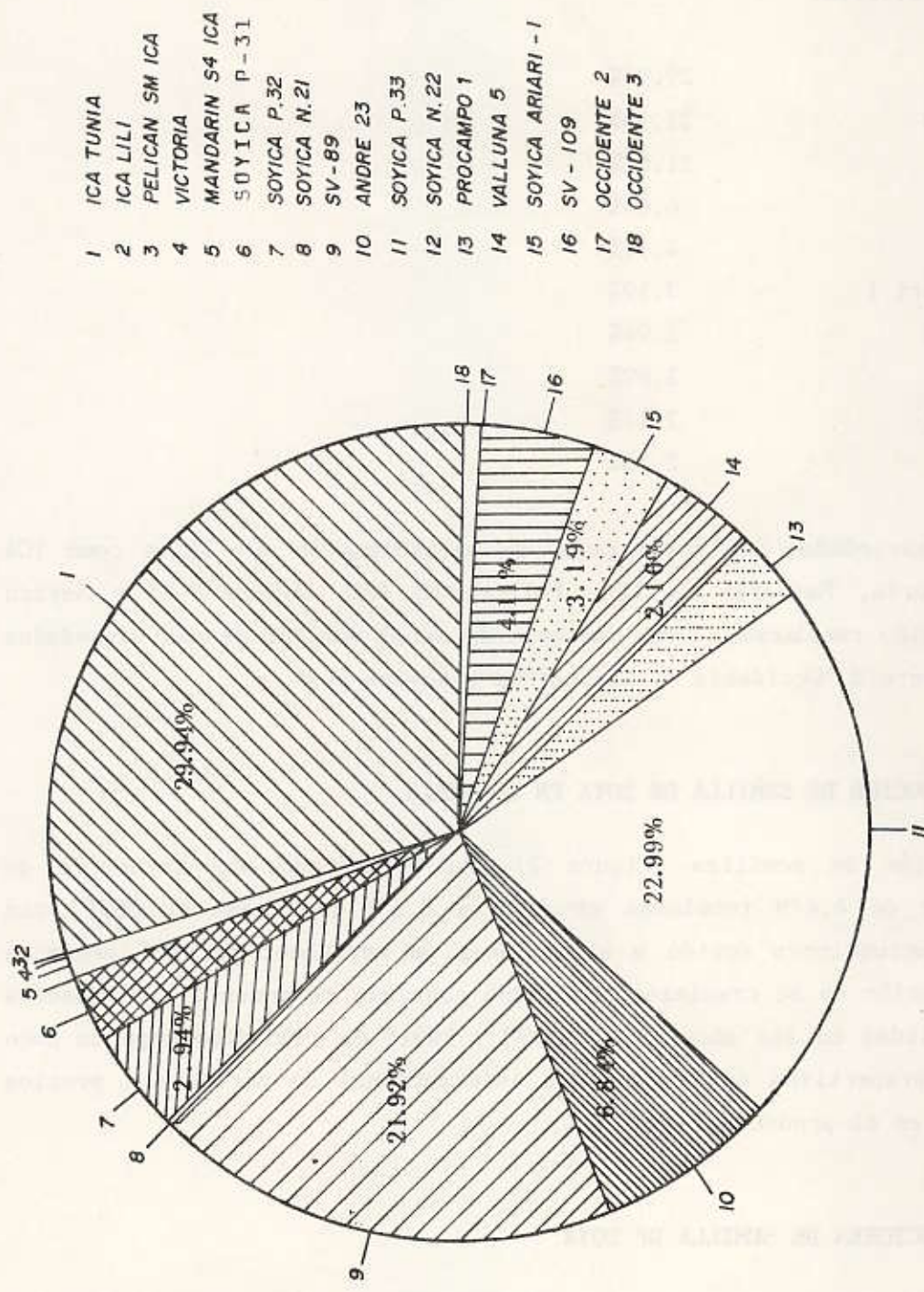


FIGURA 1. PRODUCCION DE SEMILLA CERTIFICADA EN EL VALLE DEL CAUCA, PERIODO 1982-1991 (toms)
Fuente : ICA Servicio Certificación Semillas C.1 Palmira.

Las demás variedades han tenido una presencia menor como lo muestra la siguiente relación:

ICA TUNIA	29.94%
Soyica P-33	22.99%
SV 89	21.62%
Andree 23	6.84%
SV 109	4.11%
Soyica Ariari 1	3.19%
Soyica P-32	2.94%
Valluna 5	2.89%
Soyica P-31	2.17%
Procampo 1	2.16%

Las demás variedades con porcentajes de participación muy bajos como ICA Lili, Victoria, Mandarín S4 ICA, Pelican SM ICA, Soyica N-22 y Soyica N-21, han sido remplazadas o van apareciendo en el mercado nuevas variedades como Occidente 2, Occidente 3, La Suprema y Soyica P-34.

15.3 PRODUCCION DE SEMILLA DE SOYA EN COLOMBIA

La producción de semillas (Figura 2), ha presentado una tendencia de crecimiento de 4.479 toneladas en 1982 a 8.553 toneladas en 1991, con algunas fluctuaciones debido a situaciones de mercadeo, en 1985 presentó una disminución en su crecimiento, en 1986 continúa su aumento y se observa una estabilidad en los años 1989 - 1990 y 1991; en 1990 disminuye un poco debido a perspectivas de la apertura internacional de mercados y precios de demanda en el producto comercial.

15.4 PRODUCTORES DE SEMILLA DE SOYA

Para obtener el registro como productor de semillas certificadas el interesado, persona natural o jurídica, debe llenar una serie de requisitos

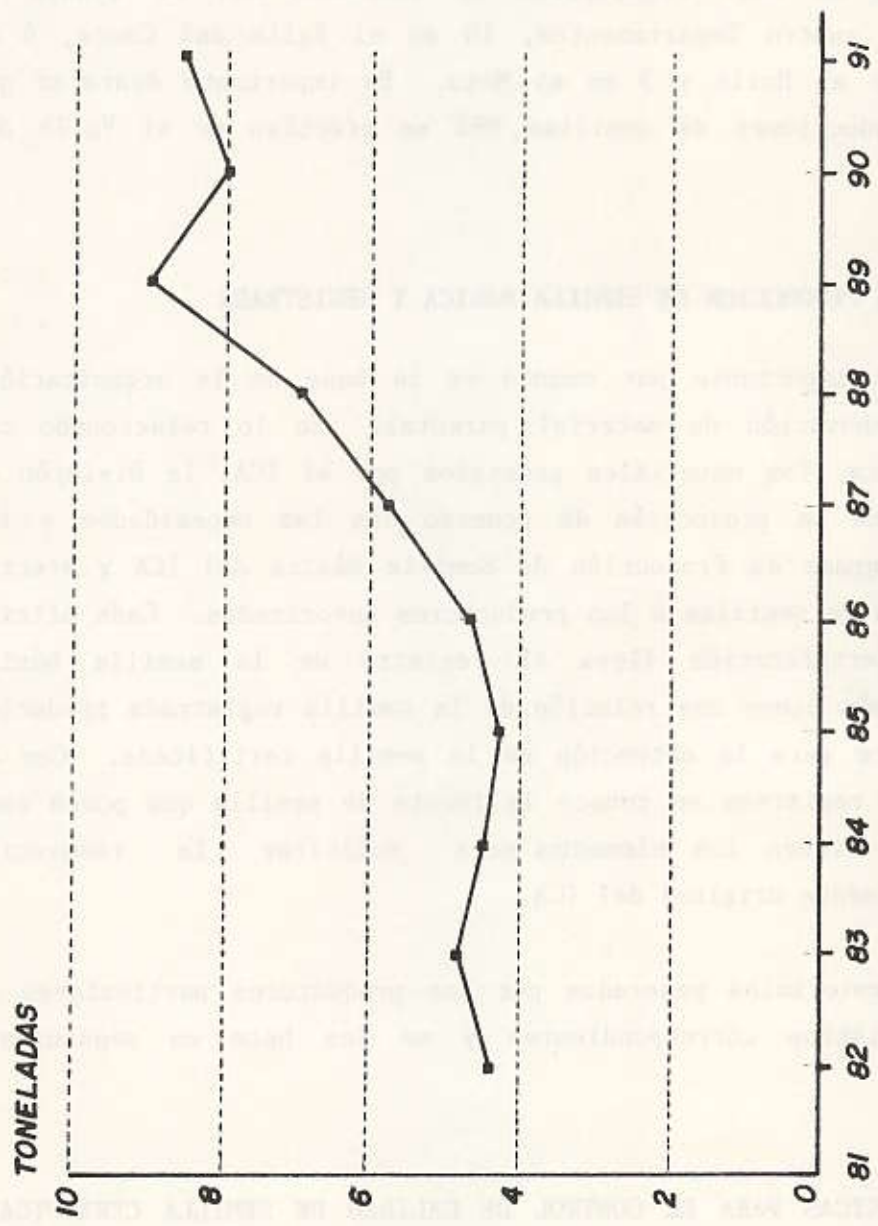


FIGURA 2. PRODUCCION NACIONAL DE SEMILLA CERTIFICADA DE SOYA 19 1 - 1992

Fuente: División de Semillas.

establecidos por el Ministerio de Agricultura y el ICA. Los requisitos son: contar con personal profesional necesario, instalaciones, equipo para el acondicionamiento de semillas, poseer un control interno de calidad y diligenciar los trámites para conseguir el registro.

Los productores de soya registrados en Colombia son 21 (Tabla 2) distribuidos en cuatro Departamentos, 10 en el Valle del Cauca, 6 en el Tolima, 2 en el Huila y 3 en el Meta. Es importante destacar que las mayores producciones de semillas, 98% se efectúan en el Valle del Cauca.

15.5 CONTROL DE PRODUCCION DE SEMILLA BASICA Y REGISTRADA

Este aspecto es importante por cuanto es la base de la organización, producción y renovación de material parental. En lo relacionado con la semilla básica, los materiales generados por el ICA, la División de Semillas programa la producción de acuerdo con las necesidades y las solicita al Programa de Producción de Semilla Básica del ICA y efectúa las asignaciones de semillas a los productores autorizados. Cada oficina seccional de Certificación lleva el registro de la semilla básica entregada y además tiene una relación de la semilla registrada producida que es la fuente para la obtención de la semilla certificada. Con el manejo de estos registros se conoce la fuente de semilla que posee cada productor y se tienen los elementos para solicitar la renovación volviendo a la fuente original del ICA.

En el caso de materiales generados por los productores particulares se llevan los registros correspondientes y se les hace un seguimiento similar.

15.6 NORMAS BASICAS PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE SEMILLA CERTIFICADA DE SOYA

El productor de semillas aprobado para desarrollar esta actividad, debe

TABLA 2 PRODUCTORES DE SEMILLA DE SOYA INSCRITOS EN LA DIVISION DE SEMILLAS DEL ICA Y SU LOCALIZACION.

Productor	Localización	Productor	Localización
ICA (1)	Palmira (Valle)	Agropecuaria Alto Gualanday	Ibagué (Tolima)
Cresemillas (2)	Palmira (Valle)	Cecora	Ibagué (Tolima)
Semivalle	Cali (Valle)	Cultivos y Semillas El Aceituno	Ibagué (Tolima)
Fedearroz	Cali (Valle)	Cultivos y Semillas San Isidro	Ibagué (Tolima)
Proacol	Palmira (Valle)	Proacol Tolima	Espinal (Tolima)
Procampo	Buga (Valle)	Prosehuila	Neiva (Huila)
Cargill Cafetera	Yotoco (Valle)	Semilla Huila	Neiva (Huila)
Semillas Andree	Roldanillo (Valle)	Cereales del Llano (3)	Villavicencio (Meta)
Semillas de Occidente	Cartago (Valle)	Coagrometa (3)	Villavicencio (Meta)
Colsemillas	Cartago (Valle)	Semillano	Villavicencio (Meta)
Semillas Tropicales (3)	Ibagué (Tolima)		

Fuente: ICA División de Semillas.

(1) Produce Semilla básica materiales oficiales.

(2) Operó hasta 1991.

(3) Productores que establecen programas de producción de semillas en el Valle del Cauca.

inscribir ante el Servicio de Certificación cada uno de los campos de multiplicación, especificando los datos que aparecen en la respectiva forma de solicitud, teniendo un plazo de un mes estipulado entre la siembra y la inscripción.

15.6.1 Inspecciones de Campo

Todo campo inscrito debe ser supervisado en la fase de producción en campo.

Los requisitos iniciales de estos campos son: Ser sembrados con semilla genética, básica o registrada; debe existir un aislamiento que garantice el manejo como una unidad de producción, que se haya efectuado rotación con otra especie o haya sido sembrada con la misma variedad para semilla o tenga el campo un descanso de 6 meses.

Los campos objeto de certificación deben recibir un mínimo de tres visitas durante su período vegetativo.

- Primera visita: Se realiza en los primeros días de efectuada la inscripción y en ella se determina ubicación del lote, área aproximada que coincida con la inscrita, se observa la germinación y establecimiento del cultivo, que el material sea el que se inscribió, el estado sanitario, la fecha aproximada de siembra.
- Segunda visita: Se realiza en la época de floración e inicio de formación de vainas. Se efectúa una revisión de la presencia de enfermedades, plagas, malezas existentes, pureza varietal y estado general del cultivo. Es importante aclarar que el campo puede ser rechazado en cualquier visita.
- Tercera visita: Se lleva a cabo inmediatamente antes de cosecha y debe estar el campo libre de plantas de otras variedades (esta labor de desmezcle la efectúa la empresa productora y es necesario que sea oportuna y estricta). Esta mezcla se determina por las características

cualitativas descritas para cada cultivar en la inscripción. También se exige la ausencia de malezas nocivas y plantas enfermas. Esta visita es de gran importancia por cuanto se define la aceptación o rechazo del material para semilla. "Observación importante: la calidad se obtiene en el campo". Aceptando el campo la semilla ingresa a las plantas de acondicionamiento. El productor de semillas efectúa sus propios controles internos de calidad y puede descartar ingresos de materiales dando el correspondiente aviso al Servicio de Certificación de Semillas para el descargue en registro.

Las tolerancias que se tienen en cuenta en el campo para el caso de mezclas varietales, otros cultivos, malezas nocivas y comunes y enfermedades son los siguientes detallados en porcentaje:

Factores

	Clase de Semilla		
	Básica	Registrada	Certificada
Mezcla de otras variedades	0	0.2	1
Mezcla de otros cultivos	0	0	0
Malezas nocivas	0	0	0
Malezas comunes	Que no compitan significativamente con el cultivo.		
Enfermedades	Todas las plantas afectadas severamente por las siguientes enfermedades, deben ser eliminadas del campo.		
<u>Pseudomonas glycine</u>	Añublo de la hoja.		
<u>Xanthomonas phaseoli</u>	Pústula Bacterial.		
<u>Cercospora soja</u>	Mancha de ojo de rana.		
<u>Peronospora manshurica</u>	Mildeo veloso.		
<u>Cercospora kikuchii</u>	Mancha púrpura de la semilla.		
<u>Colletotrichum truncatum</u>	Antracnosis de hojas, vainas y tallos.		
<u>Soja virus</u>	Complejos virosos.		
	Amachamiento o machismo.		

El productor de semilla está en la obligación de suministrar todos los datos necesarios que se requieran para realizar bien esta labor, mantener los lotes bien diferenciados para facilidad del muestreo y dar fácil

acceso a los funcionarios de semillas a cada una de las instalaciones de la planta para una óptima supervisión de ella.

15.6.2 Determinaciones de Laboratorio

Por parte del Servicio de Certificación de Semillas se efectúa el control externo de la calidad aplicando la metodología de la I.S.T.A. (International Seed Testing Association) y cumpliendo los parámetros establecidos por el Ministerio de Agricultura (para el caso de la soya Resolución No. 399 del octubre 31 de 1974).

La muestra global es llevada al laboratorio donde se homogeniza, se toma un kilo de semilla y se realizan las siguientes determinaciones:

15.6.2.1 Humedad: Se determina el porcentaje de humedad presente en el grano, el cual no debe ser mayor del 14%; cuando supera la cifra anterior debe el productor rebajar dicha humedad y muestrearse nuevamente por parte del ICA.

15.6.2.2 Malezas Nocivas y Comunes: En esta práctica se determinan todas las semillas de malezas nocivas y comunes para el cultivo existentes en la muestra, por lo regular en soya todas estas semillas se eliminan en la clasificación, debido a que las zarandas por el tamaño de sus aberturas permiten la fácil salida de ellas. La norma es de cero semillas por kilogramo y en el supuesto caso que ello no se cumpla se ordenará una reclasificación del material.

15.6.2.3 Material Inerte: Se determina todo el material que no pueda germinar y que se encuentra presente en la muestra de trabajo para el análisis de calidad, tales como terrones, piedras, semillas partidas, partes de hoja, flores, tallos, etc. La semilla pura mínima es de 97%, si el porcentaje de materia inerte es mayor del 3% es necesario acondicionar de nuevo el material.

Los resultados de las anteriores determinaciones son consignados en un formulario denominado "Resultado Oficial de Análisis de Semillas" que se le envía al productor respectivo.

Si la semilla corresponde al lote muestreado y analizado cumple con los requisitos exigidos por el ICA, ésta es debidamente tratada con un insecticida y fungicida apropiado, empacada en las bolsas utilizadas por cada productor y a cada una de las cuales se les coloca el marbete correspondiente a su clase, el cual ha sido entregado por Certificación y que constituye el sello de garantía que respalda la calidad de la semilla producida.

15.7 TARIFAS PARA COBRO DEL SERVICIO

Teniendo en cuenta la Resolución 1737 de junio 25 de 1992, basada en los Acuerdos 13 de 1988, 014 de 1990 y Decreto 2464 de 1990, los productores de semilla certificada de soya y autorizados por el ICA, deben pagar este servicio al Instituto, cuyo monto es \$670 por hectárea inscrita y \$4.37 por kilogramo de semilla procesada y sometida a análisis de calidad.

15.8 POR QUE SE DEBE UTILIZAR SEMILLA CERTIFICADA

Los componentes o cualidades esenciales de una semilla son: Calidad genética, calidad sanitaria, calidad fisiológica y calidad física. Todos estos son los atributos de calidad en las semillas certificadas.

La siembra de semilla de soya de procedencia desconocida puede ser portadora de agentes que causen enfermedades tales como hongos, bacterias, virus y nematodos, y desarrollando severas epidemias y en ocasiones inhabilitando zonas de cultivo, ya que algunos patógenos pueden permanecer en el suelo por muchos años. En el aspecto de la pureza genética al sembrar semillas de origen desconocido al paso de los años se va contaminando con otras variedades llegando a perder su identidad genética

y su comportamiento agronómico se degrada y la susceptibilidad a enfermedades se acentúa.

La calidad de la semilla certificada es una garantía en el éxito al establecer un campo comercial de soya, pues complementa la inversión en labores e insumos tales como preparación, siembra, riego, control de malezas y plagas, fertilizantes, siendo un riesgo utilizar semillas de origen desconocido y sin oportunidad de efectuar reclamos.

El agricultor necesita de calidad y los productores de semilla deben ofrecer la calidad que los clientes exigen.

15.9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1978. Beneficio de Semillas. Palmira.
2. GOMEZ, C. 1982. Certificación de Semillas en Colombia. En: III Curso Internacional de Soya. ICA, Palmira. A.A. 233. 11 p.
3. ICA. 1990. Legislación sobre Semillas. Ministerio de Agricultura. Bogotá, Colombia. 151 p.
4. ICA. 1990. Manual de Normas y Procedimientos. Ministerio de Agricultura. Bogotá, Colombia. 89 p.
5. INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS Y PLANTAS DE VIVERO. 1976. Reglas Internacionales para ensayos de semillas. Editor Ministerio de Agricultura. Madrid, España. 184 p.
6. MARTINEZ, V.E. 1979. Análisis de germinación. Introducción general a las normas ISTA. La Molina, Lima. 13 p.

16. REQUISITOS NUTRICIONALES DE LA SOYA

Gloria Ortiz Ramírez *

La nutrición de las plantas es uno de los factores que determina la producción agrícola. Es un proceso que tiene que ver con la clase de nutrientes, las funciones que desempeñan, la manera como los absorben las plantas, la distribución dentro de ellas o la translocación y relaciones con el agua (Ortiz, 1986).

La soya es un cultivo relativamente exigente en N, P y K. Para obtener un rendimiento de 3.000 kg/ha el cultivo extrae aproximadamente 205 kg/ha de N, 55 kg/ha de P_2O_5 y 135 kg/ha de K_2O . En la madurez las semillas contienen el 75% de N, el 75% de P y el 60% de K asimilados por la planta. Los tallos, vainas y pecíolos contienen una mayor concentración de K que de P y N (Parra, 1980). Al estudiar el efecto de la aplicación de fertilizantes en la absorción de N, P y K por la planta, se encontró que la soya nodulada y sin fertilización nitrogenada acumuló 247 kg/ha de N, mientras que las plantas no noduladas y sin fertilización nitrogenada absorbieron 64 y 198 kg/ha de N con 224 y 672 kg/ha de N aplicado, respectivamente.

La aplicación de 49 kg/ha de P incrementó la cantidad de P absorbido de 16.9 a 21.4 kg/ha, 47% del cual fue translocado a la semilla. La aplicación de 224 kg/ha de K incrementó la absorción de 74 a 121 kg/ha de K (Mooy, et al, 1973). La absorción de nutrientes es rápida en

* I.A. M.Sc. Sección Algodón CI-Palmira. Apartado Aéreo 233 Palmira.

relación con la producción de materia seca durante los estados iniciales y como resultado de esto, la concentración de nutrientes es alta; en los estados siguientes de crecimiento la concentración disminuye. Henderson y Kamprath (1970) citados por Mooy et al, 1973 encontraron contenidos descendentes de N, de 3.6% a los 40 días y 1.0% a los 140 días después de la siembra; en las semillas y yemas el contenido aumentó de 3.8% N al comienzo a 4.8% N en la maduración.

Pal y Saxena, 1976 encontraron que la concentración de N en los tallos, hojas y pecíolos disminuyó con la edad de la planta, mientras que en las yemas la concentración se incrementó, en isolíneas noduladoras y no noduladoras de soya. En ambas variedades, una concentración total de N de 4 a 4.65% a los 65 días fue asociada con altos rendimientos.

La acumulación de nutrientes ocurre a una tasa lenta en el estado inicial de crecimiento, con un rápido incremento al comienzo de la floración, seguido por una tasa de acumulación relativamente constante hasta la senescencia. Durante el período de plena floración a llenado de vainas se encontró que la rata promedio de acumulación de N, P y K para plantas enteras era de 4.5, 0.4 y 1.5 kg/ha/día, respectivamente. El total de materia seca se incrementó a la rata de 176 kg/ha/día durante el mismo período (Mooy et al, 1973).

16.1 PAPEL DE LOS NUTRIENTES EN EL DESARROLLO VEGETATIVO DE LA SOYA.

16.1.1. Nitrógeno

La soya como las demás leguminosas tiene la posibilidad de satisfacer sus necesidades de N cuando ha sido inoculada y el suelo tiene suficientes nutrimentos. Las plantas de soya con buena nodulación pueden obtener por fijación suficiente N como para obtener rendimientos de 2.000 a 2.700 kg/ha sin recibir fertilización nitrogenada. En condiciones favorables, los nódulos pueden formarse dentro de la semana siguiente a la germinación

TABLA 1. ABSORCION DE N, P y K POR PLANTAS DE SOYICA P-31

Edad Días	N	Acumulado P Kg/ha	K	N	Rata de Absorción P Kg/ha	K
18	5.8	0.5	2.3			
				1.3	0.1	0.4
25	14.9	1.1	5.2			
				1.2	0.3	0.8
33	23.5	3.1	10.9			
				1.6	0.1	0.8
39	35.0	3.2	16.3			
				3.3	0.5	2.8
46	58.0	6.8	35.5			
				4.7	0.5	0.5
53	90.0	10.0	38.9			
				4.6	0.1	1.2
59	118.3	10.2	46.3			
				8.2	0.8	0.9
68	192.5	16.9	54.6			
				0.6	0.6	1.2
74	196.2	20.3	62.0			
				1.7	- 0.3	- 0.6
87	217.8	16.1	53.8			

FUENTE: SOLORZANO, 1987.

de la semilla, pero la fijación de N parece demorarse hasta unas dos semanas después; por esta razón se encuentra respuesta a las aplicaciones de N en suelos deficientes en este elemento (Scott et al, 1975). La aplicación de N a la soya produce incrementos en los rendimientos y aumento en el contenido de proteína y caroteno en las hojas; además es requerido en la formación de las vainas (Sterling, 1976).

16.1.2 Fósforo

La soya requiere cantidades relativamente grandes de P; las partes vegetativas y la semilla de una cosecha que produce 3.400 kg/ha contienen 11 kg de P, en comparación con 5 Kg de P para una cosecha de trigo de igual rendimiento y 18 K de P para una de maíz de 9.500 kg/ha. La soya absorbe P durante todo su ciclo vegetativo, pero el período de mayor demanda se inicia un poco antes de la formación de las vainas y continúa hasta aproximadamente diez días antes del desarrollo completo de las semillas (Scott et al, 1975). P es necesario en el suministro de energía al nódulo, por lo que en su ausencia los nódulos son pequeños y no funcionales (Varela , 1980).

16.1.3 Potasio

La soya es una leguminosa que extrae altas cantidades de K del suelo. El ritmo de absorción asciende al máximo durante el período de rápido crecimiento vegetativo, luego decrece hasta el momento en que comienzan a formarse los granos; la absorción se completa dos a tres semanas antes de la maduración de la semilla. Bajo condiciones de buen suministro de P, el K estimula la nodulación y la fijación de N; estos elementos los requiere la soya para una máxima nodulación. Una adecuada relación P:K está entre 1:1.5 a 1:2 (Scott et al, 1973; Jacob et al, 1973). El K normalmente puede asumir el papel específico en la simbiosis, por su función en la regulación osmótica y en la actividad de las enzimas (Varela, 1980).

16.1.4 Elementos Menores

Estos elementos son tan importantes como los elementos mayores y su deficiencia causa desórdenes que afectan el crecimiento de la soya y limitan la fijación de N. Generalmente pueden existir deficiencias de uno o varios elementos menores, pero rara vez de todos. En muchos casos las deficiencias se deben a condiciones anormales del suelo y no a su escasez. Muchos son tóxicos cuando se aplican en exceso, por lo que su aplicación y dosificación exigen cuidado. En muchas zonas agrícolas se han detectado deficiencias de elementos menores; para las condiciones del Valle del Cauca se han encontrado deficiencias de B, Fe, Mn y Zn en el cultivo de la soya (Ramírez, 1980).

1. Boro: La soya tiene bajos rendimientos de B y es más sensitiva a la toxicidad que el algodón y la remolacha. La soya es una buena planta indicadora de toxicidad de B; los síntomas aparecen a una concentración de 0.5 a 2 ppm de B en la solución. Debido a que es sumamente tóxico para la soya no se debe mezclar con el fertilizante aplicado en bandas, el B es esencial para la división celular; cuando hay deficiencia de B, la división celular no ocurre y en consecuencia el nódulo no se desarrolla (Mooy et al, 1973; Scott, et al 1975; Varela, 1980).

2. Hierro: Las deficiencias de Fe se limitan a los suelos con elevado pH, generalmente por encima de 7. El Fe está íntimamente relacionado con la fijación de N como constituyente de la leghemoglobina, la cual es importante para el funcionamiento de los nódulos porque posiblemente facilitan la difusión del oxígeno en la respiración. Existe un requerimiento adicional de Fe cuando la soya depende del N fijado (Varela, 1980).

16.2 ANALISIS DE TEJIDO

En muchos suelos el crecimiento de las plantas o la producción de un cultivo son limitados por la falta de algún nutrimento, o la

concentración excesiva, ocasionando lo que se conoce como una deficiencia o una toxicidad. Para poder corregir estos problemas nutricionales es esencial primero diagnosticar correctamente cuál elemento se encuentra en forma deficiente o tóxica. El diagnóstico del estado nutricional de una planta se puede hacer con base en observaciones visuales de síntomas de deficiencia o toxicidad, con base en análisis de suelos o con base en análisis de tejido vegetal. (Scott, et al, 1975).

El análisis foliar o de tejido, como técnica de diagnóstico de las necesidades nutritivas de las plantas, se basa en que las plantas requieren una determinada concentración de cada uno de los nutrientes esenciales para el normal desarrollo de las funciones y de las cuales depende la producción. Siendo la hoja el órgano principal donde se efectúa la elaboración de las sustancias para el crecimiento y fructificación, ésta debe reflejar el estado nutricional de la planta mejor que otros órganos (Galeano, 1971).

Cada especie es fisiológicamente diferente y por lo tanto la selección del tejido indicador y la época de muestreo son también diferentes; además la acumulación de nutrientes y la distribución de ellos dentro de la planta varían (Howeler, 1983).

Para soya, los análisis de tejido deben efectuarse más o menos cada catorce días, desde el momento en que la planta llega a los 30 centímetros de altura hasta que alcanza su altura total y comienza a formar vainas. En el caso de un solo muestreo dentro del ciclo vegetativo, la mejor época es un poco antes de que se inicie la floración o principios de ésta (Scott, et al, 1975; Jones, 1972) citado por Howeler, 1983 sugiere un método de muestreo para la soya (Tabla 2).

16.2.1 Niveles críticos en el Tejido

En la Tabla 3 se reportaron las concentraciones de nutrientes en hojas de soya al iniciarse la floración, para condiciones normales de nutrición (Swall, et al, 1973).

TABLA 2. METODO DE MUESTREO PARA ANALISIS DE TEJIDO DE LA SOYA.

ESTADO DE CRECIMIENTO	PARTE DE LA PLANTA A MUESTREAR	No. DE PLANTAS POR MUESTRA
1. Plántulas (menor 30 cm)	Parte aérea	20 - 30
2. Antes o durante la floración	Dos o tres láminas foliares bien desarrolladas, de la parte superior de la planta.	20 - 30
3. No es recomendable el muestreo después de la formación de las vainas.		

FUENTE: HOWELME, 1983.

TABLA 3. NIVELES CRITICOS EN HOJAS DE SOYA CONSIDERADOS NORMALES.

Elemento	Unidad	Rango
N	%	4.26 - 5.50
P	%	0.26 - 0.50
K	%	1.71 - 2.50
Ca	%	0.36 - 2.00
Mg	%	0.26 - 1.00
B	ppm	21 - 55
Cu	ppm	10 - 30
Fe	ppm	51 - 350
Mn	ppm	21 - 100
Mo	ppm	1 - 5
Zn	ppm	21 - 50

FUENTE: Swall et al, 1973.



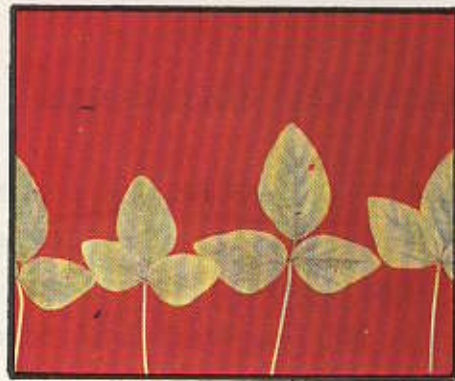
1. Deficiencia : Fe



2. Deficiencia : Zn



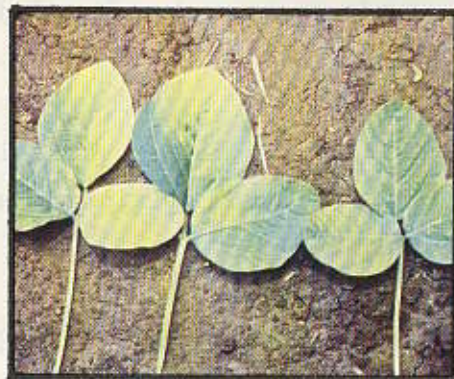
3. Deficiencia : Mn



4. Deficiencia : K



5. Deficiencia : B



6. Deficiencia : Cu

Valores críticos más precisos han sido reportados por otros autores. Sartin (et al, sf) (12), encontró un valor promedio para K de 2.15% al final de la floración; un valor de 4 a 4.65% de N reportado por Pat et al, 1976 para obtener altos rendimientos; un contenido de 0.25% a 0.30% de P parece adecuado (Varela, 1980).

Para Fe y Mn un nivel crítico entre 28-30 y 9-11 ppm respectivamente son valores críticos en las hojas, reportados por Marín, 1973 por debajo de los cuales las plantas muestran síntomas de deficiencia en el campo, Holf y Mederski, citados por Brown et al (1972) encontraron un nivel crítico de 20 ppm de Mn, clasificando la soya como severamente deficiente si contenían menos de 20 ppm y moderadamente deficientes las plantas entre 20 y 40 ppm de Mn.

16.3 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BROWN, J.C.; AMBLER, J.E.; CHANEY, R.L.; FOY, C.D. 1972. Differential responses of plant genotypes to micronutrients. p. 389-418. In: Dinaver, R.C. (ed). Micronutrients in Agriculture: Zn, Fe, B, Mo, Cu, Min. Soil Science Society of American Madison (EE.UU).
2. GALEANO, F. 1971. Diagnóstico foliar, fundamentos y empleo en algunos cultivos. p. 30-57 In: Universidad del Tolima. Ciclo de conferencias sobre Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos Ibagué.
3. HOWELER, R.H. 1983. Análisis de tejido vegetal en el diagnóstico de problemas nutricionales: Algunos cultivos tropicales. CIAT. Cali.
4. JACOB, A; UEXULL, H.V. 1973. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. 4a ed. Ediciones Euroamericanas.

5. MARIN, M.G. 1973. Fertilidad general de los suelos del país y la respuesta de varios cultivos a la fertilización en fincas de agricultores. Instituto Colombiano Agropecuario ICA.
6. MOOY, C.J. de; PESEK, J.; SAPALDON, E. 1973. Mineral nutrition. p. 267-352 In: Caldwell, B.E. (ed) Soybeans: Improvement, production and uses. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin. Agronomy series. 16 p.
7. ORTIZ, R.G. 1986. Papel de los diferentes nutrimentos en la planta. p. 1-17 In: Programa de suelos. Asistencia Técnica Agrícola. Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Seminario-Taller sobre suelos y nutrición vegetal.
8. PAL, V.R.; SAXENA, M.C. 1976. Relationship between nitrogen analysis to soybean tissues and soybean yields. Agronomy Journal 68: 927-932.
9. PARRA, C.A. 1980. Fertilización en el cultivo de la soya. p. 137-153. In: Instituto Colombiano Agropecuario ICA-INTSOY. Curso de producción de soya. Palmira.
10. RAMIREZ, V.A. 1980. El cultivo de la soya en suelos alcalinos. p. 154-165. In: Instituto Colombiano Agropecuario ICA-INTSOY. Curso de producción de soya. Palmira.
11. SARTAIN, J.B.; FORBES, R.B.; USHERWOOD, N.R. Yield response of soybeans to P and K fertilization as correlated with soil extractable and tissue nutritional level. Soil Science and plant analysis 10(9): 1219-1232.
12. SCOTT, W.O.; ALDRICH, S.M. 1975. Producción moderna de la soya. Hemisferio Sur, México.

13. SOLORZANO, P., P.R. 1987. Potential for producing soybeans in dry seasons. p. 17-19. In: Donal L. Armstrong (ed.) Better Crops International. Potash and phosphate. Instituto Atlanta.
14. STERLING, P., V.H. 1976. Fisiología de la soya (Glycine max L.). Un estudio bibliográfico comparativo. Tesis. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia. Palmira.
15. SWALL, H.G.; OHLROGE, G. 1973. Plant analysis in soybeans and peanuts In: Walsh, M. (ed). Soil testing and plant analysis. Soil Science Society American, Madison.
16. VARELA, G.R. 1980. Nodulación y fijación del N en el cultivo de la soya. p. 35-76. In: Instituto Colombiano Agropecuario ICA INTSOY. Curso de producción de soya. Palmira.

17. FERTILIZACION DE LA SOYA EN EL VALLE DEL CAUCA

Gloria Ortiz Ramírez *

17.1 INTRODUCCION

La soya es un cultivo exigente en suelos, los cuales deben ser profundos, sueltos, de textura franco o franco-arcillosa. Suelos demasiado livianos retienen poca humedad y aceleran la maduración de la planta de soya. Las condiciones de salinidad o acidez afectan adversamente el desarrollo de la soya. El pH ideal para este cultivo está entre 6 y 6.5.

La soya es muy sensible a la falta de aireación del suelo, así como a inundaciones por varias horas lo cual causa serios daños a las plantas. La fijación del N se detiene cuando la planta se aproxima al punto de marchitamiento pero se recupera rápidamente cuando el agua está de nuevo aprovechable (Marín, 1977).

El crecimiento de las raíces de soya se reduce apreciablemente cuando crecen en soluciones nutritivas con uno o más ppm de Mn.

La mayoría de las leguminosas fijan N en un rango de pH entre 5 y 8. (García, 1980; Marín, 1977).

La soya tampoco se desarrolla bien en suelos alcalinos (pH mayor a 7.3); en suelos alcalinos del Valle del Cauca es frecuente observar en soya deficiencias de elementos menores, especialmente Mn, Fe, Zn y B.

* I.A. M.Sc. Sección Algodón CI-Palmira. Apartado Aéreo 233 Palmira

Como efectos de la salinidad ocasionados en soya se tienen incrementos en la mortalidad de plantas, necrosis de las hojas, disminución del color verde (amarillamiento), disminución en el rendimiento y calidad de la semilla, e incrementos de la acumulación de cloro en tallos y hojas. El porcentaje de germinación y de emergencia de las plántulas se ve inhibido cuando el rango de salinidad varía entre 3.1 a 3.7 mmhos/cm. Un valor de 5 mmhos/cm ocasiona un 10% de reducción en el rendimiento de la soya (Abel et al, 1964).

17.2 RESULTADOS DE INVESTIGACION Y RECOMENDACION DE FERTILIZANTES

Para el caso de la soya, en los años 1955, 1960, 1969, 1970A, 1985B, 1986, 1987, el ICA realizó varios trabajos de fertilización en este cultivo con el objeto de estudiar la respuesta de la soya a la aplicación de NPK y elementos menores (Ortiz, 1985).

Los ensayos se realizaron en suelos con diferentes niveles de fertilidad localizados en los municipios de Cali, Candelaria, Buga, Cerrito, Puerto Tejada, Guacarí, Palmira, Roldanillo y La Victoria, trabajando con las variedades ICA Lili, Pelican SM ICA, Mandarín S4 ICA, ICA Tunía, Soyica P-31, Soyica P-32, Soyica P-33, SV-89, Procampo 1 y Andree 23. Algunas características generales de los suelos se presentan en la Tabla 1.

Los resultados de los análisis de suelo de los sitios experimentales y el muestreo de 52 fincas cultivadas en soya, determinó que el 66% de las muestras tenía un pH neutro (5.6 - 7.3) y el rango general fué de 5.4 a 8.2; el 56% de las muestras presentaron contenidos medios de M.O. (2-4%), con un promedio general de 3.22%. El contenido de P es muy alto, ya que el 42% de los análisis reportaron contenidos mayores de 40 ppm; el promedio general fue 60 ppm. El K presentó las mismas condiciones es decir, el 52% de las muestras presentaron contenidos por encima de 0.40 me/100 g y el promedio general fue de 0.61 me/100 g (Ortiz, 1985).

TABLA 1. RESULTADOS PROMEDIO DE ANALISIS DE SUELOS DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES (1955-1988A).

