

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EFFECTO DE EPOCAS RELATIVAS DE SIEMBRA DE LA SOYA  
(GLYCINE MAX (L.) MER.) EN MONOCULTIVO Y ASOCIADA  
CON MAIZ (ZEA MAYS L.) SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y  
CALIDAD DE LA SEMILLA DE AMBOS CULTIVOS

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

**JEAN RENE BOSSA**

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza  
Departamento de Producción Vegetal  
Turrialba, Costa Rica  
1987

## DEDICATORIA

-A Dios, por guiarme espiritualmente en todas mis decisiones.

-A mis padres; Anita y Maurice, hermanos, familiares y amigos sinceros por el apoyo moral que me brindaron.

-A Haití, mi querido país.

-A todos los pueblos que luchan incansablemente para un mañana mejor.

## AGRADECIMIENTOS

Deseo dejar constancia de mi agradecimiento a las siguientes instituciones y personas que hicieron posible la realización de mis estudios.

Gobierno Británico, Ministerio de Agricultura, ODVA, FANV, IICA de Haití, por el apoyo económico y moral que me permitió llevar a cabo mis estudios.

Dr. José Fargas, M. Sc. José Arze, Dr. Donald Kass, Dr. Herbert Fromberg y Dr. Ferreira, por la orientación científica que le brindaron a este trabajo.

Personal de laboratorio y de campo de Producción Vegetal y la Estación Experimental La Montaña por el apoyo técnico proporcionado al trabajo de tesis.

A las secretarias, Felicia, Ana Ligia, Urbana, Mayela por el apoyo mecanográfico que le dieron al texto.

Jorge Arce, Franklin Herrera, Lionel Isaac, Leopoldo Gómez, Eladio Guerrero, Gerardo Martínez, Juan Bautista, Gustavo López por su colaboración incondicional y oportuna.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza y la Universidad de Costa Rica por permitirme realizar mis estudios de posgrado.

A todas aquellas personas que de una manera u otra me brindaron colaboración y amistad en Costa Rica

## BIOGRAFIA

El autor nació en Cayes; Sur de Haití, cursó estudios primarios en la Escuela Dumarsais Estimé de su ciudad natal, y secundarios en los liceos de Port-au-Prince.

Ingresó a la Facultad de Agronomía y Medicina Veterinaria (FAMV) de la Universidad del Estado de Haití y obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo en 1979.

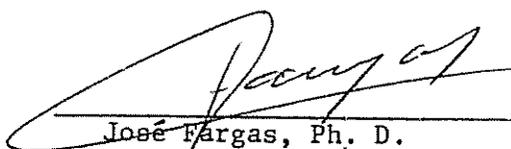
Desde 1979 y hasta la fecha trabaja para el Organismo de Desarrollo del Valle de Artibonite (ODVA).

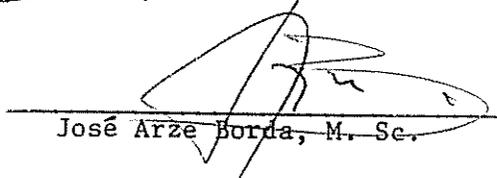
En abril de 1985 ingresó como estudiante graduado al Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR-CATIE), para obtener el grado de Magister Scientiae en Producción Vegetal en marzo de 1987.

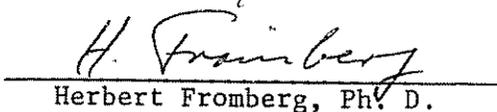
Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito parcial para optar al grado de:

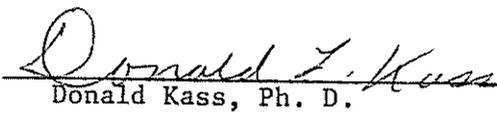
Magister Scientiae

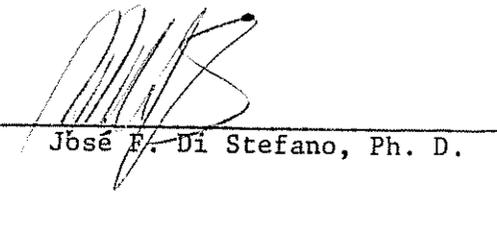
Comité Asesor:

