

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**FACTIBILIDAD BIOECONOMICA DEL MANEJO INTENSIVO DEL MAIZ,
Zea mays L., PARA USO MULTIPLE COMO JILOTE, ELOTE,
GRANO Y FORRAJE, SEGUIDO DE FRIJOL,
Phaseolus vulgaris L., PARA USO TIERNO**

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

Tomás A. Montás D.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Departamento de Producción Vegetal
Turrialba, Costa Rica
1982

DEDICATORIA

A mamá y a papá

A Tilo, Francia y Francisquita, Norma, Ester,
Dinora, Lidia, Andrés, Rúsbel, Magú y Carlos

A mis familiares

Al hombre del campo

AGRADECIMIENTOS

Hago patente mi agradecimiento a los pueblos latinoamericanos que apoyan al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), por brindarme la oportunidad de realizar estudios de posgrado.

Al personal técnico del CATIE que contribuyó en mi formación académica.

A los miembros de mi Comité Asesor: Profesor Consejero Dr. José Fargas, y doctores Pedro Oñoro, Marcelino Avila y Alvaro Cordero. Muy especialmente al Dr. Pedro Oñoro, por su activa participación.

Al Dr. Miguel Holle, ex-Miembro de mi Comité Asesor, y a los ingenieros Myron Shenk y Danilo Pezo, por su amistad y colaboración.

Al personal del área experimental "La Montaña", principalmente a los señores Mario Quirós y José Mata; al del Laboratorio de Fisiología, en particular al Sr. Antonio Castro; y al del Centro de Cómputo, en especial al Sr. Gustavo López, por su espíritu de colaboración.

A los empleados del CATIE e IICA Francisco Solano, Rodolfo Arguedas, Fernando Vargas, Carlos Castillo, Cenobio García, Rigoberto Solano, Anabelle Mora y Flora López, por lo servicial en el desempeño de sus funciones.

Al personal que labora en el comedor del CATIE, por las atenciones y el cariño mostrado.

A la Srta. María Ester Fernández, por su linda amistad, y por su excelente y oportuno servicio mecanográfico. También a la Sra. Hilda Jiménez, por su ayuda mecanográfica.

A mis compañeros de estudio, especialmente a Marcial Erazo, Angel Paucar, Mayra Alfaro, Floria Bertsch, Edgar Martínez, Edmidlia Guzmán, Jesús Sánchez y Fanny Saavedra, por la hermandad que me brindaron y por la ayuda prestada en las actividades del trabajo de tesis. También agradezco a los ingenieros Nilson de Melo y César Garcés, por su colaboración.

A la familia Pérez Arias, por el calor familiar que me brindó durante mi estancia en Costa Rica.

Al Sr. Ramón Mella Mateo, al Ing. Leonardo Hernández Aragón y al Pbro. Manuel Chávez Mariscal, porque han sido para mí padres, amigos y hermanos.

El Autor.

BIOGRAFIA

El autor nació en 1949 en Cambita Garabito, San Cristóbal, República Dominicana.

De 1956 a 1962 cursó sus estudios primarios en la Escuela Cambita, en su pueblo natal. De 1962 a 1968 realizó su educación intermedia y secundaria en el Liceo Juan Pablo Duarte, en Santo Domingo. De 1969 a 1974 obtuvo su formación universitaria en la Escuela Superior de Agricultura de la Universidad Autónoma de Guerrero, en Iguala, Guerrero, México; donde se graduó de ingeniero agrónomo.

En 1972 obtuvo un certificado de Técnico Frutícola de la Escuela Nacional de Fruticultura, en México, D.F. En 1978 recibió un adiestramiento sobre Mejoramiento y Producción de Arroz, en el Centro Internacional de Agricultura Tropical, en Palmira, Colombia.

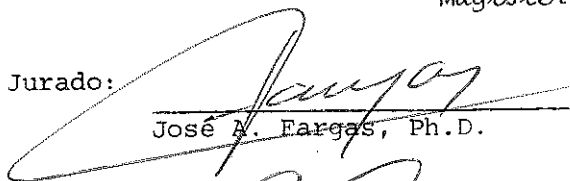
Desde 1974 hasta 1979 estuvo encargado del Programa de Investigación sobre Arroz en el Estado de Chiapas, México, en el Campo Agrícola Experimental Centro de Chiapas dependiente del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. En 1980 se vinculó como investigador del Departamento de Arroz, de la Secretaría de Estado de Agricultura en su país.

En 1980 ingresó al Programa Conjunto de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, donde se graduó de *Magister Scientiae* en 1982.