Municipio	Finca	Textura	pH	M.O. %	P-ppm Bray-II	K me/100
Buga	Balboa	Ar	6.5	2.2	19.5	0.53
Buga	Procampo	FAr	6.7	2.3	29.2	0.70
Cali	Cauquita		6.9	3.7	36.8	0.27
Cali	El Limonar	FAR	6.1	4.2	1.9	0.31
Cerrito	San Joaquín		6.8	1.8	179.2	1.56
Cerrito	El Cañal	ArL	6.1	2.4	1.9	0.25
Cerrito	La María	Ar	7.1	1.1	115.9	0.63
Candelaria	Primitivo		6.4	3.7	86.8	0.36
Guacarí	Márquez		7.1	3.9	18.9	0.60
Palmira	CNI (L-14-28)	FAR	7.0	2.4	24.6	0.41
Palmira	El Molino	FAR	7.7	1.7	54.2	0.44
Palmira	Abatar	FARL	7.4	3.4	81.2	0.33
Palmira	Maracay	Ar	7.7	2.3	80.7	0.97
	(Palmaseca)					
Santander de Quilichao	El Congo	FAR	6.0	2.1	26.1	0.72
Puerto Tejada	La Playa		5.5	4.6	12.2	0.24
Tuluá	La Rafaela	Ar	7.6	2.3	49.5	0.23
Tuluá	El Pañuelo	Ar	7.2	2.2	20.9	0.20
Roldanillo	Campoalegre	Ar	7.0	2.4	63.0	0.59
Yotoco	Hato Viejo	Ar	7.8	2.6	19.2	0.28

(6, 8, 9 y 10)

Los rendimientos obtenidos en los ensayos realizados en el período 1955-1985B no mostraron diferencias significativas a la aplicación de NPK. Sin embargo, en algunos casos se encontró un ligero aumento con las aplicaciones de 30 kg/N/ha; dosis superiores disminuyeron el rendimiento en relación con el testigo (sin fertilizar).

En el caso de suelos con contenidos medios a altos de P no se encontraron respuestas a este elemento, utilizando dosis en un rango de 0-100 kg P_2O_5 /ha lo cual indica que el contenido en el suelo fue suficiente para suplir las necesidades de la planta. En suelos con bajo contenido de P (menos 15 ppm P) se encontraron incrementos significativos con la aplicación de 45 kg P_2O_5 /ha.

Los resultados no mostraron efecto muy positivo a la aplicación de K, en suelos con contenido bajo (menos 0.15 me/100 g) se encontraron ligeros incrementos en la producción con la aplicación de 15 kg K_2O /ha; sin embargo se observó que dosis superiores de 25 kg K_2O /ha causaron disminución en los rendimientos (Ortiz, 1985). La Figura 1 muestra la respuesta de la soya a la aplicación de NPK en varias localidades del Valle del Cauca.

En 1970 se realizaron pruebas regionales en varias fincas de agricultores, para determinar la respuesta de la soya a la aplicación aislada y conjunta de algunos elementos menores. El efecto de los elementos menores aplicados aisladamente (B y Zn) o conjuntamente (B + Zn; B + Cu; B + Zn + Fe; B + Zn + Mn) se expresó en términos de aumento o disminución de rendimiento al comparar las parcelas a las cuales se les aplicaron los elementos menores con el rendimiento del testigo (sin aplicación de menores). Los resultados de estos ensayos indicaron respuestas de la soya a las aplicaciones individuales de Zn y B y en algunos sitios a la aplicación conjunta de B y Zn con Cu, Fe y Mn (Marín, 1973).

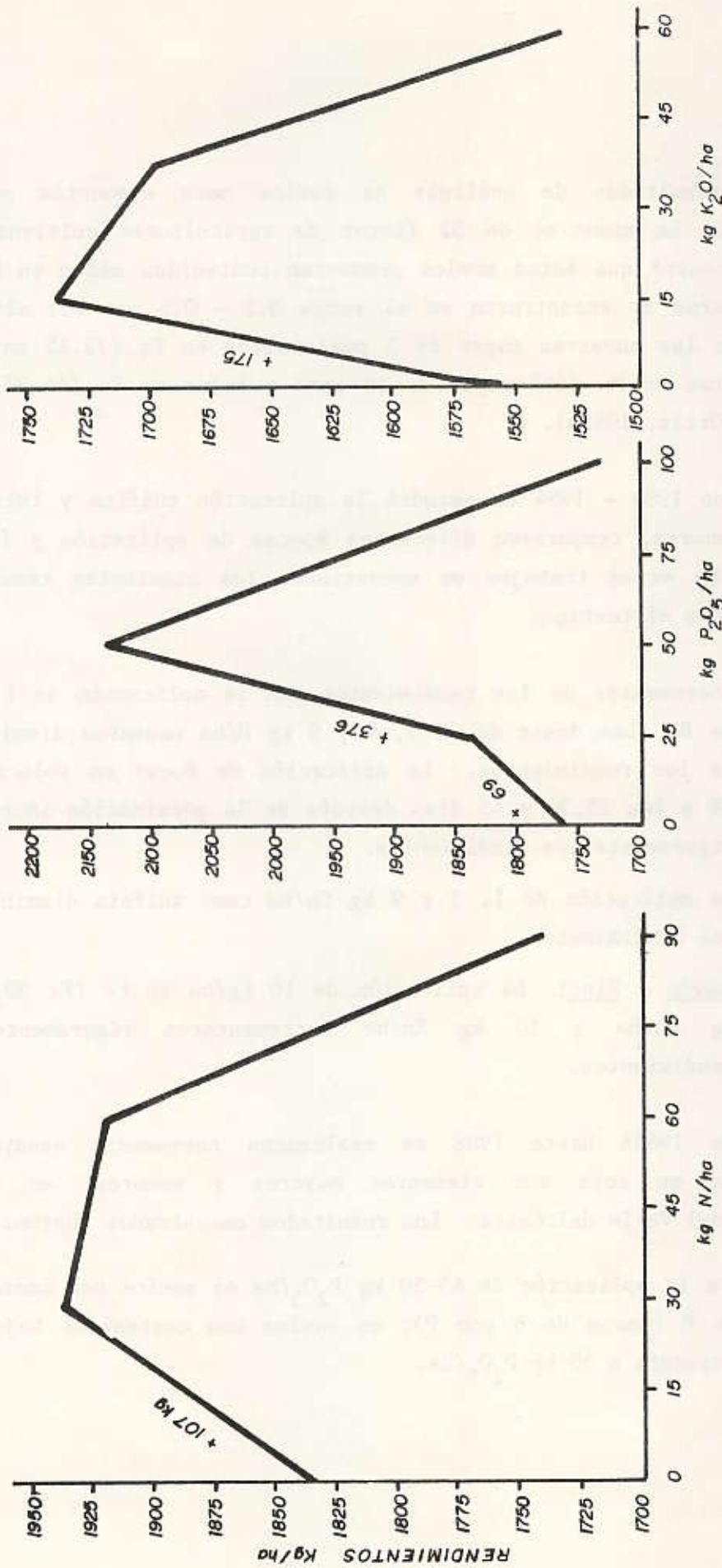


FIGURA I. RESPUESTA DE LA SOYA A LA APLICACION DE N.P.K. EN VARIAS LOCALIDADES DEL VALLE DEL CAUCA. RESULTADOS DE 22 ENSAYOS REALIZADOS EN 1960-1977-1985B (Ortiz, 1985)

Según los resultados de análisis de suelos para elementos menores realizados en un muestreo de 52 fincas de agricultores cultivadas en soya, se encontró que estos suelos presentan contenidos medio en B (49% de las muestras se encontraron en el rango 0.2 - 0.6 ppm B); altos en Cu (89.6% de las muestras mayor de 3 ppm); altos en Fe (72.4% mayor de 20 ppm); altos en Mn (56% mayor de 10 ppm) y bajos en Zn (44.3% menor de 3 ppm). (Ortiz, 1985A).

En el período 1980 - 1984 se estudió la aplicación edáfica y foliar de elementos menores, comparando diferentes épocas de aplicación y fuentes de ellos. En estos trabajos se encontraron los siguientes resultados en relación con el testigo:

Boro: Incrementos de los rendimientos con la aplicación de 1 kg/ha de B. Las dosis de 2, 3, 6 y 9 kg B/ha causaron disminución de los rendimientos. La aplicación de Borax en solución al 2% a los 15, 30 y 45 días después de la germinación incrementó ligeramente los rendimientos.

Cobre: La aplicación de 1, 3 y 9 kg Cu/ha como sulfato disminuyeron los rendimientos.

Hierro, Manganeso y Zinc: La aplicación de 10 kg/ha de Fe (Fe SO_4), 10 kg Mn/ha y 10 kg Zn/ha incrementaron ligeramente los rendimientos.

A partir de 1985A hasta 1988 se realizaron nuevamente ensayos de fertilización en soya con elementos mayores y menores, en varias localidades del Valle del Cauca. Los resultados encontrados fueron:

- Respuesta a la aplicación de 45-50 kg P_2O_5 /ha en suelos con contenidos muy bajos de P (menos de 5 ppm P); en suelos con contenidos bajos (5-15 ppm P) respuesta a 30 kg P_2O_5 /ha.

En suelos neutros, con contenidos medios de P (15-30 ppm), medios en K (0.15-0.30 me/100 g) y altos en K (mayor 0.30 me/100 g) se encontraron respuestas significativas a la aplicación de 15-30 kg P_2O_5 /ha y 15-30 kg K_2O /ha.

En suelos neutros, con contenidos medios de materia orgánica (2-4% M.O) y bajos en materia orgánica (menos de 2% M.O) se encontró respuesta a la aplicación de 30 y 60 kg N/ha, respectivamente.

En suelos alcalinos (pH mayor de 7.3) se encontró respuesta a la aplicación conjunta de elementos menores B, Fe, Mn, Zn en las dosis de 1 kg B/ha, 10 kg Fe/ha, 10 kg Mn/ha y 10 kg Zn/ha.

Tanto en suelos ácidos como alcalinos se encontró respuesta a la dosis de 1 kg B/ha; las dosis de 2 y 3 kg B/ha causaron disminución en el rendimiento (Ortiz, 1988).

Los trabajos realizados en 1986 reportaron un efecto positivo con la aplicación de 30 kg N/ha. Para condiciones de suelos ácidos a ligeramente ácidos, medios en materia orgánica, bajos a medios en P y medios a altos en K, se encontraron los rendimientos más altos con la aplicación de 30-15-15-1 y 30-30-15-1 kg/ha de N, P_2O_5 , K_2O y B respectivamente. En suelos alcalinos (pH mayor de 7.3) hay respuesta a la aplicación de 15-15-15 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O /ha (Ortiz, 1987).

En el período 1987B - 1988A, se establecieron varios ensayos para comparar el efecto de la aplicación edáfica y foliar de los elementos menores B, Fe, Mn y Zn en el rendimiento de diferentes variedades de soya. En todos los sitios se aplicó una dosis constante de N P K (45-25-50 kg/ha, dejando un tratamiento testigo (sin fertilizar); otro tratamiento fué la sola aplicación de elementos menores y otros con NPK más diferentes dosis de B, Fe, Mn y Zn. La fertilización edáfica de NPK y elementos menores se hizo al momento de la siembra al fondo del surco. En el caso de las aplicaciones foliares se hicieron 3: La primera a los 15 días

de germinada; la segunda a los 25 días y la tercera a los 35 días después de la germinación (Ortiz, 1988).

El análisis estadístico conjunto de los cinco sitios reportó diferencias altamente significativas entre aplicaciones edáficas, obteniéndose el mayor rendimiento con la aplicación de NPK más 5 kg Zn/ha, tratamiento que difiere estadísticamente de los demás. El análisis de los resultados para las aplicaciones foliares también reportó diferencias significativas entre tratamientos. El rendimiento más alto se obtuvo con la aplicación de NPK más $ZnSO_4$ al 0.6% en tres aplicaciones; este tratamiento difiere estadísticamente de los demás (Ortiz, 1988).

17.3 RECOMENDACIONES

Con el fin de conocer el estado de fertilidad de la finca y ajustar mejor las dosis recomendadas, se aconseja el análisis de suelos antes de sembrar.

Para mantener el nivel de fertilidad de los suelos y proveer un buen suministro de nutrientes a la planta se hacen las siguientes recomendaciones en primera aproximación:

1. Cuando se siembre soya por primera vez en suelos con contenidos bajos de materia orgánica (menos 2%) aplicar 30 kg N/ha, con contenidos medios (2-4% MO) aplicar 15 kg N/ha.
2. En suelos ácidos, pobres en P (menos de 10 ppm) aplicar 45 kg de P_2O_5 /ha, con contenidos medios de P (20-30 ppm) aplicar 30 kg de P_2O_5 /ha y en suelos con alto contenido de P, mayor de 30 ppm, en el caso de la soya no hacer aplicaciones de este elemento.

3. En suelos con contenidos bajos de K (menos de 0.15 me/100 g) aplicar 30 kg K_2O /ha; medios a altos (0.15-0.30 me/100 g) aplicar 15 kg K_2O /ha.
4. En suelos alcalinos (pH mayor de 7.3) hay respuesta a la aplicación de elementos menores; en estas condiciones aplicar 1 kg B/ha, dosis superiores causan disminución en el rendimiento.
5. En suelos alcalinos cuando no se aplica fertilización o se aplica sólo NPK, los rendimientos son muy bajos.
6. En suelos alcalinos la dosis recomendada de NPK es 15-15-15 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente.
7. En suelos con bajo contenido de Zn (menos de 2 ppm) se recomienda aplicar 5 kg Zn/ha al suelo, o aplicar $Zn SO_4$ foliar al 0.6%, haciendo tres aplicaciones, la primera 15 días después de la siembra (6, 8, 9, 10).

17.4 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ABEL, G.H.; MACKENSIE, A.J. 1964. Salt tolerance of soybeans ' varieties (Glycine max L) Merrill during germination and later growth. Crop Science 4: 157-161.
2. GARCIA, O.A. 1980. Generalidades sobre suelos ácidos, problemas de los cultivos en ellos y manejo. p. 167-177. In: Instituto Colombiano Agropecuario ICA-INTSOY. II Curso Producción de Soya. Palmira.
3. INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. 1980. Estudio semidetallado de los suelos del Valle geográfico del Río Cauca. Bogotá.

4. MARIN, M.G. 1973. Fertilidad de los suelos del país y la respuesta de varios cultivos a la fertilización en fincas de agricultores. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Bogotá.
5. MARIN, M.G. 1977. Fertilidad de suelos con énfasis en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Centro Experimental Tibaitatá, Bogotá. (Copia preliminar).
6. ORTIZ, R.G. 1985. Diagnóstico de la investigación en suelos y fertilización del cultivo de la soya en el Valle del Cauca. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA Palmira (mecanografiado).
7. ORTIZ, R.G. 1985A. Informe de resultados sobre diagnóstico de deficiencias de elementos menores en el cultivo de la soya. Primera parte. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Programa de Suelos. Centro de Investigación, Palmira (mecanografiado).
8. ORTIZ, R.G. 1986. Informe de labores 1985B - 1986A. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Programa de Suelos. Centro de Investigación Palmira (mecanografiado).
9. ORTIZ, R.G. 1987. Informe anual de labores 1986B-1987A. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Programa de Suelos. Centro de Investigación Palmira (mecanografiado).
10. ORTIZ, R.G. 1988. Informe anual de labores 1987B-1988A. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Programa de Suelos. Centro de Investigación Palmira (mecanografiado).

18. MANEJO DEL CULTIVO DE LA SOYA EN EL VALLE DEL CAUCA

Orlando Agudelo Delgado *

La soya es un cultivo seguro, de amplia adaptación en el Valle del Cauca y que ha jugado un papel importante en la parte económica, de rotación y de manejo de los suelos. Se trata aquí de dar algunos conceptos sobre su manejo con el fin de obtener buenas producciones.

18.1 PREPARACION DEL SUELO

El conocimiento del suelo y sus características físicas y químicas como se mencionó en los capítulos anteriores, permite la implementación de la soya para adecuadas condiciones de emergencia. Generalmente se utiliza la labranza convencional y la labranza mínima donde se han efectuado durante el primer semestre labores de labranza profunda. La labranza cero no es aconsejable en suelos de textura arcillosa, aunque sí en texturas livianas. La labranza convencional con un buen volteo de tierra con anticipación a la siembra, durante el verano produce un control adecuado de malezas principalmente coquito Cyperus rotundus.

La preparación dejando el lote semipulido en vez de completamente pulverizado es conveniente para evitar el encostramiento, debido a precipitaciones fuertes, que se combinan con el herbicida produciendo problemas de emergencia. Con una mala preparación hay dificultades para la emergencia de las plántulas, razón por la cual ésta debe ser adecuada, debiendo quedar el suelo mejor que para sembrar maiz, sorgo o algodón.

* I.A. Ms. Programa Oleaginosas. ICA CI Palmira. Apartado Aéreo 233.

Las pajas de sorgo y maíz se deterioran lentamente, además perjudican la incorporación del herbicida haciendo que éste pierda eficiencia, por tanto se requiere una buena incorporación de la soca antes de la siembra.

18.2 FECHAS DE SIEMBRA

La siembra de la soya para el Valle del Cauca debe coincidir con el inicio de la época de lluvias o sea para el primer semestre del 15 al 30 de marzo y del 15 al 30 de septiembre para el segundo semestre. Si las variedades son tardías como SV-89 y Soyica Ariari-1 es preferible adelantar unos días la siembra con la finalidad de que la planta esté en el estado de llenado durante la época de más lluvia, con el fin de sacar provecho de la duración de este período y optimizar los rendimientos.

Agricultores que no respeten la fecha de siembra y que enfrentan problemas entomológicos y/o fitopatológicos tales como el "Machismo" transmitido por el Scaphytopius, deben hacer control químico inicialmente para evitar la aparición de la enfermedad por migración desde lotes viejos, del vector antes nombrado.

Las fechas atrasadas en soya producen siempre mermas económicas en rendimiento, debido a que la plántula está emergiendo durante la época de mayor precipitación, lo que afecta considerablemente su crecimiento, disminuyendo su capacidad productiva.

18.3 ELECCION DE LA VARIEDAD

Actualmente existen en el mercado 11 variedades que presentan períodos vegetativos entre 90 y 125 días, debiendo conocer su ciclo vegetativo a fin de programar su siembra oportunamente. Variedades de período vegetativo largo se deben sembrar anticipadamente y germinarse con riego para que la planta aproveche mejor el agua durante la época de lluvia.

En caso de atrasarse por motivos climáticos o de rotación con otro cultivo, se deben sembrar variedades de período vegetativo corto.

18.4 DENSIDADES DE SIEMBRA

Las densidades de siembra (Tabla 1) tienen que definirse mediante el conocimiento de la altura, volcamiento, ramificación de la variedad y el tipo de suelo, para que las variedades puedan expresar todo su potencial de rendimiento. Las distancias entre surcos pueden variar de 40 a 60 centímetros y entre plantas de 4 a 10 centímetros; esto arroja poblaciones entre 200.000 y 500.000 plantas por hectárea.

Variedades de porte alto como Soyica P-33, Soyica P-34 y Suprema se deben sembrar a densidades entre 200.000 y 350.000 plantas por hectárea y las de porte mediano entre 300.000 y 550.000 plantas por hectárea.

Las densidades altas incrementan la altura de carga y facilitan la cosecha directa, pero también pueden predisponer al volcamiento, por eso se debe conocer muy bien la variedad y el tipo de suelo, con el fin de usar una densidad adecuada.

Cuando se presentan bajas poblaciones de plantas a consecuencia de daños iniciales causados por pájaros, humedad, tierreros, mala germinación o efecto de herbicidas, se pueden utilizar variedades altas o bajas con habilidad de ramificar para compensar.

Cuando se cuenta con riego se puede sembrar con la cantidad de semilla recomendada para cada variedad, en caso contrario se deben adicionar 10 a 20 kilogramos más por hectárea. En zonas secas como Roldanillo o donde solo se usa el agua lluvia, se debe sembrar mayor cantidad de semilla por hectárea con el objeto de soportar las pérdidas ocasionadas por el ambiente. En zonas con buena precipitación se deben seguir las recomendaciones de siembra para evitar alzas en los costos.

TABLA 1. ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE VARIETADES COMERCIALES DE SOYA USADAS EN EL VALLE DEL CAUCA, 1990.

Varietal	Empresa	Fecha floración (días)	Período vegetativo (días)	Altura carga (cm)	Altura planta (cm)	Densidad plantas/Ha. (miles)	Rendimiento semicomercial Kg/Ha.
ICA Tunía	ICA	36	100 - 110	10	65	300 - 400	2.800
Procampo I	Procampo	43	105 - 115	9	60	400 - 500	2.600
Soyica P-31	ICA	41	90 - 100	12	70	400 - 450	2.900
Soyica P-33	ICA	39	100 - 110	14	90	300 - 400	2.600
Victoria	Proacol	52	110 - 120	15	90	300 - 400	3.000
Valluna 5	Proacol	43	100 - 110	12	60	450 - 500	3.000
Andree 23	Andree	44	110 - 115	12	75	250 - 300	3.100
SV-89	Semivalle	48	115 - 125	14	65	250 - 260	3.200
SV-109	Semivalle	44	100 - 105	14	85	300 - 350	3.200
Soyica P-32	ICA	49	115 - 125	14	75	300 - 400	3.200
Soyica Ariari 1	ICA	48	115 - 120	16	65	300 - 350	3.100

* Los rendimientos potenciales dependen del buen manejo.

** Las condiciones ambientales pueden variar estas fechas.



1. Siembra



2. Densidad apropiada



3. Emergencia



4. Distancia de siembra



5. Desarrollo 20 días



6. Limpieza manual



7. Cultivada



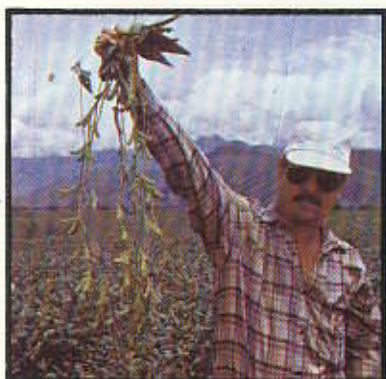
8. Nodulación



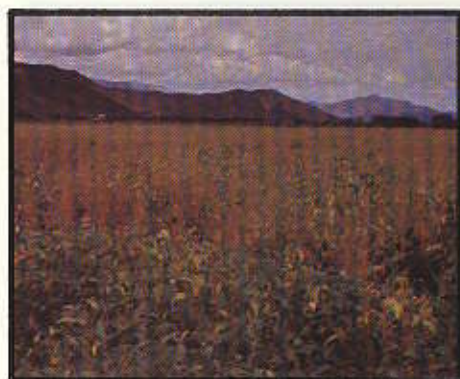
9. Desarrollo 50 días



10. Desarrollo 70 días



11. Desarrollo 90 días



12. Madurez fisiológica

Para algunos agricultores que poseen sembradoras de precisión o neumáticas pueden hacer siembras más precisas al colocar una semilla por sitio, a la distancia apropiada, usando mejor la variedad y permitiéndole una mejor expresión fenotípica. Con sembradoras mecánicas hay problemas cuando caen varias semillas por sitio y usan surcos estrechos provocando el volcamiento de la planta.

18.5 EFECTO DEL SUELO

En general los suelos para soya en el Valle del Cauca corresponden a casi neutros la mayor parte, alcalinos en el centro y norte y ácidos en el sur del Valle Geográfico. Estos últimos presentan mayores mermas en el rendimiento que los alcalinos; en ambos tipos de suelo se debe sembrar mayor cantidad de semilla, ya que las plantas crecen menos.

En suelos ácidos la mayor barrera la constituye la toxicidad por aluminio y el bajo pH, ambos se corrigen con adiciones de cal y fertilización completa. Las variedades altas que pueden emitir mayor cantidad de nudos son las indicadas para obtener rendimientos rentables, en ellos la variedad aconsejada puede ser la Soyica Ariari-1.

En suelos alcalinos y algo salinos el problema lo constituyen los elementos menores como hierro, zinc, boro y manganeso. Este se corrige dejando las socas de sorgo o incrementando la materia orgánica en el suelo, con el fin de mejorar la emergencia de las plántulas. La emergencia se torna difícil en estos suelos por las costras que se forman; además, como la raíz no penetra queda dentro de la capa de sales impidiendo el normal desarrollo y enanificando las plantas. Si se adicionan desde la emergencia fertilizantes foliares las plantas superan fácilmente esta barrera produciendo un crecimiento normal y aceptables rendimientos. Aquí, también, las variedades de soya de mayor crecimiento o altas son las indicadas.

18.6 NODULACION

En los suelos del Valle del Cauca la bacteria Rhizobium japonicum ya está establecida, por lo cual la inoculación de estos suelos no es necesario, salvo el caso que los suelos sean nuevos en soya. No ha habido un aumento de rendimiento entre los testigos sin inocular y los tratamientos inoculados en el Valle del Cauca.

En suelos ácidos y salinos se dan respuestas positivas a la inoculación debido a la menor nodulación de la soya, además es importante tener en cuenta la acción de las micorrizas que están entrando hoy en el mercado y cuya investigación debe ser hecha rápidamente para validar esta tecnología.

18.7 LABORES CULTURALES

Dentro de las labores culturales que deben darse al cultivo lo constituyen primordialmente las desyerbas, las cuales pueden efectuarse acompañadas de las (dos) cultivadas respectivas. Las cultivadas profundas entorpecen la cosecha directa y además en épocas de verano secan el suelo más rápidamente. Una desyerba final en la maduración es muy oportuna para efectuar una cosecha eficiente. Las variedades con altura de carga menor a 10 centímetros pueden tener problemas a la cosecha cuando se realiza cultivada profunda.

18.8 CONTROLES SANITARIOS

La soya presenta una alta resistencia a enfermedades, sin embargo las variedades presentan diferencias en cuanto a la reacción a las enfermedades. Casi todas son susceptibles a nematodo quiste Heterodera glycines y Machismo. Por ejemplo Soyica P-33 presenta alguna susceptibilidad a virus por comedores de follaje en cambio Soyica P-34 muy poca; las diferencias son notorias tratándose de Mildeo velloso ya que todas

presentan alguna afección aunque no severa y en menor grado sucede lo mismo con bacteriosis común.

Es importante hacer rotación de cultivos y rotar aún entre variedades todo de acuerdo con su reacción a la enfermedad. No se debe sembrar semilla proveniente de lotes comerciales "costal" para no diseminar patógenos. En lotes para obtención de semilla se debe aplicar fungicidas con el objeto de obtener semilla de alta calidad.

En cuanto a controles entomológicos es indudable que el control biológico ha llegado a formar parte del control integrado de plagas para beneficio de la soya. Como estos biológicos no controlan todas las plagas, conviene revisar frecuentemente los lotes para llegar en forma oportuna y proceder a una aplicación química en caso de ser necesario. Los lotes de semilla deben llevar un control integrado y riguroso; es importante no hacer mezclas de muchos productos como insecticidas, fertilizantes o fungicidas porque puede deteriorarse el producto fácilmente produciendo un control inadecuado y pérdidas económicas.

18.9 REQUERIMIENTO DE AGUA

La soya es un cultivo poco tolerante a la sequía, con unos requerimientos de agua de 350 a 450 milímetros, durante su ciclo de vida. Si durante el semestre esta agua o un poco menos de ella cae bien distribuída, los rendimientos son buenos; en caso contrario, se debe hacer riego suplementario dependiendo del tipo de suelo, la evapotranspiración de la zona y el tipo de variedad.

En el Valle del Cauca se presentan 3 zonas con pluviosidades diferentes.

Zona 1: La Unión, Roldanillo, Yumbo, Yotoco, con precipitaciones aproximadas de 300 mm por semestre, alta temperatura (+ 28° C) y altas luminosidades que requieren agua suplementaria para llevar el cultivo a término.

Zona 2: Repartidas en la zona del norte (Obando - Cartago) con precipitaciones aproximadas de 600 mm por semestre, buena luminosidad y suelos adecuados para la soya. Una zona en el sur del Valle Geográfico del río Cauca; Candelaria, Pradera, Florida, Caloto, Miranda, Puerto Tejada y en algunas de estas zonas con problemas de acidez y con precipitaciones de 500 mm por semestre, temperaturas promedio de 26°C.

Zona 3: Es la zona central con buena distribución de lluvias (400 mm), buenos suelos, va desde Palmira hasta Zarzal con temperaturas de 24°C en promedio. De acuerdo a la distribución de las lluvias se debe regar.

En cada una de estas zonas se deben hacer estudios o ensayos de variedades para estabilizar la producción y maximizar los rendimientos, además, para conocer el comportamiento de la soya en cada tipo de suelo.

La planta presenta cuatro períodos críticos: Germinación, floración, inicio de vainas y llenado de semilla. En el primer estado y posteriormente durante el estado de plántula, la soya requiere agua ya que no soporta estrés alguno.

Durante la siembra se debe regar o sembrar en suelo húmedo para asegurar una buena población; la soya soporta de tres a cuatro días de sequía posteriores a su siembra; la norma es sembrar y regar casi que inmediatamente a fin de obtener una plántula vigorosa; las emergencias tardías producen disminución de la población y afectan la viabilidad de la planta.

En el caso de que el suelo esté algo húmedo, pero no lo suficiente para que la semilla germine, ésta entra en actividad y si la temperatura aumenta se perderá rápidamente el vigor afectando el número de plantas en el campo. Si ocurre el caso contrario, es decir, hay mucha agua y esta condición se mantiene por más de 15 días se afecta también la germinación y desarrollo de la planta.

El máximo requerimiento de agua de la soya ocurre durante el período de llenado de grano, si durante esta época no hay agua la producción puede bajarse notoriamente. Las variedades que tienen un período de llenado largo si se les suministra agua suficiente pueden rendir más que otras. Al comparar variedades determinadas e indeterminadas, las últimas presentan mayor número de vainas, pero semilla más pequeña que las determinadas. Indica esto, que existe una compensación entre tamaño y número de semillas y que el agua es un importante factor para producir más en cualquiera de los dos hábitos de crecimiento.

Existe un poco de tolerancia a la sequía basados en mecanismos morfofisiológicos como tamaño de raíz, color de follaje, tamaño de semilla y período vegetativo entre los cuales sobresalen la Soyica P-33 y Soyica P-34 indicadas para zonas cálidas donde existe menor precipitación.

En zonas donde llueve más, son importantes las variedades de semilla grande porque pueden almacenar más agua en la semilla tales como Andree 23, SV-89, SV-109 y Soyica Ariari 1.

18.10 CARACTERISTICAS DE MADURACION, VOLCAMIENTO Y DEHISCENCIA

La maduración es el inicio del secado tanto de la planta como de la semilla y durante este proceso la planta no requiere riego, las hojas se amarillan y las vainas inician su cambio de color. Muchos agricultores riegan durante esta época y sólo consiguen invertir el proceso o sea sostener por más tiempo la planta en estado verde e incrementar los costos; si durante esta época llueve ocurre el mismo proceso anterior. Prolongar la cosecha después de que la planta ha secado totalmente rebaja la calidad de la semilla.

A la maduración se puede presentar volcamiento producto de una siembra muy densa, o susceptibilidad de la variedad lo cual dificulta la cosecha. Unido a este factor puede aparecer la dehiscencia propia de cada variedad,

la cual es acelerada por bajas precipitaciones durante el período vegetativo, lo cual indica cuando cosechar la soya; las variedades que aceleran su defoliación como Soyica P-33 deben cosecharse lo más pronto posible para evitar el deterioro de la semilla bajo condiciones de campo.

18.11 COSECHA

Una vez el manejo de soya ha sido adecuado, una cosecha eficiente puede tener pérdidas entre el 5 y el 8%; pérdidas mayores reducen los rendimientos. Como la cosecha es directa, se requiere una supervisión adecuada durante la trilla. La pérdida de una vaina de dos semillas en la soca produce en 250.000 plantas por hectárea, una pérdida de 100 kilogramos que corresponden exactamente al 5% o sea que si el maquinista levanta la barra de corte y la variedad tiene poca altura de carga, las pérdidas se incrementan linealmente, ocasionando un mal manejo de la variedad por parte del agricultor.

18.12 ROTACIONES

La soya se puede rotar preferentemente con gramíneas como maíz y sorgo, pero también puede usarse con girasol o algodón. Muchos agricultores prefieren sembrar soya continuamente sin tener en cuenta que están acabando con la variedad al incrementar los problemas fitosanitarios.

Muchas veces el rotar aún con otra variedad distinta puede ayudar a evitar estos problemas. Suelos donde predominan altas temperaturas se incrementan los hongos como Macrophomina y Phytophthora. Suelos donde existe mucha precipitación pueden verse afectados por Fusarium y Cylindrocladium, de allí que el buen manejo del cultivo asegure mejores producciones.

18.13 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AGUDELO, O. y BASTIDAS, G. 1978. Aborto natural de flores en soya (Glycine max (L) Merr.) bajo condiciones del Valle del Cauca. Rev. Comalfi. Bogotá No. 5. p. 3-12.
2. BASTIDAS, R.G. 1982. Origen y características de la planta de soya. Ciclos vegetativos y reproductivos. Curso Producción de soya. ICA. Palmira 7-11 (mimeografiado).
3. BASTIDAS, G.; AGUDELO, O.; CARMEN, H. 1986. Nueva variedad de soya para el Valle Geográfico del Río Cauca. ICA. Palmira. Plegable de Divulgación 205.
4. BELALCAZAR, G., J.D. 1977. Inoculación con Rhizobium japonicum en soya Glycine max (L) Merr. intercalada a caña de azúcar, Saecharum officianarum (L) en el Valle del Cauca. Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias Palmira. 116 p. (Tesis Ing. Agr.).
5. CHINCHILLA, G.; CARRILLO, P.; AGUDELO, O.; ROJAS, H. 1987. Evaluación de variedades de soya de diferentes hábitos de crecimiento bajo diferentes niveles de riego. ICA. Palmira. 20 p. (mimeografiado)
6. GARCIA, F.; AGUDELO, O.; VARELA, R. 1989. Control biológico de las plagas de la soya en el Valle del Cauca. Rev. ASIAVA. Dic. 20-21 p.
7. GUERRERO, J.L. 1975. Preparación de terrenos para siembras. Maquinaria Agrícola. Compendio No. 9. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Bogotá. p. 35-45.
8. LOZANO, M.J. 1964. Guía práctica para el riego. Agricultura de las Américas. Kansas City U.S.A. 78 p.

9. OROZCO, S.H. 1974. Factores que inciden en el rendimiento de la soya en el Valle del Cauca. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Palmira. 6 p. (mimeografiado).
10. PEÑALOZA, A.; PUENTE, I.A. y AGUDELO, O. 1980. Comportamiento de variedades y líneas de soya (Glycine max (L) Merr), en tres tipos de suelos del Valle del Cauca. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira. 20 p.
11. SALAMANCA, C.H.; SERRANO, H. y BASTIDAS, G. 1980. Respuestas de 4 líneas y/o variedades de soya, Glycine max (L) Merr, a diferentes arreglos de siembra a condiciones del Valle del Cauca. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira. 20 p.

19. SUELOS Y FERTILIZACION EN EL CULTIVO DE SOYA.

VALLE DEL ALTO MAGDALENA

Hugo E. Castro Franco *

19.1 INTRODUCCION

Las áreas con mayor aptitud para el cultivo de soya en el Valle del Alto Magdalena se ubican respectivamente en la parte plana del norte del Tolima (Valle de Armero, Guayabal, Mariquita), planicie del río Saldaña, meseta de Ibagué y abanico de Espinal. En el departamento del Huila se destacan las terrazas altas del Magdalena en la zona de Altamira y el piedemonte de la Cordillera Oriental en el sector Campoalegre - Rivera. La introducción reciente de la soya a zonas agrícolas del Tolima y Huila, significa un gran aporte a la economía del nitrógeno y al mejoramiento físico de suelos dedicados al monocultivo del arroz.

La investigación desarrollada durante cinco años (período 1985-1989) en condiciones variadas de clima y suelos, ha permitido evaluar los factores físicos, químicos y microbiológicos más relevantes para la producción de soya en suelos del Tolima y Huila.

Los proyectos de investigación desarrollados concluyeron sobre la respuesta regional de la soya (variedad SOYICA N-22) al suministro mineral de nitrógeno, fósforo y potasio. El 70% de la investigación (28 experimentos de campo) correspondieron al proyecto de selección de cepas de Bradyrhizobium japonicum, eficientes en la fijación simbiótica del nitrógeno.

* I.A. M.Sc. Programa Suelos. CI Nataima. ICA. A.A. 40. Espinal

19.2 CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SUELOS DONDE SE CULTIVA SOYA.

19.2.1 Propiedades Físicas

Dado que el proceso de fijación de nitrógeno requiere de condiciones aeróbicas, los suelos que se utilicen para el establecimiento de soya deben ser bien estructurados, profundos, con buena retención de humedad y excelente drenaje interno. Los suelos arcillosos que se saturan con relativa facilidad, desarrollan internamente condiciones de reducción que limitan la difusión de oxígeno. En la Tabla 1 se consignan las características físicas de los suelos en áreas soyeras del Tolima y Huila e igualmente se crea una escala de aptitud al cultivo dependiendo del grado de limitación físico-mecánica del suelo en cada zona productora.

19.2.2 Propiedades Químicas

La Tabla 2 resume las características químicas dominantes en suelos agrícolas del Tolima y Huila, con el fin de conocer posibles limitantes nutricionales en áreas potencialmente soyeras.

19.3 RESULTADOS DE INVESTIGACION EN SUELOS DEL TOLIMA Y HUILA

19.3.1 Respuesta de la Soya a la Fertilización Nitrogenada y a la Inoculación

Los objetivos de esta experimentación fueron primeramente obtener el requerimiento de nitrógeno para la soya en suelos no inoculados y posteriormente seleccionar cepas de Bradyrhizobium japonicum, capaces de suplementar las necesidades de nitrógeno en la variedad Soyica N-22.

La Tabla 3 presenta los promedios de producción de grano en ocho experimentos en donde se probó la respuesta al nitrógeno mineral y a la inoculación con dos cepas de comprobada eficiencia (ICA J-062 e ICA J-001).

TABLA 1. CARACTERISTICAS FISICAS A CONSIDERAR EN EL ESTABLECIMIENTO DE SOYA EN SUELOS AGRICOLAS DEL TOLIMA Y HUILA.

Area Homogénea	Prof. Efectiva	Pedregosidad Sup/subsp.	Textura dominante	Capas Impermeables	Drenaje Interno	Retención Humedad	Grado de Aptitud a soya
Zona Saldaña	Profundo	-	FA-FARa	-	Moderado	Media	Alta
Zona Armero Venadillo	Profundo	-	FAR-FARa	-	Moderado	Buena	Alta
Zona Guayabal Mariquita 1/	Moderado profundos a superficiales	Toba Volcánica	FL (Friables)	-	Moderado	Buena	Alta
Zona Campoalegre Rivera, Altamira	Profundo	-	FAR-FARa	-	Moderado	Buena	Alta
Abanico Espinal Guamo, Coello	Moderada profundos a superficiales	-	FA	Fragipan	Moderado a rápido	Baja	Media
Meseta Ibagué Ab. Lérica	Moderada profundos a superficiales	Cascajo y piedra	FARa-FAR	Claypan	Moderado a lento	Buena	Media
Planicie aluvial Río Magdalena	Moderada profundo	-	FARL-Ar	Arcillas expandibles	Moderado a lento	Buena	Media

1/ Suelos derivados de ceniza volcánica.

TABLA 2. VALORES DE pH COMUNES PARA LA PARTE PLANA AGRICOLA DE LOS DEPARTAMENTOS TOLIMA Y HUILA.

pH	Interpretación	Limitantes	Zonificación
5.5 - 5.9	Moderadamente ácido	Baja disponibilidad de P y baja a media disponibilidad Ca-Mg-K.	Sectores de Palermo- Juncal (Huila). Zona de Guayabal-Mariquita.
6.2 - 7	Ligeramente ácido a neutro	Deficiencias sectorizadas de P (Lérida-Meseta Ibagué), buena disponibilidad de Ca, Mg, K, mediana disponibilidad de micronutrientes.	Zonas de Espinal, Flandes, Saldaña, Purificación, sectores Meseta Ibagué, Venadillo, Lérida, Valle de Armero en Tolima. Zonas de Campoalegre y sectores de Palermo y Juncal en el Huila.
7.3	Alcalinos calcáreos	Baja disponibilidad de P, alta saturación de bases, posibles deficiencias de menores (Fe, B, Zn), presencia de carbonatos libres (amplia relación Ca:Mg:K).	Cuerpo meseta Ibagué, terrazas Magdalena (Ambalema), algunas áreas del Juncal (Huila y Natagaima(Tolima).
7.4 - 8.0	Alcalinos	Presencia de sales y/o sodio. Impide la explotación comercial de la mayoría de los cultivos.	Apice meseta Ibagué, sectores en el abanico de Espinal y Juncal en el Huila.

