

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

La preparación de suelo y el combate de insectos en frijol (Phaseolus vulgaris (L) y caupí (Vigna unguiculata (L) Walp) solos y asociados con maíz (Zea mays L)

Tesis sometida a la consideración de la comisión del Programa Conjunto de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

POR

JUAN E. MORA MONTERO

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE PRODUCCION VEGETAL
TURRIALBA, COSTA RICA

1983

DEDICATORIA

A mi esposa Xinia

A mi hija Tania

A mis padres

A mis hermanos

AGRADECIMIENTO

Quiero dejar constancia mi agradecimiento sincero al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, por la oportunidad que me brindó para llevar a feliz término mis estudios de maestría.

Al Dr. Joseph Saunders director de este proyecto, por el apoyo que en todo momento supo dispensarme.

A los señores miembros del Tribunal calificador que participaron en la revisión de este trabajo; Dr. Carlos Burgos, Dr. Pedro Oñoro y Dr. Richard Hawkins.

Al Dr. Alvaro Cordero Coordinador del Sistema de Estudios de Posgrado por su interés y apoyo a lo largo de la carrera.

Al personal del Departamento de Producción vegetal por su desinteresada colaboración en todo momento.

Al personal del Centro de Cómputo por su amplia ayuda en el análisis estadístico.

Al personal de campo, sin cuya, participación este trabajo hubiera sido prácticamente imposible.

A todas aquellas personas que tuvieron participación directa e indirecta en este proyecto, o en la formación profesional de mi persona, que por ser muchos no menciono individualmente, pero a quienes les estaré eternamente agradecidos, a todos ellos, Gracias.

BIOGRAFIA

El autor nació el 31 de enero de 1956 en San Isidro de Pérez Zeledón. Sus dos primeros años de escuela los realizó en la Escuela de Bijagual de Buenos Aires, Puntarenas; los dos siguientes años los cursó en la Escuela Fernando Valverde Vega de General Viejo de Pérez Zeledón, el quinto año en la escuela de Paraíso de Buenos Aires y el sexto año, en la escuela Doce de Marzo de San Isidro de Pérez Zeledón.


El primer año de colegio lo efectuó en el Colegio Seráfico San Francisco, de Cartago; trasladándose luego al Liceo Unesco de Pérez Zeledón donde se graduó en 1974. De agosto de 1973 a julio de 1974 viajó con una beca a los Estados Unidos donde obtuvo el "High School" en el Colegio: Illiopolis High School.


Los estudios universitarios los realizó en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, egresando en julio de 1980 con el título de Bachiller.

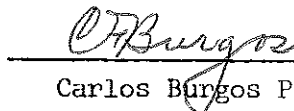
De agosto de 1980 a febrero de 1981 laboró en el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) como fitotecnista en el Proyecto de Planificación Integral de fincas de Colegios Agropecuarios.


En marzo de 1981, ingresó al Programa de Producción Vegetal del Sistema de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto Universidad de Costa Rica - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR - CATIE), Turrialba, Costa Rica, donde obtuvo el título de Magister Scientiae en Diciembre de 1983.


ESTA TESIS FUE ACEPTADA POR LA COMISION DEL PROGRAMA DE ESTUDIÓS DE POS-GRADO EN CIENCIAS AGRICOLAS Y RECURSOS NATURALES DE LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA.

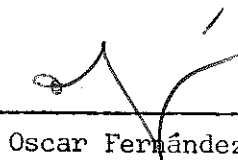
 Profesor Consejero
Joseph Saunders Ph. D.


 Miembro del Comité
Richard Hawkins Ph. D.

 Miembro del Comité
Carlos Burgos Ph. D.

 Miembro del Comité
Pedro Oñoro Ph. D.

 Director del Programa
de Estudios de Pos-
grado de Ciencias
Agrícolas y Recursos
Naturales
Alvaro Cordero Ph. D.

 Decano del Sistema
de Estudios de Pos-
grado de la Univer-
sidad de Costa Rica
Oscar Fernández Dr. Sc.