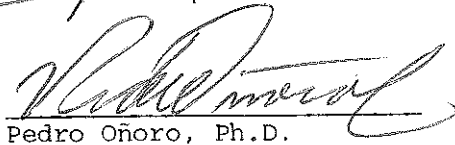
Esta tesis fue aceptada por la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

Jurado:


José A. Fargas, Ph.D.

Profesor Consejero


Pedro Oñoro, Ph.D.


Miembro del Comité



Marcelino Avila, Ph.D.

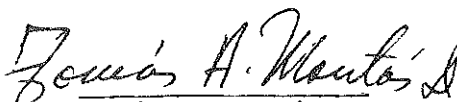
Miembro del Comité


Alvaro Cordero, Ph.D.

Miembro del Comité


Director del Programa de Estudios de Posgrado
en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, UCR/CATIE


Decano, Sistema de Estudios de Posgrado de la
Universidad de Costa Rica


Tomás A. Montás D.
Candidato

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN	xi
SUMMARY	xiii
RESUME	xv
LISTA DE CUADROS EN EL TEXTO	xvii
LISTA DE FIGURAS EN EL TEXTO	xx
LISTA DE CUADROS EN EL APENDICE	xxii
LISTA DE FIGURAS EN EL APENDICE	xxiii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Factores que afectan la producción y calidad del maíz	3
2.1.1. Fertilización	3
2.1.2. Densidad de población	3
2.1.3. Cultivares y momento de cosecha	4
2.2. Factores que afectan la producción y calidad en el frijol	5
2.2.1. Fertilización	5
2.2.2. Densidad de población y distancia de siembra	6
2.3. Efecto residual de los fertilizantes	6
2.4. El maíz en la alimentación	7
2.4.1. Alimentación humana	7
2.4.2. Alimentación animal	7
2.5. El frijol en la alimentación	8
2.5.1. Alimentación humana	8
2.5.2. Alimentación animal	8
2.6. Consideraciones económicas sobre el maíz	9
3. MATERIALES Y METODOS	10
3.1. Localización del experimento	10
3.2. Especies y cultivares	10
3.3. Tratamientos	10

3.4.	Diseño experimental	15
3.5.	Tamaño de parcela y distanciamiento entre hileras .	15
3.6.	Preparación del suelo	15
3.7.	Siembras	15
3.7.1.	Maíz	16
3.7.2.	Frijol	16
3.8.	Fertilización	16
3.9.	Combate de plagas, malezas y enfermedades	17
3.9.1.	Maíz	17
3.9.2.	Frijol	17
3.10.	Características agronómicas y datos de campo	18
3.10.1.	Maíz	18
3.10.2.	Frijol	19
3.11.	Cosecha	19
3.11.1.	Maíz	19
3.11.1.1.	Jilote	19
3.11.1.2.	Elote	20
3.11.1.3.	Grano	22
3.11.2.	Frijol	22
3.11.3.	Forraje	23
3.11.3.1.	Maíz	23
3.11.3.2.	Frijol	23
3.12.	Evaluación energética	24
3.13.	Evaluación económica	24
3.14.	Evaluación estadística	26
3.14.1.	Maíz	26
3.14.2.	Frijol	27
3.14.3.	Sistemas de manejo	27
4.	RESULTADOS Y DISCUSION	28
4.1.	Condiciones meteorológicas durante el experimento .	28
4.2.	Observaciones generales sobre los cultivos	28
4.3.	Características biológicas por cultivo	30

	<u>Página</u>
4.3.1. Maíz	30
4.3.1.1. Maíz en estado de jilote	30
a. Efecto del manejo	30
b. Diferencias entre cultivares .	34
4.3.1.2. Maíz en estado de elote	35
a. Efecto del manejo	35
b. Diferencias entre cultivares .	41
4.3.1.3. Maíz en estado de grano	43
a. Efecto del manejo	47
a.1. Manejo G/F vs G1/F	49
a.2. Manejo G/F vs (JEG/F y JG/F)	50
a.3. Manejo G/F vs EG/F	51
a.4. Manejo JEG/F vs JG/F	52
a.5. Manejo G1/F vs (JEG/F y JG/F)	53
b. Diferencias entre cultivares .	53
4.3.2. Frijol	55
4.3.2.1. Frijol sembrado después del maíz cosechado en estado de jilote (J/F)	55
4.3.2.2. Frijol sembrado después del maíz cosechado en estado de elote (JE/F vs E/F)	60
a. Efecto del manejo	64
b. Efecto del cultivar previo ...	65
4.3.2.3. Frijol sembrado después del maíz cosechado en estado de grano (JEF/F, JG/F, EG/F, G/F, G1/F, F)	67
a. Efecto del manejo	71
b. Efecto del cultivar previo ...	73
4.4. Comparaciones entre sistemas	74
4.4.1. Evaluación biológica	74