1/ Sección Suelos, ICA-Nataima.

TABLA 3. EFECTO DE LA APLICACION DE NITROGENO Y DE LA INOCULACION EN SOYA (V. SOYICA N-22) EN SUELOS DEL TOLIMA Y HUILA (\bar{X} : 8 EXPERIMENTOS). 1986.

Tratamiento	Rendimiento		Aumento en rendimiento kg/ha
	kg/ha	%	
0 N	1.482	100	-
50 N	1.701	114.8	219
100 N	1.951	131.6	469
150 N	2.101	141.8	619
200 N	2.233	150.7	751
ICAJ-01	2.231	150.5	749
ICAJ-62	2.313	156.1	831

De este grupo de experimentos se destaca el alto consumo de nitrógeno mineral efectuado por la soya, cuyo requerimiento llega a superar los 150 kg N/ha en suelos con bajos contenidos de materia orgánica. Igualmente es evidente la capacidad de fijación simbiótica de nitrógeno que comenzaban a mostrar las cepas ICA J-01 e ICA J-62 a comienzos de 1986, en su primera fase de selección.

En la Figura 1 se ratifica la respuesta de la soya al fertilizante y a la inoculación. Estos resultados confirman la bondad de la técnica de inocular con cepas de Bradyrhizobium japonicum altamente eficientes en la fijación del nitrógeno atmosférico. Cualquiera de las dos cepas estudiadas al ser manejadas adecuadamente, estarían en capacidad de reemplazar favorablemente la totalidad del nitrógeno mineral requerido por la soya, cuya participación en los costos de producción oscila entre el 11 y el 14%.

19.3.2 Selección de Cepas de Bradyrhizobium japonicum como Inoculante para Soya

Luego de estudios básicos en laboratorio e invernadero por parte del Programa, de Suelos en Tibaitatá, se inició la fase de campo para evaluar la efectividad agronómica de once cepas preseleccionadas de un grupo de 77 cepas con que contaba el banco de germoplasma. Se adelantaron a partir de 1985 un total de 28 experimentos que permitieron entregar la cepa ICA J-62 como inoculante para soya en suelos del Tolima y Huila.

Con esta cepa actualmente producida por la planta de inoculantes del ICA, se obtuvo como promedio regional, un aumento en los rendimientos de 919 kg/ha de soya (lo cual representó un aumento del 51%). Se calculó que el uso de tecnología con esta cepa sustituye cerca de 180 kg de N/ha, disminuye los costos totales y unitarios de producción de soya y aumenta el ingreso neto y la rentabilidad para el productor. Por otra parte,

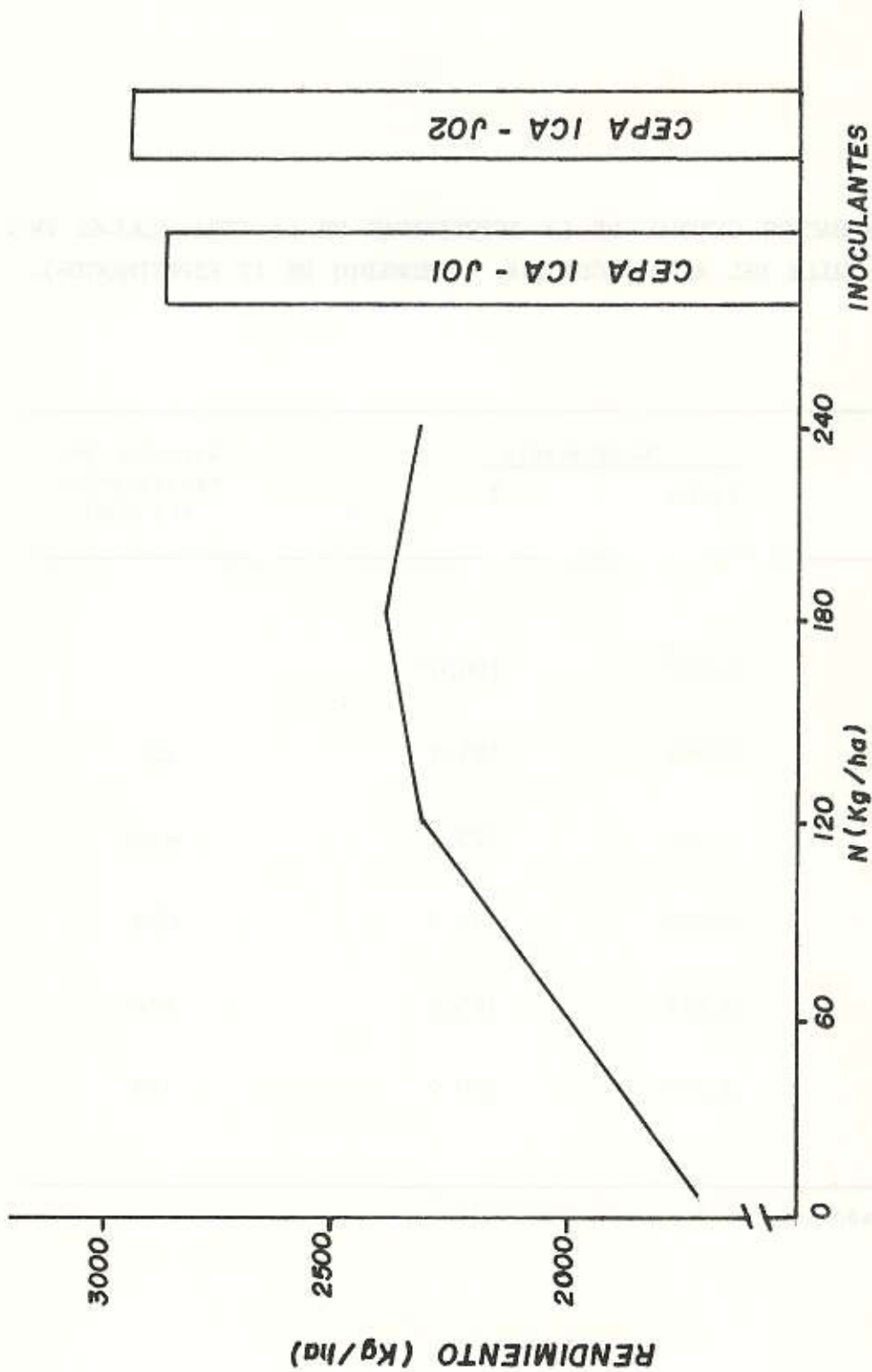


FIGURA 1. RESPUESTA DE LA SOYA AL FERTILIZANTE Y A LA INOCULACION (VALLE ALTO MAGDALENA, 1987 B)

TABLA 4. EVALUACION GENERAL DE LA EFECTIVIDAD DE LA CEPA ICAJ-62 EN EL VALLE DEL ALTO MAGDALENA. (PROMEDIO DE 17 EXPERIMENTOS).

Tratamiento	Rendimiento		Aumento en rendimiento (kg /ha)
	kg/ha	%	
Testigo *	1.807	100.0	-
100 kg N/ha	2.263	125.2	456
150 kg N/ha	2.225	123.1	418
180 kg N/ha	2.430	134.5	623
Cepa ICAJ-01	2.634	145.8	827
CEPA ICAJ-62	2.736	150.9	919

* No fertilizado con nitrógeno ni inoculado.

la tecnología podría ser aplicada a 40.000 hectáreas potencialmente utilizables para sembrar soya en los departamentos del Tolima y Huila.

Los resultados obtenidos en esta serie de investigaciones permiten concluir claramente que la cepa ICA J-62 incrementa notoriamente los rendimientos de la soya en el Valle del Alto Magdalena, tiene un buen comportamiento en diferentes tipos de suelo, incluyendo aquellos con poblaciones establecidas de rizobios y sustituye aplicaciones de fertilizantes nitrogenados correspondientes a más de 180 kg N/ha (Figura-1). Lo anterior da base para recomendar desde el punto de vista agronómico la utilización de dicha cepa. Aunque la cepa ICA J-01 fue seleccionada previamente para la producción de inoculantes para los Llanos Orientales, los resultados obtenidos con esta cepa en suelos del Valle Alto del Magdalena son igualmente satisfactorios, lo que la ubica después de la cepa ICA J-62, como una segunda alternativa al uso de inoculantes en esta región.

19.3.3 Respuesta de la Soya al suministro de Fósforo en suelos del Tolima y Huila

En la Tabla 5, se observa en forma consistente para todas las localidades estudiadas la no respuesta de la soya al suministro de dosis graduales de fósforo. Los contenidos de fósforo en el suelo varían desde bajos en la zona de Mariquita y Lérída hasta altos en las zonas de Armero y Ambalema. Bajo estas dos condiciones el cultivo no muestra ninguna respuesta significativa estadísticamente a las aplicaciones del elemento y por el contrario en algunos suelos con contenidos alrededor de 30 ppm de P, existe la tendencia a disminuir rendimientos con fertilizaciones altas de fósforo.

De acuerdo con estos resultados se demuestra:

-Que los requerimientos de fósforo en soya son relativamente bajos comparados con los de nitrógeno y potasio.

TABLA 5. RESPUESTA DE LA SOYA AL SUMINISTRO DE FOSFORO EN SUELOS DEL TOLIMA Y HUILA 85A/ 86B/.

P ₂ O ₅ kg/ha	Norte Tolima K/ha				Centro Tolima K/ah			S. Huila K/ha	
	Armero	Ambalema	Lérida	Mariquita	Meseta				
					Zona de Espinal	Ibagué	Altamira		
0	2.003	2.746	1.962	1.546	1.336	1.948	2.620	1.746	1.184
40	1.901	2.690	2.189	1.556	1.322	2.140	2.699	1.981	1.396
80	1.895	2.660	2.212	1.553	1.311	2.158	2.479	2.027	1.295
120	2.021	2.783	2.097	1.508	1.376	1.883	2.445	2.151	1.309
160	1.889	2.750	2.186	1.532	1.219	1.904	2.357	1.948	1.179
S pH	5.8	7.8	7.0	5.8	6.7	6.6	5.9	7.4	6.5
U MO	2.4	1.2	1.5	14.5	1.5	1.5	2.4	2.8	3.8
E P	40	68	11	8	18	17	30	30	18
L									
O K	0.7	0.26	0.26	0.22	0.31	0.19	0.3	0.26	0.6
T	F	F	FA	FA	FA	FA	FARA	FARA	FAR

- El parámetro para fertilizar o no con fósforo lo debe dar el análisis de suelos y la historia del lote, teniendo en cuenta el efecto residual del fósforo en suelos manejados intensamente en agricultura.
- La fertilización con fósforo en el cultivo de soya solo debe hacerse en suelos donde se comprueben bajos contenidos del elemento (menor de 15 ppm) y en dosis bajas a moderadas (25 a 50 kg P_2O_5 /ha).

19.3.4 Respuesta de la Soya al suministro de Potasio en suelos del Tolima y Huila

Los resultados consignados en la Tabla 6 comprueban que en suelos con contenidos superiores a 0.20 me K/100 gr de suelo, prácticamente la soya no responde a la fertilización potásica. Los suelos estudiados presentan en forma natural de medianos a altos contenidos de potasio disponible, que bien pueden suplir los requerimientos del cultivo en este elemento, con la posibilidad de ahorrar el costo de la fertilización potásica sin afectar rendimientos. Si consideramos que para producir 3 ton/ha de grano, la soya requiere aproximadamente 135 kg K_2O /ha, los suelos con contenidos de 0.20 me K/100 gr de suelo y con relaciones Ca : Mg : K de tendencia normal, entregarían en forma natural a la planta aproximadamente 188 kg K_2O /ha, supliendo con suficiencia esta necesidad. Solo sería recomendable para las condiciones estudiadas aplicaciones de sostenimiento que no superen los 30 kg/ha de K_2O .

19.3.5 Recomendaciones generales para la Fertilización en Soya en suelos del Valle Alto del Magdalena.

De acuerdo con los resultados de investigación obtenidos por el Programa de Suelos a Nivel Regional, se consignan en la Tabla 7 las recomendaciones para el manejo de planes de fertilización con N-P-K dependiendo de los niveles críticos de respuesta encontrados hasta el momento.

TABLA 7. RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA FERTILIZACION DE SOYA EN EL VALLE ALTO DEL MAGDALENA.

Resultados del Análisis de Suelos		Recomendaciones			
Materia Orgánica %	P ppm.	K me/100 g	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha
Menos de 1.5	Menos de 15	Menos de 0.20	100 - 150	30 - 45	50 - 75
1.5 - 3	15 - 30	0.20 - 0.40	75 - 100	15 - 30	25 - 50
Mayor de 3	Mayor de 30	Mayor de 0.40	50 - 75	0 - 15	0 - 25

Por ser suelos recientemente introducidos al cultivo de soya se recomienda realizar en todos los casos inoculación con la cepa ICA J-62 en dosis de 5 gr de inoculante/kg de semilla. En suelos nuevos que por cualquier razón no se inoculen debe seguirse la recomendación de nitrógeno según el contenido de materia orgánica. Su aplicación debe fraccionarse así: 1/3 parte a la siembra con el fósforo y potasio y 2/3 partes al inicio de la floración.

19.4 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CASTRO, H. 1987. Suelos y fertilización en el cultivo de Soya. Valle del Alto Magdalena. Instituto Colombiano Agropecuario (Seminario Regional sobre Producción de Soya). Ibagué.
2. FAO. 1978. La Producción de Soya en los Trópicos. Roma. 90 p.
3. INTERNATIONAL SOYBEAN Program, INTSOY. 1974. Proceedings of the workshop on soybeans for tropical and subtropical conditions. University of Puerto Rico, Facultad de Ciencias Agrícolas. Mayaguez.
4. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1980. International Soybean program. Producción de Soya. Palmira. 510 p. (Curso dictado XI-24 a XII-12/80).
5. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1981. Programa Nacional de Suelos. Fertilización en diversos cultivos. Cuarta aproximación. Bogotá. 55 p. (Manual de Asistencia Técnica No. 25).
6. MANCIA, J. 1981. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en los rendimientos de soya aceitera. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas.
7. MUNEVAR, F. 1988. Bases técnicas para la entrega de la cepa de Bradyrhizobium japonicum ICA J-62 como inoculante en el Valle del Alto Magdalena (Documento para uso interno del ICA).

20. MANEJO DE LA SOYA EN EL TOLIMA Y HUILA

Carlos Arturo Varón R. *

20.1 INTRODUCCION

El origen, distribución y producción de soya indican que la siembra de esta leguminosa-oleaginosa se concentra principalmente en la zona templada, en donde se obtienen los rendimientos más altos.

En 1980, el área de siembra de soya en el trópico sólo alcanzaba el 4% de la producción mundial y desde entonces los esfuerzos de investigación han tendido a obtener genotipos adaptados a los trópicos, con el propósito de involucrar nuevas áreas. Dentro de éstas en Colombia, las regiones productoras y potenciales se encuentran ubicadas en los valles interandinos, Orinoquía bien drenada y región Caribe.

En el Tolima y Huila (valle alto del río Magdalena) los primeros cultivos de soya a escala comercial fueron sembrados en 1970 y los resultados no fueron promisorios debido a que el promedio de las 80 hectáreas sembradas no superó los 800 kg; lo anterior ocurre por la carencia de genotipos de buen comportamiento en condiciones locales y por la poca investigación y aplicación de técnicas de producción. Aunque la investigación ICA permitió identificar materiales con buenas características agronómicas y de rendimiento, el área no logró incrementarse sustancialmente

* I.A. Investigador Semillas Tropicales.

en la década del 70 por falta de canales eficientes de mercado del grano y porque el cultivo no era económicamente competitivo con los cultivos tradicionales, tales como arroz, maíz y sorgo.

En 1983, el ICA entrega la variedad Soyica N-21 y las recomendaciones sobre técnicas de producción del cultivo. Esta variedad sirvió como base para fomentar el cultivo y adquirir conocimientos sobre los factores limitantes de la producción en diferentes zonas del Tolima y Huila.

Es así como en el año agrícola 84-85 fueron sembradas 3.500 hectáreas con un promedio de 1.450 kilogramos, este incremento se atribuye al uso de variedades con mayor adaptación regional como Soyica N-21 y Soyica P-31.

Estas variedades al sembrarse a escala comercial presentaban algunas deficiencias de tipo agronómico; susceptibilidad al vuelco y maduración desuniforme y lenta (Soyica N-21), susceptibilidad a pústula bacterial y poca tolerancia al desgrane (Soyica P-31), lo cual no permitía una expansión de área cultivada.

Utilizando técnicas y conceptos de mejoramiento genético y atendiendo las necesidades a suplir en el cultivo, se buscó reunir en un genotipo el máximo de características deseables y es así como en 1986 se entregó la variedad Soyica N-22. Con la incorporación a nivel comercial de esta variedad, el área se incrementó en el año 86-87 en un 100%, llegándose a sembrar 7.000 hectáreas con promedios de rendimiento de 1.900 kilogramos.

En 1988-1989 el área disminuyó drásticamente por condiciones adversas de clima que no permitieron buenos promedios de rendimiento y por el fuerte incremento en los costos de producción especialmente arriendo, preparación, fertilizantes y recolección.

20.2 DISTRIBUCION GEOGRAFICA Y GENOTIPOS RECOMENDADOS

Las siembras de este cultivo están determinadas por cada patrón de clima, por el sistema de rotación de cultivos y por el comportamiento de las variedades. En general la región se caracteriza por altas temperaturas (24 a 30°C), humedad relativa mayor del 75%, días cortos, alturas sobre el nivel del mar comprendidas entre 350 y 1.200 metros, precipitación anual de 1.000 a 1.800 milímetros mal distribuidos y altitudes entre 2° y 5° norte; estas zonas se encuentran en la región natural de los valles interandinos. La diversidad de patrones de lluvia y heterogeneidad de suelos en las áreas de producción, complica la distribución de variedades, sin embargo se pueden establecer dos cosechas por año.

Los genotipos de soya de crecimiento indeterminado (Soyica N-22 y Soyica P-33) son más recomendados que los determinados (Soyica P-31) para condiciones de déficit de agua, suelos de baja fertilidad y estaciones cortas de precipitación, porque su crecimiento es más prolífico y su planta desarrolla de seis a nueve nudos más a partir de floración. Los genotipos determinados producen altos rendimientos bajo mejores técnicas de producción (agua y fertilizantes) porque ellos poseen mayor tolerancia al volcamiento y son de menor crecimiento vegetativo.

Las soyas determinadas son recomendadas especialmente para la zona sur del Huila y en las regiones de influencia de los distritos de riego Coello y Saldaña (Tolima). La decisión de sembrar uno u otro genotipo determinado depende del conocimiento del mismo.

Las variedades de soya de tipo indeterminado se plantan en toda la zona de producción del Tolima y por el comportamiento observado son promisorias para la zona norte del Huila. Soyica N-22 y Soyica P-33 presentan excelentes rendimientos en el sur del Huila debido a su moderada ramificación y mayor número de nudos por planta. El 80% del área sembrada en el segundo semestre y la restante en el primero.

20.3 FECHAS DE SIEMBRA

Las altas temperaturas y los días cortos predominantes en la zona plana-cálida del Tolima y Huila, inducen a las variedades de soya, reproducción rápida y maduración temprana, lo cual permite a una variedad precoz alcanzar su punto de cosecha entre los 95 y los 100 días, y a una variedad tardía entre los 100 y 125 días. Para todas las áreas no es el fotoperíodo sino la temperatura y el inicio de lluvias, el patrón que define la época de siembra, tanto en el primero como en el segundo semestre.

Las fechas de plantación estipuladas en el Tolima muestran que los rendimientos decrecen cuando las siembras se realizan después de la tercera semana de marzo (primer semestre) y luego de la tercera semana de septiembre (segundo semestre) (Tabla 1).

En la zona productora de soya, sur del Huila, el comportamiento de las variedades es mejor por las menores temperaturas y mejor distribución de lluvias, sin embargo, el patrón de lluvias en su inicio determina, como las mejores fechas de siembra abril y mayo (primer semestre), octubre y noviembre (segundo semestre).

20.4 CANTIDAD DE PLANTAS POR HECTAREA

El espaciamiento entre surcos y el arreglo óptimo de siembra en soya está dado por el arquetipo de planta de la variedad y las características del suelo. Las recomendaciones dadas las ajusta el agricultor, de acuerdo con el conocimiento de su predio y a la infraestructura que posee. Los resultados de investigación muestran que las variedades sembradas en Tolima y Huila presentan los rendimientos más altos a un rango de población entre 377.000 y 444.000 plantas por hectárea (Tabla 2).

Los genotipos cuya planta posea características morfológicas tales como ramificación escasa, ángulo de inserción de las ramas en el tallo y

TABLA 1. EFECTO DE FECHAS DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE SOYA, Kg/Ha. ESPINAL - TOLIMA.

Variedad	Primer Semestre			Segundo Semestre			
	Febrero 24	Marzo 12	Marzo 26	Abril 9	Agosto 23	Sept. 6	Sept. 27
Soyica P-31	3.607	3.517	3.312	2.696	2.815	3.173	2.260
Soyica N-21	4.046	3.430	2.388	2.555	2.250	2.992	1.817
Soyica N-22	4.116	4.644	4.380	3.224	5.113	4.000	3.597

TABLA 2. RECOMENDACION DE PLANTAS POR HECTAREA PARA VARIEDADES DE SOYA EN TOLIMA Y HUILA.

Espaciamento entre surco (cm)	Población óptima de plantas por metro lineal de surco	Plantas/Ha.	Variiedad
70	18 a 20	255.000 a 284.000	Soyica N-21
60	18 a 20	298.000 a 332.000	Soyica P-33, N-22
45	17 a 20	377.000 a 444.000	P-33, N-22, P-31
30 x 60	17 a 20	377.000 a 444.000	P-33, N-22, P-31

folíolos pequeños o lanceolados soportan las máximas poblaciones sin afectar el rendimiento. De esta manera la cobertura del suelo es más rápida, se intercepta mayor cantidad de luz y se disminuye la agresividad de las malezas por mayor eficiencia fotosintética de la planta de soya.

20.5 CONTROL DE MALEZAS

Para todas las áreas de producción, el problema de malezas en soya es común en cuanto a especies anuales se refiere. Las malezas específicas presentes son el resultado del manejo impuesto por el monocultivo, la rotación de cultivos no adecuada y la adaptación climática de las especies de malezas.

Las especies gramíneas anuales son más comunes que las malezas de hoja ancha, pero las gramíneas son bien controladas, el problema inmediato de malezas son las hojas anchas: Específicamente Ipomoea spp., Amaranthus spinosus y Cucumis melo las que además de competir durante el desarrollo del cultivo interfieren en el proceso de recolección del grano. En esta información no se presentan las sustancias químicas o herbicidas, pero todos los campos de soya que crecen en el Tolima y Huila son tratados con uno o varios herbicidas. La base del sistema de control de malezas usado, envuelve control químico y prácticas culturales. Algunos controles manuales son usados para prevenir que algunas malezas produzcan semilla. El control biológico se desarrolla muy lentamente por falta de apoyo hacia este esfuerzo de investigación.

La presencia y competencia principal en esta región es la planta ciperácea Cyperus rotundus.

20.6 CANTIDAD DE SEMILLA

Los límites del rango de la cantidad de semilla a las cuales se produce en el campo pueden depender de la variedad, específicamente entre surcos, época de siembra y tipo de suelo.

Las variedades Soyica N-22 y P-33, a un espaciamento estrecho entre surcos, en una época de siembra seca y sembrada en la meseta de Ibagué y norte del Tolima requieren de 125 a 135 kilogramos de semilla por hectárea. Este mismo material sembrado en la zona sur del Tolima y Huila sólo requiere de 100 a 110 kilogramos por hectárea.

Los genotipos de índice de semilla menor de 18 gramos necesitan entre 75 y 85 kilogramos por hectárea para un buen establecimiento de plantas en el campo.

20.7 INOCULACION Y SIEMBRA

Todas las semillas de las variedades de soya que se cultivan en Tolima y Huila son inoculadas antes de la siembra con bacterias del género Rhizobium. Una solución de inoculante (400 gramos) más agua y adherente (700 cc) se asperja en 100 kilogramos de semilla, momentos antes de la siembra y bajo lugar sombreado.

De acuerdo con experiencias de tipo comercial, para el establecimiento de las bacterias nitrificadoras en los campos se requieren siembras de soyas inoculadas durante tres a cinco años consecutivos.

En general las soyas del Tolima y Huila son plantadas con sembradoras de surco, las cuales son usadas para otros cultivos como arroz, sorgo y maíz. Hasta el momento es interesante ver el incremento en el uso de sembradoras de grano pequeño, las cuales plantan surcos angostos que varían de 17 a 25 centímetros, lo que permite la aplicación de los resultados de investigación agronómica.

20.8 INTERACCION DE TECNICAS PARA MAXIMOS RENDIMIENTOS

Cada variable de las técnicas de producción aplicadas a una planta de soya es responsable e interactiva para producción de altos rendimientos. La

no aplicación de una técnica de producción o la interpretación caprichosa resulta en la necesidad de ajustar otras técnicas para así mantener el gran equilibrio que nos permita nuestra meta: Claro que sí, mantener un campo rentable con máximos rendimientos de soya.

MAXIMOS
RENDIMIENTOS
EN SOYA



21. MANEJO AGRONÓMICO DE LA SOYA EN LA COSTA ATLÁNTICA

Guillermo Arrieta P. *

21.1 INTRODUCCIÓN

La soya es un cultivo de tipo empresarial. Para una buena producción se requieren prácticas agronómicas que exigen cuidadoso manejo, acompañadas del uso de insumos específicos como semilla certificada, herbicidas, inoculantes y riego, al igual que una recolección bien programada y ejecutada, con el fin de minimizar pérdidas. El cultivo presenta problemas fitosanitarios, pero su incidencia no es grave, además se cuenta con recomendaciones específicas para su control.

21.2 PREPARACIÓN CONVENCIONAL DE SUELO PARA LA SIEMBRA

La preparación del suelo debe permitir una buena germinación de la semilla y condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo de raíces. El suelo, después de las labores de preparación debe quedar profundo y semi-pulido. El lote debe quedar bien nivelado para obtener uniformidad en la profundidad de siembra y evitar encharcamiento y pérdidas de vainas bajas durante la cosecha.

Se debe evitar un suelo completamente pulverizado, ya que una lluvia fuerte puede profundizar la semilla con tendencia a formar una superficie compacta

* I.A. M.Sc. Sección Oleaginosas. ICA Motilonia. Codazzi, Cesar.

después del secado lo que impide una buena emergencia; suelos con alta proporción de terrones impiden un buen contacto de la semilla con el suelo, y la presencia de capas duras e impermeables afectan el normal desarrollo de raíces.

Se recomienda nivelar el suelo mediante el paso de un nivel o madera pesada en la última rastrillada; arar a 25-30 centímetros de profundidad, antes de la siembra hacer dos pases de rastrillos en forma cruzada, la última debe ser perpendicular al sentido de la siembra; jamás utilizar maquinaria sobre suelo muy húmedo, limitar el uso de maquinaria pesada e incorporar a tiempo los residuos de cosecha anterior, para que su descomposición ocurra antes de la siembra.

21.3 VARIEDADES

Para las siembras en rotación con algodón se recomienda la variedad Soyica P-31 y para las del semestre algodonero los genotipos Soyica P-33 y Soyica M-11, recientemente liberada.

21.4 SIEMBRA

Fecha de siembra: Los períodos más favorables están comprendidos entre el 15 de marzo y el 10 de abril para siembra en rotación con algodón y entre el 15 de agosto y el 10 de septiembre para el semestre algodonero.

Distancia y densidades de siembra: Se recomiendan poblaciones de 300.000 a 400.000 plantas por hectárea sembradas a 50 ó 60 centímetros entre surcos y 5 centímetros entre plantas requiriéndose para ello 60 a 70 kilogramos de semilla por hectárea. La profundidad de siembra debe ser de 3 a 5 centímetros, dependiendo de las condiciones de humedad del suelo (entre más seco mayor profundidad).

Tipos de sembradoras: Las sembradoras monograno tipo Apolo son recomendadas para la siembra, siempre y cuando se hagan algunos ajustes (piñonería) y se utilicen platos para soya o frijol. Las sembradoras de cereales tipo Norsten son preferibles a la anterior, siempre y cuando el suelo esté bien preparado y nivelado.

21.5 SUELOS Y FERTILIZACION

Los suelos donde se cultiva sorgo, maíz y algodón son adecuados para la soya. No son recomendables los que presentan problemas con sales y con mal drenaje.

Más del 75% del nitrógeno requerido por las plantas para una buena producción es aportado por la asociación simbiótica entre las bacterias del género Rhizobium y las raíces de la planta. Si la semilla ha sido inoculada al momento de la siembra (400 a 500 gramos de inoculante por hectárea), no es necesaria la fertilización nitrogenada. Sin embargo, en suelos muy pobres en materia orgánica son recomendables aplicaciones bajas de nitrógeno (30 - 50 kg/ha de nitrógeno) al momento de la siembra.

En general los suelos agrícolas de la Costa Atlántica poseen una fertilidad de mediana a alta, siendo los contenidos de fósforo y potasio adecuados para una normal producción de soya, sin recurrir a la fertilización química. Sin embargo, se recomienda realizar una buena fertilización basal de 50 y 60 kg/ha de P_2O_5 y K_2O para mantener esa fertilidad, a pesar de que la soya retribuye al suelo mucho de lo que ha extraído mediante el aporte del 75% de la materia seca producida durante el ciclo.

21.6 CONTROL DE MALEZAS

Para evitar pérdidas de rendimientos por competencia de malezas es necesaria la integración de métodos culturales, mecánicos y químicos para un efectivo control. Una buena preparación de suelos, seguida de una siembra bien

realizada y con adecuada humedad, complementada con aspersiones de químicos en preemergencia asegura éxito en el control, lográndose un cultivo libre de malezas hasta 30 días después de la germinación. Las variedades recomendadas para la región presentan un rápido desarrollo, lo que les permite el "cierre de calle" a los 35-40 días después de la germinación ejerciendo un buen control.

Entre los químicos que mejores resultados han brindado para el control de malezas en la zona se destacan la mezcla de Metribuzin (600 g) + Dual (1 litro) y Linuron (600 g) + Metolaclor (1 litro) en aplicaciones pre-emergentes. Para coquito se recomienda Vernolate en dosis de 5 litros/ha en presiembra incorporada. En la zona el control mecánico post-emergente es difícil por la carencia de equipos adecuados para siembras estrechas, pero en caso de disponerse éste debe utilizarse en forma cuidadosa, evitando una poda importante de raíces.

21.7 RIEGO

Para siembras en rotación con algodón es indispensable el riego suplementario debido al corte e irregular ciclo de lluvias. En el semestre algodonero las lluvias son más abundantes y regularizadas por lo cual se puede prescindir del riego. Se ha demostrado que el déficit de agua en los estados de floración y llenado de grano (30 a 70 días después de la germinación) reduce los rendimientos. En épocas de veranos prolongados se recomienda efectuar cada cinco o diez días, dependiendo de la textura del suelo.

21.8 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

En la región, el cultivo de la soya presenta pocos insectos plagas de importancia económica. Entre los más comunes se destacan los comedores de follaje Anticarsia gemmatalis y los cucarroncitos de las hojas Diabrotica

spp. y Cerotoma spp., los cuales se deben controlar cuando el porcentaje de defoliación sea del 15% o por la presencia de adultos y larvas.

En épocas secas las poblaciones de los chinches vaneadoras del grano, Hemípteras Pentatómidos, pueden ocasionar graves pérdidas económicas, por lo que su control debe ser oportuno.

Es importante anotar que en las siembras del semestre aldonero las poblaciones de los insectos plagas disminuyen y en general no es necesario recurrir al control químico.

21.9 COSECHA

La cosecha se debe realizar cuando las plantas estén completamente secas y el grano no tenga más del 14% de humedad. Para esta labor se utilizan las combinadas existentes para cosechar sorgo y arroz con ajustes sencillos. Las variedades recomendadas presentan adecuada altura de carga, lo cual facilita el corte directo sin pérdidas en el campo, además son resistentes al desgrane antes de la cosecha.

21.10 ALMACENAMIENTO

La humedad del grano al momento de la cosecha es uno de los factores más importantes para el almacenamiento de la soya: Si se cosecha entre el 12 a 14% de humedad se debe almacenar el grano en un sitio con suficiente aireación para evitar el proceso de condensación, lo cual trae consigo presencia y desarrollo de insectos y hongos que afectan la calidad del producto. Si se cosecha con más del 14% de humedad se debe recurrir al secado artificial.

21.11 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ARRIETA, G. 1989. Soyica Cesar M-11. Variedad de soya para el semestre aldonero del Caribe seco. Plegable divulgativo No. 219. ICA, Sección Oleaginosas CRI-Motilonia.
2. ARRIETA, G. 1989. Características de los renglones productivos agrícolas en la región Caribe. Frijol-Soya. ICA, Sección Leguminosas de Grano y Oleaginosas Anuales. CRI-Motilonia. p.6
3. ICA-AGROPOL. 1984. El cultivo de la soya. Sección Leguminosas de Grano y Oleaginosas Anuales. Manual Técnico. CRI-Motilonia. (mimeografiado).

22. EL CULTIVO DE SOYA EN EL PIEDEMONTE LLANERO

Samuel Caicedo G. *
Ruben A. Valencia R.
Carmen R. Salamanca S.
Carlos A. Montoya M.
Guillermo A. León M.

22.1 INTRODUCCION

La aptitud agrícola de los suelos del piedemonte llanero ha dado cabida a la soya como cultivo de grandes perspectivas económicas; en los Llanos Orientales se disponen de cerca de 126.000 hectáreas de suelos Clase 1 con fertilidad moderada-alta, buen drenaje interno, siendo aptos para el cultivo de soya.

En 1985 se sembraron 2.500 hectáreas de soya con una producción de 3.500 toneladas, con rendimientos promedios de 1.4 toneladas por hectárea. Los precios de sustentación favorables y las políticas de fomento del cultivo aumentó considerablemente el área de siembra, hasta alcanzar 34.000 hectárea en 1990 (Figura 1); sin embargo, la congelación de los precios de sustentación por la actual política económica del país y los altos costos de producción influyeron en la baja rentabilidad del cultivo, dando lugar a la reducción del área sembrada en 1991 a 18.000 hectáreas.

Las estrategias para aumentar la rentabilidad y la competitividad del cultivo están fundamentadas en los resultados de la investigación en

* Ingenieros Agrónomos Grupo Multidisciplinario Oleaginosas Anuales. CI La Libertad. ICA. Apartado Aéreo 2011 Villavicencio.

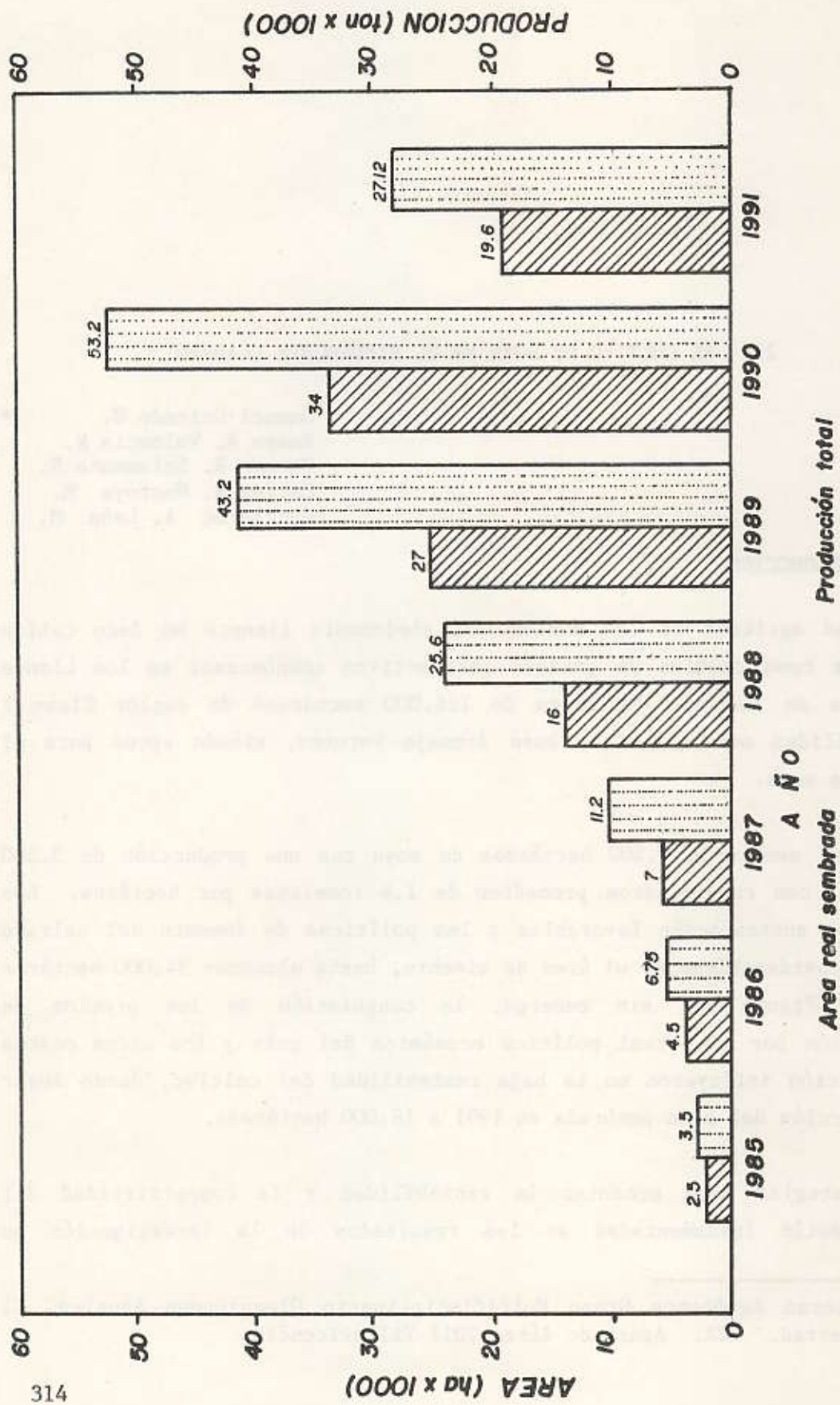


FIGURA 1. EVOLUCION DEL AREA DE SOYA EN LOS LLANOS ORIENTALES.

Fuente : Sección A.T.A. ICA, Regional 8

mejoramiento genético para obtener variedades de alto rendimiento y un manejo agronómico del cultivo eficiente, con bajos costos de producción para lograr que nuestra producción de soya compita en los mercados internacionales.

22.2 CLIMA

En la Orinoquía colombiana y por lo tanto, la subregión del Piedemonte llanero, se refleja la influencia de los vientos alisios y la zona de confluencia intertropical, disminuyendo las épocas de invierno y verano. La temporada lluviosa se inicia en marzo y termina a finales de noviembre o principios de diciembre y una época de verano que se extiende de diciembre a marzo (Figura 2).

La temperatura promedio del Piedemonte llanero es de 27°C. En cuanto a la humedad, los valores más bajos se presentan en febrero y marzo, con un 65% y la más alta humedad (81%) en julio, es decir, en plena temporada lluviosa. La Figura 2 permite deducir que están definidos dos extremos de humedad en el suelo; exceso en la época de máxima precipitación y un marcado déficit en el verano.