 Candidato a Magister Scientae
Juan E. Mora Montero

INDICE

	<u>Página</u>
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Biografía	iv
Hoja de aprobación	v
Indice	vi
Resumen en español	viii
Resumen en inglés	x
Lista de cuadros	xii
Lista de figuras	xv
Lista de abreviaturas	xvii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Sistemas de cultivo	4
2.2. El rendimiento de maíz y frijol en asociación	4
2.3. La incidencia de enfermedades en cultivos asociados	8
2.4. La incidencia de plagas en los sistemas de cultivo	10
2.5. Combate de plagas en el rendimiento de los cultivos	14
2.6. Labranza del suelo	16
2.7. Labranza del suelo y la incidencia de plagas	17
2.7.1. Plagas de suelo	17
2.7.2. Plagas de follaje	19
2.8. Labranza del suelo y la incidencia de enfermedades	20
2.9. Labranza del suelo y la incidencia de malezas	21
2.10. Efecto de la labranza en las propiedades físico-químicas del suelo	23
2.10.1. Propiedades físicas	23
2.10.2. Propiedades químicas	25
2.11. Efecto de la labranza en el rendimiento de los cultivos	26

	<u>Página</u>
3. MATERIALES Y METODOS	29
3.1. Localización del experimento	29
3.2. Arreglo cronológico de los cultivos	29
3.3. Descripción de los tratamientos	30
3.4. Plano de campo	31
3.5. Arreglo espacial de los cultivos	31
3.6. Descripción del diseño experimental	31
3.7. Análisis de varianza	32
3.8. Cultivos variedades, distancia de siembra y población	32
3.9. Fertilización	33
3.10. Combate de malezas	33
3.11. Variables evaluadas	33
3.12. Análisis estadístico	35
4. RESULTADOS Y DISCUSION	36
4.1. Resultados y discusión del primer ciclo	36
4.2. Resultados y discusión del segundo ciclo	50
4.3. Resultados y discusión del tercer ciclo	63
4.4. Resultados y discusión del análisis combinado de los tres ciclos	77
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
5.1. Conclusiones	86
5.2. Recomendaciones	88
Literatura	90
Anexos	99

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la Estación Experimental del CATIE, Turrialba. Se llevó a cabo tres ciclos de siembra con los mismos tratamientos con la única diferencia de que el segundo ciclo se sembró caupí en lugar de frijol común. Sus objetivos eran determinar el efecto de los métodos de labranza (Cero labranza y labranza convencional), el sistema de cultivo (frijol solo y asociado con maíz) y los métodos de combate de plagas (sin combate, aplicación de insecticida al suelo, insecticida al follaje e insecticida al suelo y follaje) y la interacción en la incidencia de plagas, propiedades físicas del suelo, incidencia de enfermedades, y el rendimiento tanto de maíz como de frijol.

Durante el primer ciclo se observó diferencia entre los tipos labranza en las siguientes variables de frijol: altura de plantas, porcentaje de hojas infectadas por roya, humedad de suelo, resistencia a la penetración a 0 y 10 cm de profundidad, peso de 100 granos y rendimiento de frijol. Hubo diferencia estadística entre los sistemas de cultivo y método de combate de plagas en las siguientes variables de frijol: porcentaje de plantas atacadas por crisomélidos 15 y 25 días después de la siembra (DDS), porcentaje de hojas infectadas por roya, severidad de la roya y rendimiento de frijol; e interacción de los tratamientos en las variables de frijol: porcentaje de plantas atacadas por insectos 25 DDS y rendimiento de frijol.

En las variables de maíz se encontró diferencia entre los métodos de labranza en las variables: altura de plantas, porcentaje de plantas colonizadas por cogollero 30 DDS, peso de follaje, peso de elotes, número de elotes, y peso de biomasa aérea. Se encontró diferencia entre los métodos de combate de plagas en las variables: porcentaje de plantas atacadas por crisomélidos 15 DDS, porcentaje de plantas colonizadas por cogollero 40 DDS; y no se encontró interacción de los tratamientos.

En el segundo ciclo se encontró diferencia entre los tipos de labranza en las siguientes variables de caupí: número de plantas, porcentaje de plantas atacadas por crisomélidos 25 DDS, porcentaje de plantas infectadas por virosis, porcentaje de humedad del suelo y resistencia a la penetración a 10 cm de profundidad; diferencia entre los métodos de combate de plagas y

sistemas de cultivo en las siguientes variables de caupí: altura de plantas, porcentaje de plantas atacadas por crisomélidos 15 y 25 DDS y porcentaje de plantas infectadas por virosis; no se encontró interacción de los tratamientos con respecto a las variables de caupí.

También se observó diferencia entre los métodos de labranza en el número de plantas de maíz; se encontró diferencias entre métodos de combate de plagas en las variables: altura de plantas, porcentaje de plantas atacadas por crisomélidos 15 DDS, rendimiento comercial y total de maíz y número de mazorcas.