	<u>Página</u>
4.4.1.1. Tasa diaria de producción de biomasa	74
a. Sistemas de manejo con el cultivar de maíz Tuxpeño	77
b. Sistemas de manejo con el cultivar de maíz Eto	78
4.4.1.2. Eficiencia energética	78
a. Sistemas de manejo con el cultivar de maíz Tuxpeño	80
b. Sistemas de manejo con el cultivar de maíz Eto	80
4.4.1.3. Producción de proteína	81
a. Proteína para consumo humano .	81
a.1. Sistemas de manejo con el cultivar de maíz Tuxpeño	81
a.2. Sistemas de manejo con el cultivar de maíz Eto .	83
b. Proteína para consumo animal .	84
b.1. Sistemas de manejo con el cultivar de maíz Tuxpeño	84
b.2. Sistemas de manejo con el cultivar de maíz Eto .	86
4.4.2. Evaluación económica	88
4.4.2.1. Ingreso neto	88
a. Sistemas de manejo con maíz y frijol	88
b. Sistemas de manejo con maíz ..	92
4.4.2.2. Ingreso neto familiar	94
a. Sistemas de manejo con maíz y frijol	94
b. Sistemas de manejo con maíz ..	96
4.4.2.3. Relación ingreso neto/costo variable	97
a. Sistemas de manejo con maíz y frijol	97
b. Sistemas de manejo con maíz ..	98

4.4.2.4. Mano de obra utilizada en labores experimentales	98
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
6. LITERATURA CITADA	102
7. APENDICE	110

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la época lluviosa de 1981 en las instalaciones experimentales del CATIE, en Turrialba, Costa Rica. El objetivo general fue encontrar una forma más eficiente de utilizar el suelo, el tiempo y el cultivo de maíz en el trópico húmedo. Los objetivos específicos fueron los siguientes: 1) Determinar, bajo condiciones experimentales en Turrialba, el comportamiento de dos cultivares de maíz en la producción tanto hortícola como forrajera, 2) Determinar la factibilidad bioeconómica de la explotación combinada del maíz como hortaliza, grano y forraje, y 3) Determinar el efecto de la forma de explotación del maíz, sobre la producción hortícola y forrajera del frijol como segundo cultivo.

Se probaron, bajo el diseño de parcelas divididas, ocho tratamientos con los cultivares de maíz 'Tuxpeño PB C-7' (CATIE) (Tuxpeño) y 'Eto B' (Eto) seguidos por el cultivar de frijol 27-R, y uno adicional sólo con frijol. El maíz se sembró bajo tres densidades de población como sigue: 1) 100.000 plantas/ha para aquellos tratamientos en los cuales se cosecharon las mazorcas en estado de jilote (J); jilote y elote (JE); jilote, elote y grano (JEG); jilote y grano (JG); y solamente grano (G1). 2) 66.666 plantas/ha para aquellos tratamientos en los cuales se cosecharon las mazorcas en estado de elote (E); y elote y grano (EG). y 3) 43.333 plantas/ha para un tratamiento donde el maíz se cosechó solamente en estado de grano (G). El frijol (F) se sembró a una densidad de 200.000 plantas/ha, y se cosechó en estado de grano tierno. En las cosechas del maíz como jilote, elote, y grano se hicieron análisis de varianza parciales para detectar efecto competitivo, por diferencia de densidad de población, así como en el frijol que se sembró después de que el maíz concluyó con su forma de manejo; en estos análisis se tomó en cuenta rendimiento de productos comerciales (número de jilotes/ha, número de elotes/ha, kg de maíz/ha, kg de frijol/ha), producción forrajera (kg/ha de materia seca del forraje), datos morfológicos (altura de planta, acame de plantas) y de biomasa (peso seco/planta sin mazorca o sin vainas, razón de peso foliar, distribución de la biomasa en los diferentes órganos de las plantas). En los sistemas de manejo como un todo, incluyendo maíz y frijol, se

efectuaron análisis de varianza para estimaciones biológicas (tasa diaria de producción de biomasa, eficiencia energética y producción de proteína para consumo humano y animal), y se incluyó una evaluación económica (ingreso neto, ingreso neto familiar, y relación ingreso neto/costo variable).