22.3 SUELOS

En el Piedemonte llanero se encuentran los suelos de Clase 1, cuya extensión se calcula en 126.000 hectáreas, siendo aptos para cultivar soya, algodón, maíz, sorgo y arroz secano. El cultivo de soya se recomienda sembrarlo en estos suelos que corresponden a los paisajes de vegas y vegones bien drenados, de textura variable con bajo peligro de inundación, de buena fertilidad y sin problemas de altas concentraciones de aluminio intercambiable (Tabla 1). La soya no tolera excesos de humedad en el suelo. Los encharcamientos frecuentes son perjudiciales para el desarrollo de las plantas y afectan el proceso de fijación simbiótica de la bacteria Bradyrhizobium japonicum.

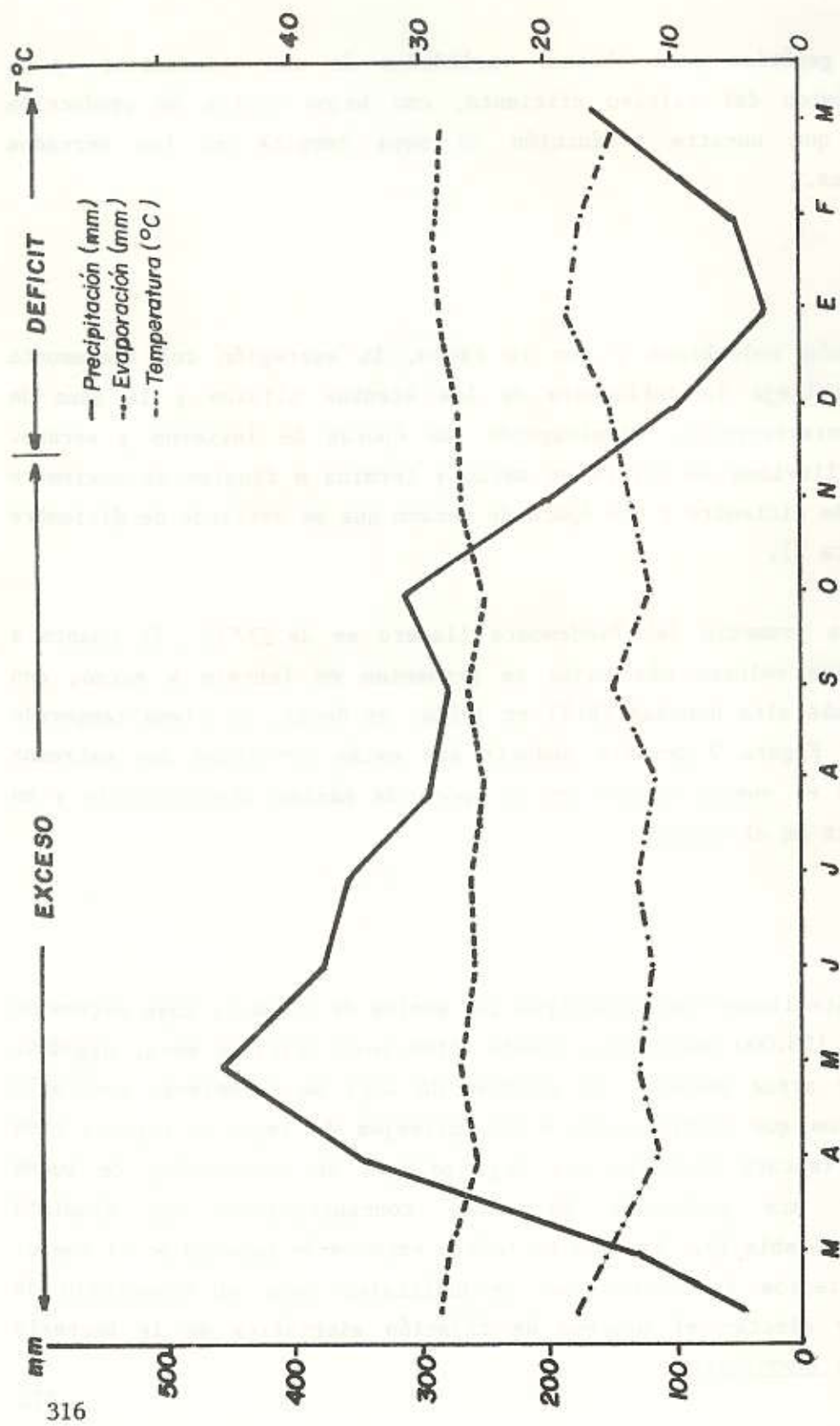


FIGURA 2. COMPORTAMIENTO DE LAS LLUVIAS, EVAPORACION Y TEMPERATURA EN EL PIEDEMONTE LLANERO (Datos de la Estación LA LIBERTAD).

TABLA 1. CARACTERIZACION DE SUELOS DE CLASE I DEL PIEDEMONTTE LLANERO.

pH	Al	% Sat. Al	% M.O.	P (ppm-Bray II)	(meq/100 gramos Suelo)		
	(meq/100 g suelo)				K	Ca	Mg
5.3	0.72	9.6	3.3	17.6	0.19	4.98	1.6

Fuente: Manual del Cultivo de la Soya en el Piedemonte Llanero; Luis Fernando Sánchez S., y Eric J. Owen B.

Para el desarrollo adecuado de la soya se recomiendan suelos de fertilidad media-alta, bajo porcentaje de saturación de aluminio, texturas franco, franco-arcillosas, suelos profundos y bien drenados, con nivel freático bajo y preferiblemente de topografía plana.

22.4 COMPORTAMIENTO DE VARIEDADES

En las zonas productoras y potenciales, la diversidad de condiciones ambientales hace necesario la selección de líneas o variedades de adaptación amplia ó específica.

Con pruebas regionales realizadas en el Piedemonte llanero, en diferentes localidades, se ha logrado medir el comportamiento varietal en potencial de rendimiento y otras características agronómicas de interés, en busca de materiales altamente promisorios que permitan obtener altos márgenes de rentabilidad.

Las variedades más recomendadas para suelos de vega en el Piedemonte llanero son: Soyica P-33, SV-89, Soyica P-31, Victoria, Soyica Ariari-1 y Andree 23. En pruebas semicomerciales estos materiales han mostrado buen potencial de rendimiento. En la Tabla 2, se presentan los rendimientos de estos materiales, en dos semestres de evaluación y dos sitios en áreas de 2.000 metros cuadrados, en donde se destaca la Soyica Ariari-1 con rendimientos de 2.203 kg/ha superando en un 19% a la variedad SV-89 que es una de las variedades más sembradas en la región.

Como se observa en la Tabla 2, existen en el momento diferentes variedades en el mercado, lo cual es beneficioso para el cultivo, por la amplia variabilidad genética, se disminuyen los riesgos de producción si se presenta una epidemia por algún tipo de hongo o bacteria.

TABLA 2. RENDIMIENTO EN kg/ha. DE VARIEDADES COMERCIALES EN PRUEBAS SEMICOMERCIALES.

Variedades Comerciales	Período Vegetativo	Promedio * (kg/ha)	% Relativo
Soyica Ariari-1	100 - 105	2.023	119
SV-89	115 - 130	1.699	100
Soyica P-33	95 - 98	1.929	113
Victoria	100 - 105	1.815	106
Andree 23	100 - 105	1.678	98

* Promedio de tres pruebas semicomerciales.

La nueva variedad Soyica P-34, en pruebas regionales realizadas en el Piedemonte llanero en vegas del río Ariari, río Negro y Guacavía durante 1989, 1990 y 1991 sobresale con rendimientos promedios de 2.567 kg/ha superando significativamente a las variedades comerciales Soyica P-33, Soyica Ariari-1 y a la SV-89 en 35%, 20% y 18% en su orden, como puede observarse en la Tabla 3.

La nueva variedad Soyica P-34 tiene como característica sobresaliente la forma lanceolada de sus folíolos lo cual la hace diferente morfológicamente de las variedades comerciales conocidas.

Su altura de planta alcanza en promedio 77 centímetros con inicio de carga superior a los 12 centímetros (Tabla 3), lo que permite reducir las pérdidas de grano en la cosecha mecánica.

22.5 PREPARACION DEL SUELO

La elección del lote para el cultivo de soya debe reunir los siguientes requisitos: Que no requieran adecuación, no utilizar zonas inundables, suelos con excelente drenaje, lotes sin altas infestaciones de malezas. La preparación del suelo es el primer paso importante para el establecimiento del cultivo.

El cultivo de soya en suelos de vega del Piedemonte llanero requiere las siguientes labores:

Arada profunda para airear la capa arable y permitir la incorporación y descomposición de las malezas y residuos de cosecha.

Rastrilladas y pulidas necesarias y adecuadas para desterronar, emparejar el suelo y eliminar las malezas.

TABLA 3. COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y RENDIMIENTO (Kg / ha) DE LA NUEVA VARIEDAD SOYICA P-34 Y DE LAS VARIEDADES COMERCIALES, EN EL PIEDEMÓNTE LLANERO.

Línea/Varietad	Altura planta (cm)	Inicio carga (cm)	Rendimiento (kg/ha)	I.R. %
Soyica P-34	77 ab	13 b	2.567 a	134.9
Soyica P-33	72 b	14 a	1.903 b	100.0
Soyica Ariari I	78 a	10 b	2.149 b	112.9
SV-89	65 c	11 c	2.184 b	114.8

Promedio de seis pruebas regionales.

Nivelación y emparejada del microrrelieve característico de los suelos de vega, se utiliza un palo o riel para evitar fuertes pérdidas a cosecha.

Efectuar drenajes para evitar los encharcamientos, los cuales son nocivos para la soya, presentando una clorosis severa, similar a la deficiencia de N.

22.6 EPOCA DE SIEMBRA

La época de siembra debe estar de acuerdo con las lluvias de cada región para lograr un desarrollo del cultivo, una menor incidencia de plagas y enfermedades y en general escapar a cualquier factor limitante del cultivo (agua).

Además es conveniente que la cosecha coincida con la época seca para facilitar la recolección. Si la floración y el llenado de grano ocurren en época de sequía con altas temperaturas aumenta la caída de las flores y vainas, la maduración es desuniforme y la semilla de mala calidad. Las siembras tardías presentan plantas con menor altura y menor cubrimiento del follaje permitiendo una mayor competencia de las malezas.

Para el Piedemonte llanero en el primer semestre se siembra arroz y maíz; la soya se presenta como una alternativa de rotación en el segundo semestre con menor cantidad de lluvias y además la cosecha coincide con un período seco en los meses de enero y febrero. De acuerdo con los resultados obtenidos en los primeros ensayos sobre épocas, la mejor fecha de siembra está comprendida entre el 1 de septiembre y el 5 de octubre. Según el período vegetativo de la variedad, se presenta una guía general con fechas de siembra para cada variedad en la Tabla 4, con el propósito de que se tenga agua disponible durante los períodos de floración y llenado de grano y no se afecte el rendimiento.

TABLA 4. EPOCA DE SIEMBRA RECOMENDADA PARA LAS VARIEDADES SEMBRADAS EN LA REGION SEGUN EL PERIODO VEGETATIVO.

Variedad	Período Vegetativo	Fecha Recomendada
Soyica P-31	90 - 95 (Precoz)	30 septiembre - 4 octubre
Soyica P-33	95 - 99 (Precoz)	15 septiembre - 29 septiembre
Soyica P-34	95 - 99 (Precoz)	15 septiembre - 29 septiembre
Soyica Ariari-1	100 -105 (intermedio)	1 - 20 de septiembre
Andree 23	100 -105 (intermedio)	1 - 20 de septiembre
SV-89	120 (tarde)	1 - 15 de septiembre

Fuente: Grupo Oleaginosas Anuales, Cl La Libertad, Villavicencio.

Estudios recientes de épocas de siembra en la zona del Ariari confirman la fecha del 5 de octubre como límite de siembra para la soya y en la zona del Piedemonte norte (Villavicencio) sugieren la ampliación de las fechas de siembra hasta el 26 de octubre, garantizándole al agricultor los máximos rendimientos y con menores riesgos a factores adversos de clima, enfermedades y plagas.

22.7 SIEMBRA

La siembra de soya se realiza en los Llanos Orientales al surco y al voleo; la mayoría de los agricultores siembran al voleo por su tradición arroceras, la falta de disponibilidad de sembradoras al surco y por el mayor número de hectáreas que necesitan sembrarse por día; es el sistema preferido aunque es técnicamente no adecuado. Estudios realizados no presentaron diferencias significativas en las siembras de soya bajo el sistema de surcos y al voleo, tanto para la variedad Soyica Ariari-1 como para la SV-89; por lo tanto, la elección del sistema de siembra depende de las ventajas y desventajas que presentó cada uno.

22.7.1 Siembra al Voleo

Sistema poco utilizado en el cultivo de soya, presenta ciertas desventajas como:

- a) Utiliza un 15-20% más de semilla por hectárea.
- b) La semilla sufre fracturas al ser lanzada.
- c) Desuniformidad en la profundidad de la siembra.
- d) Se dificultan las labores posteriores en el cultivo.
- e) Altas y bajas densidades dentro del mismo lote.
- f) La semilla inoculada queda expuesta al sol.
- g) Desuniformidad a la cosecha.

Las ventajas que presenta este sistema son:

- a) Un mayor número de hectáreas sembradas por día.
- b) No requieren operario calificado.
- c) Disponibilidad en fincas arroceras.

22.7.2 Siembra en Surco

Sistema utilizado universalmente; presenta las siguientes ventajas:

- a) Uniformidad en la profundidad de siembra.
- b) Madurez uniforme a cosecha.
- c) Menor cantidad de semilla.
- d) Se pueden realizar labores posteriores en el cultivo (control de malezas y plagas terrestres).
- e) Semilla inoculada e inmediatamente tapada.
- f) Sistema mucho más técnico para el cultivo de soya.

Las desventajas de este sistema son:

- a) Menor número de hectáreas sembradas por día.
- b) Falta de disponibilidad de sembradoras en surco en la zona.

22.7.3 Distancias y Densidades de Siembra

El espaciamiento entre surcos y plantas en el cultivo de soya depende del tipo de crecimiento, ramificación, tolerancia al volcamiento, así como de la fertilidad del suelo. Los resultados obtenidos en los primeros ensayos experimentales han indicado que los rendimientos disminuyeron al ampliar las distancias entre surco en las variedades Soyica P-31 y Soyica Ariari-1 (Tabla 5). Los mayores rendimientos fueron obtenidos a la distancia de 40 centímetros entre surcos y 5-8 centímetros entre plantas para las dos variedades en estudio.

TABLA 5. EFECTO DE LA DISTANCIA ENTRE SURCOS Y ENTRE PLANTAS SOBRE EL RENDIMIENTO EN DOS MATERIALES DE SOYA.

Distancias (cm)		Soyica P-31	Soyica Ariari-1	Promedio (kg/ha)
Entre Surcos	Entre Plantas			
40	5	2.083	2.273	2.178
40	8	2.271	2.215	2.243
40	10	2.110	2.183	2.146
50	5	1.945	2.108	2.026
50	8	1.863	1.967	1.915
50	10	2.090	2.103	2.096
60	5	2.088	1.808	1.948
60	8	1.802	1.963	1.882
60	10	1.770	1.768	1.769

Para las variedades Soyica P-31, Soyica P-33, SV-89 y Soyica Ariari-1 se recomienda la siembra a una distancia de 40-50 centímetros entre surcos. La distancia entre plantas debe ser de 5-10 centímetros permitiendo una densidad de población de 350-500 mil plantas por hectárea para lograr los mayores rendimientos y una menor incidencia de malezas, enfermedades y plagas; la cantidad de semilla corresponde a 75-100 kg/ha.

Para efectuar recomendaciones técnicas sobre distancias y densidades de siembra de la nueva variedad Soyica P-34, se establecieron en el semestre 90B dos ensayos experimentales, uno localizado en vegas del río Ariari (Granada) y otro en las vegas del río Negro (Villavicencio), que permitan la máxima expresión del potencial de rendimiento, con baja incidencia de malezas, enfermedades, plagas y volcamiento.

El comportamiento agronómico de la variedad Soyica P-34 en suelos de vega del río Ariari, permiten recomendar para la siembra las distancias de 60 y 50 centímetros entre surcos y 10 centímetros entre plantas para disminuir el volcamiento en suelos muy fértiles; para una población de 250-166 mil plantas por hectárea, correspondiente a 60-50 kg/ha de semilla para siembra (Tabla 6).

Para la zona del río Negro (Villavicencio), se sugieren las distancias entre surcos de 60 centímetros y entre plantas 5 ó 10 centímetros para obtener los máximos rendimientos, con una población de 333-166 mil plantas por hectárea, sin problema de volcamiento y baja incidencia de malezas, plagas y enfermedades. Para obtener estas poblaciones se requieren de 50-70 kilogramos de semilla por hectárea. La nueva variedad Soyica P-34 requiere menores cantidades de semilla (30% menos), disminuyendo sustancialmente los costos de producción y su siembra debe efectuarse con sembradoras de platos, piñones o neumáticas.

TABLA 6. EFECTO DE LA DISTANCIA DE SIEMBRA SOBRE LA VARIEDAD SOYICA P-34 EN SUELOS DE VE GA DEL RIO ARIARI; GRANADA, 1990-B.

Distancia entre surcos	Rendimiento (kg/ha)		Altura planta (cm)		Volcamiento (%)		Población/ha				
	5	10	5	10	5	10	5	10			
40	2.391	2.373	2.382	93	92	93	55	44	50	500	251
50	2.429	2.219	2.324	91	86	89	36	30	33	400	201
60	2.230	2.190	2.210	88	83	86	12	2	7	333	161
Promedio	2.350	2.260		91	87		34		25		

22.8 INOCULACION

En método más eficiente y económico para suministrar el N a la soya, consiste en poner en contacto la semilla o incorporar al suelo bacterias específicas del género Bradyrhizobium japonicum producidos comercialmente para tal fin. La importancia de la inoculación en comparación con la fertilización nitrogenada se resalta apreciablemente en los resultados obtenidos y presentados en las Tablas 7 y 8.

Los rendimientos aumentan significativamente al utilizar la inoculación con relación al testigo sin inocular y a la fertilización nitrogenada. La cepa ICA J-01, alcanza los mayores rendimientos promedios con 1.740 kg/ha y un 92.7% de incremento respecto al testigo sin inocular (Tabla 7).

En la Tabla 8 se presenta la respuesta de la soya a la fertilización nitrogenada y a la inoculación en suelos de vega, en donde la inoculación con la cepa ICA J-01 sustituyó la aplicación de cepas de aproximadamente 150 kg/ha de N como úrea, dando como resultado la obtención y liberación de la cepa ICA J-01 como inculante, el cual satisface plenamente los requerimientos de N por parte del cultivo de soya, disminuyendo considerablemente los costos de producción con esta práctica.

La práctica de inoculación debe realizarse aproximadamente durante los cuatro primeros años de siembra de soya, estableciendo una adecuada población de Bradyrhizobium japonicum. Se recomienda 5 gramos por kilo de semilla, o sea 500gramos por 100 kilos de semilla, disolviendo el inóculo en 1 litro de solución azucarada al 10%; dicha cantidad de solución se aplica a la semilla mezclándose y agitando hasta que quede uniformemente impregnada o mediante el uso de canecas mezcladoras diseñadas para tal fin.

22.9 FERTILIZACION

Los suelos de vega y vagones (clase 1) del Piedemonte Llanero en su mayoría presentan de alta-mediana fertilidad; sin embargo para efectuar

23.8 INOCULACIÓN

En método más eficiente y económico para controlar el *B. japonicum* en suelos de cultivo de soja en Colombia, al aplicar al suelo bacterias específicas del género *Bradyrhizobium japonicum* (cepas J-01, J-02 y J-12) para las variedades de soja.

LA INOCULACIÓN DE LA SEMILLA DE SOJA CON TRES CEPAS DE *B. japonicum* EN SUELOS DEL PIEDE-MONTE LLANERO.

Inoculación o Tratamiento N	Rendimiento (kg/ha)	I.R. (%)
Testigo	903 c	-
Cepa ICA J-12	915 c	1.4
Cepa ICA J-01	1.740 a	92.7
Cepa ICA J-02	1.065 c	18.0
N (70 kg/ha)	1.284 b	42.2

* Promedios de cuatro variedades. Tratamientos con la misma letra no difieren estadísticamente al nivel del 5% según la prueba de Tukey.

TABLA 8. RESPUESTA DE LA SOYA A LA FERTILIZACION NITROGENADA Y A LA INOCULACION EN SUELOS DE VEGA DEL RIO ARIARI, GUATIQUEUA Y GUAMAL.*

Fuente de N	Río Ariari		Río Guatiquéua		Río Guamal	
	Rendimiento (kg/ha)	I.R. (%)	Rendimiento (kg/ha)	I.R. (%)	Rendimiento (kg/ha)	I.R. (%)
Testigo sin N	1.119 c	-	1.808 c	-	1.404 c	-
N (70 kg/ha)	1.742 bc	56	2.259 bc	25	2.320 ab	65
N (150 kg/ha)	2.110 a	89	3.001 a	66	2.520 a	80
Cepa ICA J-01	2.102 a	88	2.818 a	56	2.524 a	80

*Promedio de cuatro variedades en 10 localidades. Duncan 5%.
Fuente: Programa Recursos Naturales ICA, CI La Libertad, Regional 8.

recomendaciones de fertilización se debe hacer de acuerdo con el análisis de suelo. Algunos de estos suelos presentan deficiencia de Ca y Mg que pueden limitar la respuesta al P y al K, por lo cual se recomienda la aplicación de cal dolomita en dosis de 250 kg/ha. Se ha demostrado que la deficiencia de estos nutrimentos en suelos de vega no son de carácter general, sino a nivel de finca.

Los resultados obtenidos sobre la fertilización fosfórica en el cultivo de soya durante varios años (1986-1991) han demostrado que se obtiene respuesta a dosis de 40-80 kg/ha de P_2O_5 , los cuales incrementaron los rendimientos hasta en un 20% con relación al testigo sin P; por lo tanto se establecieron recomendaciones de P_2O_5 , de acuerdo con los niveles críticos (Tabla 9).

La fertilización fosfórica y potásica en el cultivo de soya en diferentes suelos de vega va a depender del contenido de dicho elemento en el suelo. Los análisis de suelos previos del cultivo son necesarios para aplicar las cantidades adecuadas y económicas. Se ha demostrado que dosis entre 25-50 kg/ha de K_2O , incrementan los rendimientos en relación al testigo sin K. Resultados anteriores y para evitar uso irracional del potasio se han establecido recomendaciones basadas en los análisis de suelos, teniendo en cuenta la respuesta del cultivo de la soya en suelos con diferentes contenidos de K, de tal manera que las recomendaciones están de acuerdo con los niveles críticos del elemento en el suelo (Tabla 10).

La aplicación foliar de algunos elementos menores como el S, Mo, B, Cu y Zn no presentaron efectos significativos en la producción de grano del cultivo de soya, a pesar de encontrarse niveles bajos de estos microelementos en el suelo, indicando que posiblemente las cantidades existentes son suficientes para satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo.

En general, la forma más técnica y exacta de hacer recomendaciones de correctivos y fertilizantes es teniendo como base los resultados del análisis

TABLA 9. RECOMENDACIONES DE P_2O_5 PARA EL CULTIVO DE SOYA EN SUELOS DE VEGA DEL PIEDEMONTA LLA-
NERO.

Contenido de P(ppm) Bray II	Nivel Crítico	Dosis Recomendadas de P_2O_5 (kg/ ha)
< 10	MB	100
11 - 15	B	50 - 75
16 - 30	M	25 - 50
> 30	A	0 - 25

MB= Muy bajo

B= Bajo

M= Medio

A= Alto

TABLA 10. RECOMENDACIONES DE K_2O PARA EL CULTIVO DE LA SOYA EN SUELOS DE VEGA DEL PIEDEMONTA LLANERO.

Contenido de K en el suelo (meq/100 g suelo)	Nivel Crítico	Dosis Recomendadas de K (kg/ ha)
< 0.10	MB	75
0.10 - 0.15	B	50 - 75
0.16 - 0.30	M	25 - 50
> 0.30	A	0 - 25

MB= Muy alto B= Bajo M= Medio Alto= Alto

de suelo del lote que se va a sembrar, con el fin de utilizar las fuentes y dosis más convenientes y óptimas económicamente para disminuir los costos de producción.

22.10 CONTROL DE MALEZAS

Las principales malezas en el Piedemonte llanero son:

Gramíneas: Caminadora (Rottboellia exaltata), falsa caminadora (Ischaemum rugosum), liendre puerco (Echinochloa colonum), pategallina (Eleusine indica), Guardarrocio (Digitaria sanguinalis) y Piñita (Murdania nudiflora).

Ciperaceas: Cortadera (Cyperus ferax).

Hojas Anchas: Bledo (Amaranthus sp.), Botoncillos (varios géneros), Escobos (Sida sp.), Dormidera (Mimosa púdica), Batatilla (Ipomoea sp.) y otros.

Se conocen varios métodos de control de malezas, los más utilizados son: Mecánicos, manuales y químicos. Ningún otro método es capaz de controlar todas las malezas del lote; con la integración, rotación de métodos y productos se obtienen los mejores resultados.

Según lo anterior, en la Tabla 11 se presentan algunas alternativas de integración de métodos para el cultivo; debe tenerse en cuenta que la preparación del suelo es la primera labor con que inicia el programa y finalmente en la Tabla 12 aparecen los herbicidas recomendados para el cultivo de soya en los Llanos Orientales por época y dosis de aplicación.

Para el control de malezas en soya existe una gama amplia de alternativas, teniendo que seleccionar la más efectiva, eficiente y económica para reducir los costos de producción por este factor decisivo en la producción de soya.

TABLA 11. APLICABILIDAD DE METODOS. FACTORES CONDICIONANTES EN EL PIEDEMONTES LLANERO.

Método	Factor de riesgo	Condiciones
Preparación	Alto	Lotes nuevos y/o poca maleza; cultivo vigoroso.
Cultivada	Medio	Lotes nuevos y/o poca maleza; cultivo vigoroso, infraestructura, clima.
PSI	Medio	Buena preparación, infraestructura, aplicaciones, cultivo vigoroso, malezas especiales, retrasos en siembra.
PRE	Medio	Buena preparación, clima adecuado, cultivo vigoroso; alta hoja ancha.
POST	Medio	Cultivo vigoroso, estado malezas adecuado, clima adelantado.
PSI - POST	Bajo	Fallas aplicación, cultivo poco vigoroso, alta población malezas, cosecha.
PRE - POST	Bajo	Fallas aplicación, cultivo poco vigoroso, alta población malezas, cosecha.

TABLA 12. HERBICIDAS, DOSIS Y EPOCA DE APLICACION RECOMENDADA PARA EL CULTIVO DE SOYA EN EL PIEDEMONTE LLANERO.

Ingrediente Activo	Dosis		Observaciones
	I.A. (kg/ ha)	Producto Comercial	
PRESIEMBRA			
Trifluralina (Treflan)	1.2 - 1.5	1.5 - 3.0	Incorporado; gramíneas y hojas anchas. Incorporado; gramíneas. Coquito Gramíneas y hojas anchas.
Pendimetalina (Prowl)	0.8 - 1.3	2.4 - 4.0	
Glifosato (Round-up)	1.0	2.8	
Paraquat (Gramoxone)	0.4	2.0	
PREEMERGENTES			
Metolaclor (Dual)	0.9 - 2.4	1.0 - 2.5	Gramíneas, no caminadora. Hojas anchas. Gramíneas, bledo. Gramíneas. Hojas anchas, gramíneas.
Metribuzina (Sencor)	0.2 - 0.3	0.8 - 1.0	
Alaclor (Lazo)	1.9	4.0	
Pendimetalina (Prowl)	0.8 - 1.3	2.5 - 4.0	
Prometrina (Gesagard)	1.0 - 1.5	2.0 - 3.0	
POSTEMERGENTES			
Fluzifop (Fusilade)	0.24 - 0.36	1.0 - 1.5	Gramíneas. Gramíneas. Gramíneas. Gramíneas. Cyperáceas.
Fenoxaprop (Furore)	0.9 - 1.1	1.0 - 1.2	
Haloxifop (Verdict AC)	0.75- 0.9	1.0 - 1.2	
Quizalafop (Assure)	0.9 - 1.1	1.0 - 1.2	
Bentazon (Basagran)	1.0 - 1.5	2.0 - 3.0	

22.11 PLAGAS

En el Piedemonte llanero, varias especies de insectos fitófagos se encuentran asociados con el cultivo de la soya. Debido al buen control natural existente, en su mayoría son plagas secundarias y solo algunas como Maruca testulalis (Lepidóptera: Pyralidae), Anticarsia gemmatalis (Lepidóptera: Noctuidae) y el complejo de crisomélidos se pueden considerar ocasionalmente de importancia económica para el cultivo.

Las especies de insectos fitófagos más frecuentes son:

22.11.1 Trozadores y Tierreros

El complejo Spodoptera con las especies S. frugiperda, S. sunia y S. ornithogalli (Lepidóptera: Noctuidae), se presentan generalmente en las primeras etapas de desarrollo del cultivo y se alimentan de raíces, tejidos jóvenes y tallos de las plántulas. Los parásitos y predadores de larvas, efectúan un buen control natural. La preparación del suelo oportuna y adecuadamente complementada con un correcto control de malezas, evitan que estas plagas causen daños al cultivo.

22.11.2 Perforadores de Follaje

Los perforadores de follaje más frecuentemente registrados son los cucarroncitos del follaje o crisomélidos, entre los cuales se pueden destacar Diabrotica spp., Colaspis sp., Omophoita sp. y Cerotoma spp. (Coleóptera: Chrysomelidae). Las larvas de estos cucarroncitos viven en el suelo y se alimentan de raíces y nódulos de la soya. Los adultos se presentan en todas las etapas de desarrollo del cultivo, se alimentan de las hojas y su daño se observa en forma de perforaciones circulares distribuidas en el follaje de las plantas.

El control de malezas, la preparación oportuna del suelo y las lluvias, disminuyen el riesgo de infestación por crisomélidos en el cultivo. El

control microbiológico mediante la utilización de los hongos Beauveria bassiana y Metarrhizium sp., se presenta como una buena alternativa de control. Sin embargo debe ser más estudiado y evaluado su efecto en diferentes condiciones ambientales.

22.11.3 Masticadores del Follaje

Los masticadores de follaje más frecuentemente registrados son Anticarsia gemmatalis, Omiodes indicata (Lepidóptera: Pyralidae), Semiothisa abydata (Lepidóptera: Geometridae), Trichoplusia ni y Pseudoplusia includens (Lepidóptera: Noctuidae), de los cuales las dos primeras especies son las que alcanzan mayores niveles poblacionales en el Piedemonte llanero. Se presentan después de los veinte días de edad del cultivo y persisten hasta la época de maduración de las vainas. Se ha registrado parasitismo natural por Trichogramma sp. y eficiente control natural realizado por avispas predadores del género Polistes sp.. Los hongos entomopatógenos especialmente Nomuraea rileyi regulan las poblaciones de estas plagas, cuando la humedad relativa del ambiente es alta.

El control debe ser preventivo mediante liberaciones de Trichogramma sp. en caso de registrarse porcentajes de defoliación mayores al 30% y promedios de veinte larvas pequeñas por metro; se debe efectuar el control utilizando insecticidas biológicos y selectivos como el Bacillus thuringiensis y los inhibidores de la síntesis de quitina.

22.11.4 Perforadores de las Vainas

Entre los perforadores de las vainas, Maruca testulalis (Lepidóptera: Pyralidae) es el insecto plaga de mayor importancia para el cultivo de la soya en los Llanos Orientales. Las larvas además de perforar las vainas se alimentan de botones florales, hojas tiernas y barrenan ramas y tallos jóvenes de la planta. El daño se caracteriza en las vainas por la presencia de pequeños orificios sin taponar, con gran cantidad de excrementos de las larvas en el sitio de alimentación.

El control químico es la única alternativa existente en el momento y para lograr buenos resultados es necesario revisar frecuentemente el cultivo y efectuar aplicaciones de insecticida (Tricloform, Monocrotofos, Diazinon o Dimetoato) preferiblemente antes de que las larvas penetren en las ramas y las vainas. En laboratorio se ha encontrado parasitismo de Trichogramma sp. en posturas de la plaga.

22.11.5 Chupadores de las Vainas

Los chinches chupadores del follaje y las vainas se consideran como plagas secundarias. Entre los chinches, ocasionalmente el Piezodorus guildini (Hemiptera: Pentatomidae) puede causar daños porque al alimentarse de las vainas y semillas, disminuye el peso e induce manchados, decoloración, vaneamiento y corrugación en los granos.

22.12 ENFERMEDADES

En incremento acelerado del área de siembra en poco tiempo, la utilización de semilla no certificada (de costal) y las condiciones ambientales (T; H.R.) adecuados para las enfermedades trajeron como consecuencia un aumento en la incidencia y severidad de algunas enfermedades, lo cual motivó a los asistentes técnicos a iniciar planes de control químico en las variedades comerciales, elevando sustancialmente los costos de producción.

En condiciones de la región, predominan los patógenos Cercospora sojina, Xanthomonas phaseoli var sojensis y Peronospora manchurica, agentes causales de las enfermedades mancha ojo de rana, pústula bacteriana y mildew veloso. Ultimamente se han reportado problemas con pudriciones radiculares causadas por hongos como Phytophthora megasperma, Rhizoctonia sp., Cylindrocladium sp. y Pythium.

En la Tabla 13 presenta la reacción a enfermedades en condiciones de campo para las variedades comerciales; en donde sobresalió la nueva variedad Soyica

TABLA 13. REACCION DE MATERIALES DE SOYA (Glycine max) A LOS PRINCIPALES PATOGENOS DE LA ZONA DE LOS LLANOS ORIENTALES.

Línea y/o variedad	Enfermedades		
	Mancha Ojo de Rana	Pústula Bacteriana	Mildeo Velloso
Soyica P-34	R	R	R
Soyica Ariari-1	I	S	R
Soyica P-33	I	R	I
Procampo 1	I	R	I
SV - 89	R	R	I
Andree 23	I	I	R
SV - 109	I	I	R

R= Resistente

I= Intermedia

S= Susceptible

P-34 por su resistencia a enfermedades. Esta variedad no requiere protección química contra la mancha ojo de rana (Cercospora sojina) porque las pérdidas en rendimiento son inferiores al 3.5%.

22.13 COSECHA

La cosecha es una de las labores más importantes en cualquier cultivo porque refleja los rendimientos y rentabilidad. En la región, inicialmente se presentaron pérdidas hasta del 30% por falta de calibración adecuada de las combinadas, lotes enmalezados a cosecha y desconocimiento de esta labor por parte de los operarios. Estas pérdidas se fueron reduciendo gradualmente a medida que combinadores del Valle del Cauca entraron a la zona.

22.14 COSTOS DE PRODUCCION

En los años 1984 - 1987, la interacción favorable de los factores agronómicos económicos y de mercadeo explican el incremento del área sembrada en soya, posteriormente, los precios de sustentación permanecieron constantes en los últimos años, mientras que los insumos, pesticidas y maquinaria aumentaron de precio, elevando frecuentemente los costos de producción hasta el punto que en el segundo semestre de 1991, la rentabilidad calculada fue baja (3%); con el punto de equilibrio de 1.800 kg/ha de rendimiento para lograr cancelar los costos totales de producción.

Para lograr competitividad en los mercados internacionales, con las nuevas políticas de apertura económica, es imperativo la estrategia de reducción de costos de producción expresado en una tecnología apropiada para el cultivo de soya en el Piedemonte llanero. En la Tabla 14 se presentan los costos de producción con tecnología apropiada en suelos de vega del Piedemonte llanero para el segundo semestre de 1991, con base en la nueva variedad Soyica P-34. Este material permite reducir los costos de producción variables por concepto de semilla a utilizar en la siembra; tradicionalmente

TABLA 14. COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA DE SOYA CON TECNOLOGIA APROPIADA EN SUELOS DE VEGA; COSECHA SEMESTRE B DE 1991.

Concepto	Productos Utilizados	Dosis y Unidad	Valor Unitario	Valor Total	
				Dosis	Tratamiento
A. COSTOS DIRECTOS					
1. Preparación Terreno					37.000
1.1 Rastreada	Rastra	Una	12.000	12.000	
1.2 Rastrillada	Rastrillo	Tres	7.000	21.000	
1.3 Nivelada	Riel	Uno	4.000	4.000	
2. Siembra					52.000
2.1 Semilla	Certificada	65 kg	600	39.000	
2.2 Siembra	Siembra-abonadora	Una	8.000	8.000	
2.3 Inoculante	ICA J-01	0.5 kg	5.000	5.000	
3. Manejo de Malezas					27.400
3.1 Herbicida Pre-emergente	Dual	2 lt	8.040	16.080	
	Sencor	0.8 kg	10.400	8.320	
3.2 Aplicación herbicida	Tractor	Uno	3.000	3.000	
4. Fertilizantes					36.100
4.1 Correctivos	Calfos	500 g	33	16.500	
	Dap	50 kg	178	8.900	
4.2 Fertilizantes simples	KCl	50 kg	135	6.750	
4.3 Aplicación fertilizantes	Tractor	500 kg	8	4.000	
5. Manejo de Insectos Plaga					14.330
5.1 Comedores de Follaje	Trichogramma	3 lb/40 pulg.	50	6.000	
5.2 Crisomélidos	Dipterex	0.8 kg/ha	4.660	3.730	
5.3 Aplicación insecticidas	Avión	Una	4.600	4.600	
Pasa...					

Concepto	Productos Utilizados	Dosis y Unidad	Valor Unitario	Valor Total	
				Dosis	Tratamiento
6. Manejo de Enfermedades					-0-
7. Riego					-0-
8. Cosecha					63.840
8.1 Recolección mecánica	Combinada	28	1.400	39.200	
8.2 Empaque y cabuya	Fique	28	700	19.600	
8.3 Zorro	Tractor	28	120	3.360	
8.4 Bulteo	Manual	28	60	1.680	
9. Transporte					14.525
9.1 Insumos a la finca	Camión	665 kg	5	3.325	
9.2 Producción Centro de Acopio	Camión	2.240	5	11.200	
10. Asistencia Técnica	Profesional	Semestral	6.000	6.000	6.000
Total Costos Directos					251.195
B. COSTOS INDIRECTOS					
1. Arriendo	Ha. semestre	Semestral	40.000	40.000	40.000
2. Administración	3%	252.195	7.536	7.536	7.536
3. Intereses	4%	6 meses	(150.330)	36.079	36.079
Total Costos Indirectos					83.615
TOTAL COSTOS INDIRECTOS + DIRECTOS					334.810

A N A L I S I S F I N A N C I E R O

1. Producción total en kg/ha	2.240
2. Precio de venta	206
3. Ingreso bruto al productor (\$)	461.440
4. Costos de producción en \$/ha	334.810
5. Ingreso neto al productor (\$)	126.630
6. Rentabilidad por semestre (%)	37.8
7. Rentabilidad mensual (%)	6.3
8. Punto de equilibrio en kg/ha	

ésta supera los 100 kg/ha, mientras que con la variedad Soyica P-34 bastan 65 kg/ha para obtener rendimientos superiores a las variedades comerciales y sin problema de volcamiento.

El control de enfermedades tiene cero costo, porque no requiere la aplicación de fungicidas por presentar una alta resistencia de campo a las principales enfermedades de la zona con esta variedad.

El punto de equilibrio utilizando la tecnología generada para la nueva variedad Soyica P-34 es de 1.625 kg/ha, es decir que los costos totales de producción pueden cubrirse con estos rendimientos, razón por la cual el margen de rentabilidad alcanza un 37%, correspondiendo a una alternativa para los agricultores de los Llanos Orientales.