En el tercer ciclo se obtuvo diferencia entre los tipos de labranza en las siguientes variables de frijol: porcentaje de humedad del suelo, resistencia a la penetración a 0 y 10 cm de profundidad y número de nódulos en plantas de frijol; se encontró diferencias entre los sistemas de cultivo y métodos de combate de plagas en las siguientes variables: número de plantas, altura de plantas, porcentaje de plantas atacadas por crisomélidos 15 DDS y rendimiento de grano seco. Se encontró interacción de las siguientes variables: número de plantas de frijol y resistencia a la penetración a 10 cm de profundidad.

Con respecto a las variables estudiadas en maíz se encontró diferencias entre los métodos de labranza en: el porcentaje de plantas atacadas por crisomélidos 15 DDS, altura de plantas, peso de follaje, peso de elotes, número de elotes y peso de biomasa. Sólo se obtuvo diferencias entre los métodos de combate de plagas en las variables: peso de follaje, peso de elotes, número de elotes y peso de biomasa. No se encontró interacción de los tratamientos en ninguna de las variables.

El análisis combinado de los datos de los tres ciclos mostró un efecto consistente de menor población de frijol en cero labranza comparado con labranza convencional; una mayor altura de plantas de frijol o caupí en los sistemas asociados con maíz; un mayor ataque de plagas de follaje 15 DDS en cero labranza; un mejor control de plagas de follaje 15 DDS y 25 DDS con la aplicación de insecticida al suelo y al follaje; mayor resistencia a la penetración tanto a 0 como a 10 cm de profundidad en cero labranza; mayor altura de plantas de maíz en cero labranza, mayor ataque de cogollero en cero labranza; y mejor combate del cogollero con la aplicación de carbofuran al suelo.

SUMMARY

This study was carried out at the Experimental Station of the Tropical Agricultural Research and Training Center (CATIE). The experiment was repeated three times with the same treatments, and the only difference occurred in the second cycle of sowing in which the common bean was substituted for cowpea. Its objectives were to determine the effects of two tillage methods (zero and conventional tillage); two crop systems (beans alone and associated with corn); four methods of pest combat (without combat, insecticide at the sowing time, insecticide applied to the foliage and insecticide at the sowing time plus insecticide to the foliage); and the interaction of the three factors in the incidence of pests, soil physical properties, disease incidence, and yield of beans and corn.

In the first cycle there was difference between the tillage methods in the following bean variables: plant height, percentage of leaves infected by rust, soil humidity, penetration resistance at 0 and 10 cm depth, weight of 100 grains, and yield. There was statistic difference among crop systems and methods of pest combat in the following bean variables: percentage of plant attacked by insects 15 and 25 days after planting (DAP), percentage of leaves infected by rust, severity of rust infection, and yield. There was interaction in the bean variables: percentage of plants attacked by insects 25 DAP and yield.

In the corn variables there was difference between the tillage methods in: plant height, percentage of plants attacked by the fall armyworm 30 DAP, foliage weight, weight of ear of green maize, number of ears, and weight of total production. There was difference between the methods of pest combat in the variables: percentage of plants attacked by insects 15 DAP, percentage of plants colonized by the fall armyworm 40 DAP; and there was no interaction.

In the second cycle there was difference between the tillage methods in the following variables of cowpea: plant number, percentage of plants attacked by insects 25 DAP, percentage of plants infected by virus, percentage of soil humidity and penetration resistance at 10 cm depth; moreover, there was difference among the methods of pest combat and crop systems in the cowpea variables; plant height, percentage of plants attacked by insects 15 and 25 DAP, and per-

centage of plants infected by virus; there was no interaction in none cowpea variable. It was observed difference between the tillage methods in the number of plants of corn; there was difference among the methods of pest combat in the corn variables: plant height, percentage of plants attacked by insects 15 DAP, number of ears, and comercial and total yield.

In the third cycle there was difference between the tillage methods in the following bean variables: percentage of soil humidity, penetration resistance at 0 and 10 cm depth, and number of nodules; it was found differences among the crop systems and pest combat methods in: plant number, plant height, percentage of plants attacked by insects 15 DAP and yield; there was interaction in: plant number and penetration resistance at 10 cm depth.

In relation to corn, there was difference between the tillage methods in: percentage of plants attacked by insect 15 DAP, plant height, ear number, foliage weight, ear of green maize weight, and total weight; among the methods of pest combat, there was differences in the variables: ear number, foliage weight, ear of green maize weight, and total weight; there was no interaction in none of the variables.