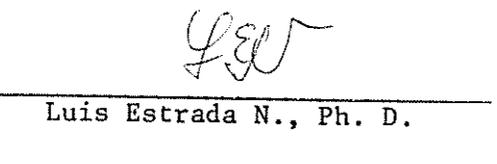
  
\_\_\_\_\_  
José Fargas, Ph. D.                      Profesor Consejero

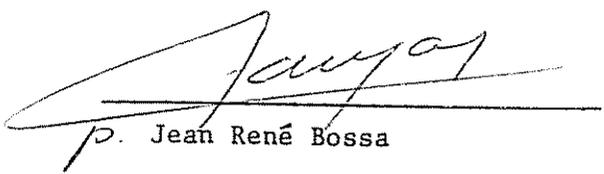
  
\_\_\_\_\_  
José Arze Borda, M. Sc.                      Miembro Comité Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Herbert Fromberg, Ph. D.                      Miembro Comité Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Donald Kass, Ph. D.                      Miembro Comité Asesor

  
\_\_\_\_\_  
José F. Di Stefano, Ph. D.                      Director Programa Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, UCR-CATIE.

  
\_\_\_\_\_  
Luis Estrada N., Ph. D.                      Decano Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica

  
\_\_\_\_\_  
p. Jean René Bossa                      Candidato

## CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	viii
SUMMARY.....	x
RESUME.....	xii
LISTA DE CUADROS.....	xiv
LISTA DE FIGURAS.....	xvi
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Epoca de siembra.....	3
2.2 Asociación de cultivos.....	7
2.2.1 Efecto de la asociación sobre el maíz.....	10
2.2.2 Efecto de la asociación sobre la soya.....	13
2.3 Calidad de la semilla.....	18
2.3.1 Epoca de cosecha.....	18
2.3.2 Estación de producción.....	19
2.3.3 Vigor de la semilla.....	21
2.3.3.1 Pruebas de vigor.....	23
3. MATERIALES Y METODOS.....	29
3.1 Localización y características del suelo y clima.....	29
3.2 Establecimiento del experimento.....	29
3.2.1 Especies y cultivares usados.....	29
3.2.2 Tratamientos.....	29
3.2.3 Diseño experimental y descripción de la unidad experimental.....	30
3.2.4 Preparación del terreno y siembra.....	33
3.2.5 Fertilización.....	35
3.2.6 Control fitosanitario.....	35
3.2.7 Control de malezas.....	37
3.2.8 Doblado y cosecha.....	37
3.3 Recolección de la información.....	37
3.3.1 Características biológicas y de evaluación de la calidad de la semilla de los cultivos.....	37

	Página
A) Variables de respuesta en maíz.....	37
B) Descripción de métodos.....	39
C) Variables de respuesta en soya.....	42
D) Descripción de métodos.....	43
3.4 Análisis estadísticos.....	46
4. RESULTADOS.....	50
4.1 Condiciones climáticas.....	50
4.2 Aspectos generales de los cultivos.....	52
4.3 Efecto de épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre las características de la soya en monocultivo y asociación.....	52
4.3.1 Características agronómicas.....	53
4.3.2 Características físico-químicas.....	70
4.3.3 Estimadores de calidad de la semilla de soya.....	80
4.4 Efecto de las épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre las características del maíz.....	91
4.4.1 Características agronómicas.....	91
4.4.2 Características físico-químicas y estimadores de la calidad de la semilla de maíz.....	96
5. DISCUSION.....	99
6. CONCLUSIONES.....	108
7. RECOMENDACIONES.....	110
8. LITERATURA CITADA.....	111
9. APENDICE.....	119

Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya (Glycine max (L) Merr.) en monocultivo y asociada con maíz (Zea mayz L.) sobre la productividad y calidad de la semilla de ambos cultivos.