22.15 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CAICEDO, G.S.; SANCHEZ, L.F. 1988. El cultivo de soya (Glycine max (L) Merrill) en suelos de vega del Piedemonte llanero. Boletín Técnico No. 173, ICA Regional 8. Villavicencio.
2. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA. Informe Anual de Actividades período 1989B - 1990A. Grupo Multidisciplinario Oleaginosas Anuales C.I. La Libertad.
3. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA. Informe Anual de Actividades período 1990B - 1991A. Grupo Multidisciplinario Oleaginosas Anuales C.I. La Libertad.
4. RESUMENES CICLO DE CONFERENCIAS "Aspectos del Cultivo de Soya en los Llanos Orientales". 1989. ICA, Regional 8, Villavicencio (agosto 24). Granada (septiembre 13). 73 p.

23. EL POTENCIAL DE LA SOYA EN LA ALTILLANURA

Guillermo Riveros R. *
Samuel Caicedo G.
Carmen Rosa Salamanca
Rubén A. Valencia R.

23.1 INTRODUCCION

La altillanura en la orinoquía es una zona potencial para la producción de soya, porque las características de clima se encuentran dentro de los límites de tolerancia de la especie, pero las características químicas de los suelos limitan el crecimiento y la productividad de los genotipos actualmente usados en las zonas productoras. Por esta razón para lograr la producción de soya en suelos de altillanura, es necesario desarrollar genotipos que se adapten a estas condiciones edáficas.

La utilización intensiva de los suelos en agricultura ha causado pérdidas y deterioro de sus propiedades; como los suelos de la altillanura son particularmente sensibles a la degradación y erosión, la producción agrícola en este ecosistema debe basarse en sistemas que aseguren la preservación del suelo y otros recursos que propicien su mejoramiento continuo para legar un ecosistema mejorado a las generaciones futuras.

* Respectivamente I.A., Ph.D. Jefe Sección Oleaginosas; I.A., M.C. Líder Oleaginosas e I.A., M.C. Integrantes Grupo Oleaginosas Anuales, CI La Libertad. ICA. Apartado Aéreo 2011. Villavicencio.

En este orden de ideas, el logro de altos rendimientos económicos no debe ser el principal objetivo; el fin principal debe ser la contribución a la conservación y mejoramiento del ecosistema, integrando los diferentes cultivos y actividades en sistemas que complementan el efecto conservacionista y mejorador de cada uno.

Las ventajas comparativas de la altillanura colombiana se basan en la posibilidad de producir a menor costo por el precio bajo actual de la tierra, la precipitación suficiente y bien distribuida; en los menores requerimientos de mecanización, en la baja incidencia de malezas y en la cercanía de los centros de consumo (Bogotá). La producción de soya tiene la ventaja adicional de mejorar los suelos y de disminuir los costos de los cultivos de rotación.

23.2 MEJORAMIENTO

El área plana de la altillanura, con potencial para producir soya en rotación con otros cultivos, integradamente en sistemas sostenibles, es de alrededor de tres millones de hectáreas. La principal limitante en esta región es la extrema acidez de los suelos, los niveles altos de aluminio intercambiable y la baja disponibilidad de varios elementos químicos esenciales para el crecimiento de las plantas. La estrategia para superar estas limitaciones consiste en la utilización de variedades altamente tolerantes al aluminio con requerimientos bajos de fertilización y enmiendas.

Se ha establecido, que los niveles de fertilización y enmiendas necesarios para lograr rendimientos satisfactorios con variedades de soya sin tolerancia a acidez y adaptadas a suelos fértiles no permite la producción rentable y competitiva, razón por la cual es necesario generar variedades con menores requerimientos, con mayor capacidad de extraer elementos esenciales a partir de formas de baja solubilidad y que presenten tolerancia genética a altos niveles de aluminio.

Con base en estas consideraciones, se inició en 1984 el Programa de Mejoramiento de Soya para suelos ácidos en el Centro de Investigación La Libertad. El primer paso consistió en la introducción y evaluación de genotipos de la colección mundial en busca de materiales con genes deseables. Se evaluaron 1.089 accesiones de la colección (421 de Brasil, 226 de Taiwan y 442 de otros países) y 407 poblaciones entre segregantes y líneas avanzadas producidas en el CI Palmira. Las evaluaciones se efectuaron en suelos ácidos con 70% de saturación de aluminio.

Se efectuaron varios ensayos de líneas tolerantes al aluminio y producto de fuertes presiones de selección, se identificaron en 1985 ocho líneas tolerantes (LITAS) de buen comportamiento en condiciones de alta saturación de aluminio (70%).

Las ocho LITAS seleccionadas se evaluaron en diferentes semestres y localidades para determinar su estabilidad en rendimiento y su amplitud de adaptación.

Las localidades incluidas en la evaluación del comportamiento agronómico y los componentes de rendimiento de las LITAS comprenden los municipios de Puerto López (Remolinos), San Martín y Villavicencio (CI La Libertad). Las características de los suelos en donde se han establecido las pruebas se presentan en la Tabla 1.

Los rendimientos obtenidos en el segundo semestre de 1990 con las LITAS, en las tres localidades, se presentan en la Tabla 2; se puede observar que fueron significativamente mayores en Villavicencio (1.968 kg/ha) que en San Martín (1.231 kg/ha) y Puerto López (1.023 kg/ha). Los rendimientos más altos ocurren en suelos con menor saturación de aluminio y mayor contenido de materia orgánica y los más bajos en las mayores saturaciones de aluminio y menores contenidos de materia orgánica. La LITA 06 y LITA 09 han sobresalido sobre las seis líneas restantes con rendimientos

TABLA 1. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DEL SUELO.

Localidad	Textura	pH	MO (%)	P (ppm)	Al	Meq / 100 (g)				Sat. Al*
						Ca	Mg	K	Na	
Puerto López	F	4.5	3.5	6.3	2.85	0.46	0.14	0.05	0.02	81
Villavicencio	FA	4.7	3.9	5.0	2.53	1.19	0.17	0.09	0.01	63
San Martín	F	4.5	6.2	2.8	3.50	0.41	0.13	0.09	0.02	82

* Sat. Al (%) = $\frac{Al}{C.I.C} \times 100$

TABLA 2. RENDIMIENTO PROMEDIO (kg/ha) DE LINEAS DE SOYA PROMISORIAS PARA SUELOS ACIDOS, EN TRES LOCALIDADES, 1990-B.

Línea y/o Variedad	Localidades			Promedio
	Libertad	San Martín	Remolinos	
LITA 01	1.839 a	1.254 ab	915 bc	1.336 bc
LITA 02	2.083 a	1.277 ab	1.091 ac	1.488 ab
LITA 05	2.077 a	1.313 ab	976 ac	1.455 ac
LITA 06	2.222 a	1.186 a	1.236 a	1.548 ab
LITA 07	1.814 a	1.144 ab	1.079 ac	1.352 ac
LITA 08	1.661 a	1.165 ab	851 c	1.226 c
LITA 09	2.101 a	1.443 a	1.208 ab	1.584 a
LITA 10	2.076 a	1.196 ab	1.055 ac	1.442 ac
Soyica Arlari-1	1.820 a	1.102 b	799 c	1.240 c
Promedio	1.968 a	1.231 b	1.023 b	1.407
C.V. (%)	12.6	11.5	12.8	12.9

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente al nivel del 5% según la prueba de Tukey.

promedios en diferentes pruebas de 1.548 y 1.584 kg/ha; los rendimientos de estas líneas superan a la variedad comercial Soyica Ariari-1 en 20-22%, respectivamente. En Puerto López (Remolinos), la localidad más representativa en suelos clase IV de la altillanura la LITA 09 proporcionó un rendimiento de 1.208 kg/ha y la variedad Soyica Ariari-1 799 kg/ha (Tabla 2).

Por comportamiento agronómico y arquitectura de planta, las LITAS 09 y 06 se presentan como las más promisorias para los suelos ácidos de la altillanura y podrían ser las primeras variedades comerciales para la altillanura colombiana, si es posible hacer competitiva la producción con rendimientos de 1.500 kg/ha. Esto sería factible con los precios actuales, si los costos no superan los \$ 250.000 por hectárea.

Entre las características de estas líneas se encuentran la altura de planta aproximada de 54 centímetros, el inicio de carga superior a 12 centímetros y el peso de 100 semillas de 15 gramos. Las características registradas en tres localidades se presentan en la Tabla 3.

23.3 AGRONOMIA

23.3.1 Época de Siembra

La investigación sobre épocas de siembra en una localidad permiten establecer los períodos del año en que es posible efectuar un cultivo con un mínimo de riesgos. Los resultados preliminares de épocas de siembra en suelos de sabana y altillanura nos llevan a concluir lo siguiente:

La soya presenta buen comportamiento en el primer semestre; sin embargo, el régimen de lluvias solo permitiría siembras a partir de los últimos días de marzo, por lo cual la cosecha empezaría a efectuarse a finales de junio y comienzos de julio, época de lluvias intensas (más de 350 mm

TABLA 3. COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LINEAS DE SOYA PROMISORIAS PARA SUELOS ACIDOS. PROMEDIO DE TRES LOCALIDADES (REMOLINOS, SAN MARTIN Y LA LIBERTAD), 1990 B.

Líneas y/o variedad	Días a floración	Días a madurez	Altura de planta (cm)	Nudos a madurez	Inicio de carga (cm)	Peso 100 semillas (g)	Vainas por planta
LITA 01	29 b	87 c	44.8 c	12 a	14.0 bd	11.3 c	14 b
LITA 02	35 b	85 d	49.8 bc	12 a	12.1 d	15.3 ab	13 b
LITA 05	33 ab	87 bc	49.5 bc	13 a	11.5 d	15.7 a	16 a
LITA 06	36 a	85 d	53.7 b	13 a	13.2 ce	15.6 ab	13 b
LITA 07	33 ab	85 d	52.3 b	13 a	17.4 a	12.3 c	14 b
LITA 08	36 a	88 ab	67.0 a	12 a	15.8 ac	14.0 b	21 a
LITA 09	38 a	85 d	54.3 b	13 a	12.3 d	15.4 ab	14 b
LITA 10	33 ab	87 bc	53.9 b	13 a	13.2 cd	14.4 ab	15 b
Soyica Ariari 1	35 a	89 a	49.9 bc	13 a	16.4 ab	14.3 ab	12 b
Promedio	43	86	52.8	12	14.0	14.3	14.7
C.V. (%)	2.6	1.4	10.2	12.7	14.9	8.9	20.3

Promedios con la misma letra no difieren estadísticamente al nivel del 5% según la prueba de Tukey.

por mes) que dificultan la cosecha y propician la pudrición de vainas y semillas.

El segundo semestre es el recomendable para la siembra de soya por poderse sembrar en el mes de agosto, de baja precipitación, para cosechar a finales de noviembre, comienzo de la época seca.

Datos preliminares señalan que siembras en el primer semestre efectuadas para hacer coincidir la cosecha con el veranillo de agosto o siembras del segundo semestre efectuadas en este período son las más recomendables.

23.3.2 Distancias y Densidades de Siembra

Debido a que las condiciones ambientales modifican los patrones de crecimiento y desarrollo, es necesario determinar si los efectos sobre el rendimiento de una menor producción por planta, pueden ser compensados por un aumento de población. Se deben además determinar los arreglos de población que conducen a la menor interferencia entre plantas asociadas con rendimientos máximos. En suelos ácidos se estudió el comportamiento de las variedades Soyica Ariari-1 y Soyica P-33 sembradas a 40, 50 y 60 centímetros entre surcos y a 5 y 10 centímetros entre plantas.

Como se puede observar en la Tabla 4, la variedad Soyica Ariari-1 presentó mayores rendimientos a la distancia entre surcos de 40 centímetros en comparación con 50 y 60 centímetros. En la distancia de 40 centímetros entre surcos, el rendimiento fue superior a 10 centímetros en comparación con 5 centímetros entre plantas. La variedad Soyica P-33 también proporcionó mayores rendimientos sembradas a 40 centímetros entre surcos sin mostrar diferencias en esta distancia al sembrarla a 5 ó 10 centímetros entre plantas; los rendimientos fueron significativamente más bajos al ampliar la distancia entre surcos.

TABLA 4. EFECTO DE LA DISTANCIA ENTRE SURCOS Y ENTRE PLANTAS PARA LAS VARIETADES SOYICA P-33 Y SOYICA ARIARI EN SUELOS ACIDOS. GRANJA IRAKA, SAN MARTIN, 1990-B.

Variedad/Línea	Surco	Distancia Planta (cm)	Rendimiento (kg/ha)	Altura a madurez (cm)	Inicio de carga (cm)	Vainas #	Peso de 100 semi- llas (gr)
Soyica Ariari	40	5	1.585	50	17	19	15
Soyica Ariari	40	10	1.652	45	14	27	17
Soyica Ariari	50	5	1.370	51	18	19	16
Soyica Ariari	50	10	1.382	44	11	24	18
Soyica Ariari	60	5	1.388	50	17	24	17
Soyica Ariari	60	10	1.363	44	10	31	17
Soyica P-33	40	5	1.679	52	12	12	18
Soyica P-33	40	10	1.664	55	8	19	18
Soyica P-33	50	5	1.457	56	11	14	18
Soyica P-33	50	10	1.361	56	9	19	19
Soyica P-33	60	5	1.428	51	10	17	18
Soyica P-33	60	10	1.254	55	9	18	19

Promedio de 4 repeticiones.

El mismo tipo de estudio se efectúa con LITA 06 y LITA 09. Como el crecimiento en suelos ácidos es el más restringido se comparan distancias entre surcos de 30, 40 y 50 centímetros y de 5, 10 centímetros entre plantas.

23.4 NUTRICION MINERAL Y BIOLOGICA

Los suelos de la altillanura presentan topografía plana y buenas condiciones físicas, pero sus propiedades químicas son limitantes para el crecimiento de la soya. Para producir competitivamente en estos suelos los factores negativos deben corregirse a bajo costo.

23.4.1 Encalamiento

En los suelos de la altillanura, el encalamiento es una práctica necesaria para neutralizar el aluminio y suministrar el calcio y el magnesio requerido para el crecimiento normal de las plantas. Las respuestas al encalamiento son más pronunciadas a medida que el contenido de materia orgánica del suelo es mayor y si la humedad es adecuada. Estos dos factores contribuyen para aumentar la disponibilidad de varios elementos nutritivos. Es necesario encalar por lo menos con un mes de anticipación al establecimiento del cultivo para que éste se beneficie de los cambios producidos.

En la Figura 1 se presenta la respuesta de las variedades Soyica Ariari-1 y Soyica P-33 al encalamiento en suelos de Villavicencio, Puerto López y San Martín. Se puede apreciar que la respuesta fue mayor en el suelo de Villavicencio, el cual había sido encalado repetidamente en años anteriores. Se observa además que la dosis óptima de cal dolomita en términos de rendimiento y costo es de 1.200 kg/ha.

23.4.2 Fijación de Nitrógeno

El Nitrógeno es uno de los elementos más limitantes para la producción de soya en suelos tropicales y generalmente se suministra en forma de sales mineralizadas. La soya, al igual que otras leguminosas, por tener la

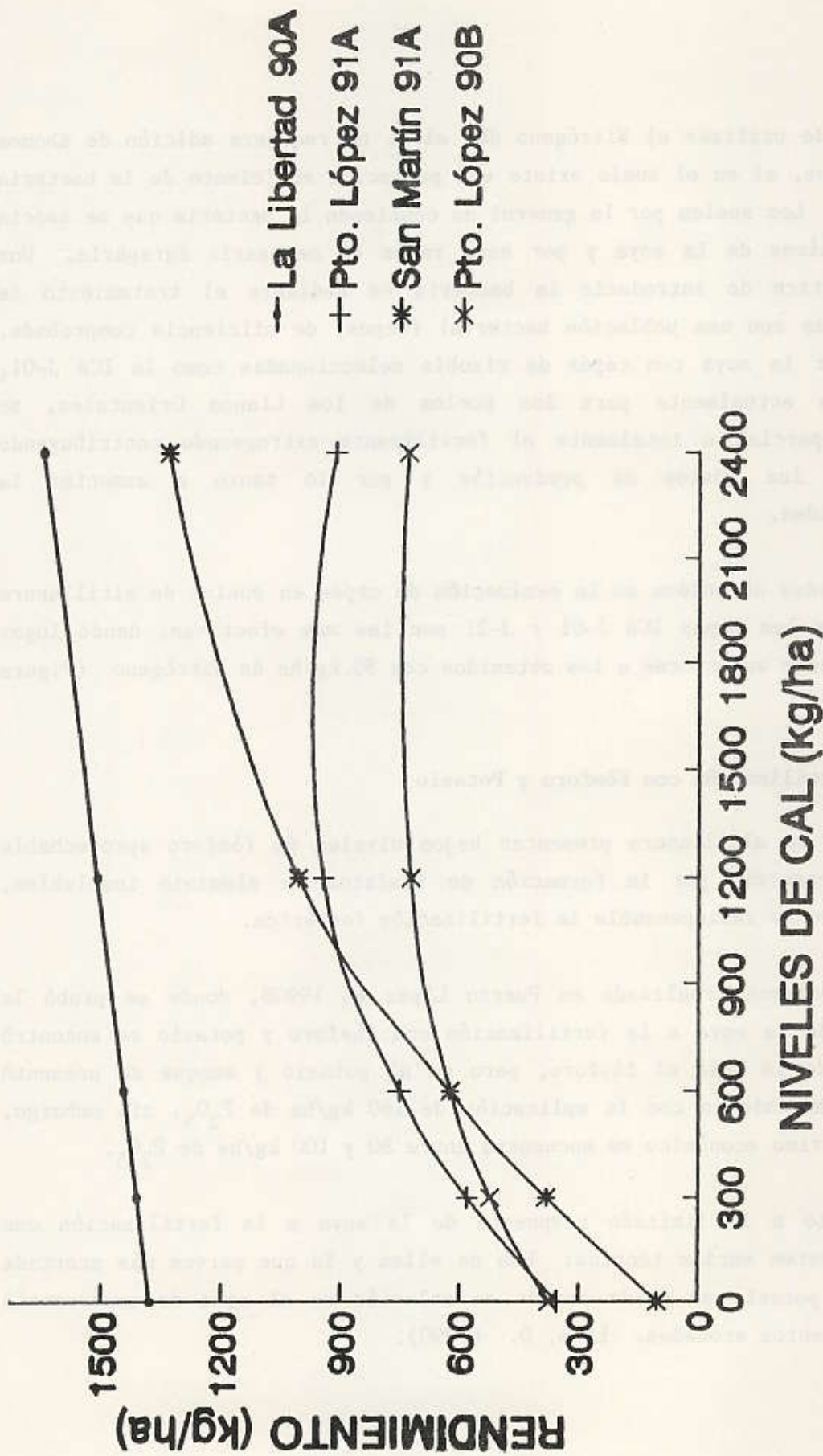


Figura 1. Respuesta de la soya al encalamiento en suelos ácidos de la orinoquía.

propiedad de utilizar el Nitrógeno del aire, no requiere adición de abonos nitrogenados, si en el suelo existe una población suficiente de la bacteria apropiada. Los suelos por lo general no contienen la bacteria que se asocia con las raíces de la soya y por esta razón es necesario agregarla. Una forma práctica de introducir la bacteria es mediante el tratamiento de las semillas con una población bacteriana (cepas) de eficiencia comprobada. Al inocular la soya con cepas de rizobio seleccionadas como la ICA J-01, recomendada actualmente para los suelos de los Llanos Orientales, se sustituye parcial o totalmente el fertilizante nitrogenado contribuyendo a reducir los costos de producción y por lo tanto a aumentar la competitividad.

Los resultados obtenidos en la evaluación de cepas en suelos de altillanura indican que las cepas ICA J-01 y J-21 son las más efectivas, dando lugar a rendimientos superiores a los obtenidos con 50 kg/ha de Nitrógeno (Figura 2).

23.4.3 Fertilización con Fósforo y Potasio

Los suelos de altillanura presentan bajos niveles de fósforo aprovechable y se caracterizan por la formación de fosfatos de aluminio insolubles, por lo tanto es indispensable la fertilización fosfórica.

En un experimento realizado en Puerto López en 1990B, donde se probó la respuesta de la soya a la fertilización con fósforo y potasio se encontró respuesta de la soya al fósforo, pero no al potasio y aunque se presentó el mayor rendimiento con la aplicación de 160 kg/ha de P_2O_5 , sin embargo, el nivel óptimo económico se encuentra entre 80 y 100 kg/ha de P_2O_5 .

Con respecto a la limitada respuesta de la soya a la fertilización con potasio existen varias teorías: Una de ellas y la que parece más acertada es que el potasio se puede perder en solución en el agua de escorrentía y por sedimentos erodados. Lobo, D. (1990).

23.5 PROTECCION AL CULTIVO

23.5.1 Malezas

Cuando los suelos de altillanura y sabana provienen de praderas nativas, no se recomienda hacer control de malezas en pre-emergencia y post-emergencia. La preparación temprana y adecuada del terreno en la primera siembra de soya es suficiente para mantener libre de malezas el cultivo hasta la cosecha. En lotes de sabana mejorados de 2a y 3a siembra de soya, se hace necesario efectuar el control de malezas en pre-emergencia con productos graminicidas y para hoja ancha, ante el establecimiento de nuevas malezas más agresivas y en niveles poblacionales que justifican su control; esto ante el efecto mejorador de los suelos después de la siembra de soya

Los suelos de sabana y altillanura se clasifican como livianos, de texturas franco o franco arcillosa, recomendándose dosis bajas de herbicidas para lograr los mejores controles de malezas.

23.5.2 Plagas

En la altillanura, se presentan varias especies de insectos fitófagos asociados con el cultivo de soya debido al buen control natural existente y a la escasa área de siembra en soya, en su mayoría son plagas secundarias y solo algunas como el complejo de crisomélidos y Maruca testulalis se pueden considerar ocasionalmente de importancia económica para el cultivo.

Los perforadores de follaje más frecuentemente registrados son los cucarroncitos del follaje y crisomélidos, entre los cuales se pueden destacar Diabrotica spp., Colaspis sp. y Cerotoma spp. El control de malezas, la preparación óptima del suelo y las lluvias, disminuyen el riesgo de infestación por crisomélidos en el cultivo. El control microbiológico mediante utilización de los hongos Beauveria bassiana y Metarrhizium sp. se presentan como una alternativa de control.

Los masticadores del follaje más frecuentes son Anticarsia gemmatalis; Omiodes indicata, Trichoplusia ni y Pseudoplusia includens. Se ha registrado parasitismo natural por Trichogramma sp. y un eficiente control natural por avispas predatoras del género Polistes spp.. Los hongos entomopatógenos especialmente Nomuraea rileyi regulan las poblaciones de estas plagas, cuando la humedad relativa es alta. El perforador de las vainas, Maruca testulalis, las larvas, además de perforar las vainas, se alimentan de botones florales, hojas tiernas y barrenan ramas y tallos jóvenes. El control químico es la única alternativa existente en el momento y para lograr buenos resultados es necesario revisar frecuentemente el cultivo y efectuar aplicaciones de insecticida (Tricloform, monocrotofos, dimetoato) preferiblemente antes de que las larvas penetren en las vainas y ramas.

23.5.3 Enfermedades

El problema fitosanitario en el cultivo de soya se ha venido controlando con el uso de variedades resistentes a las enfermedades de mayor importancia por lo tanto el ICA no recomienda hacer aplicaciones de fungicidas en ningún estado de desarrollo del cultivo.

Las líneas promisorias a suelos ácidos, LITA 06 y LITA 09, próximas variedades a liberarse, presentan resistencia a las enfermedades Mancha Ojo de Rana (Cercospora sojina Hara) y la pústula bacterial causada por Xanthomonas phaseoli var. sojensis. El uso de semilla certificada garantiza buena germinación, menor incidencia de enfermedades y evita la introducción de problemas como nematodos y malezas a la zona.

23.5.4 Cosecha

Para las condiciones de la altillanura como topografía plana y suelos bien drenados, la cosecha directa con combinada sería la más adecuada y eficiente.

23.6 COSTOS DE PRODUCCION

La altillanura colombiana ofrece ventajas comparativas en la producción de soya, basados en el precio de la tierra y su correspondiente arriendo, facilidad en la preparación del terreno, precipitación suficiente y bien distribuida y relativa cercanía a los centros de consumo (Bogotá); factores de producción importantes y decisivos en la reducción de costos de producción para la región. El cultivo de soya presenta la ventaja de mejorar los suelos y reducir los costos de los cultivos (sorgo-arroz) involucrados en un sistema sostenible de producción. La soya con rendimientos de 1.500 kg/ha y a precios actuales, los costos de producción no deben superar los \$ 250.000 /ha con las variedades próximas a liberarse, así que las enmiendas, fertilizantes y herbicidas se deben aplicar en dosis óptimas económicas y eficientes para reducir costos por insumos y transporte.

23.7 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CAICEDO, G.S.; SANCHEZ, L.F. 1988. El cultivo de soya (Glycine max (L) Merrill) en suelos de vega del Piedemonte llanero. Boletín Técnico No. 173, ICA Regional 8, Villavicencio.
2. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA. Informe Anual de Actividades período 1989B - 1990A. Grupo Multidisciplinario Oleaginosas Anuales, CI La Libertad.
3. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA. Informe Anual de Actividades 1990B - 1991A. Grupo Multidisciplinario Oleaginosas Anuales. CI La Libertad.
4. RESUMENES CICLO DE CONFERENCIAS "Aspectos del Cultivo de Soya en los Llanos Orientales". 1989. ICA Regional 8, Villavicencio (Agosto 24), Granada (Septiembre 13). 73 p.

24. LA SOYA EN ROTACION CON EL CULTIVO DE ARROZ

Fabio Augusto Montealegre S. *

24.1 INTRODUCCION

La producción continua de arroz en varias zonas arroceras de Colombia ha disminuido los rendimientos del cultivo y ha incrementado la competencia de malezas. De estas malezas, el arroz rojo (Oryza sativa L.) compite eficientemente con las variedades comerciales de arroz y sus características morfofisiológicas similares lo colocan como maleza nociva y agresiva de difícil control en muchas áreas arroceras del país, pero en especial en aquellas donde el arroz se siembra como monocultivo.

Varios investigadores han encontrado que el establecimiento de arroz de manera continua reduce los rendimientos. En el Instituto Internacional para la Investigación del Arroz, IRRI (1976-1977), en ensayos con siembra continua de arroz, se determinó que esta reducción afectó principalmente la altura y el rendimiento del grano.

En la zona arrocera de influencia del distrito de riego del río Saldaña, se han reportado datos del 75 al 80% de infestación con arroz rojo y que el control de esta maleza se ha enfocado en un alto porcentaje a través del control químico.

* I.A., M.S. Departamento de Investigaciones FEDEARROZ.

En Arkansas, Estados Unidos, niveles de interferencia de 40 plantas/m² de arroz rojo, redujeron el rendimiento en un 61% del arroz comercial. La rotación arroz-soya-sorgo o algodón, sembrados durante más de dos años y utilizando efectivas medidas de control redujo la población de arroz rojo y aumentó los rendimientos del arroz de 785 kg/ha a 5.004 kg/ha. En Colombia, en la zona de Saldaña se estableció que las pérdidas en el cultivo de arroz alcanzaron 18.6 kg/ha de arroz por cada panícula de arroz rojo presente en un metro cuadrado. Así mismo, en rotaciones con sorgo y crotalaria para incorporar, los rendimientos de arroz se aumentaron al cabo de dos años de rotación de 4 t/ha a 7 t/ha.

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la rotación de soya y el control químico en la población de arroz rojo y en los rendimientos del arroz comercial.

Además, observar el comportamiento del cultivo de soya en suelos considerados como arroceros por sus características físico-químicas, de textura pesada y con buena retención de humedad.

24.2 MATERIALES Y METODOS

En la Estación Experimental de Fedearroz "La Joya", situada en el municipio de Saldaña, departamento del Tolima, en un área infestada naturalmente con arroz rojo y donde anteriormente se estaba manejando el cultivo de arroz mediante la práctica de quemas, se establecieron durante tres años (1984-1986) dos sistemas de rotación con soya. El primero, alternó semestralmente la siembra arroz-soya-arroz y el segundo contempló a partir de arroz tres siembras continuas de soya para posteriormente volver a implantar arroz.

Los datos registrados en el área escogida antes de iniciar el ciclo de rotación eran 4.0 t/ha en rendimiento comercial de arroz y una infestación

con arroz rojo del 50%. La preparación del suelo en todos los tratamientos fue igual, con tres pasas de rastra y tres de rastrillo.

El ensayo rotacional incluyó un tratamiento testigo, el cual se manejó en forma tradicional, preparando convencionalmente y sembrando en forma directa en suelo seco.

Además del anterior, se dejó un tratamiento comercial en donde siempre se sembró el cultivo de arroz luego de la práctica de quema (aplicación de herbicida no selectivo del arroz).

En el tratamiento comercial con quemas, después de la preparación convencional utilizada en el resto de tratamientos, se permitió la germinación y emergencia de malezas, de arroz espontáneo y de arroz rojo, luego de un riego de germinación, para 15 días después aplicar el herbicida no selectivo (Glifosato, 1.3 kg ia/ha, seguido por Paraquat 0.9 ia/ha cinco días luego del anterior).

En los sistemas de rotación con soya, éstos se establecieron normalmente con la misma intensidad de preparación de suelo y aplicación del herbicida pre-emergente Metolaclor 1.25 ia/ha.

Durante el ensayo y en los diferentes ciclos de siembra, las demás prácticas de cultivo que no eran objeto de estudio fueron las mismas convencionalmente utilizadas de acuerdo con el tipo de cultivo.

Las evaluaciones realizadas consistieron en determinar los rendimientos y la infestación de arroz rojo mediante el conteo del número de panículas por unidad de área.

24.3 RESULTADOS DE LA ROTACION

En general, los dos sistemas de rotación con el cultivo de soya tienen un significativo efecto sobre los rendimientos del arroz comercial y el control de arroz rojo en campos infestados con esta maleza.

En el sistema de rotación arroz- soya-arroz, en el primer ciclo de arroz después de la soya, se logró aumentar en el rendimiento de 1.0 t/ha, mientras que la población de arroz rojo disminuyó drásticamente.

Por otro lado, en el segundo ciclo de regreso a arroz nuevamente, los rendimientos del arroz comercial se incrementaron hasta alcanzar 6.0 t/ha y la infestación de arroz rojo mantuvo sus niveles por debajo del 4% (Figura 1).

El rendimiento de soya aumentó de 1.5 t/ha en la primera siembra a 1.9 t/ha al final del ciclo de rotación (Tabla 1).

En el segundo sistema de rotación, cuando después de arroz se sembraron tres ciclos continuos de soya, se mantiene la misma tendencia en los rendimientos y en la disminución de arroz rojo encontrada en el primer sistema de rotación (Figura 2).

Al analizar el tratamiento comercial con quema, vemos que esta práctica tan solo facilita bajar las poblaciones de rojo a niveles relativamente poco dañinos y ayuda a mantener los rendimientos de arroz a un nivel estable de 4.5 - 5.2 t/ha. En la siembra tradicional de arroz los rendimientos tienden a ser cada vez menores por efecto del aumento de la población de arroz rojo (Tabla 1 y 2).

Al estudiar el comportamiento del arroz cuando se compara el modelo de rotación con soya y el tratamiento comercial con quema, se pudo establecer un mayor rendimiento de arroz de 0.8 t/ha y un menor grado de infestación

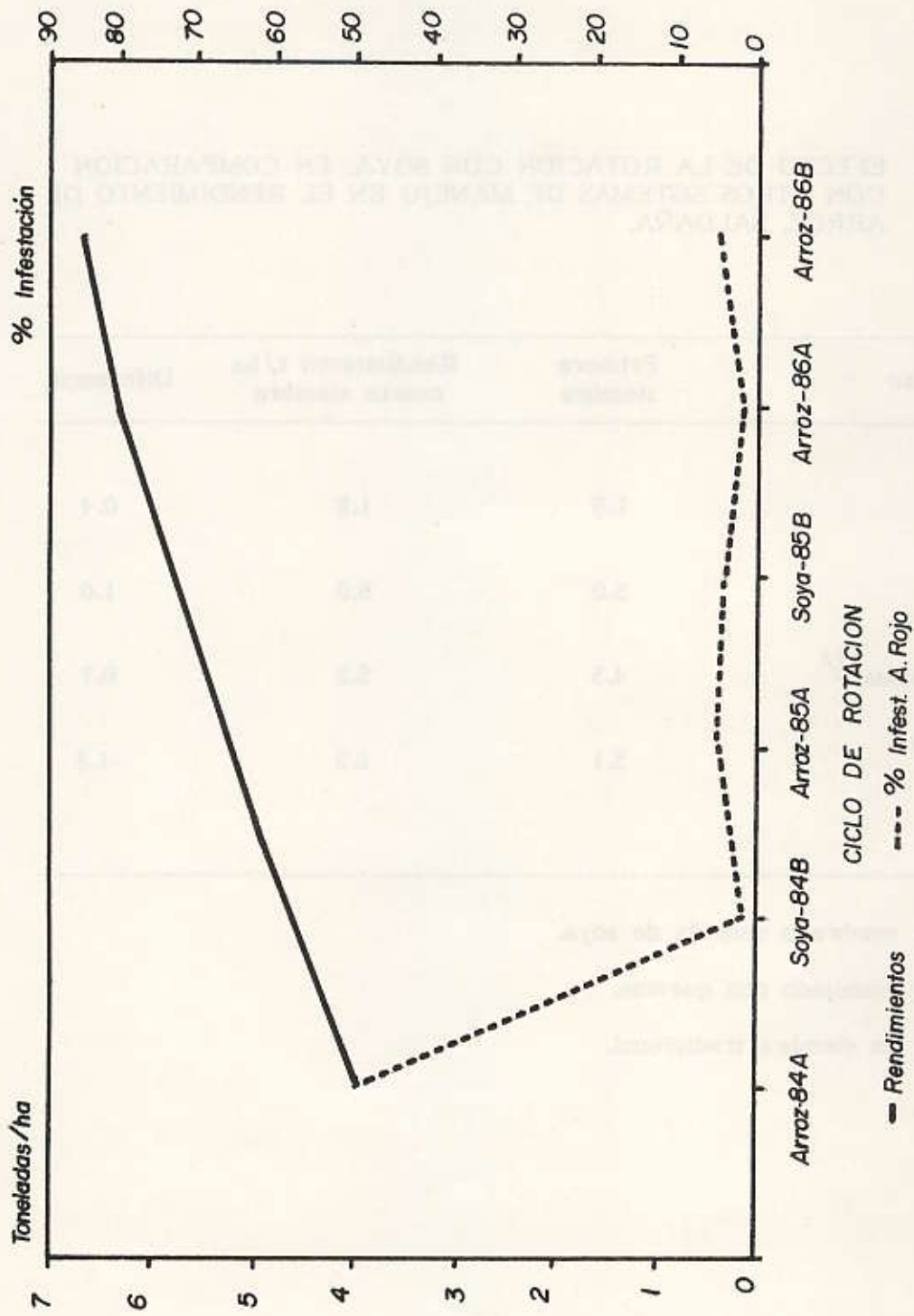


FIGURA I. EFECTO DE LA ROTACION ARROZ-SOYA-ARROZ SOBRE LA INFESTACION DE ARROZ ROJO Y LOS RENDIMIENTOS EN ARROZ. SALDAÑA.

TABLA 1. EFECTO DE LA ROTACION CON SOYA, EN COMPARACION CON OTROS SISTEMAS DE MANEJO EN EL RENDIMIENTO DE ARROZ, SALDAÑA.

Tratamiento	Primera siembra	Rendimiento t/ha cuarta siembra	Diferencia
Soya	1.5	1.9	0.4
Arroz ^{1/}	5.0	6.0	1.0
Arroz quemas ^{2/}	4.5	5.2	0.7
Testigo ^{3/}	3.1	1.3	-1.8

^{1/} Arroz sembrado después de soya.

^{2/} Arroz manejado con quemas.

^{3/} Arroz en siembra tradicional.

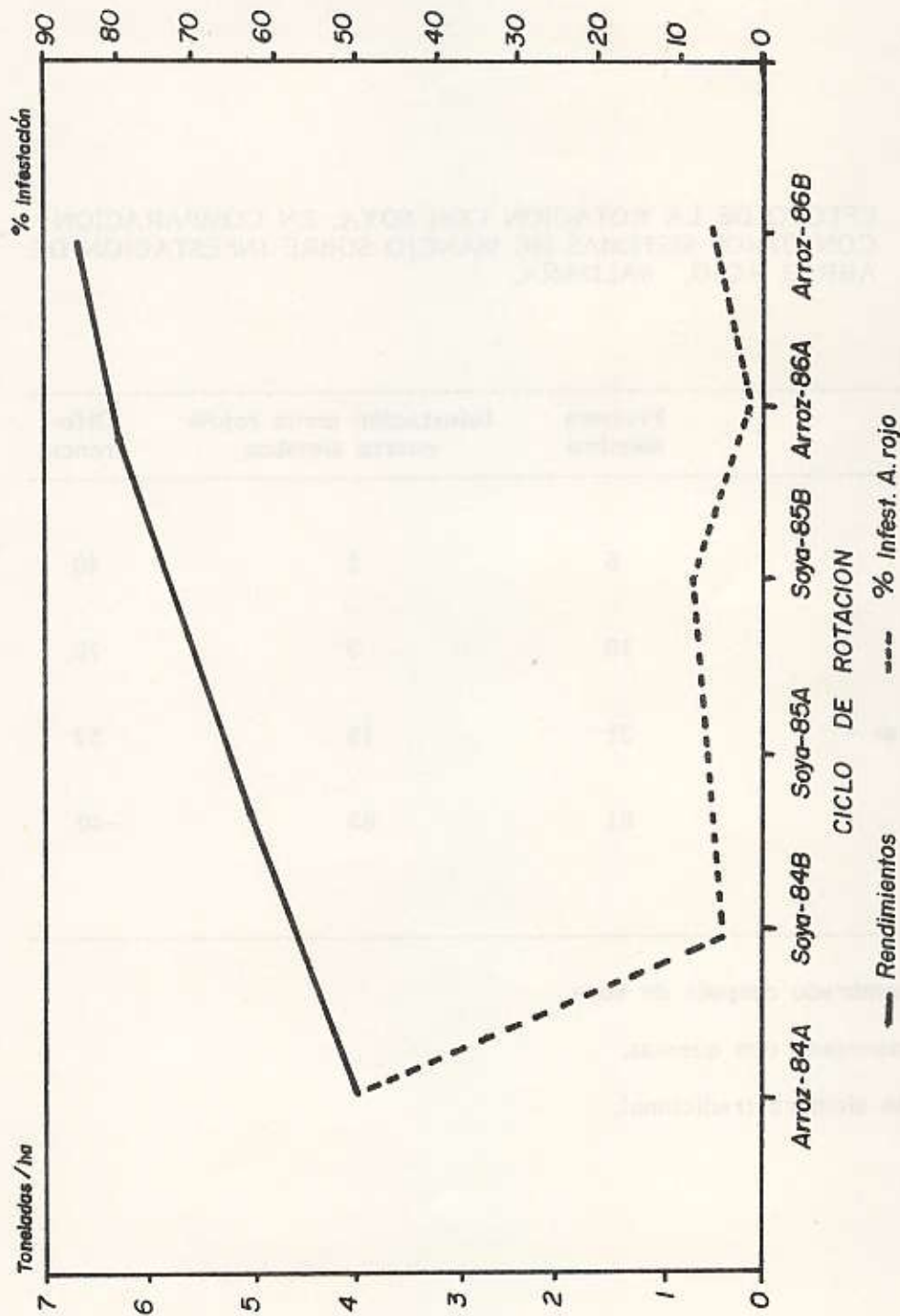


FIGURA 2. RESPUESTA DE LOS RENDIMIENTOS DEL ARROZ A UNA ROTACION INTENSIVA CON SOYA Y SU EFECTO SOBRE ARROZ ROJO SALDAÑA.