The combined analysis of the three cycles showed an uniform effect of less bean population in cero tillage than in conventional tillage; higher plants of beans in the bean + corn association than in the bean monoculture; a greater attacked on insects in cero tillage than in conventional tillage, a better pest combat 15 y 25 DAP with the application insecticide at the sowing time plus insecticide to the foliage, greater penetration resistance at 0 and 10 cm depth in cero tillage than in conventional tillage, higher plants of corn in cero tillage than in conventional tillage, greater attacked of fall armyworm in cero tillage than in conventional tillage, and better pest combat of fall armyworm with the application of carbofuran to the soil than the others treatments.

LISTA DE CUADROS

<u>No.</u>		<u>Página</u>
1.	Descripción de los tratamientos	30
2.	Análisis de varianza	32
3.	Efecto de los métodos de labranza en las variables de frijol. Primer ciclo	37
4.	Efecto de los métodos de labranza en las variables de maíz. Primer ciclo	37
5.	Efecto de los sistemas de cultivo y combate de plagas en las variables de frijol. Primer ciclo	38
6.	Efecto de los métodos de labranza, sistemas de cultivo y combate de plagas en las variables de frijol. Primer ciclo	41
7.	Efecto del combate de plagas en las variables de maíz. Primer ciclo	47
8.	Efecto de los métodos de labranza en las variables de caupí. Segundo ciclo	51
9.	Efecto de los métodos de labranza en las variables de maíz. Segundo ciclo	51
10.	Efecto de los sistemas de cultivo y combate de plagas en las variables de caupí. Segundo ciclo	52
11.	Efecto de los métodos de labranza, sistemas de cultivo y combate de plagas en las variables de caupí. Segundo ciclo	58
12.	Efecto del combate de plagas en las variables de maíz. Segundo ciclo.	60
13.	Efecto de los métodos de la labranza en las variables de frijol. Tercer ciclo	64
14.	Efecto de los métodos de labranza en las variables de maíz. Tercer ciclo.	64
15.	Efecto de los sistemas de cultivo y combate de plagas en las variables de frijol. Tercer ciclo	65
16.	Efecto de los métodos de labranza, sistemas de cultivo y combate de plagas en las variables de frijol. Tercer ciclo	66
17.	Efecto del combate de plagas en las variables de maíz. Tercer ciclo	74
18.	Efecto de los métodos de labranza en las variables de frijol. Análisis combinado de los tres ciclos	78

No.		<u>Página</u>
19.	Efecto de los métodos de labranza en las variables de maíz. Análisis combinado de los tres ciclos	78
20.	Efecto de los sistemas de cultivo y combate de plagas en las variables de frijol. Análisis combinado de los tres ciclos	79
21.	Efecto de los métodos de labranza, sistemas de cultivo y combate de plagas en las variables de frijol. Análisis combinado de los tres ciclos	80
22.	Efecto del combate de plagas en las variables de maíz. Análisis combinado de los tres ciclos	81
23.	Efecto de los ciclos de siembra en las variables de frijol. Análisis combinado de los tres ciclos	81
24.	Efecto de los ciclos de siembra en las variables de maíz. Análisis combinado de los tres ciclos.	82

ANEXOS

<u>No.</u>		<u>Página</u>
A1.	Suma de cuadrados y niveles de significancia de las variables de frijol. Primer ciclo	100
A2.	Suma de cuadrados y niveles de significancia para las variables de maíz. Primer ciclo	101
A3.	Suma de cuadrados y niveles de significancia de las variables de caupí. Segundo ciclo	102
A4.	Suma de cuadrados y niveles de significancia de las variables de maíz. Segundo ciclo	103
A5.	Suma de cuadrados y niveles de significancia de las variables de frijol. Tercer ciclo	104
A6.	Suma de cuadrados y niveles de significancia de las variables de maíz. Tercer ciclo	105
A7.	Suma de cuadrados y niveles de significancia de las variables de frijol. Análisis combinado de los tres ciclos	106
A8.	Suma de cuadrados y niveles de significancia de las variables de maíz. Análisis combinado de los tres ciclos	107
A9.	Efecto de los métodos de labranza y combate de plagas en las variables de maíz. Primer ciclo	108
A10.	Efecto de los métodos de labranza y combate de plagas en las variables de maíz. Segundo ciclo	109
A11.	Efecto de los métodos de labranza y combate de plagas en las variables de maíz. Tercer ciclo	110
A12.	Efecto de los métodos de labranza y combate de plagas en las variables de maíz. Análisis combinado de los tres ciclos	111
A13.	Precipitación diaria de 1982 de la estación Turrialba	112
A14.	Determinación del balance hídrico de 1982 para Turrialba, según los datos meteorológicos de la estación del CATIE.	113