Palabras claves: soya, maíz, rendimiento, semilla, vigor, época de siembra.

## RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en el período de enero a noviembre de 1986, en las instalaciones del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. Su objetivo fue: determinar el efecto de cuatro épocas relativas de siembra de la soya, en monocultivo y asociada con maíz, sobre la productividad y la calidad de la semilla producida. La productividad se determinó en campo, mientras que la calidad de la semilla se evaluó en laboratorio, según un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Se encontró que la siembra tardía redujo en la soya, el número de hojas por planta, el número de vainas por planta, la producción de biomasa por planta y el rendimiento de semilla. Esta merma fue más marcada en asociación con maíz que en monocultivo.

Tanto en monocultivo como en asociación, la altura de la soya, y el contenido de grasa de la semilla tendieron a aumentarse con la siembra tardía mientras que disminuyeron el contenido de cenizas y de carbohidratos.

El vigor de la semilla de soya tendió a bajar con la siembra tardía. Así, todas las pruebas utilizadas demostraron de manera consistente que

la tercera siembra de soya produjo semillas de menor vigor. "

El maíz no fue afectado de manera significitiva por la asociación con las diferentes épocas de siembra de la soya. Sin embargo, se notó la tendencia en la asociación del maíz con las primeras épocas de siembra de soya, de producir más semillas por mazorca, biomasa y de tener sus semillas con mayor porcentaje de germinación que en las demás asociaciones.

En maíz, el rendimiento de semillas secas, el peso de 100 semillas, el porcentaje de semillas viables, y el vigor casi no se alteraron con las diferentes épocas de asociación, mientras que el monocultivo produjo más proteínas que la asociación con las diferentes épocas de siembra de la soya, pero a un nivel estadístico no significativo.

Effect of different relative planting date of soybean (Glycine max. (L) Merr.) in monoculture and associated with maize (Zea mayz L.) on the productivity and seed quality of both crops.

Key words: soybean, maize, yield, seed, vigor, planting date.

#### SUMMARY

The present research was carried out from January to November, 1986, in the experimental fields and laboratories of CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), in Turrialba, Costa Rica. The objective was to determine the effect of four different relative planting dates of soybean, in monoculture and associated with maize, on yield, yield components, and seed quality of both crops. Yields and yield components were determined in the field while seed quality was evaluated in the laboratory, using a randomized complete block design with four replicates.

Later planting was found to reduce leaf number per plant, pod number per plant, biomass production, and grain yield in soybean; these effects were more notable when the soybean was associated with maize than in monoculture.

In both monoculture and association, plant height and seed oil content tended to increase in soybean with later planting date while ash and carbohydrate content decreased.

Soybean seed vigor tended to decrease with later planting. For all of the means used to determine seed vigor, it was consistently shown

that the third planting date (soybean planted 30 days after maize) produced seed of the lowest vigor.

The maize was not affected significantly by association with soybean at different planting dates of the latter. Nevertheless, there was a tendency for maize associated with soybean planted at the earlier planting dates (30 days before or simultaneously with maize planting) to produce more grains per ear, higher total biomass, and seed with higher germination.

In maize, grain yield, weight of 100 seeds, percentage of viable seeds, and seed vigor were practically unaffected by different dates of planting of the associated soybeans. Monoculture produced a higher protein yield than the association with soybean at different planting dates, but this difference did not attain statistical significance.

Effet des époques relatives de semis du soya (Glycine max (L) Merr.) en monoculture et en association avec le maïs (Zea mays L.), sur la productivité et la qualité de ses semences.

Mots clés: soya, maïs, rendement, semence, vigueur, époque de semis.

## RESUME

La présente étude s'est réalisé a Costa Rica, au cours de la période de Janvier à Novembre 1986, dans les installations du Centre d'Agronomie Tropical de Recherche et d'Enseignement (CAITIE). L'objective de cette recherche a été de déterminer l'impact de quatre époques relatives de semis du soya en monoculture et en association avec le maïs sur la productivité et la qualité de ses semences. On a évalué la productivité et la qualité des semences, selon la technique expérimentale de bloc complet au hasard.