TABLA 2. EFECTO DE LA ROTACION CON SOYA, EN COMPARACION CON OTROS SISTEMAS DE MANEJO SOBRE INFESTACION DE ARROZ ROJO, SALDAÑA.

Tratamiento	Primera siembra	Infestación arroz rojo% cuarta siembra	Diferencia
Soya	5	3	40
Arroz <u>1/</u>	10	3	70
Arroz quemas <u>2/</u>	31	15	52
Testigo <u>3/</u>	61	85	-40

1/ Arroz sembrado después de soya.

2/ Arroz manejado con quemas.

3/ Arroz en siembra tradicional.

de arroz rojo en el tratamiento de arroz sembrado luego de la rotación con soya (Tablas 1 y 2).

24.4 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. HUEY, B.A. and BALDWIN, L. 1978. Red rice control. p. 19-25.
In: Red rice: Research and control. Texas Agric. Exp. Stn. Bull.
2. INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. 1976. Cropping systems Program. Component Technology. Development and evaluation.
In: Annual Report 1976. International Rice Research Institute. Los Baños, Laguna. Philippines. 418 p.
3. INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. 1977. Cropping systems Program. Component Technology Development Evaluation. p. 439-472. In: Annual report 1977. International Rice Research Institute. Los Baños, Laguna. Philippines. 548 p.
4. MONTEALEGRE, F.A. y VARGAS, J.P. Efecto de algunas prácticas culturales sobre la población de arroz rojo y los rendimientos del arroz comercial. Federación Nacional de Arroceros. Arroz, Volumen 38: 19-24. Bogotá, Colombia.
5. SMITH, R.J. 1988. Weed thresholds in southern U.S. Rice. (*Oryza sativa*). Weed Technology. 2: 232-241.

25. COSECHA DE LA SOYA

Gilberto Bastidas *

25.1 INTRODUCCION

La labor de la cosecha es una de las etapas más importantes en el cultivo de la soya pues afecta no sólo los rendimientos y la calidad del producto cosechado, sino que repercute en el valor económico.

Estudios adelantados en Colombia demuestran que en el Valle del Cauca las pérdidas de grano durante la cosecha de soya pueden llegar a un 13%, mientras que en los Llanos Orientales y el Alto Magdalena alcanzan entre un 15 a 25%. Lo anterior indica la importancia que debe dar el agricultor a la labor de cosecha.

La soya empieza a madurar cuando sus hojas inician el amarillamiento, este comienza por las hojas inferiores de la planta, las cuales van cayendo poco a poco. Las hojas superiores son más persistentes pues las vainas superiores son las que generalmente maduran más tarde. Cuando el 95% de las vainas están secas se considera que la planta de soya está madura. Al completar la madurez, la planta se presenta completamente defoliada, el tallo con una coloración amarillo-oscuro y las vainas una coloración amarillo-claro, gris o negro que combinados con pubescencia café o gris producen diferentes tonalidades de marrón. El contenido de humedad del grano es bajo (12 a 14%), facilitando el desgrane.

* I.A., M.Sc. Sección Oleaginosas ICA. CI Palmira. Apartado Aéreo 233.

Las variedades que se siembran en Colombia (Valle del Cauca, Tolima, Huila, Costa Atlántica y Llanos Orientales) defolian por completo y secan uniformemente, permitiendo la cosecha general del cultivo.

25.2 SISTEMAS DE COSECHA

Para la cosecha de la soya se utilizan tres sistemas, dependiendo del tipo de explotación, disponibilidad de mano de obra y maquinaria.

- a. El sistema manual empleado en pequeñas explotaciones (1/2 ha) y por lo regular en siembras asociadas y/o intercaladas con maíz.

En este sistema el agricultor arranca las plantas en las horas de la mañana y después de su calentamiento por el sol, tres o cuatro horas, procede con una vara o garrote a desgranar la soya, colocando las plantas en una lona. Se necesita ejecutar luego labores de limpieza, separando la paja de la semilla.

- b. El sistema manual mecánico combina actividades manuales con mecánicas. Este método consiste en arrancar las plantas de los surcos y hacer hileras o "churras". Dependiendo del desarrollo del cultivo y de la variedad se arrancan de 8 a 12 surcos por hilera o "chorrera". Una vez adelantada esta labor se procede a levantar la soya por medio de un recogedor acoplado a la combinada que la alimenta a medida que se desplaza. La combinada efectúa las labores de recoger, trillar, limpiar y ensacar, permitiendo sacar la soya empacada del campo. En este sistema se necesitan de seis a ocho jornales por hectárea para el arranque y se pueden trillar cerca de 45 bultos de 70 kilos por hora de operación continua, pudiendo ser mayor o menor dependiendo de la longitud y del número de surcos por hilera o "chorrera", así como también de la topografía y limpieza del terreno.

c. El sistema mecánico de cosecha directa consiste en adelantar la recolección por medio de una combinada. Su utilización ofrece amplios beneficios en la economía de costos de recolección pues en una sola operación se ejecuta la labor de corte, trillado y empacado dejando el terreno limpio para el establecimiento de otro cultivo. Básicamente la cosecha directa consiste en adelantar la recolección cortando las plantas por la base del tallo por medio de una barra porta-cuchillas o segadora, adelantándose luego la labor de desgrane, limpieza y ensacado.

Tanto el sistema manual-mecánico, como el de cosecha directa necesitan condiciones de campo y de las máquinas, con el fin de minimizar las pérdidas.

1. Mantener el cultivo libre de malezas hasta la cosecha. El mantener lotes enmalezados a tiempo de la cosecha causa un elevado porcentaje de pérdidas por caída de vainas al momento del arranque. Se causa atascamiento de la combinada al momento de la recolección y se incrementa el contenido de humedad del grano.
2. Cosechar con un adecuado contenido de humedad en la semilla. Las pérdidas de recolección se incrementan al cosechar sojas demasiado secas (9-10% de humedad en el grano) lo cual hace que se desgrane al menor contacto manual o mecánico.
3. No cultivar o hacerlo superficialmente. Las cultivadas profundas impiden una buena recolección, tanto en el sistema manual-mecánico como de cosecha directa.
4. Utilizar correctas densidades de siembra. En esta forma se puede tener un cultivo uniforme a la cosecha y sin volcamiento, facilitando la labor de cosecha.

5. Suelos bien preparados y nivelados. Se facilita la labor de cosecha pues tanto para el sistema manual-mecánico, como de cosecha directa la combinada trabaja uniformemente.
6. Graduación correcta de la combinada. Se evitan en esta forma pérdidas por rotura de grano, desgrane incompleto o pérdidas en el sacapaja.
7. Velocidad de marcha constante. Para evitar trabajo desuniforme de la combinada al tener que estar cambiando de velocidad; la alimentación es más uniforme reduciéndose las pérdidas.
8. Operarios calificados, garantizándose en esta forma la operación eficiente de la máquina cosechadora.

En las áreas de producción el método más utilizado es el de cosecha directa (85%), mientras que en pequeñas explotaciones aún se sigue utilizando el método manual-mecánico.

El método de cosecha directa ofrece ventajas sobre el manual-mecánico.

1. En el método de cosecha manual mecánico las pérdidas se pueden incrementar al presentarse lluvias, pues hay que remover la hilera o "chorra" para que se seque y luego entrar a trillar. En cambio en el método de cosecha directa se evita el arranque y en caso de lluvia se evitan las pérdidas.
2. En el método manual mecánico y cuando el suelo está húmedo se arrancan las plantas y mucha tierra es llevada en la raíz incrementando el porcentaje de tierra en la semilla. En cambio en la cosecha directa al cortar las plantas se tienen menos impurezas (tierra) dando una mejor presentación al producto.

3. En el método manual mecánico se necesita movilizar gran cantidad de personal para el arranque así como la vigilancia, encareciéndose los costos de producción. En la cosecha directa se evitan problemas de manejo de personal y supervisión.
4. En el método manual mecánico hay alimentación desuniforme de la combinada, en cambio en el sistema de cosecha directa la alimentación de la combinada es mejor, obteniéndose un desgaste uniforme de sus partes.
5. En la cosecha directa se puede entrar a cosechar más temprano, haciendo un mejor control sobre la pérdida del grano al cosechar por encima del 13% de humedad.

En ambos sistemas se pueden elevar las pérdidas al cosechar granos muy secos o muy húmedos. En el sistema de cosecha directa se desplaza mano de obra. En ambos sistemas se causa fatiga al operario, sin embargo en el de cosecha directa se ha resuelto mediante la utilización de una cuchilla flexible y flotante, independiente de la plataforma de la cosechadora, adelantándose un mejor corte de las plantas y aumentando el rendimiento de la máquina. Además las últimas variedades mejoradas ofrecen una mayor altura de la superficie del suelo a la inserción de la primera vaina, facilitando el corte.

Con lo anterior se ha logrado una mayor eficiencia de la combinada, pudiéndose cosechar de 35 a 45 bultos de 70 kilogramos por hora de operación continua y reduciéndose las pérdidas de cosecha por debajo del 10%.

Pérdidas en la cosecha. Las pérdidas de grano pueden ocurrir en cualquier etapa del proceso de recolección de la soya y tanto para el método manual-mecánico como para el de cosecha directa. Estas pérdidas las podemos separar en pérdidas antes de la cosecha y pérdidas de recolección. Las pérdidas antes de la cosecha se refieren a todas las vainas y semillas

caídas al suelo antes de entrar a recoger y contar la soya. Las de recolección en el método manual-mecánico se refieren a las pérdidas que ocurren al recoger las plantas en la hilera o "chorra". En el método de cosecha directa se refiere a las pérdidas que se dan al golpear las plantas con las aspas del molinete y las cuchillas cortadoras. Estas pérdidas en el método de cosecha directa son muy importantes porque se pueden incrementar por las siguientes causas:

- a. Desgrane. Al golpear muy fuerte el molinete las plantas de soya, muchas vainas caen al suelo o se desgranar.
- b. Plantas sin trillar. Plantas que son cortadas, pero que no son recogidas por el molinete y caen al suelo.
- c. Vuelco. Aquellas plantas caídas y que no son cortadas por la cuchilla y son atropelladas por la máquina.
- d. Corte alto. Lo cual hace que permanezcan vainas en la sección cortada.

También en el proceso de trilla, separación y limpieza se pueden ocasionar pérdidas. En el cilindro, están constituidas por granos sueltos y que permanecen en la paja a medida que pasan por la combinada. En el sacapaja, consiste en granos sueltos los cuales no son separados de la paja y son lanzados fuera de la máquina con los residuos. En las zarandas, están constituidas por granos sueltos que pasan sobre las zarandas y caen al suelo.

Para reducir las pérdidas de granos y teniendo en cuenta las buenas condiciones de la combinada se deben seguir los siguientes ajustes:

- Ajuste del molinete, de tal forma que las paletas golpeen las plantas un poco más abajo de la parte media. La velocidad del molinete depende de la velocidad de marcha de la combinada y debe ser superior a ésta.



FIGURA 1. Secamiento



FIGURA 2. Cultivo intercalado



FIGURA 3. Trilla



FIGURA 4. Cosecha a granel



FIGURA 5. Transporte a granel



FIGURA 6. Almacenamiento en finca

Referente al molinete el más adecuado es el de aspas, adaptándose el de ganchos para soyas caídas o volcadas.

- Revisión de la velocidad de la máquina para comprobar si está trabajando a las revoluciones por minuto recomendadas. La velocidad de desplazamiento de la combinada deberá ajustarse a la condición del terreno y del cultivo en sí.
- Ajuste de la separación cóncavo-cilindro y la velocidad del cilindro. Estos ajustes deben hacerse para permitir la mayor cantidad de grano separado de las vainas. La velocidad del cilindro para soya no debe superar las 800 rpm.
- Ajuste de la corriente de aire y abertura de zarandas. La corriente de aire debe ser incrementada hasta el punto de que solamente una ligera cantidad de residuos aparezca en el grano. Las graduaciones de las zarandas son muy variadas y deberán hacerse al momento de la cosecha. Cuando la abertura de las zarandas está muy cerrada, grandes cantidades de grano pasan por el sinfín, por lo tanto se deben abrir hasta la mitad e ir graduándolas o regulando según el caso. Los ajustes deben hacerse frecuentemente ya que las condiciones del cultivo cambian.
- Evaluación de pérdidas en soya. Un método sencillo de apreciar las pérdidas por desgrane consiste en contar el número de semillas que quedan en el campo, como se ilustra en la Tabla 1.

Para apreciar las pérdidas totales en la cosecha se pueden hacer muestreos al azar en diferentes sitios del lote después de haber pasado la combinada, tomando el área de un metro por el ancho de corte de la combinada y pesando todas las semillas que se encuentran en dicha área, permitiendo estimar las pérdidas promedias en un lote dado.

TABLA 1. CALCULO DE PERDIDAS DE ACUERDO CON EL NUMERO DE SEMILLAS.

Número de grano por metro lineal de surco	Pérdida en kilogramos por Hectárea
10	33.2
15	49.8
20	66.4
25	83.0
30	100.0
35	116.2
40	132.8
45	149.4
50	166.0
55	182.6
60	199.2

La cosecha es una labor que incide fuertemente en los costos de producción de soya, pues en la actualidad representa el 21% de los costos variables y el 14% de los costos totales; sin embargo estos costos pueden reducirse si la cosecha se adelanta a granel eliminando los empaques y el ensacado, haciendo la labor de cosecha más eficiente y representando un 10% de reducción en los costos variables y cerca del 7% en los costos totales de producción.

25.3 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BASTIDAS, G.; FRANCO, H.; DE LA CRUZ, R. 1971. Defoliantes en soya (Glycine max L. Merr). Acta Agronómica. Facultad de Ciencias Agropecuarias Palmira. v. 21, No. 2, p. 51-58.
2. HINSON, K.; HARTWIG, E.E. 1978. La producción de soya en los trópicos. FAO, Producción y protección vegetal. No. 4, Roma, p. 90.
3. INDD, W.R. 1970. Evite pérdidas al cosechar su soya. Agricultura de las Américas. p. 16.
4. LANE, D.E. Determining Harvesting Losses for rowcrop. University of Nebraska. Extensión Service 8 p.
5. MENDOZA, R. 1975. Cosechadoras combinadas de granos. En: Curso de Maquinaria Agrícola. ICA, Villavicencio. Julio 16-18. p. 107-122.
6. PELAEZ, A. et al. 1984. Evaluación de pérdidas en dos sistemas de cosecha de soya (Glycine max (L) Merril), en el Valle del Cauca. 16 p. (mimeografiado).

7. PINTO, R.; REYES, L. 1979. Evaluación de pérdidas de grano en cosecha de arroz, cebada, sorgo y soya realizada en combinada. En procesos agrícolas. ICA, Bogotá. p. 88.
8. SMITH, H.C. 1945. 20 years of soybeans harvesting. Soybeans Digest. v. 5. p. 11-12.
9. ZULETA, E.M.; SANCHEZ, P.O. 1966. El cultivo de la soya. Agricultura Tropical. v. 22. p. 164-173.

26. PROCESAMIENTO DE LA SEMILLA DE SOYA

Humberto Garrido Q. *

26.1 INTRODUCCION

A continuación se presenta una información general sobre el proceso que se utiliza para la extracción de aceite de la semilla de soya. Este proceso consta de varias etapas, las cuales pueden clasificarse de la siguiente forma:

1. Recibo y análisis de Semilla de Soya
2. Almacenamiento en Silos
3. Condiciones de almacenamiento:
 - a. Aireación
 - b. Control de plagas
 - c. Control de temperatura
4. Proceso de la Semilla de Soya:
 - a. Preparación de la Semilla de Soya
 - b. Extracción de Aceite de la Semilla de Soya

26.2 RECIBO Y ANALISIS DE SEMILLA DE SOYA

Lloreda Grasas y Aceites Vegetales S.A. está en condiciones de recibir Semilla de Soya transportada bajo las siguientes formas:

* Ingeniero de Procesos. Lloreda Grasas y Aceites Vegetales S.A. Apartado Aéreo 1283. Cali, Colombia.

- a. Camiones, con Semilla de Soya en bultos.
- b. Camiones, con Semilla de Soya a granel.
- c. Por línea férrea, con Semilla de Soya en bultos.
- d. Por línea férrea, con Semilla de Soya a granel.

Al hacer su ingreso a fábrica cualquiera de los vehículos anteriormente anotados, se procede después de pesado a muestrear el cargamento de Soya y el Laboratorio de Semillas reporta inmediatamente los análisis de humedad e impurezas, registrándolo en el recibo de ingreso para que el Ingeniero y el Operario de Silos determinen el almacenamiento en el silo adecuado.

26.3 ALMACENAMIENTO EN SILOS

De acuerdo con el análisis que resulte en el recibo, se cuenta con seis silos disponibles para almacenar Semilla de Soya de acuerdo con la calidad con que llegue. Por ejemplo se tiene un silo disponible para Semilla de Soya (Hm = 9 - 11%; impurezas menor del 2%; exenta de grano verde, dañado y partido) la cual se utiliza para el proceso de Harina de Soya para consumo humano.

Toda la Semilla de Soya antes de ser descargada a los silos se hace pasar a través de prelimpiadoras y limpiadoras, las cuales están provistas de mallas y tienen acoplados ciclones para succionar el polvo y materias más livianas que la Semilla; esta limpieza de la Semilla se lleva a cabo en la torre de silos para después ser descargada en el silo correspondiente.

Esta torre de silos también tiene una secadora de granos para los casos en que llegue Semilla de Soya húmeda (mayor del 13%).

26.4 CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

La Semilla de Soya se almacena en los Silos teniendo en cuenta los siguientes controles:

26.4.1 Aireación

Los silos están provistos de unos ductos con malla, por los cuales se hace circular aire; esta circulación de aire que pasa por entre los granos de semilla es creada por un ventilador, el cual se encuentra en la parte externa de los silos.

26.4.2 Control de Plagas

Para evitar la proliferación de plagas en los silos se tiene como medida preventiva la fumigación de los silos una vez por semana.

26.4.3 Control de Temperatura

Dentro de los silos hay localizadas termocuplas, las cuales registran la temperatura en el tablero principal de mando que está localizado en la torre de silos. En esta forma se controla la temperatura de la semilla almacenada y se determina si se somete a aireación o consumo inmediato.

26.5 PROCESO DE LA SEMILLA DE SOYA

26.5.1 Preparación de la Semilla de Soya

Para lograr la extracción de Aceite de Soya de la Semilla, se procede a preparar la Semilla, lo cual consiste en:

- Antes de llegar la semilla a la planta de preparación se somete nuevamente a limpieza en la Sección de los Silos.
- En la Sección de Preparación se le hace una limpieza final a la semilla de soya.

- Después de esta limpieza final, la semilla se pasa por los molinos quebrantadores de semilla, los cuales de acuerdo con el ajuste que se les dé parten un grano de Soya en 4, 6, 8, partes y a la vez esta trituración hace desprender la cascarilla de los granos.

- Este flujo de grano partido y cascarilla suelta se pasa a través de mesas clasificadoras de grano y ciclones, los cuales arrastran (por succión) el material más liviano (principalmente cascarilla) y así queda la semilla de soya lo más exenta posible de cascarilla.

- La semilla de soya partida, exenta de cascarilla, entra a un acondicionador de humedad (Cooker) con el fin de facilitar la operación siguiente, que es pasar la semilla a través de unos molinos de rodillos, los cuales laminan la semilla en forma de hojuelas o escamas y así facilitar la extracción ya que se aumenta el área de contacto entre la semilla y el solvente.

Estos molinos laminadores también tienen su ajuste para el espesor de las hojuelas requerido.

26.5.2 Extracción de Aceite a la Semilla de Soya

Esta extracción se lleva a cabo en el extractor por medio de un solvente (Hexano), el cual pasa a través de las hojuelas que van en una serie de cajones cuyo fondo es una malla para que pueda filtrarse el hexano con el aceite de soya extraído (Miscela).

Aquí resultan dos flujos: Miscela y Hojuelas de Soya exentas de aceite, pero impregnada de hexano.

La Miscela (Hexano + Aceite), por evaporación y luego por destilación se separa el Aceite de Soya del hexano, el cual por condensación se recupera para ser utilizado nuevamente en el proceso.

Las hojuelas de soya exentas de aceite (1% máx. de aceite) pero conteniendo hexano (harina o torta de soya) se pasan a través de un tostador el cual opera con vapores directos e indirectos y así se retiran las trazas de hexano de la harina, dando además el cocimiento y humedad que se quiere producir en dicha harina.

Esta harina o torta de soya producida pasa a un secador y enfriador para darle los ajustes de humedad necesarios y luego entra a un molino de cuchillas para triturar los terrones de harina y mejorar su apariencia para luego ser transportada a la sección de empaque de torta.

El aceite de soya crudo es sometido a una hidratación y luego por centrifugación, blanqueo y secado se le retiran los fosfátidos del aceite de soya (Lecitina de Soya) y así se obtiene el aceite de soya desgomado, al cual más adelante se le hacen los procesos de refinación, blanqueo, desodorización y envase.

Especificaciones "Harina de Soya" para consumo humano:

Nombre Comercial: "PROTARINA 50"

Humedad:	10% máximo
Proteínas (Nx6: 25%):	50% máximo
Fibra:	3% máximo
Grasas:	3% máximo
Cenizas:	6% máximo
NSI:	50% máximo

Las especificaciones bacteriológicas son las siguientes:

Clostridium:	Negativo 10 gramos
Recuento total:	10.000 Col/G. máximo
Hongos:	10 Col/G máximo

R. Coliformes: 100 Col/G máximo
 Escherichia Coli: Negativo 10 gramos
 Salmonelas: Negativas/10 gramos
 Estreptococo: Negativo/10 gramos
 Pelos de roedor: Negativo
 Insectos y fragmentos: Negativas/10 gramos

Este informe es el resultado de una inspección y análisis de laboratorio realizados en el laboratorio de microbiología y control de calidad de alimentos de la Universidad de Chile, Santiago, Chile, el día 15 de mayo de 2014. Los resultados de los análisis realizados se detallan en el presente informe.

El presente informe es válido para el producto y lugar por el que se realizó la inspección y análisis de laboratorio. No se garantiza la validez de los resultados de los análisis de laboratorio realizados en otros lugares o para otros productos. El presente informe es propiedad de la Universidad de Chile y no puede ser reproducido sin el consentimiento escrito de la Universidad de Chile.

El presente informe es válido para el producto y lugar por el que se realizó la inspección y análisis de laboratorio.

Nombre Comercial: "FRUTAS Y VERDURAS"

Ítem	Resultado
1.01	100 Col/G máximo
1.02	Negativo 10 gramos
1.03	Negativas/10 gramos
1.04	Negativo/10 gramos
1.05	Negativo
1.06	Negativas/10 gramos

Los resultados de los análisis de laboratorio realizados se detallan en el presente informe.

Clasificación: Excelente
 Fecha de emisión: 15 de mayo de 2014
 Lugar: Santiago, Chile

27. ASPECTOS NUTRITIVOS DE LA SOYA Y ALIMENTACION HUMANA

Ramón Luis Montero Sojo *

27.1 VALOR NUTRITIVO

27.1.1 Factores que condicionan la Nutrición de un Individuo o de una Comunidad

La nutrición de un individuo o de una comunidad está condicionada por la disponibilidad y el consumo de los alimentos y por la utilización de los nutrientes.

Una de las causas que afectan la disponibilidad de los alimentos es la deficiente distribución de las tierras y utilización de las mismas debido a los malos sistemas de producción: Incentivos a los agricultores, préstamos, transporte y almacenamiento; añadiendo a esto la mala regulación de precios de mercado interno (existencia de intermediarios) y la ausencia de políticas de importación y exportación de alimento. Tal disponibilidad se ve además alterada por la presencia de enfermedades en la mano de obra, por desastres naturales y otros factores adversos al ecosistema.

Los factores que condicionan el consumo de los alimentos son: El estado de salud (presencia de enfermedades infecciosas), el ingreso (mala distribución de la riqueza), los hábitos alimentarios, la mala distribución

* Lic. CARE. Costa Rica.

de los alimentos en el seno familiar (el padre es el que debe comer mejor, porque es el que más trabaja), la deficiente tecnología materna (la madre no dá de mamar a su niño porque se le deforman los senos) y la negligencia o agresión familiar (se come lo que se puede pues no hay tiempo).

La utilización de los nutrientes a nivel intestinal, se refiere a los factores que impiden que estos se absorban, tales como: La enfermedad, ya que al ingerir medicamentos hay cambios en la absorción, además de que se pueden presentar casos de anomalías congénitas; la densidad calórica o provecho que obtiene el organismo de un alimento (los alimentos que son más ricos en calorías son mejor aprovechados); el estado de estrés, que provoca que se necesite más o menos nutrientes y el bajo valor biológico de las proteínas, ya que si al organismo se le da una proteína incompleta gasta igual cantidad de energía que si fuera una completa.

27.1.2 Clasificación de Nutrientes

Los nutrientes se clasifican en:

- a. Energéticos: Grasas, carbohidratos y proteínas.
- b. Protectores: Vitaminas y minerales.
- c. Constructores: Proteínas y ácidos esenciales.

Los energéticos se denominan así ya que son los que proveen de energía a nuestro organismo, por ejemplo, las grasas dan 9 Kcal/g y las proteínas y los carbohidratos dan 4 Kcal/g. Los protectores son los que intervienen en la síntesis de anticuerpos importantes, pues mantienen las barreras protectoras de nuestro organismo y los constructores en la síntesis de tejidos.

Los protectores y constructores se refieren a la calidad de la dieta, mientras que los energéticos se refieren a la cantidad, pero debe haber un equilibrio entre éstos para obtener una dieta balanceada.

27.1.2.1 Requerimiento Nutricional: Es la cantidad mínima de nutrientes que el organismo necesita, de acuerdo con la edad, sexo y estado fisiológico, para el mantenimiento de sus funciones vitales.

27.1.2.2 Recomendación Nutricional: Es la cantidad de nutrientes adecuada para asegurar un estado nutricional satisfactorio, de acuerdo con la edad, sexo y estado fisiológico del individuo. En otras palabras, la recomendación nutricional es algo más que los requerimientos, cantidad que se expresa en porcentaje y que se calcula en un 15 - 30% sobre los requerimientos.

27.1.3 Necesidades Calóricas

La energía que el hombre utiliza para mantener sus funciones vitales es la solar, la cual es absorbida por la clorofila y transmitida a los hidratos de carbono, a los que debemos la continuidad de la vida en el planeta.

Las medidas energéticas en la alimentación del hombre dependen de varios factores, principalmente del tipo de actividad, de la edad, del sexo y del clima.

Para un hombre adulto (70 kg), las necesidades calóricas pueden evaluarse así:

- Metabolismo basal	1.700 kcal
- Actividad diaria	1.650 kcal
- Acción dinámica específica de los alimentos	170 kcal
TOTAL	3.520 kcal

El metabolismo basal se define como las condiciones corporales 12 horas después de haber hecho ejercicio y de haber comido; lo que se requiere es mantener las condiciones vitales del organismo. Se ha establecido una relación para determinar el metabolismo basal (M.B.):

$$1 \text{ kcal/hora: } 24 \text{ kcal} \times \text{peso} = \text{M.B.}$$

Así, si el peso de un individuo fuera 60 kg el M.B. sería:

$$\text{M.B.} = 24 \times 60 = 1.440 \text{ kcal, si la persona permanece estática.}$$

Si la persona realiza alguna actividad por simple que ésta sea, se debe adicionar un porcentaje al metabolismo basal, el cual generalmente es de un 50%, el que depende del tamaño, peso, sexo, edad, clima, estado fisiológico y de la actividad de la persona.

Las grasas son los alimentos que tienen mayor contenido calórico, seguido por los carbohidratos y las proteínas; sin embargo, el rendimiento calórico de los alimentos en el ser vivo es menor, por no ser cuantitativa la asimilación. (Tabla 1).

Los organismos internacionales se preocupan en la actualidad de la cantidad de alimentos que se requieren para la creciente población mundial, sin olvidar que el problema de la dieta suficiente en calorías es menos grave que el de la dieta protéica.

27.1.4 Necesidades Protéicas

En la actualidad, el mayor problema nutricional es la escasez de proteínas completas, principalmente las de origen animal, pero cuya producción tiene un rendimiento menor que la de los alimentos vegetales, como se puede observar en la Tabla 2.

TABLA 1. CONSUMO DE CALORIAS EN DISTINTAS ACTIVIDADES (EN kcal/HR).

Actividad	Consumo	Actividad	Consumo
Natación	800	Escribir a máquina	150
Carrera	500	Pintar, carpinteros	400
Marcha	300	Lavar, partir leña	500
Sentado	80 - 100		

Fuente: PRIMO, E. Nociones Preliminares (1979).

TABLA 2. SUPERFICIE NECESARIA PARA PRODUCIR 100 kg DE PROTEINA EN UN AÑO.

Producción Vegetal	Superficie en ha	Producción Animal*	Superficie en ha
Juñas	0.2	Leche de vaca	0.9 - 2.23
Forraje	0.2 - 0.5	Carne	2.0 - 5.0
Cereales	0.47		

*Superficie de cultivo de forraje para obtener 100 kg de proteína.

Se calcula que un alto porcentaje de la población mundial tiene una ingestión protéica inferior a la recomendada por la FAO.

El arroz, trigo, papa, maíz, cebada y sorgo representan el 60% de los alimentos del mundo y de estos el arroz y el trigo aportan cerca del 21% y el 20% de calorías, respectivamente. Debido a esto es que el mayor problema de la alimentación mundial se debe a la escasez de proteínas y sobre todo aquellas de elevado valor biológico, ricas y completas en los aminoácidos esenciales.

La deficiencia protéica afecta al crecimiento físico y al desarrollo mental, reduce la resistencia frente a las enfermedades y acorta la esperanza de vida; además, son necesarias para la formación y renovación de los tejidos. Los organismos en crecimiento necesitan un consumo adecuado de proteínas para su aumento de peso y los organismos adultos, aunque tienen su peso estabilizado, están en equilibrio dinámico en el que las proteínas se degradan y se regeneran continuamente, permaneciendo su composición constante.

Las proteínas de los tejidos se descomponen en aminoácidos, los que se oxidan a dióxido de carbono y agua con la consecuente liberación de energía eliminándose en la orina la fracción nitrogenada, en forma de urea.

Si una dieta no contiene una cantidad adecuada de energía suministrada por grasas y carbohidratos, el organismo se encargará de oxidar proteínas para obtener la energía que necesita lo que se considera un desperdicio protéico, por eso la dieta debe aportar las calorías de origen no protéico necesarias y el suministro adecuado de proteínas.

27.1.4.1 Necesidades protéicas diarias: Sobre la base de numerosas experiencias, se ha definido la necesidad protéica para los adultos; la F.A.O., teniendo en cuenta que estos datos no son seguros, mantuvo

la recomendación de un gramo de proteína por kilogramo de peso para los adultos con salud normal, como se puede observar en la Tabla 3, las necesidades son mayores para los organismos en desarrollo.

En la Figura 1 se presentan las necesidades mínimas de una proteína completa, en función de la edad.

27.1.4.2 Aminoácidos y calidad: Las proteínas de los alimentos, una vez hidrolizados en la digestión, pasan a la sangre en forma de aminoácidos que sirven para la síntesis de las distintas proteínas hormonales, enzimáticas y morfológicas de la sangre y de los demás tejidos, propias de la especie humana. En ellas intervienen 20 aminoácidos, los que pueden ser de dos tipos; aquellos que son sintetizados en el organismo y por lo tanto no son esenciales en la dieta y los que no son sintetizados en el organismo y por lo tanto son esenciales en la dieta humana. (Tabla 4).

En los alimentos existen proteínas completas en aminoácidos esenciales y proteínas incompletas o pobres en alguno de ellos, lo que hará bajar su calidad; o sea el valor nutritivo de una proteína depende del contenido en aminoácidos esenciales. (Tabla 5).

27.1.4.3 Valor biológico de las proteínas y cómo se mide: El valor biológico de las proteínas está dado principalmente por el patrón de aminoácidos y por el aminoácido limitante de esa proteína.

- .1. Aminoácido limitante: Es aquel aminoácido que se encuentra en menor proporción en la proteína con respecto a sí mismo, en el patrón de referencia.
- .2. Puntaje protéico (score): El puntaje protéico o score refleja el porcentaje en que va a ser utilizada la proteína de un

TABLA 3. RECOMENDACIONES OFICIALES DE INGESTION DIARIA DE PROTEINAS (g/kg DE PESO).

	1*	2**
Niños	1.80	1.70
Muchachos	0.89	1.03
Adultos	0.80	0.82

*1 Academia Nacional de Ciencias y Consejo Nacional de Investigación de los E.E.U.U. (utilización protéica 75%, 1974).

**FAO-OMS. Coeficiente protéico= 70 (Recomendación de 1973).

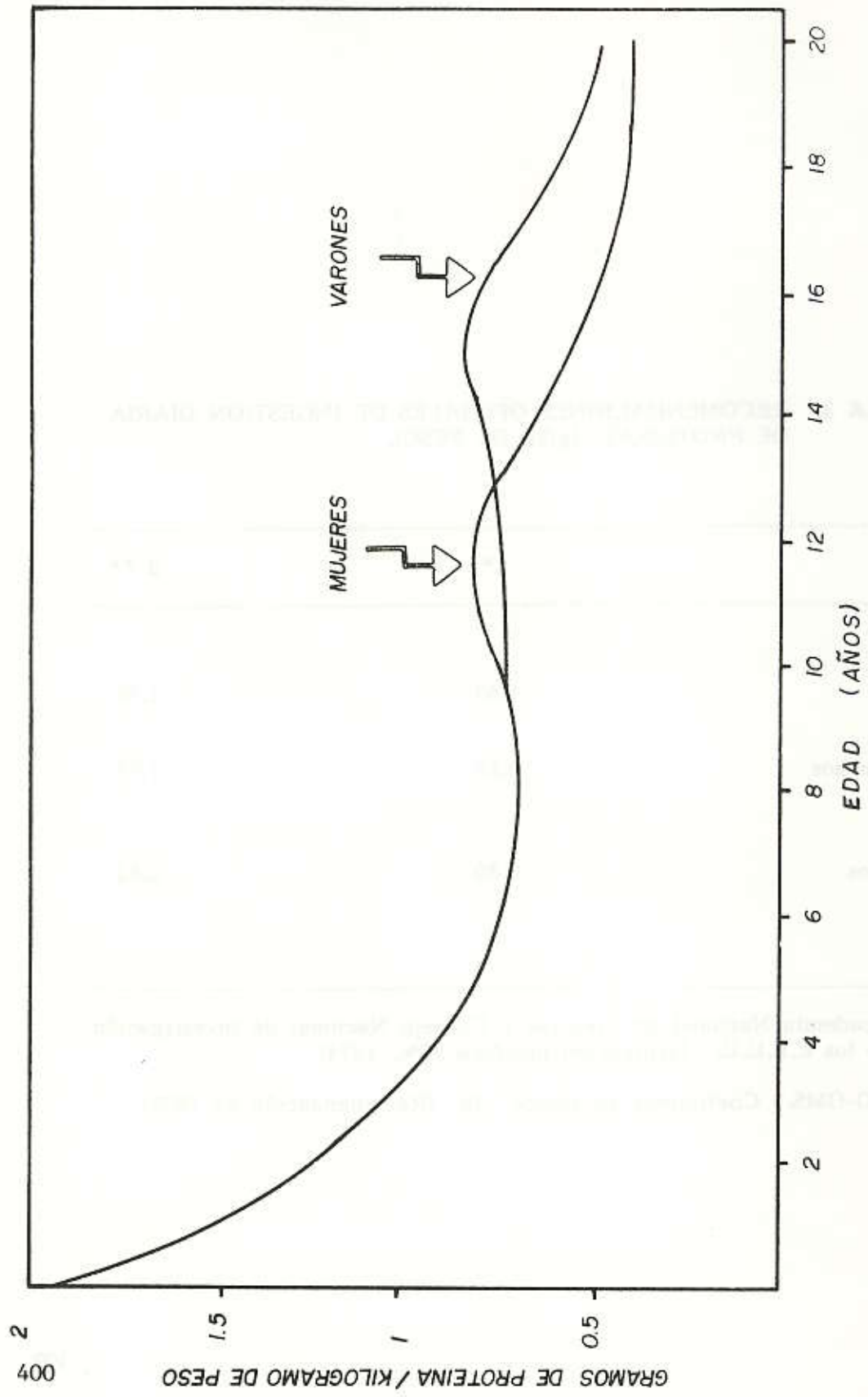


FIGURA I. NECESIDADES MINIMAS MEDIAS, EN FUNCION DE LA EDAD DE UNA PROTEINA BIEN BALANCEADA . Fuente : PRIMO, E. Nociones Preliminares (1979) .

TABLA 4. AMINOACIDOS EN LA NUTRICION HUMANA.

Aminoácidos esenciales	Aminoácidos no esenciales
Lisina	Glicina
Treonina	Alanina
Leucina	Serina
Isoleucina	Acido Aspártico
Metionina **	Acido Glutámico
Fenilalanina **	Cistina
Triptofano	Tirosina **
Valina	Prolina
	Hidroxiprolina
	Arginina *
	Histidina *
	Cisteína **

* Algunos autores consideran que la arginina y la histidina son esenciales para los niños, pero no para el hombre adulto.

**Por sus interrelaciones respectivas, generalmente se cuentan conjuntamente fenilalanina + tirosina y metionina + cisteína.

TABLA 5. NECESIDADES DIARIAS DE PROTEINAS TOTALES Y DE AMINO-ACIDOS ESENCIALES EN DIVERSAS EDADES (EN mg/kg DE PESO).

	Niños	Muchachos	Adultos
Fenilalanina + Tirosina	141	22	12.1
Isoleucina	83	28	9.5
Leucina	135	42	12.5
Lisina	99	44	9.4
Metionina + Cistina	49	22	12.1
Treonina	68	28	6.5
Triptofano	21	3.3	2.9
Valina	92	25	10.7
Proteína completa	1.500	750	470.0

Fuente: PRIMO, E. Nociones preliminares (1979).

determinado alimento y que está fundamentado por el aminoácido limitante de una proteína. (Tabla 6).

- .3. Coeficiente de eficiencia (PER): Es el aumento de peso, determinado en un lote de ratas, por gramo de proteína ingerida. Los valores oscilan entre 0, para las proteínas incapaces de producir crecimiento, hasta un máximo de 4.4.

La experiencia se prolonga cuatro semanas, alimentando a ratas con una dieta completa en todo, pero cuya única proteína es la ensayada, la que se añade en un 10%. (Tabla 7).

- .4. Utilización Neta Protéica (UNP): Indica qué cantidad de la proteína ingerida es absorbida y metabolizada.

Tal utilización es afectada por varios factores que son:

- El patrón de aminoácidos de la proteína.
- El consumo energético en relación a los requerimientos energéticos de la persona. Así, por ejemplo, si una persona no tiene fuente energética, el organismo toma los aminoácidos para obtener energía, no siendo bien aprovechados, es por ello que el UNP baja.
- El nivel de ingesta protéica en relación a los requerimientos. Si hay un exceso se consumen para obtener energía, pero tampoco debe hacer déficit, sin embargo, si los nutrientes son bajos, la utilización es óptima; si son los requerimientos, la utilización es constante, y si son altos, la utilización es mínima (Figura 2).
- Del aporte de minerales y de vitaminas al organismo. Si hay escasez, baja la UNP.

TABLA 6. EJEMPLO DEL CALCULO DEL AMINOACIDO LIMITANTE Y DEL SCORE DE LA PROTEINA DEL MAIZ.

	Energía	Proteína	Aminoácidos Azufrados	Lisina
Maíz 90 g	324 cal	8.5 g	214 mg	171 mg

Aminoácido limitante

$$214 \text{ mg} - 8.5 \text{ g}$$

$$X \text{ mg} - 1.5 \text{ g} \times X = \frac{214 \text{ mg} \times 1.0 \text{ g}}{8.5 \text{ g}} = 25.2 \text{ mg de aminoácidos azufrados/ g de proteína.}$$

$$\frac{171 \text{ mg} \times 1 \text{ g}}{8.5 \text{ g}} = 20.2 \text{ mg de lisina/g de proteína.}$$

Como se observa la lisina es el aminoácido limitante, pues se encuentra en menor cantidad.