LISTA DE FIGURAS

<u>No.</u>	<u>Página</u>
1. Arreglo cronológico de los cultivos	30
2. Efecto de los sistemas de cultivos y combate de plagas en el porcentaje de plantas de frijol atacadas por crisomélidos 15 DDS. Primer ciclo	39
3. Efecto de los sistemas de cultivo y combate de plagas en el porcentaje de plantas de frijol atacadas por crisomélidos 25 DDS. Primer ciclo	39
4. Efecto de los sistemas de cultivo y combate de plagas en el rendimiento de frijol. Primer ciclo	44
5. Efecto del combate de plagas en el porcentaje de plantas de maíz dañadas por crisomélidos 15 DDS. Primer ciclo	44
6. Efecto del control de plagas en el porcentaje de plantas de maíz atacadas por cogollero 30 DDS. Primer ciclo	48
7. Efecto del combate de plagas en el porcentaje de plantas de maíz atacadas por cogollero 40 DDS. Primer ciclo	48
8. Efecto de los sistemas de cultivo y combate de insectos en el porcentaje de plantas de caupí atacadas por crisomélidos 15 DDS. Segundo ciclo	54
9. Efecto de los sistemas de cultivo y combate de plagas en el porcentaje de plantas de caupí atacadas por crisomélidos 25 DDS.	54
10. Efecto de los sistemas de cultivo y combate de plagas en el porcentaje de plantas infectadas por virosis 20 DDS. Segundo ciclo	55
11. Efecto del combate de plagas en el porcentaje de plantas de maíz atacadas por crisomélidos 15 DDS. Segundo ciclo	55
12. Efecto del combate de plagas en la altura de plantas de maíz Segundo ciclo	61

Continuación..

<u>No.</u>		<u>Página</u>
13.	Efecto del combate de plagas en el rendimiento total de maíz en grano al 14% de humedad. Segundo ciclo	61
14.	Efecto de los sistemas de cultivo y combate de plagas en el número de plantas de frijol. Tercer ciclo	67
15.	Efecto de los sistemas de cultivo y combate de plagas en la altura de plantas de frijol. Tercer ciclo	67
16.	Efecto de los sistemas de cultivo y combate de plagas en el porcentaje de plantas de frijol atacadas por crisomélidos 14 DDS. Tercer ciclo	69
17.	Efecto de los sistemas de cultivo y combate de plagas en el rendimiento de frijol.	69
18.	Efecto del combate de plagas en el número de elotes	75
19.	Efecto del combate de insectos en el peso de follaje + elotes	75

ANEXOS

A1.	Plano de campo	114
A2.	Balance hídrico	115

LISTA DE ABREVIATURAS

- ALTPLF: Altura de plantas de frijol
ALTPLM: Altura de plantas de maíz
IS : Aplicación de insecticidas al suelo, a la siembra (carbofuran)
SI : Sin insecticida
IF : Aplicación de insecticida al follaje
ISF : Aplicación de insecticida al suelo y al follaje
CL : Cero labranza
LC : Labranza convencional
F : Frijol
F + M : Frijol y maíz asociados
I1PF : Porcentaje de plantas de frijol o caupí atacadas por plagas de follaje en 15 DDS.
I2PF : Porcentaje de plantas de frijol o caupí atacadas por plagas de follaje en 25 DDS.
I3PF : Porcentaje de plantas de frijol o caupí infectadas por enfermedades.
SEVERF: Severidad de roya en frijol
HUMF : Porcentaje de humedad en el suelo
RES 0 : Resistencia a la penetración en la superficie del suelo
RES 10: Resistencia a la penetración a 10 cm. de profundidad
POBMAIZ: Número de plantas de maíz por parcela
I1PM : Porcentaje de plantas de maíz atacadas por plagas de follaje 15 DDS
I2PM : Porcentaje de plantas de maíz atacadas por cogollero 30 DDS.
I3PM : Porcentaje de plantas de maíz atacadas por cogollero 40 DDS.
Peso folm: Peso del follaje de maíz en Kg/parcela
Pelotes : Peso de elotes de maíz en Kg/parcela
Rend Maíz: Peso de follaje más peso de elotes en Kg/parcela
Nelotes : Número de elotes por parcela
DDS : Días después de la siembra
P100 GRF : Peso de 100 gramos de frijol
RENFRIJ : Rendimiento de frijol