On a rencontré que le semis tardif réduisait le nombre de feuilles, de gousses, la production de matière sèche par plante et le rendement du soya. Son association avec le maïs a augmenté cette tendance.

En monoculture et en association, la hauteur des plantes et sa teneur en huile ont augmenté, tandis que le contenu de cendre et de carbohydrate, ont été réduits. Il en est de même de la vigueur de la semence de soya. Ainsi toutes les méthodes utilisées dans la détermination de la vigueur ont - elle indiqué que la troisième époque de semis produisaient des semences peu vigoureuse.

Le maïs n' a pas été statistiquement affecté par les différentes époques de semis du soya. Cepen dant on a décelé la tendance de la

association du maïz avec les premières époques de semis de soya, a produire plus, de semences par épi, de matière sèche par plante et un plus élevé pouvoir germinatif.

Le rendement, le poids de 100 semences, la viabilité et la vigueur des semences de maïz n'ont pas été statistiquement affectés par les différentes époques d'association, tandis que la monoculture de maïz produisait des semences d'une teneur en protéine plus élevée qu' en association avec les différentes époques de semis du soya.

LISTA DE CUADROS

En el texto

Cuadro N°		Página
1	Ambito crítico de la determinación del vigor por conductividad eléctrica y su interpretación.....	26
2	Matriz de contrastes para determinar el efecto de los tratamientos en soya.....	48
3	Matriz de contrastes planeado para determinar el efecto de los tratamientos en maíz.....	49
4	Grados de libertad y suma de cuadrados de las características agronómicas de la soya sembrada en monocultivo y en asociación con maíz en cuatro épocas de siembra relativas al maíz.....	54
5	Resultados de contrastes para las características agronómicas de la soya producida en monocultivo y asociada con maíz en cuatro épocas de siembra.....	56
6	Grados de libertad y suma de cuadrados de las características físico-químicas de la soya sembrada sola y asociada con maíz en cuatro épocas de siembra relativas al maíz.....	71
7	Resultados de los contrastes de las características físico-químicas de la semilla de soya producida en cuatro épocas de siembra.....	74
8	Grados de libertad y suma de cuadrados de los estimadores de la calidad de la semilla de soya sembrada en monocultivo y en asociación con maíz en cuatro épocas de siembra relativas al maíz.....	81
9	Resultados de contrastes de los estimadores de la calidad de la semilla de soya producida en cuatro épocas de siembra.....	84
10	Resultados de contrastes de las características agronómicas del maíz producido en monocultivo y asociado con soya en cuatro épocas de siembra.....	95
11	Resultados de contrastes de las características físico-químicas y estimadores de la calidad de la semilla de maíz producida en asociación con cuatro épocas relativas de siembra de soya.....	102
12	Matriz de correlación para algunas características climáticas y componentes relevantes de la soya sembrada en cuatro épocas de siembra relativas al maíz.....	105

## Cuadro N°

1A	Características del suelo y clima del lugar donde se realizó el experimento.....	120
2A	Análisis del suelo al inicio del experimento.....	121
3A	Condiciones del tiempo durante el experimento.....	122
4A	Cronología de las principales actividades realizadas a través de el experimento con maíz y soya....	123
5A	Características agronómicas de la soya sembrada en monocultivo y en asociación con maíz en cuatro épocas de siembra relativas al maíz (datos promedio de cuatro repeticiones).....	125
6A	Características físico-químicas de las semillas de soya en monocultivo y asociadas con maíz en cuatro épocas de siembra relativas al maíz (datos promedio de cuatro repeticiones).....	126
7A	Estimadores de la calidad de la semilla de soya sembrada en monocultivo y asociación con maíz en cuatro épocas de siembra relativas al maíz (datos promedio de cuatro repeticiones).....	127
8A	Características agronómicas del maíz producido en monocultivo y en asociación con soya en cuatro épocas de siembra (datos promedio de cuatro repeticiones).....	128
9A	Características físico-químicas y estimadores de la calidad de la semilla de maíz producido en monocultivo y en asociación con cuatro épocas de siembra de soya (datos promedio de cuatro repeticiones)....	129
10A	Matriz de correlación para algunos componentes relevantes de la soya sembrada en cuatro épocas de siembra en monocultivo y en asociación con maíz.....	130
11A	Matriz de correlación para algunos componentes relevantes del maíz sembrado en monocultivo y asociado con cuatro épocas de siembra de la soya.....	131