Score

214 mg de aminoácidos azufrados.

-171 mg de aminoácido lisina

43 mg diferencia entre ambos

$$\frac{20.2 \text{ mg}}{43 \text{ mg}} \times 100 = 46.9 = 47\%$$

O sea, la proteína del maíz va a ser utilizada en un 47%.

TABLA 7. EJEMPLO DEL CALCULO DEL COEFICIENTE DE EFICIENCIA. *

Cantidad de Proteína ingerida (g)	Aumento de Peso (g)	PER
0	- 15	-
1	- 10	-
2	- 5	-
3	0	$0/3 = 0$
4	5	$5/4 = 1.25$
5	10	$10/5 = 2.0$
6	15	$15/6 = 2.50$

* Ejemplo teórico demostrativo, datos no reales.

FUENTE: PRIMO, E. Nociones preliminares (1979).

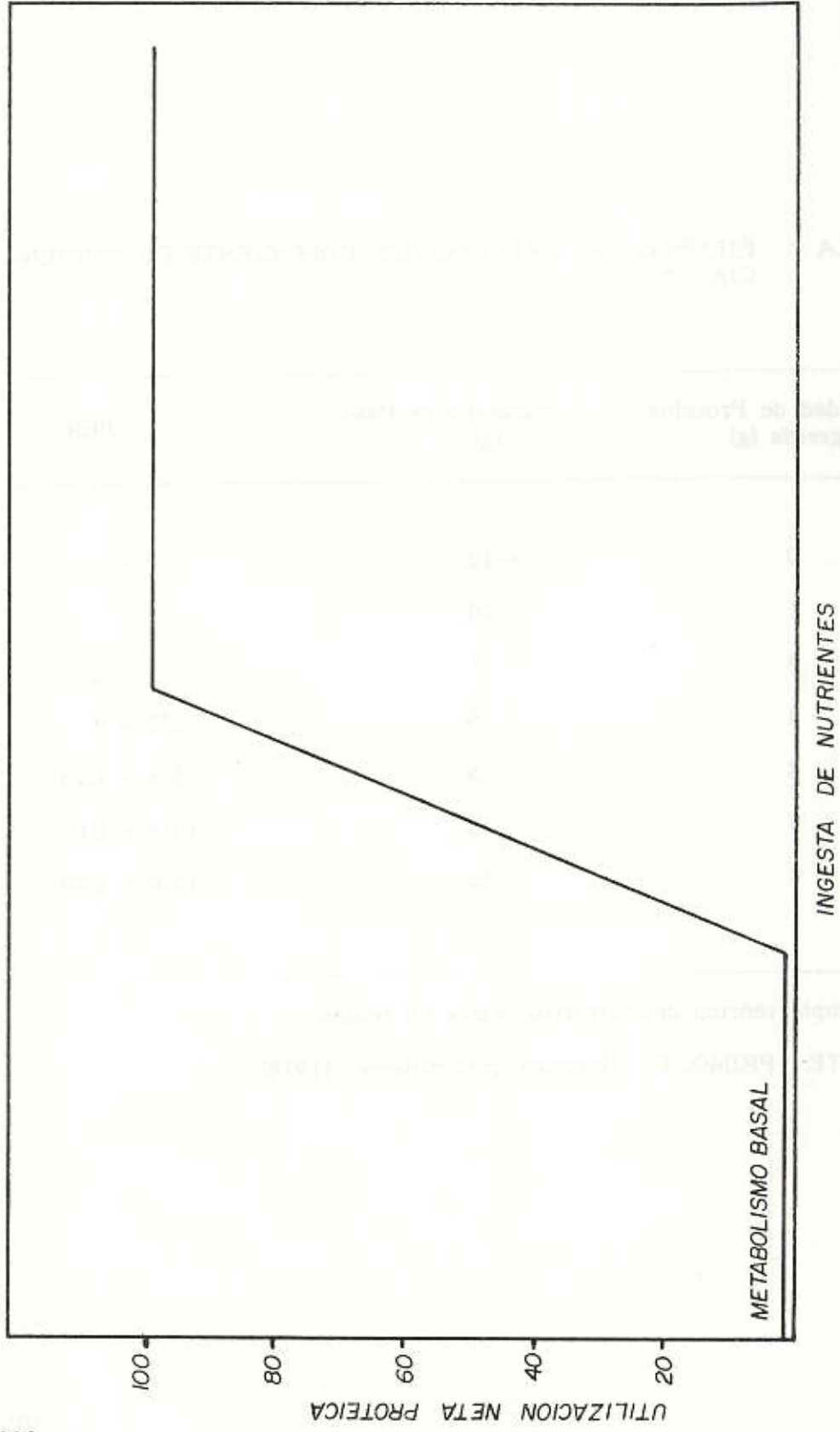


FIGURA 2 . RELACION ENTRE LA UTILIZACION NETA PROTEICA Y LA INGESTA DE NUTRIENTES

Fuente : CARE, 1982

- De la relación proteína - energía de la dieta ya que debe haber proporción entre éstas dos. No importa de donde se tome la energía, lo que importa es la proporción.

.5. NDP Cal %: Es la cantidad (expresada en porcentaje de energía disponible para que sea absorbida y metabolizada cierta cantidad de proteína ingerida (INP). EL NDP cal % varía de acuerdo con la edad, el sexo y el estado fisiológico del individuo; en el niño es más alta (Tabla 8).

27.1.4.4 Complementación de proteínas: Las proteínas deficientes pueden corregirse complementando los aminoácidos limitantes hasta un nivel óptimo; lo que da potencia al resto de la proteína, y hace que tenga un rendimiento muy superior a la cantidad añadida de aminoácido limitante, como se puede ver en la Figura 3.

Los aminoácidos limitantes más frecuentes son la lisina y la metionina. Siendo los cereales y algunas leguminosas, deficientes en lisina, tiene gran importancia su enriquecimiento con este aminoácido, fundamentalmente en los países cuya dieta está formada en gran proporción por aquellos.

Se puede presentar también el caso de dos proteínas incompletas en aminoácidos limitantes diferentes, así por ejemplo, la zeína del maíz y la lactalbúmina de la leche pueden complementarse como se ve en la Figura 4.

Gracias a esta complementación de tres partes de maíz (valor biológico: 61) con una parte de leche (valor biológico: 85) da un valor biológico de 67, esto se debe a que las proteínas del maíz son deficientes en lisina, la que se encuentra en exceso en la leche y, por el contrario, deficiente en metionina, el cual abunda en el maíz.

TABLA 8. NDP Cal % DE ACUERDO CON LA CANTIDAD DE PROTEINA INGERIDA SEGUN LA EDAD.

Edad	g/prot/día/kg	NDP Cal %
6 - 11 meses	1.53	6.12
1 - 3 años	1.19	4.76
4 - 6 años	1.01	4.04
7 - 9 años	0.88	3.52
Hombre adulto	0.57	2.28
Mujer adulta	0.52	2.08

Fuente: PRIMO, E. Nociones preliminares (1979).

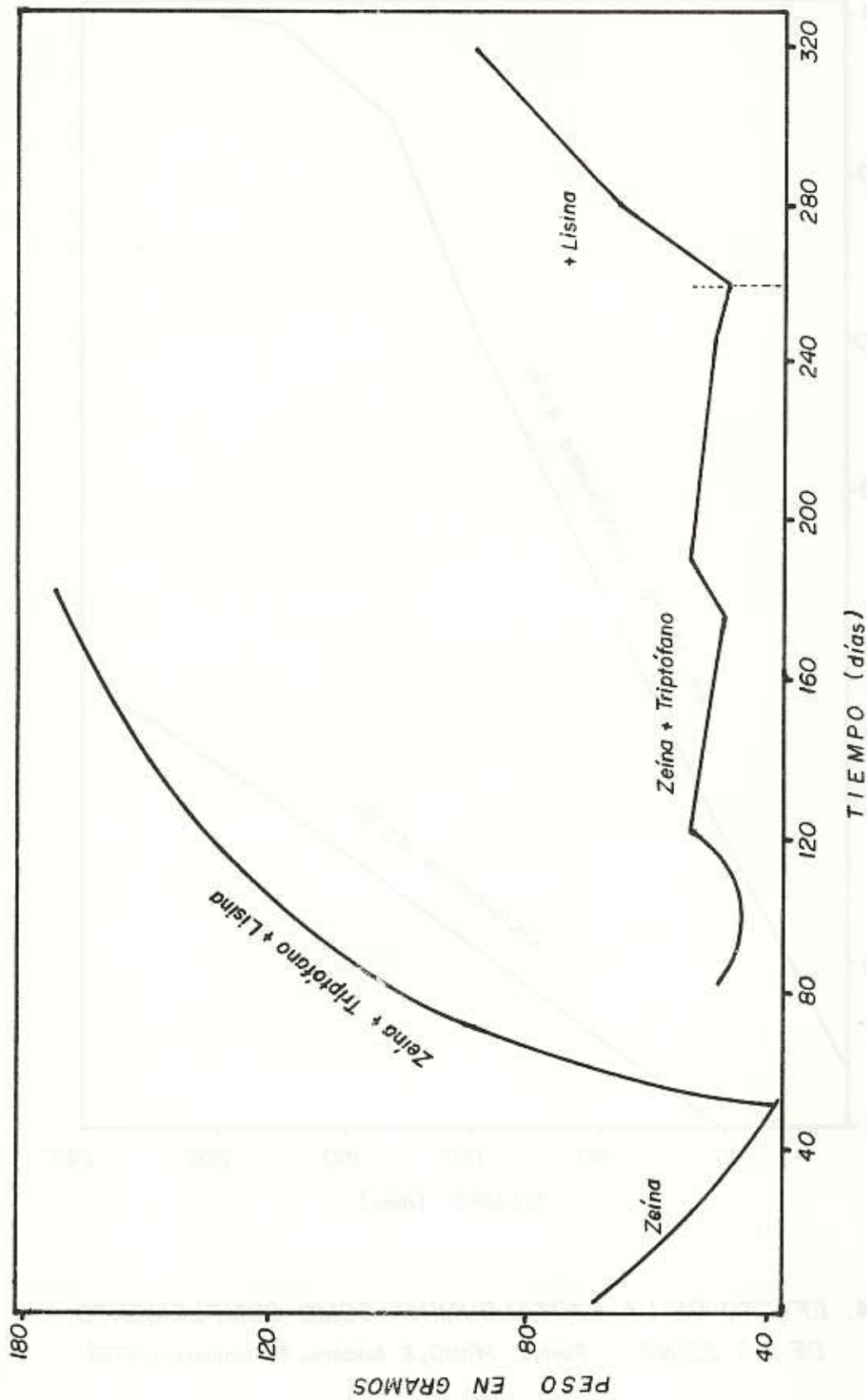


FIGURA 3. CURVA DE CRECIMIENTO CON ZEÍNA COMPLEMENTADA CON TRIPTÓFANO Y LISINA.
 Fuente: PRIMO, E. Nociones Preliminares (1979).

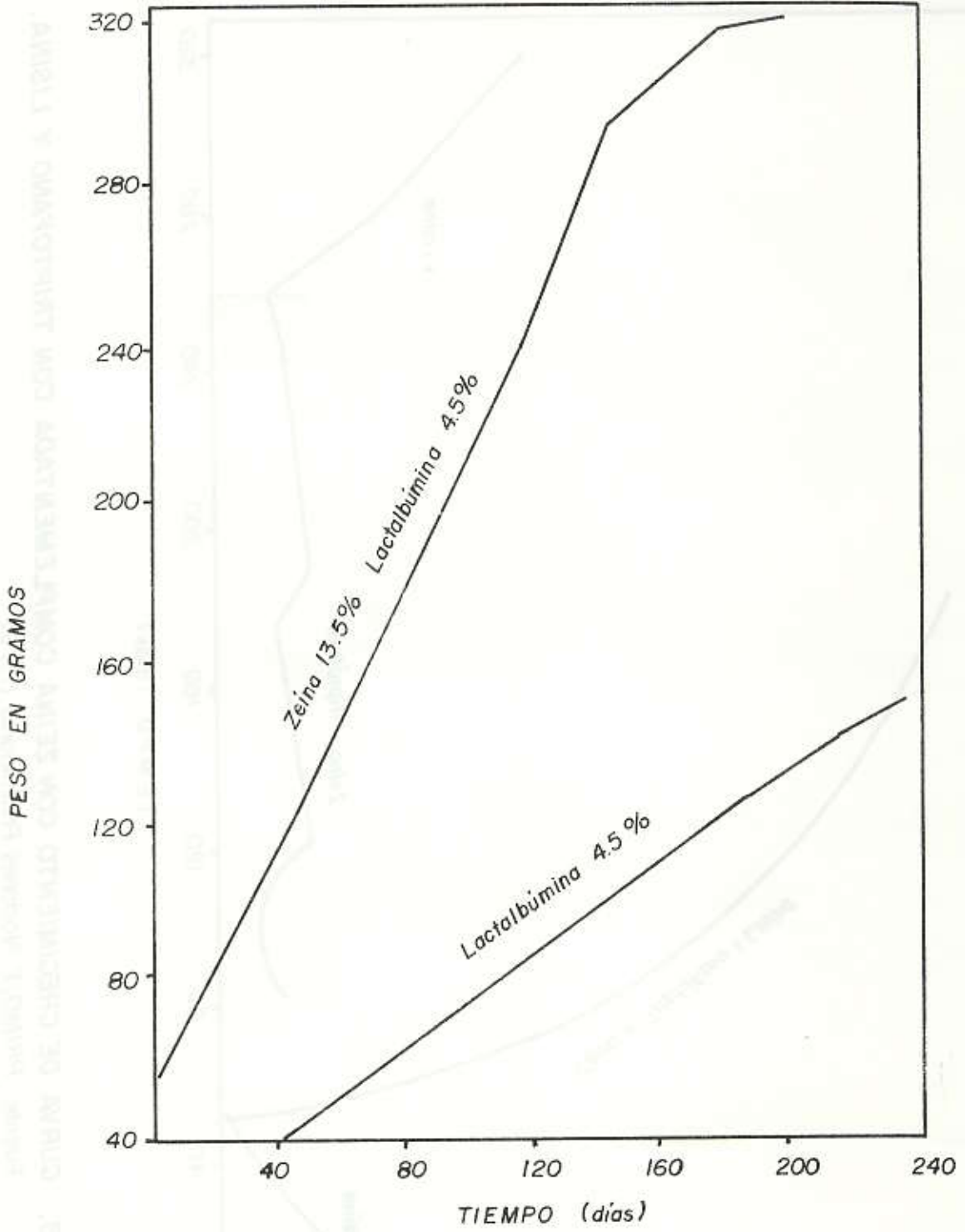


FIGURA 4. EFECTO DE LA LACTALBUMINA COMO COMPLEMENTO DE LA ZEINA. Fuente: PRIMO, E *Nociones Preliminares* (1979)

TABLA 9. EJEMPLO DEL CALCULO DEL AMINOACIDO LIMITANTE DEL SCORE Y DEL NDP CAL % DE LA PROTEINA EN LA MEZCLA DE MAIZ Y MANI.

Gramos	Energía (Kcal)	Proteína (g)	Aminoácidos Azufrados (mg)	Lisina (mg)
95 maíz	342	9.00	225	180
5 maní	29	1.35	27	47
100 Total	371	10.35	252	227

Aminoácido Limitante

$$\frac{252}{10.35} = 24.35 \text{ mg de aminoácidos azufrados/g de proteína.}$$

$$\frac{227}{10.35} = 22.0 \text{ mg de lisina/g de proteína}$$

Score

252 mg de aminoácidos azufrados

-227 mg de aminoácidos lisina

25 mg diferencia entre ambos

$$\frac{22}{43} \times 100 = 51.2\%$$

Por cada gramo de proteína se obtienen 4 calorías.

$$P - E \% = \frac{10.35 \times 4 \times 100}{371} = 11.2\%$$

Un 11.2% de la energía disponible de esta mezcla se utiliza para metabolizar la proteína.

La leche y la harina de soya ricas en lisina, complementan las proteínas de la harina de trigo y mejoran el valor nutritivo de las proteínas del pan, igualmente sucede cuando se complementan las proteínas del arroz, como se demuestra en la Tabla 10.

Cuando se complementan proteínas para conseguir un mejor balance de aminoácidos, existe una proporción óptima en la que el PER es máximo como consecuencia del balance óptimo.

Las mezclas de maíz y soya alcanzan su PER máximo de 2.9, con buen contenido en lisina y aminoácidos azufrados cuando se está en una proporción 40:40; con un 100% de maíz, el PER es de 1.6 y con un 100% de soya es de 2.6.

27.2 PROCESO DE EXTRUSION

La palabra "extrusión" viene de los vocablos latinos "ex" y "trudere" que significan respectivamente, "fuerza" y "empujar".

El proceso implica dos aspectos, el de transporte de material hacia la salida y el de conformado al pasar a través de ésta.

En 1797, Joseph Bramah construyó la primera máquina extrusora accionada manualmente, para fabricar tubería de plomo. Esta máquina fue posteriormente modificada para extruir pastas alimenticias.

En alimentos, extrusión es el proceso mediante el cual se logra precocinar o cocinar materias primas, con la finalidad de dar diferentes formas y de aumentar el grado de digestibilidad. Las materias primas utilizadas son fundamentalmente cereales y leguminosas.

Las temperaturas logradas son bastante altas, sin que se corra el riesgo de disminuir el valor nutritivo por desnaturalización proteica, ya que

TABLA 10. PER DE LAS PROTEINAS DE ARROZ COMPLEMENTADAS CON OTRAS.

Dieta	PER
100% arroz	1.73
92 % arroz + 8% harina de soya	2.88
92% arroz + 8% protefna de pescado	2.88
84% arroz + 16% de casefna	3.22

se aplica la frase: "Tiempo corto, alta temperatura", o sea el tiempo de residencia del producto dentro del aparato es tan bajo que no se corre el riesgo de bajar el potencial nutritivo. Por el contrario, en el caso de las leguminosas que contienen factores tóxicos termolábiles, el valor nutricional se ve aumentado al cocinarlas.

27.2.1 Componentes del Extrusor

El extrusor es un aparato sencillo, de acuerdo con su diseño original. En la actualidad se encuentran extrusores sofisticados con gran cantidad de elementos que le dan mayor versatilidad a este.

En esencia, un extrusor consta de tres partes fundamentales. Diagrama 1.

27.2.1.1 Tornillo sin fin: Elemento primordial en el extrusor que produce fricción del material entre él y una coraza metálica que lo envuelve, además transporta el producto desde la alimentación hasta la salida. El tornillo puede tener cantidades variables de estrías y elementos para aumentar la presión y por ende la temperatura del material que se cocina; está fabricado de acero endurecido calidad alimenticia.

27.2.1.2 Coraza exterior: Se encarga de envolver el tornillo sin fin y ayuda a la fricción entre el material y éste.

27.2.1.3 Motor: Es el que impulsa al tornillo sin fin, con el propósito de mover el producto de la zona de alimentación hasta la salida.

27.2.2 Proceso general de la planta de Care - Costa Rica

27.2.2.1 Diagrama del proceso: Ver Diagrama 2.

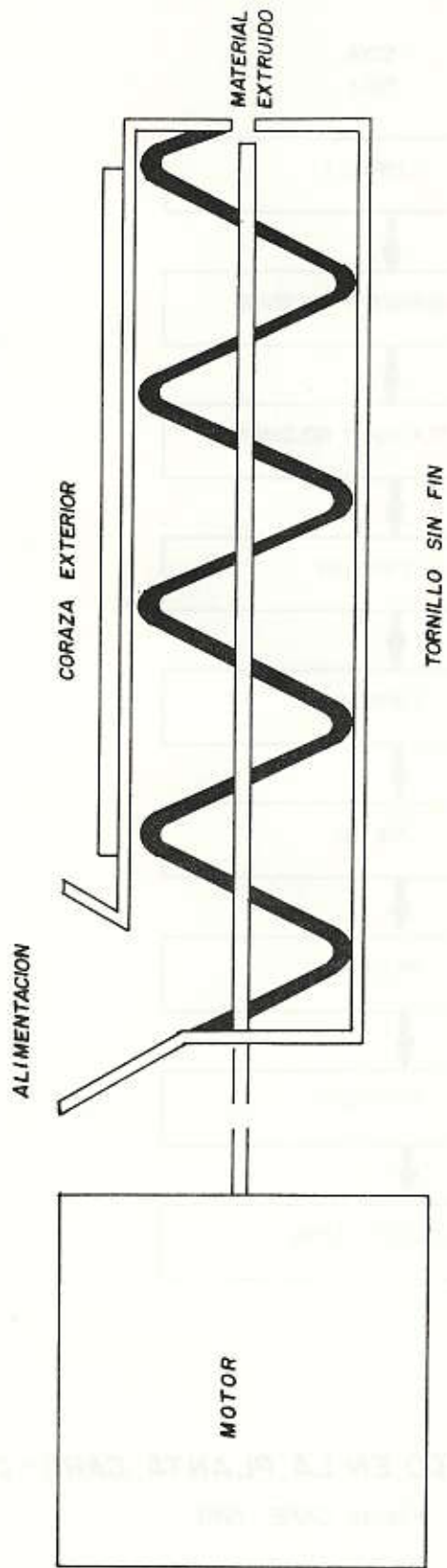


DIAGRAMA I. DIAGRAMA DE UN EXTRUSOR

Fuente: CARE (1982)

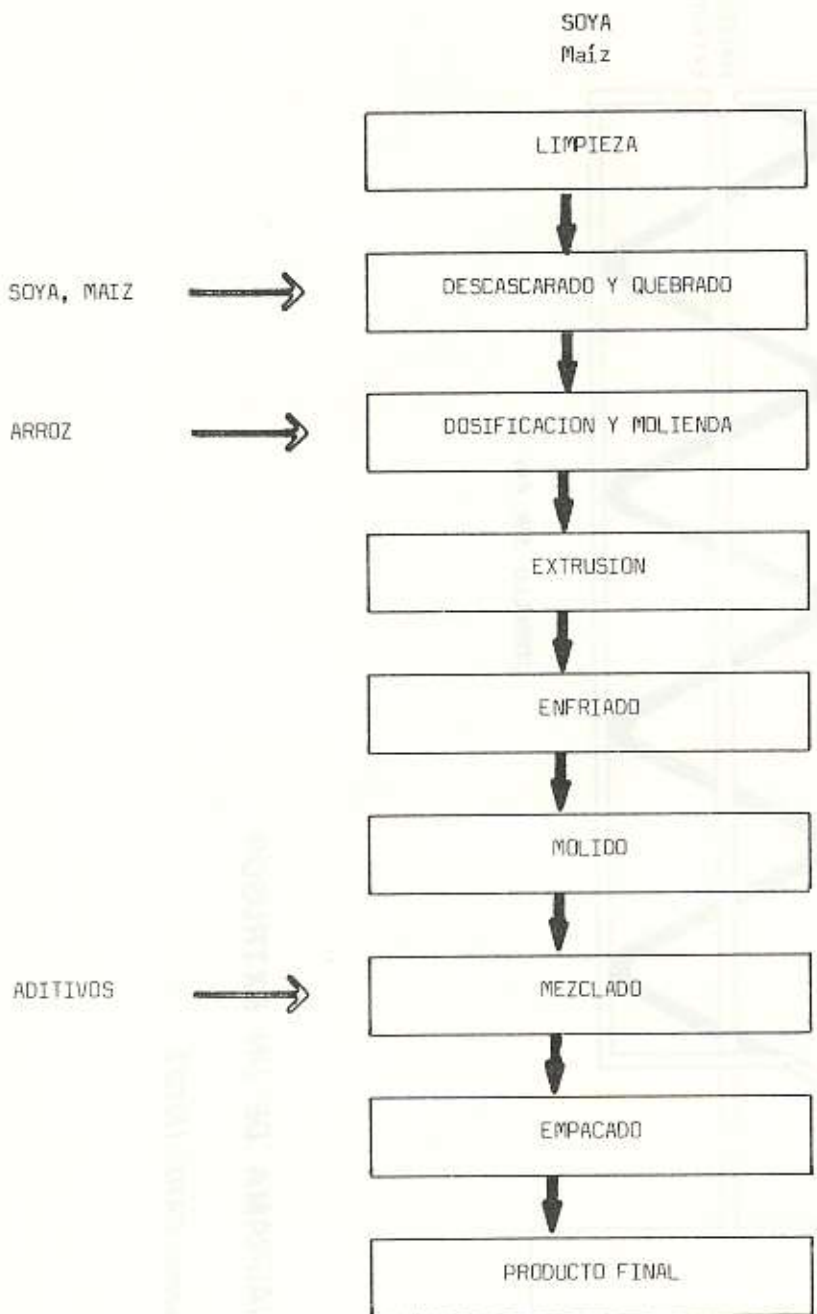


DIAGRAMA 2. PROCESO USADO EN LA PLANTA CARE - COSTA RICA CURRIDABAT. Fuente: CARE 1981

27.2.2.2 Detalles del diagrama:

- .1. Limpieza: Un limpiador (Clipper) con dos juegos de mallas es utilizado para eliminar las partículas de mayor y menor tamaño que el grano de soya como palos, piedras, basuras, etc. También puede ser utilizado para limpiar los granos de maíz, utilizando nuevos juegos de mallas.

El producto es transportado a un separador de partículas pesadas (destoner), que elimina aquellas del mismo tamaño que el grano, pero con más peso, por acción gravitacional. El Destoner consta de un sistema de mallas con agitación y aireación, vertical hacia arriba, que mantiene el grano prácticamente todo el tiempo en el aire, hasta su descarga en la parte más baja del separador, mientras que las partículas más pesadas y por acción de la agitación se descargan por la parte más alta.

- .2. Descascarado y Quebrado: El producto limpio es transportado hacia un molino de impacto donde es quebrado y las cáscaras son separadas por acción de un extractor de aire. En adición al descascarador hay un equipo compuesto por una malla con agitación por donde se hacen pasar las cáscaras y se separan de partículas pequeñas de grano que han sido aspiradas por el extractor, las que se incorporan, por un transportador al grano descascarado y pelado.

El grano de soya o maíz así tratado es almacenado en silos, especialmente diseñados, para tal fin, para su posterior uso.

- .3. Dosificación y molienda: El grano (soya, maíz o arroz) procedente de los silos de almacenamiento, es adicionado por medio de un dosificador a un molino de martillos. Este tiene incorporado una malla intercambiable, dependiendo del producto a elaborar, y un tablero de imanes para partículas mecánicas.

Dicho equipo trae incorporado una "Palanca de Alimentación" que permite regular el flujo de material molido hacia el extrusor.

- .4. Extrusión: Un extrusor tipo "Brady" es usado. Un motor de 100 HP hace girar el tornillo de 900 a 1.200 r.p.m. La materia prima alimentada al inicio del túnel de extrusión experimenta un incremento en la presión y temperatura a lo largo del mismo. La presión generada dentro del extrusor es de 165 lbs/pulg² y el tiempo de residencia del producto es de 5 - 10 segundos.
- .5. Enfriado: El material extruido es transportado, con ayuda de una banda a un enfriador de tanque rotativo, que posee canales adaptados para proveer mayor agitación y exposición al aire.
- .6. Molido: Luego de que el material es enfriado, se muele, ya sea en un molino de pines (Alpine) o un molino de martillos. El primer molino se usa para productos grasos y de granulometrías capaces de pasar la malla No. 80 (serie Tyler).
- .7. Mezclado: El producto extruido en polvo se mezcla con los aditivos (saborizantes, edulcorantes, etc.) en las proporciones adecuadas. Para tal fin se utiliza un mezclador de paletas (Marion) con capacidad de 250.000 kg. El tiempo de mezclado, para cualquier producto, es de 5 minutos, lo cual ayuda a airear el producto y que la temperatura del mismo descienda, lo que es ventajoso al momento del empaque.
- .8. Empacado: Para tal fin se utiliza una llenadora semi-automática. El producto puede ser empacado en bolsas de polietileno o de papel dependiendo del tipo de producto.

27.2.3 Alimentos que se producen en la "Productora Costarricense de Alimentos, Planta Care".

27.2.3.1 Frescorchata:

- .1. Definición: Es el producto obtenido de la mezcla de arroz o maíz (20%) y soya (20%) extruídos, con leche descremada en polvo, azúcar, cacao, canela y clavo de olor, presentados como un polvo seco, color café claro, de olor y sabor agradable y de fácil preparación.
- .2. Análisis proximal: Frescorchata es una bebida altamente protéica y calórica, de ello se deduce su impacto nutricional.

La Tabla 11 muestra el resumen del análisis proximal del producto en cuestión.

- .3. Características físico-químicas: Además de las características químicas mostradas anteriormente, el producto deberá cumplir con las siguientes características que se presentan en la Tabla 12.

27.2.3.2 Nutrisoy:

- .1. Definición: Es el producto obtenido de la mezcla de maíz (64%) y soya (27%) extruídos, con leche descremada en polvo, vitaminas y minerales, presentado como un polvo seco, color amarillo, de olor y sabor característico.
- .2. Funcionalidad: Nutrisoy sirve de base para frescos y atoles y además se utiliza en la elaboración de: Arepas, tamal asado, tortas de carne, palitos de queso y sopas.

27.2.3.3 Masarina:

- .1. Definición: Es el producto obtenido de la mezcla de maíz (94%) y soya (6%) la que se incorpora en forma de torta íntegra.

TABLA 11. ANALISIS PROXIMAL DE UNA BEBIDA CON SOYA "FRESCOR-CHATA".

Análisis	Resultados	
	Optimo	Rango
Humedad (%)	1.8	1.5 - 2.1
Proteína (N x 6.25) (%)	16.7	15.6 - 17.8
Grasa (%)	5.8	5.2 - 6.3
Ceniza (%)	2.8	2.6 - 3.0
Carbohidratos/Diferencia (%)	72.1	-
Calorías (por 100 g)	403.0	-

Fuente: Care, 1982.

TABLA 12. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE UNA BEBIDA CON SOYA "FRESCORCHATA".

Análisis	Resultados	
	Óptimo	Rango
Sólidos solubles (%)	76.80	63.00 - 90.50
Absorción de agua por Método centrífugo (g agua/g sólido)	0.86	0.76 - 0.94
Absorción de agua por Método Manual (g agua/g sólido)	24.20	22.90 - 25.50
Densidad aparente	0.769	
Color (Munsell)	1.5 y 7.3/2	

Fuente: CARE, 1982.

TABLA 13. ANALISIS PROXIMAL DE HARINA DE MAIZ CON SOYA "MASARINA".

Análisis	Resultados
Humedad (%)	9.00
Proteína (N x 6.25) (%)	10.00
Grasa (%)	11.00
Ceniza (%)	1.73
Carbohidratos/diferencia (%)	68.27

Fuente: CARE, 1982.

Se presenta como un polvo seco, color amarillo pálido, de olor y sabor característico.

- .2. Funcionalidad: Masarina es un maíz precocido con soya especialmente elaborada para la preparación de tortillas, tanto a nivel casero como industrial. Además sirve para preparar cualquier alimento con maíz como: Arepas, atoles, tamal asado, tortas de carne, bizcocho, galletas, queques, panes, rosquillas y sopas.
- .3. Análisis proximal: Por ser un producto muy nuevo se presenta en la Tabla 13 el promedio de los resultados, sin haberse podido establecer aún los rangos para cada uno de los análisis.

27.3 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BRAVERMAN, J.B.S. 1980. Introducción a la bioquímica de los alimentos. 3 ed. Barcelona, Omega.
2. POTTER, N. 1978. La Ciencia de los Alimentos. 2 ed. México, D.F. Edutex.
3. PRIMO, E. 1979. Nociones preliminares. In: Primo, E., ed. Química Agrícola III. Madrid, Alahambra. pp. 1-25.
4. PRIMO, E. 1979. Oleaginosas. In: Primo, E., ed. Química Agrícola III. Madrid, Alahambra. pp. 160-239.
5. WOOD, W.B., et al. 1977. Bioquímica. México, D.F. Fondo Educativo Interamericano.

28. EMPLEO DE SOYA INTEGRAL Y SEMILLA DE ALGODON EN VACAS HOLSTEIN EN PASTOREO DE PANGOLA

Jose Oscar Zapata A. *
Jorge Medrano Leal

28.1 INTRODUCCION

La importancia de ofrecer al productor sistemas económicos y prácticas de alimentación animal en pastoreo, permite la búsqueda de alternativas que minimicen los costos e incrementen la eficiencia productiva en la explotación.

Por otro lado, el empleo de suplementos protéicos como la soya integral y la semilla de algodón, se presentan como un medio de complementar el alimento para vacas al ofrecer estos productos por su equivalente protéico, y su proceso de fermentación ruminal de la proteína. Sin embargo la proteína de buena calidad es desmejorada durante el proceso de hidrólisis en el rumen, efecto que parcialmente puede reducirse al someter las fuentes alimenticias al tratamiento por calor. Según Peña et al (1983), las proteínas de las oleaginosas generalmente contienen factores antinutricionales que pueden ser neutralizados mediante la fermentación o el calentamiento, además las características naturales de la proteína permiten una diferenciación en la degradabilidad ruminal y por lo tanto un grado diferencial en la cantidad de proteína sobrepasante (Satter y Slyter, 1974).

* Respectivamente M.V.Z., Ph.D. y Zootecnista Programa de Ganado de Leche, ICA. C.I. Palmira. A.A. 233.

El empleo de la torta de soya como suplemento simple en vacas en pastoreo, reporta ventajas del 10% en producción de leche y 33% en costos al compararse con un suplemento concentrado (Zapata y otros, 1984).

Stern et al (1985), ofreciendo torta de soya, soya integral y soya integral calentada a 132 y 142 °C, supliendo el 50% de la proteína de una dieta con 51% de grano, 36% de ensilaje de maíz y 13% de heno de alfalfa, reportan degradabilidades ruminales aparentes de la proteína de 73, 80, 66 y 60% para estas dietas y debido a la prolongación de degradación en la soya integral, menos cantidad de aminoácidos alcanzaron el duodeno, siendo mejor la absorción de aminoácidos para las dietas con soya integral calentada. Por otra parte, Yang et al (1985), usando torta de soya tratada por calor, adicionada de metionina, reporta producciones superiores de leche, pero no se encontraron diferencias para los cambios en peso.

Los objetivos del presente ensayo fueron el de observar la respuesta productiva de animales Holstein suplementados con soya integral y semilla de algodón y el efecto del calor sobre estos compuestos suplementarios, ofrecidos a vacas en pastura de Pangola (Digitaria decumbens).

28.2 MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en el CNI Palmira, Programa de Ganado de Leche, a 1.000 m.s.n.m. y con una temperatura media de 23°C durante 1987-1988.

Se usaron para el experimento 25 vacas Holstein adultas de segunda y tercera lactancia, las que ingresaron al experimento al momento del parto, para someterse a control productivo y reproductivo durante una lactancia completa.

Se conformaron al azar cinco grupos con cinco unidades experimentales para someterlos a una oferta suplementaria así:

Concentrado como grupo testigo, soya integral molida, soya integral cocida a 90° C, semilla de algodón molida y semilla de algodón cocida a 90° C.

Todas las fuentes suplementarias de proteínas se ofrecieron teniendo en cuenta el equivalente protéico para una cantidad igual de concentrado ofrecido al grupo testigo a una relación de 1:2.5 (1 kg de concentrado por 2.5 kg de leche producida).

Forraje. El alimento forrajero no se consideró como variable y fue común para los cinco grupos. Todos los animales estuvieron sobre pastura de Pangola (Digitaria decumbens), con una capacidad de carga de tres animales/hectárea.

El área total disponible fue de 8.3 hectáreas dividido en ocho potreros para un período ocupacional de 35 días y la pastura se manejó mediante cerca eléctrica con sistema de rotación radial (Figura 1).

Para la disponibilidad de forraje y nutrientes ofrecidos por este forraje, fueron tomadas muestras del forraje disponible a la entrada y salida de los animales, lo que permitió un cálculo promedio de consumo. La oferta del suplemento protéico se realizó en la sala de ordeño y esta cantidad fue balanceada cada ocho días, para ofrecer la cantidad más cercana al momento productivo del animal.

Tanto el manejo dentro del ordeño, como el manejo sanitario, fue común para todos los grupos.

Diseño. Para el experimento se usó un diseño completamente al azar, con cinco tratamientos y cinco replicaciones por tratamiento, para un total de 25 unidades experimentales y para la significancia se empleó la prueba de Duncan.

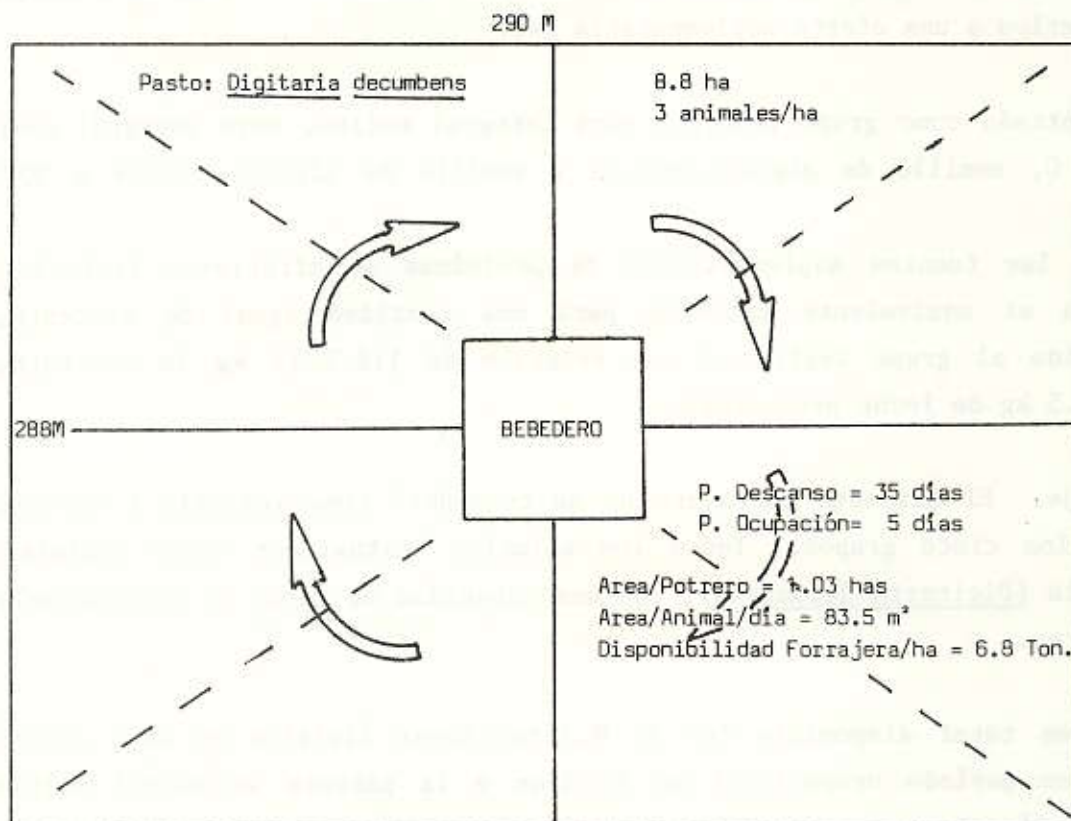


FIGURA I. MANEJO DE LOS ANIMALES EXPERIMENTALES DENTRO DEL SISTEMA DE ROTACION RADIAL.

Controles. Para los datos experimentales se llevaron los siguientes controles:

- a. Control de producción diaria y por lactancia.
- b. Consumo de materia seca del suplemento/vaca y promedio del forraje.
- c. Variación de peso cada 28 días.
- d. Controles reproductivos con intervalo entre partos y servicios por concepción.
- e. Costos respectivos para cada ración alimenticia.