## LISTA DE FIGURAS

En el texto

Figura N°		Página
1	Secuencia probable de eventos que caracterizan el deterioro de semillas, tomando de Delouche y Baskin (1975).....	22
2	Distribución espacial, área útil y de muestreo en monocultivo de maíz y soya.....	31
3	Distribución espacial, área útil de muestreo en la asociación maíz-soya.....	32
4	Sistema de siembra de la soya en asociación con maíz a la densidad de 250.000 plantas por ha en Turrialba, Costa Rica (representación simplificada de la soya)..	34
5	Sistema de siembra del monocultivo de maíz en hilera doble, Turrialba, Costa Rica.....	35
6	Relación entre disposición cronológica de los sistemas, el balance hídrico atmosférico y la temperatura promedio por décadas en Turrialba, Costa Rica, 1986..	51
7	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre la altura de la planta de soya, en monocultivo y asociación.....	55
8	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre el área foliar de la planta de soya en monocultivo y asociación.....	57
9	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre el número de hojas por planta de soya en monocultivo y asociación.....	59
10	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre el número de vainas por planta de soya en monocultivo y asociación con maíz.....	61
11	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativa a la del maíz sobre el número de semillas por vaina, en monocultivo y asociación.....	62
12	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre el número de diámetro basal de la soya, en monocultivo y asociaciones con maíz...	63

13	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre el número de plantas de soya cosechadas por parcela, en monocultivo y asociación.....	65
14	Efecto de cuatro épocas de siembra de soya relativas a la del maíz sobre la biomasa por planta de soya en monocultivo y asociación.....	67
15	Efecto de cuatro épocas de siembra de soya relativas a la del maíz sobre el rendimiento por hectárea de la soya en monocultivo y asociación.....	68
16	Efecto de cuatro épocas de siembra de soya relativas a la del maíz sobre el peso de cien semillas de soya en monocultivo y asociación.....	69
17	Efecto de cuatro épocas de siembra de soya relativas a la del maíz sobre el porcentaje de semillas enfermas de la soya en monocultivo y asociación.....	73
18	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre el porcentaje de proteínas de la soya en monocultivo y asociación.....	76
19	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre el porcentaje de aceite de soya en monocultivo y asociación.....	77
20	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre el porcentaje de cenizas de la semilla de soya en monocultivo y asociación.....	78
21	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre el porcentaje de carbohidratos de la semilla de soya en monocultivo y asociación.....	79
22	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre porcentaje de semillas viables de soya, en monocultivo y asociación.....	82
23	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre el porcentaje de germinación de la semilla de soya en monocultivo y asociación.....	83
24	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre el vigor de la soya, determinada por envejecimiento acelerado (E.A.) y porcentaje de germinación en monocultivo y asociación.....	86

25	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre el vigor de la semilla de soya determinado por estrés de metanol y conductividad eléctrica en monocultivo y asociación.....	87
26	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre el vigor de la semilla de soya, determinado por estrés de etanol y conductividad eléctrica, en monocultivo y asociación.....	89
27	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre el vigor de la soya, determinado por envejecimiento acelerado (E.A.) y conductividad eléctrica en monocultivo y asociación.....	90
28	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre el vigor de la semilla de soya determinado por conductividad eléctrica en monocultivo y asociación.....	92
29	Efecto de cuatro épocas de siembra de la soya relativas a la del maíz sobre la longitud del hipocótilo de la semilla de soya en monocultivo y asociación.....	93