28.3 RESULTADOS Y DISCUSION

Llevados los controles experimentales se pudo observar que el comportamiento de la pastura bajo condiciones de fertilización; 50 kg N-Urea cada dos pastoreos, arrojó producciones de 6.8 toneladas de forraje verde por hectárea con un contenido promedio de materia seca de 21.6%. Considerando diez pastoreos durante el ciclo de 365 días, se tiene una producción de 14.7 toneladas de M.S. Obviamente, la producción forrajera podría haberse incrementado al hacer una mayor utilización de fertilizante, pero ello acarrearía un mayor costo por año.

La respuesta productiva obtenida por los animales de acuerdo con los diferentes suplementos puede observarse en la Tabla 1, en donde la producción diaria de leche fue más o menos similar en los diferentes tratamientos, sin existir ninguna variación de tipo estadístico. Sin embargo, y como era de esperarse, la respuesta de los animales testigos con Suplemento fue 12.8% superior a los demás grupos. Como se observa, la respuesta animal en forma individual no se presenta como un promedio muy alto, pero sí lo es, al considerar la producción por unidad de área explotada que por hectárea con una carga de tres animales, arroja una producción entre 8.345 kg y 9.652 kg de leche.

TABLA 1. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO DE ANIMALES EN PASTOREO SUPLEMENTADOS CON SOYA INTEGRAL Y SEMILLA DE ALGODON MOLIDA Y COCIDA A 90°C.

Tratamiento Parámetro	1 <u>1/</u>				
	S.C.	S.I.M.	S.I.C.	S.A.M.	S.A.C.
Producción leche kg	3217.60	2844.90	2851.00	3018.0	2781.60
Producción \bar{X} /día	10.54	9.33	9.34	9.90	9.20
Producción/Hectárea kg	9652.80	8534.70	8553.00	9054.00	8345.00
Peso kg parto	538.00	562.50	545.50	585.40	544.80
Peso kg post-parto	468.70	407.70	475.60	485.80	461.00
Variación peso %	13.00	11.50	13.00	17.00	15.00
Peso final Exp. kg <u>2/</u>	489.80	549.90	487.30	505.60	488.90
Incremento peso %	4.50	10.40	2.40	4.00	6.00
Días abiertos	166.20	173.40	176.20	182.60	164.50
Servicios/Concepción	2.00	1.70	2.00	2.00	2.50
Cons. Forraje kg/día	57.00	57.00	57.00	57.00	57.00
Cons. Materia seca forraje kg	12.35	12.35	12.35	12.35	12.35
Cons. Suplemento kg	4.00	1.50	1.53	2.19	2.48
Const. Materia seca Suplemento	3.60	1.35	1.38	1.37	2.20
Const. Materia seca total	15.95	13.70	13.70	14.32	14.55
Const. prod. total	1883.00	1802.00	1814.00	1783.00	1783.00
Const. energía T.D.N. kg	10.67	9.39	9.42	10.00	10.20
Const. energía Dig. Mcal/día	46.50	41.30	41.50	44.00	44.80
Const. M.S./kg W	153	120	132	134	140

1/ 1, 2, 3, 4 y 5 -2 Suplemento concentrado, soya integral molida, soya integral cocida a 90°C, semilla de algodón molida, semilla de algodón cocida a 90°C.

2/ % incremento de peso con relación al peso post-parto o peso inicial.

Los tratamientos 3 (S.I.C.) y 5 (S.A.C.) no mostraron superioridad en ningún parámetro productivo, debido posiblemente a que la temperatura estuvo por debajo de las temperaturas recomendadas por Stern et al (1985), hecho que no mostró efecto sobre protección de la proteína a nivel del rumen. Sin embargo, al considerar los parámetros reproductivos, la soya integral mostró ligera superioridad frente a los demás tratamientos y la semilla de algodón calentada tuvo una respuesta 32% inferior a la soya integral y 15% inferior al testigo, soya integral calentada y semilla de algodón sin calentar. El consumo de materia seca total no fue afectado por ninguno de los tratamientos, mostrando un rango de consumo entre 2.53 y 3.20 kg por 100 kg de peso vivo, consumos que se consideran normales para la raza.

Tanto los consumos de proteína cruda total como de energía fueron muy similares, y las pequeñas variaciones presentadas en su consumo se reflejaron en las mínimas variaciones promedias de producción de leche diaria por animal.

Los datos tomados en el experimento permiten concluir que la temperatura empleada (90°C) no ejerció efecto real sobre la protección de la degradación de acuerdo con las respuestas biológicas encontradas, pero es necesario realizar nuevos experimentos en los que se controle degradabilidad ruminal, acompañada de análisis químicos, lo que permitirá obtener temperaturas adecuadas para la protección de la proteína sobrepasante, con miras a un mejor y más eficiente uso de la ración.

28.4 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. PEÑA, F. and L.D. 1983. Site and extend of digestion fon solvent extracted and expeller processed cottom meals in lactating Holstein cows. J. Amin. Sci 57 (Supl. 1): 459.

2. SATTER, L.D. and SLYTER, L.L. 1974. Effect of ammonia concentrations on rumen microbial protein production in vitro. Dr. J. Nuta. 32:199.
3. STERN, M.D.; K.A., Santos and SATTER, L.D. 1985. Protein degradation in rumen and aminoacid absorption in small intestine of lactating dairy cattle feed heatbreated whole soybeans. Journal Dairy SCI; 68: 45-46.
4. YANG, C.M.J.; SCHINGOETHE, D.J.; MUELLER, C.R. and CASPER, D.P. 1985. Protected methionine and heat-treated soybean meal for producing dairy cows. Journal Dairy SCI. Abstracts 68-N.1:132.
5. ZAPATA, A.O. 1984. Producción de leche con pasto de corte y partoreo en pangola como sistemas de alimentación en vacas Holstein. (En proceso de publicación).

29. UTILIZACION DEL GRANO DE SOYA EN LA ALIMENTACION DE AVES

Arnobio López G. *

29.1 INTRODUCCION

La torta de soya, subproducto de la extracción del aceite del grano de soya, está disponible principalmente en las zonas donde existen las fábricas extractoras de aceite, como es el caso del Valle del Cauca. No obstante, existen áreas potenciales para el cultivo de la soya, como la Costa Atlántica, 100.000 ha, los Valles Interandinos (Zulia, Risaralda, Magdalena y Cauca), 25.000 ha, además de los Llanos Orientales se está incrementando el cultivo esperando alcanzar las 50.000 ha.

29.2 VALOR NUTRITIVO

El grano de soya es rico en proteína (38%), aunque en menor cantidad que la torta de soya (46%), pero tiene un contenido alto de aceite (18%), lo cual incrementa su valor energético (3.550 Kcal EM/kg para aves), con respecto a la torta de soya (2.440 Kcal EM/kg), característica que permite su utilización con materias primas de bajo contenido energético como el arroz paddy. También puede dar gustosidad y reducir el manejo de partículas de otros ingredientes como la harina de yuca.

* M.V.Z., Ph.D. Jefe Grupo Multidisciplinario Avicultura. ICA, CI Palmira. A.A. 233.

El grano de soya crudo posee una serie de factores antinutricionales (factor antitripsina) y factores tóxicos (hemaglutininas, saponinas, ureasa, goitrogénicos, estrogénicos, flatulencia), los cuales deben ser destruídos antes de su utilización en dietas para aves.

Los métodos existentes para la destrucción de estos factores son:

1. Cocción. El agua contenida en una tina de 55 galones se deja hervir y luego se introduce un costal que contenga 35 kilos de grano de soya (limpio de basuras e impurezas) los cuales se dejan cocer por 35 minutos, después de lo cual se pueden secar al sol, almacenar y moler al momento de preparar el alimento.
2. Tostado. Usando un tostador con llama de gas o calor infrarrojo, en el cual se somete el grano de soya a altas temperaturas y tiempo, que dependen del tipo de tostador. Se considera como desventaja de este sistema, no permitir un tostado uniforme en todas las superficies del tostador. En granos pequeños o partidos se ocasiona un sobretostado, en grano medio el tostado puede ser imperfecto y en grano de tamaño grande puede quedar crudo.
3. Extrusión. Empleando una combinación de presión y calor con temperaturas entre 120 y 150 grados centígrados por dos o tres minutos.

Para determinar si hubo un proceso adecuado (cocido, tostado, extrusión), que destruya los factores tóxicos y antinutricionales se utiliza una prueba de laboratorio conocida como "Prueba de Ureasa", basada en cambios del pH. Un cocimiento adecuado debe dar un valor de ureasa de 0.1 a 0.3, valores superiores a 0.3 indican un proceso incompleto

o sea que estos factores no fueron totalmente destruidos. Al contrario, valores menores a 0.1 indican que hubo sobrecalentamiento del grano que puede destruir la lisina.

29.3 INVESTIGACION EN PROGRESO

Trabajos de investigación realizados hasta el presente en el Programa de Avicultura en el ICA en Palmira, con grano de soya entero o soya integral cocida (SIC), indican que en pollos de engorde puede reemplazar en un 100% la torta de soya como fuente de proteína en dietas iso y no isocalóricas con sorgo y/o arroz paddy como fuentes de energía (Tabla 1). Con mejores aumentos de peso, menor consumo de alimento y mejor conversión alimenticia, de manera similar, en cría y levante de pollas livianas y semipesadas (Tabla 2) se puede usar como única fuente de proteína en dietas en las cuales el arroz paddy reemplazó el 0.5% y 100% de sorgo en la dieta, o también cuando se empleó un 0.20% y 40% de harina de yuca en el alimento.

En aves de postura ha sido empleada con mejores resultados que la torta de soya en dietas con 0.15% y 30% de arroz paddy (Tabla 3), o con 0.20% y 40% de harina de yuca. La soya integral tostada (SIT) en un tostador "Roast A. Trom" a 140 °C por un minuto, también produjo mejores resultados (aumento de peso, conversión alimenticia y menor consumo de alimento), a la torta de soya, aunque un poco inferiores a la soya integral cocida en dietas con base en sorgo y/o arroz paddy, para pollos de engorde.

436 TABLA 1. EFECTO EN EL RENDIMIENTO DE POLLOS EN ENGORDE (1 a 49 DIAS DE EDAD) DEBIDO AL EMPLEO DE TORTA DE SOYA Y SOYA INTEGRAL COCIDA, CON DIFERENTES NIVELES DE REEMPLAZO DE SORGO POR ARROZ PADDY EN LA DIETA.

	Torta de Soya						Soya Integral Cocida					
	Niveles Constantes 1/		Niveles Incrementales 2/		Niveles Constantes		Niveles Constantes		Niveles Incrementales			
	(0-0)	(25-25)	(50-50)	(0-25)	(25-50)	(50-100)	(0-0)	(25-25)	(50-50)	(0-25)	(25-50)	(50-100)
Nº aves	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Peso Inicial, kg	.037	.038	.038	.037	.038	.038	.037	.037	.038	.037	.037	.038
Peso final, kg	1.8	1.89	1.88	1.88	1.84	1.89	2.06	2.07	2.03	2.00	2.06	1.95
Rendimiento acumulado por:												
Consumo alimento, kg	4.32	4.39	4.47	4.38	4.33	4.6	3.99	3.97	3.97	3.8	3.94	3.82
Aumento de peso, kg	1.84	1.85	1.84	1.84	1.8	1.84	2.02	2.01	1.99	1.96	2.02	1.91
Conversión alimenticia, kg	2.33	2.37	2.42	2.37	2.4	2.49	1.97	1.94	1.99	1.92	1.94	1.99
Relación de eficiencia	81	80	78	79	76	76	104	106	102	104	106	98

1/ Niveles constantes de reemplazo de sorgo por arroz, paddy 0% cría - 0% ceba - 25% cría - 25% ceba - 50% cría - 50% ceba.

2/ Niveles incrementales de reemplazo de sorgo por arroz paddy 0% cría - 25% ceba - 25% cría - 50% ceba - 50% cría - 100% ceba.

TABLA 2. EFECTO EN RENDIMIENTO DE POLLAS SEMIPESADAS EN LA FASE DE LEVANTE (9 a 18 SEMANAS DE EDAD), COMO RESPUESTA AL EMPLEO DE TORTA DE SOYA INTEGRAL COCIDA, EN DIETAS CON DIFERENTES NIVELES DE REEMPLAZO DE SORGO POR ARROZ PADDY.

Variedades	Niveles de reemplazo de sorgo por arroz Paddy %					
	Torta de Soya			Soya Integral Cocida		
	0	50	100	0	50	100
No. DE AVES	300	300	300	300	300	300
PESO INICIAL AVE, Kg	0.71	0.69	0.71	0.69	0.71	0.71
PESO FINAL AVE, Kg	1.37	1.41	1.50	1.44	1.49	1.52
CONSUMO DE ALIMENTO, kg		5.25	5.23	5.08	5.16	5.10

EN MAY AL 31 DE AGOSTO DEL AÑO DE 1974

TABLA 3. EFECTO EN RENDIMIENTO DE AVES POSTURA (20-42 SEMANAS EDAD), POR UTILIZACION DE TORTA DE SOYA O SOYA INTEGRAL COCIDA, CON DIFERENTES NIVELES DE ARROZ PADDY EN LA DIETA.

Variedades	Niveles de arroz Paddy en la Dieta %					
	0	15	30	0	15	30
	Torta de Soya			Soya Integral Cocida		
Consumo de alimento, g	110.73	112.79	105.05	106.51	105.51	107.69
Producción huevos, %	74.12	80.56	74.84	71.97	79.09	72.79
Peso huevo, g	61.72	62.12	64.57	60.38	63.36	62.62
Conversión por docena/huevos	1.83	1.68	1.77	1.92	1.61	1.86
Conversión por kilogramo de huevo	2.48	2.23	2.33	2.52	2.12	2.49

30. EL GRANO DE SOYA COMO ALTERNATIVA ALIMENTICIA EN CERDOS

Roberto Portela C. *

30.1 Introducción

Tradicionalmente, la torta de soya ha sido la principal fuente de proteína utilizada en la formulación de alimentos concentrados para cerdos.

En Colombia debido a que la producción de torta de soya es irregular, el Gobierno recurre a importaciones para satisfacer la demanda. El uso del grano de soya surge como alternativa de sustitución de la torta de soya y como incentivo al cultivo de la soya.

El grano de soya es rico en proteína (38%) aunque en menor cantidad que la torta de soya (46%), pero con un alto contenido de aceite (18%), lo cual incrementa su valor energético con respecto a la torta (4.090 kcal ED/kg versus 3.410 kcal ED/kg), característica que permite su empleo con materias primas de bajo contenido energético tales como melaza, harina de yuca, arroz paddy, etc.

30.2 VENTAJAS DE SU USO

- La utilización del grano de soya entero, podría permitir la eliminación del intermediario en los cupos de distribución de la torta de soya.

* M.V.Z., M.Sc. Líder Nacional Programa Porcinos. ICA-CI Palmira. A.A. 233.

- Ofrece al productor una nueva alternativa de venta directa del grano a los porcicultores.
- Los porcicultores podrían producir la cantidad necesaria de grano de soya como fuente de proteína y a precios realmente más bajos que los de la torta de soya en el mercado.
- Es reconocido que la inclusión de grasa vegetal y/o animal en la dieta, mejora la productividad de la cerda, al igual que el rendimiento en cerdos de levante-ceba. Sin embargo, muchos porcicultores, no tienen el equipo o las facilidades para añadir grasas convencionales a sus dietas o el volumen de cerdos no justifica dicha inclusión, por lo cual el grano integral de soya (tratado) ofrece la posibilidad de aumentar el nivel de energía de la dieta sin incurrir en gastos por compra de grasas o aceites.
- El grano integral de soya una vez tratado se puede almacenar por largo tiempo, sin que haya problemas de rancidez.

30.3 PROCESAMIENTO DEL GRANO DE SOYA

En grano crudo contiene principios antinutricionales (antitripsina, hemoaglutininas, ureasa, etc.), que inhiben una completa digestión de la proteína en el cerdo, especialmente en animales jóvenes. Sin embargo, el procesamiento por calor destruye la mayor parte de estos antimetabolitos, permitiendo así una utilización normal de altos niveles del grano de soya en la ración.

Existen diversos sistemas de procesamiento por calor, incluyendo desde los más sencillos (cocción en agua a 100° C x 35 minutos) hasta la utilización de equipos de extrusión, rayos infrarrojos, hornos tostadores, etc.

Los técnicos del Programa de Porcinos del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), en Palmira, interesados en ofrecer a los porcicultores del país alternativas nutricionales, presentan a continuación una serie de trabajos de investigación sobre el uso del grano de soya en las diferentes fases productivas del cerdo.

30.4 USO EN LEVANTE CEBA

30.4.1 Arroz Paddy en reemplazo de Maíz con Torta de Soya o Soya Integral cocida (SIC).

Los resultados (Tabla 1) demostraron que los cerdos que consumieron las dietas con soya integral cocida (SIC) alcanzaron en general un mejor aumento de peso y conversión alimenticia, aunque con un consumo de alimento muy similar a los animales que consumieron las dietas con torta de soya como fuente de proteína suplementaria.

30.4.2 Arroz Paddy con Harina de Yuca o Mogolla de Trigo en combinación con Torta de Soya o Soya Integral cocida (SIC)

Analizando los resultados obtenidos (Tabla 2), se puede concluir que es posible el reemplazo total del sorgo de una dieta control por arroz paddy (50%) + harina de yuca (50%) o arroz paddy (50%) + mogolla de trigo (50%), siendo mejores los rendimientos cuando son combinados con torta de soya y en menor grado con soya integral cocida (SIC), como fuentes de proteína suplementaria.

El análisis económico demostró que para las condiciones del Valle del Cauca, la mejor alternativa por su mayor beneficio neto la constituyó la dieta a base de arroz paddy 100% + torta de soya.

TABLA 1. TORTA DE SOYA VS. SOYA INTEGRAL COCIDA EN DIETAS A BASE DE MAIZ Y ARROZ PADDY PARA CERDOS EN CRECIMIENTO-ACABADO (20-100 kg)

	Torta de Soya			Soya Integral Cocida 1/		
	Maíz	Arroz 50%	Arroz 100%	Maíz	Arroz 50%	Arroz 100%
Aumento diario, kg	0.854	0.898	0.908	0.928	0.978	0.890
Consumo diario, kg	2.78	2.96	3.22	2.75	2.96	2.98
Consumo / ganancia	3.26	3.30	3.55	2.79	3.02	3.25
Días para alcanzar peso final	95	91	89	88	84	91

1/ Grano de soya sometido a cocción durante 35 minutos y secado al sol.

Fuente: López y Portela (1985).

TABLA 2. ARROZ PADDY, HARINA DE YUCA Y MOGOLLA DE TRIGO EN COMBINACION CON TORTA DE SOYA O SOYA INTEGRAL EN CERDOS DE LEVANTE - CEBA (20 - 100 kg).

	Arroz Paddy 50%			
	Sorgo + T.Soya	50% Harina de Yuca T.Soya	50% Mogolla de Trigo T.Soya	SIC 1/ SIC 1/
Aumento diario, kg	0.772	0.918	0.903	0.784
Consumo diario, kg	2.69	2.90	2.99	2.74
Consumo/ganancia	3.48	3.16	3.31	3.49

1/ SIC= Soya Integral cocida por 35 minutos. Secada al sol.

Fuente: Avila et al. (1989).

30.4.3 Arroz Paddy y Soya Integral cocida o tostada

Los cerdos que consumieron las dietas con soya integral tostada (SIT) tuvieron un menor consumo y menor aumento de peso, pero con una conversión alimenticia muy similar a la de los cerdos de las dietas con soya integral cocida (SIC). No obstante, los rendimientos de los cerdos, tanto con SIT como con SIC fueron superiores a los obtenidos con la dieta control a base de sorgo más torta de soya (Tabla 3).

El análisis económico demostró que la mejor alternativa la constituyó la dieta 50% arroz paddy más SIC.

30.4.4 Melaza, Azúcar y Grano de Soya

Cuando se utilizan niveles altos de melaza y azúcar (Tabla 4), en combinación con grano de soya cocida en agua, se obtienen resultados excelentes en el rendimiento de cerdos en crecimiento, permitiendo el reemplazo total de los granos de cereales que se utilizan convencionalmente (maíz, sorgo) al igual que la torta de soya por grano de soya cocido.

30.4.5 Jugo de caña y tres suplementos protéicos a base de Soya Integral cocida (SIC), Extruída (SIE) o Torta de Soya

Los rendimientos (Tabla 5) muestran que es factible el uso de un sistema alimenticio a base de jugo de caña más un suplemento del 35% de proteína a base de soya integral cocida, extruída o torta de soya, en cerdos de levante-ceba, en reemplazo de una dieta tradicional (sorgo + torta de soya), a pesar de que el incremento de peso disminuye un poco y el tiempo para llegar al peso final es algo mayor, la conversión alimenticia es más eficiente y se reemplazan materias primas (sorgo, torta de soya) de difícil disponibilidad y alto costo en el mercado por otras que se producen en grandes cantidades en nuestro medio (jugo de caña) y en otros casos existen áreas potenciales para su cultivo (soya).

TABLE 3. SOYA INTEGRAL COCIDA O TOSTADA EN RACIONES A BASE DE SORGO Y ARROZ PADDY PARA CERDOS EN CRECIMIENTO-ACABADO (27-100kg).

	T.Soya + Sorgo	Grano de Soya			
		Cocido 1/		Tostado 2/	
		Arroz 50%	Arroz 100%	Arroz 50%	Arroz 100%
Aumento diario, kg	0.839	0.969	0.928	0.845	0.877
Consumo diario, kg	3.15	3.28	3.11	2.90	2.91
Consumo /ganancia	3.75	3.39	3.35	3.43	3.34
Días para alcanzar peso final	84	77	77	84	82

1/ Grano de soya cocido en agua a 100°C por 35 minutos.

2/ Grano de soya tostado a 140°C por un minuto.

Fuente: López y Portela (1986).

TABLA 4. MELAZA, AZUCAR Y GRANO DE SOYA CON RACIONES PARA CERDOS EN CRECIMIENTO (19 - 50 kg).

Composición %	Testigo	Torta de Soya	Grano de Soya
Maíz	82.8	-	-
Melaza	-	30.0	30.0
Azúcar	-	36.8	26.8
T. de soya	14.0	30.0	-
Grano de soya 1/	-	-	40.0
Rendimiento:			
Aumento diario, kg	0.60	0.61	0.72
Consumo diario, kg	1.78	2.12	2.25
Consumo/ganancia	2.96	3.47	3.13

1/ Cocción durante 30 minutos. Secado al sol.

Fuente: Buitrago et al. (1977).

TABLA 5. JUGO DE CAÑA, SOYA INTEGRAL COCIDA O EXTRUIDA Y TORTA DE SOYA EN CERDOS DE LEVANTE - CEBA (33-90 kg DE PESO).

	Control	Jugo de Caña		
		SIC <u>1/</u>	SIE <u>2/</u>	T. Soya
Aumento diario, kg	0.658	0.581	0.594	0.599
Consumo diario, kg	2.65	2.06	2.06	2.07
Conversión alimenticia	4.02	3.54	3.47	3.46

1/ SIC= Soya integral cocida en agua a 100°C por 35 minutos.

2/ SIE= Soya integral extruída.

Fuente: Portela et al. (1988). Sin publicar.

30.4.6 Arroz Paddy más Azúcar moreno en combinación con Torta de Soya o Soya Integral cocida

Los rendimientos (Tabla 6) permiten concluir que el arroz paddy puede reemplazar completamente el sorgo. La inclusión de azúcar moreno a las dietas tanto con sorgo como con arroz paddy produce mejores rendimientos que el control, aunque con un consumo diario mayor. En cuanto a las fuentes de proteína, la soya integral cocida puede reemplazar la torta de soya como fuente de proteína suplementaria en dietas a base de arroz paddy y/o azúcar moreno, aunque con rendimientos ligeramente inferiores a aquella.

30.5 USO EN GESTACION - LACTANCIA

30.5.1 Soya Integral cocida (SIC) más niveles altos de Melaza en forma de aguamiel.

El empleo de altos niveles de melaza (aguamiel) en combinación con un suplemento protéico (harina de soya integral cocida) o con un suplemento protéico energético (sorgo + harina de soya integral cocida) en cerdas gestantes, utilizando una dieta convencional a base de sorgo más torta de soya en lactancia, durante tres pariciones, permite obtener un comportamiento normal, tanto en las cerdas con este tipo de alimentación como en las camadas provenientes de estas cerdas (Tabla 7 y 8).

Durante la lactancia (35 días), las cerdas que consumieron la ración a base de aguamiel + SIC produjeron camadas más numerosas y pesadas al destete, con mayor tasa de sobrevivencia, aunque perdieron un poco más de peso, comparadas con las cerdas que consumieron la dieta control (sólo concentrado) y las que consumieron la dieta aguamiel + sorgo + SIC. No obstante, las cerdas que consumieron ésta última dieta presentaron mejores rendimientos en peso de la camada al destete que las del grupo control.

TABLA 6. ARROZ PADDY, AZÚCAR MORENO, SOYA INTEGRAL COCIDA (SIC) Y TORTA DE SOYA EN CERDOS DE LEVANTE-CEBA (23-100 kg DE PESO).

	Sorgo + T.Soya	Sorgo + SIC 1/	Sorgo		Azúcar Moreno		100% Arroz Paddy	T.Soya	SIC
			T.Soya	SIC 1/	50% Arroz Paddy	T.Soya			
Aumento diario, kg	0.636	0.706	0.737	0.775	0.816	0.729	0.720	0.727	
Consumo diario, kg	2.42	2.49	2.61	2.81	2.86	2.70	2.49	2.62	
Consumo/ganancia	3.81	3.53	3.54	3.62	3.50	3.70	3.46	3.60	

1/ SIC= Soya integral cocida por 35 minutos.

Fuente: Portela y Avila (1987). Sin publicar.

TABLA 7. CANTIDADES DE CONCENTRADO, SUPLEMENTO, MELAZA, AGUA, AGUAMIEL A SUMINISTRAR POR CERDA/DIA.

	Cantidad Concentrado o suplemento cerda/ día kg	Preparación de la aguamiel cerda/día 1/	
		Melaza kg	Agua kg
1. Concentrado	1.90	-	-
2. Aguamiel + suplemento protéico	0.62	1.575	1.675
3. Aguamiel + suplemento protéico - energético	0.81	1.275	2.975

1/ Aguamiel = 30% melaza + 70% agua.

TABLA 8. SOYA INTEGRAL COCIDA (SIC) Y MELAZA (AGUAMIEL) EN RACIONES PARA CERDAS GESTANTES.

	Concentrado	Suplemento (SIC) 1/	Suplemento (Sorgo + SIC)
Composición			
Sorgo	87.2	-	19.0
T. Soya	9.2	-	-
SIC 1/	-	91.6	74.4
Harina de huesos	3.0	7.0	5.2
Sal	0.4	1.0	1.0
Premezcla Vit-mineral	0.2	0.4	0.4
Rendimiento:			
<u>Cerdas</u>			
Cambio peso (gestación), kg	45.0	37.0	41.0
Cambio peso (lactancia 35 días), kg	-8.66	-12.21	-10.44
<u>Progenie al parto</u>			
Número lechones vivos	9.0	8.83	9.08
Peso Total camada, kg	12.24	11.30	12.26
Peso individual, kg	1.36	1.28	1.35
<u>Progenie al destete (35 días)</u>			
Número lechones	7.17	7.83	7.08
Peso total camada, kg	38.86	53.71	45.31
Peso individual, kg	5.14	6.86	6.40

1/ Soya Integral Cocida en agua a 100°C por 35 minutos y secada al sol.

Fuente: Portela y López (1986).

30.5.2 Grano de Soya crudo (GSC) y Soya Integral cocida (SIC) en reemplazo de la Torta de Soya

El uso de grano de soya crudo (GSC) y soya integral cocida (SIC) para reemplazar a la torta de soya hasta en un 100%, en dietas para cerdas gestantes y lactantes, conlleva a rendimientos reproductivos, similares a los obtenidos con cerdas alimentadas con una dieta convencional a base de sorgo + torta de soya (Tabla 9), aunado a un ahorro en costos de alimentación del 13%.

30.5.3 Harina de Yuca, Melaza y Soya Integral Cocida (SIC)

Al analizar la sustitución de una dieta convencional (sorgo + torta de soya) por regímenes alimenticios a base de harina de yuca y/o aguamiel en combinación con soya integral cocida, durante cuatro ciclos reproductivos, se observan rendimientos normales de la cerda y la camada, competitivos con los de las cerdas alimentadas con la dieta control sorgo + torta de soya (Tabla 10). Constituyendo una alternativa de alimentación, que produce un ahorro del 10 al 15% en los costos.

30.6 USO EN PRELEVANTE (35 DIAS A 20 Kg DE PESO)

30.6.1 Soya Integral cocida (SIC) y Arroz paddy

El arroz paddy puede reemplazar totalmente el sorgo en dietas para lechones de prelevante (35 días a 20 kg de peso) con mejores o similares rendimientos productivos que una dieta convencional, siendo superior la respuesta animal cuando se utiliza en combinación de torta de soya como fuente de proteína suplementaria (Tabla 11).

Económicamente, el tratamiento: 100% arroz paddy + SIC, fue superior a las otras dietas, ya que tuvo mayor beneficio neto y menor costo variable.

TABLA 9. GRANO DE SOYA CRUDO Y SOYA INTEGRAL COCIDA EN CERDAS EN GESTACION - LACTANCIA.

Gestación	Sorgo + T.soya	Grano soya Crudo	Grano soya Cocido
<u>Cerdas</u>			
Número cerdas	46	52	48
Cambio peso (monta 24 h.p.p.) kg	25.83	26.15	26.21
<u>Camada Nacimiento</u>			
No. lechones/camada	9.69	10.48	9.50
Peso individual, kg	1.49	1.38	1.43
<u>Lactancia</u>			
<u>Cerdas</u>			
Número cerdas	43	52	48
Cambio peso durante lactancia, kg	-19.84	- 19.88	- 18.50
Consumo alimento, kg	158.95	146.71	157.09
<u>Camada (35 días)</u>			
No. lechones/camada	8.03	8.48	8.05
Peso individual, kg	6.55	5.39	6.60
Consumo/camada, kg	5.42	6.34	6.18
Porcentaje sobrevivencia	81.31	82.39	85.47

Fuente: Portela y López (1985). Sin publicar.

TABLA 10. HARINA DE YUCA, MELAZA Y SOYA INTEGRAL COCIDA EN LA ALIMENTACION DE CERDAS EN GESTACION-LACTANCIA.

	Sorgo + T.soya	Aguamiel + S. protéico	H. Yuca + S. protéico	Aguamiel + H. yuca + S. protéico
GESTACION				
<u>Cerdas</u>				
Número cerdas	25	32	35	29
Cambio peso (monta 24 h.p.p.) kg	25.80	13.12	22.60	19.67
<u>Camada (nacimiento)</u>				
No. lechones/camada	9.04	9.09	8.69	9.24
Peso individual, kg	1.35	1.19	1.29	1.39
LACTANCIA				
<u>Cerdas</u>				
Número cerdas	24	31	32	27
Cambio peso durante lactancia, kg	-11.15	-13.95	-10.53	-13.0
Consumo total de materia seca, kg	142.71	149.53	129.13	144.31
<u>Camada (35 días)</u>				
No. lechones/camada	7.08	6.97	6.19	7.89
Peso individual, kg	6.49	6.67	7.03	6.89
Consumo/camada, kg	2.26	2.89	1.62	2.98
Porcentaje sobrevivencia	80.06	75.61	71.22	82.71

Fuente: Portela et al. (1986). Sin publicar.

TABLA 11. ARROZ PADDY CON TORTA DE SOYA O SOYA INTEGRAL COCIDA EN DIETAS PARA LECHONES DE PRELEVANTE (35 DÍAS A 20 Kg DE PESO).

	Sorgo +		50% Arroz Paddy		100% Arroz Paddy	
	T. soya 1/		T. soya 1/	SIC 1/	T. soya 1/	SIC 2/
Peso promedio inicial/lechón, kg	7.13	5.90	6.05	6.37	7.29	6.49
Días para finalizar la fase	35	32	40	40	30	41
RENDIMIENTO						
Aumento diario, kg	0.365	0.449	0.356	0.355	0.435	0.324
Consumo diario, kg	0.772	0.797	0.706	0.746	0.757	0.654
Conversión alimenticia	2.12	1.78	1.98	2.10	1.74	2.01

1/ Estas dietas contienen aceite para aportar 3.600 kcal ED/kg.

2/ Esta dieta no contiene aceite, el aporte energético es de 3.293 kcal ED/kg.

Fuente: Portela, et al. (1988).

Esta dieta se recomienda hasta un precio del arroz paddy superior en un 50% al sorgo.

30.6.2 Harina de Yuca en combinación de Torta de Soya o Soya Integral cocida (SIC)

Los resultados (Tabla 12) permiten observar que el reemplazo del sorgo por harina de yuca disminuye los rendimientos productivos de los lechones, aumentando de peso más lentamente, con una conversión alimenticia 10% mayor que el control y demorándose 5 días más en llegar a los 20 kg. En cuanto a la fuente de proteína, tiende a un mejor rendimiento utilizando torta de soya que soya integral cocida.

30.6.3 Harina de Yuca en combinación de Torta de Soya o Soya Integral cocida (SIC) en dos presentaciones: Harina y Peletizada

La harina de yuca puede reemplazar totalmente (100%) al maíz en dietas para lechones de prelevante, obteniéndose mejores rendimientos productivos cuando se utiliza en harina y combinada con torta de soya como fuente de proteína que al utilizar soya integral cocida (Tabla 13).

30.7 USO EN PREINICIACION

30.7.1 Harina de Yuca y Soya Integral Cocida (SIC)

De acuerdo con los resultados (Tabla 14) se observa un comportamiento muy similar entre los diferentes tratamientos, aunque con un mejor rendimiento productivo de los lechones que consumieron la dieta 100% harina de yuca + SIC.

TABLA 12. HARINA DE YUCA Y TORTA DE SOYA O SOYA INTEGRAL COCIDA EN LECHONES DE PRELEVANTE (35 DIAS A 20 Kg DE PESO).

	Harina de Yuca		
	Sorgo + T. soya <u>1/</u>	T. soya <u>1/</u>	T. soya <u>2/</u>
Peso inicial, kg	6.91	8.27	8.12
Días en experimentación	29	31	34
RENDIMIENTO			
Aumento diario, kg	0.475	0.388	0.349
Consumo diario, kg	0.805	0.695	0.714
Consumo/ganancia	1.69	1.79	2.05

1/ Estas dietas contienen aceite para obtener 3.600 kcal ED/kg.

2/ Esta dieta no contiene aceite, llenando por consumo los requerimientos de energía.

Fuente: Portela et al. (1989).

TABLA 13. HARINA DE YUCA Y SOYA INTEGRAL COCIDA O TORTA DE SOYA EN LECHONES DE PRELEVANTE (35 DIAS A 20 Kg DE PESO).

	Maíz		50% Harina de Yuca			100% Harina de Yuca			
	T. soya 1/	T. soya 2/	T. soya 2/	SIC 1/	SIC 2/	T. soya 1/	T. soya 2/	SIC 1/	SIC 2/
Peso inicial, kg	6.05	6.17	6.25	6.91	7.80	6.08	7.24	6.51	7.03
Aumento diario, kg	0.413	0.450	0.383	0.363	0.396	0.433	0.393	0.373	0.358
Consumo diario, kg	0.765	0.781	0.652	0.694	0.660	0.736	0.672	0.740	0.629
Conversión alimenticia	1.85	1.74	1.70	1.91	1.67	1.70	1.71	1.98	1.75
Días en experimentación	34	31	37	37	32	33	33	37	37

1/ Presentación de la dieta en harina.

2/ Presentación de la dieta en pellet.

Fuente: López et al. (1988).

TABLA 14. HARINA DE YUCA Y SOYA INTEGRAL COCIDA EN LA ALIMENTACION DE LECHONES DE PREINICIACION.

	T. soya + sorgo + aceite	Soya Integral Cocida ^{1/}	
		50% H. yuca	100% H. yuca
No. lechones	26	33	40
Peso inicial, kg	2.93	2.36	2.54
No. días en experimentación	21	21	21
Consumo diario, kg	0.026	0.028	0.024
Aumento diario, kg	0.135	0.104	0.117
Consumo/ganancia	0.190	0.270	0.204
Peso final, kg	5.75	4.55	5.0

^{1/} Soya Integral Cocida en agua a 100° C por 35 minutos y secada al sol.

Fuente: Portela et al. (1990). Sin publicar.

30.5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AVILA, P.; PORTELA, R.; RESTREPO, C.; TANNER, H. 1988. Utilización de arroz paddy con harina de yuca o mogolla de trigo en combinación de torta de soya o soya integral cocida en cerdos de levante-ceba. Rev. Porcicultura Colombiana. No. 121: 18-19.
2. BUITRAGO, J. Esquemas nutricionales para el desarrollo de programas porcinos en algunas regiones del trópico latinoamericano. ASA. México A.N. No. 44.
3. BUITRAGO, J.; PORTELA, R.; JIMENEZ, I. 1977. Semilla y torta de soya en alimentación de cerdos. Instituto Colombiano Agropecuario Centro Internacional de Agricultura Tropical. Serie ES-24. Cali, Colombia. 32 p.
4. LOPEZ, A.; PORTELA, R. 1985. Utilización de soya integral cocida y arroz paddy en la alimentación de cerdos de levante-ceba. En: III Congreso Nacional de Porcicultores (memorias). Abril 17, 18 y 19 de 1985. Medellín, Colombia.
5. LOPEZ, A.; PORTELA, R. 1986. Utilización de arroz paddy y soya integral cocida y tostada en la alimentación de cerdos de levante-ceba. En: XV Congreso Nacional de Medicina Veterinaria y Zootecnia (memorias). Octubre 8 al 12 de 1986. Bucaramanga. 149 p.
6. LOPEZ, A.; PORTELA, R.; AVILA, P.; YARURO, M.L.; FIGUEROA, F. 1987. Utilización de harina de yuca y soya integral en dietas con dos formas de presentación para lechones de prelevante. En: IV Congreso Nacional de Asociación Colombiana de Porcicultores. Bogotá, julio de 1988. Memorias.

7. PORTELA, R.; LOPEZ, A. Utilización de niveles altos de melaza (agua-miel) más soya integral cocida en la alimentación de cerdas en gestación. En: XV Congreso Nacional de Medicina Veterinaria y Zootecnia (memorias). Octubre 8 al 12 de 1986. Bucaramanga. 149 p.
8. PORTELA, R.; AVILA, P.; LOPEZ, A.; MEZA, J.H. 1987. Arroz paddy, melaza o harina de yuca con grano de soya en la alimentación porcina. Instituto Colombiano Agropecuario, Palmira.
9. PORTELA, R.; AVILA, P.; PELAEZ, E.F.; COTE, J. CH. 1988. Arroz paddy y soya integral cocida en dietas para lechones de prelevante. Rev. Porcicultura Colombiana. No. 12: 20-21.
10. PORTELA, R.; AVILA, P.; ORDOÑEZ, M.; MAZARIEGOS, M.C. 1988. Harina de yuca y soya integral cocida en dietas para lechones de prelevante. En: I Simposio Nacional sobre Investigación en Porcicultura. Medellín (Colombia), junio 29 y 30. Memorias.

PUBLICACION DEL I.C.A.

Código: 05 - 3.1 - 060 - 94.
Revisión: I.A. Ph.D. Guillermo Riveros R.
I.A. Ph.D. Juan Jaramillo Vásquez
Edición: I.A. M.Sc. Octavio Cardona García
Arte: A.T. James Peñaloza Acosta
Texto: Sra. Laura Ruth Cortés Hurtado
Impresión: Unidad de Impresión ICA - PASTO
Libardo González - Oscar Cabrera