El cultivar de maíz Eto respondió con mayor eficiencia que el Tuxpeño a la competencia intraespecífica ejercida por 100.000 plantas/ha. Eto fue más prolífico que Tuxpeño, lo cual lo hace un cultivar preferido para la producción de jilote y elote; para los cultivares Eto y Tuxpeño, con las plantas bajo el manejo J/F se logró producir 83.889 y 64.861 jilotes/ha, y con las plantas bajo el manejo E/F 56.528 y 41.667 elotes comerciales/ha respectivamente. El mayor rendimiento de grano comercial (4.020 kg/ha) se obtuvo con Tuxpeño bajo el manejo G/F, en cambio con Eto el mayor rendimiento (3.349 kg/ha) se consiguió con las plantas bajo el manejo G1/F. El cultivar Tuxpeño siempre produjo mayor cantidad de forraje que Eto; bajo el manejo J/F el rendimiento de materia seca de forraje para Tuxpeño y Eto fue de 10.545 y 8.170 kg/ha, respectivamente. La mayor producción de proteína para consumo humano (425 kg/ha) se obtuvo del sistema de manejo E/F con el cultivar de maíz Eto, en tanto que la mayor producción de proteína para consumo animal (1.151 kg/ha) se logró con el Tuxpeño bajo el sistema de manejo JE/F. El mayor ingreso neto e ingreso neto familiar se logró en los sistemas de manejo donde el producto para consumo humano de las plantas de maíz se destinó al uso hortícola, exclusivamente. La mayor relación ingreso neto/costos variables se obtuvo con el sistema de manejo E/F. La participación del frijol elevó sustancialmente el ingreso neto cuando se sembró al finalizar el maíz cosechado como jilote, y elote.

SUMMARY

The present study was conducted on the CATIE Experiment Station in the rainy period of 1981. The general objective was to identify a method permitting more efficient utilization of land and time with maize crops in the humid tropics. Specific objectives were: 1) Determine under experimental conditions in Turrialba the performance of two maize varieties as a horticultural crop as well as a forage specie. 2) Determine the biological-economic viability of the combined production of maize as a vegetable grain and a forage crop, and 3) determine the effects of the form of exploitation of maize as a vegetable, grain and forage.

Eight treatments were compared in a split plot design, with two varieties of maize 'Tuxpeño PB C-7' (CATIE) (Tuxpeño) and 'Eto B' (Eto), followed by a crop of beans, *Phaseolus vulgaris* L., variety 27-R.

Maize was planted at three densities; 100,000 plants/ha when harvested as: 1) 'baby corn' (immature ears) (J); 'baby corn' and green corn (JE); 'baby corn', green corn and grain (JEG); 'baby corn' and grain (JG); and grain only (G1); 2) 66,666 plants/ha when harvested as green corn (E); and green corn and grain (EG); and 3) 43,333 plants/ha when the maize was harvested only as grain (G).

Beans (F) were planted at 200,000/ha and harvested when the seeds were immature. Partial analysis of variance was made for the different types of harvest of maize to detect competitive effects of different plant population, as well as in beans which were planted after completing a particular maize management.

For these analysis several data were taken: yields of the various commercial products (number of 'baby corn'/ha, green corn/ha, kg/ha of grain of maize, kg/ha of bean seeds), forage yield (kg/ha of dry matter), morphological data (plant height and lodging), and bio-mass (dry weight/plant without ears or pods, leaf weight ratio, and distribution of bio-mass in the different plant parts).

Analysis of variance was performed on the overall management systems, including maize and beans, to estimate the biological parameters of daily rate of bio-mass production, energetic efficiency and production of protein for human and animal consumption. Economic evaluation of net income, net

family income, and net income to variable costs ratio was also conducted.

The variety Eto was more efficient than Tuxpeño to intraspecific competition of 100,000 plants/ha.

Eto was more prolific than Tuxpeño, which makes it more desirable for 'baby corn' and green corn production.

Yields of 'baby corn' were 83,889/ha and 64,861/ha for Eto and Tuxpeño for production system J/F, and for the system E/F the respective yields were 56,528 and 41,667 green corn/ha. Tuxpeño had grain yields of 4,020 kg/ha with system G/F. In contrast, Eto yielded more grain (3,349 kg/ha) with production system G1/F. Tuxpeño always had higher forage yields than Eto. Under system J/F dry matter forage yield was 10,545 and 8,170 kg/ha for Tuxpeño and Eto, respectively.

The highest yield of protein for human consumption (425 kg/ha) was obtained with the system E/F with maize variety, Eto, while the highest protein yield for animal consumption (1,151 kg/ha) was obtained with Tuxpeño in the system JE/F.

Highest net income and net family income were obtained in those systems where maize production was utilized exclusively as a vegetable for human consumption. The highest ratio of net income/variable costs was realized in systems E/F. Planting beans upon completion of harvesting 'baby corn' and green corn increased net income substantially.

RESUME

La présente étude s'est réalisée durant l'époque pluvieuse de 1981 dans les installations expérimentales du CATIE à Turrialba, Costa-Rica. L'objectif général fut de trouver une forme plus efficiente d'utiliser le sol, le temps et la culture du maïs dans les régions tropicales humides. Les objectifs spécifiques furent les suivants: 1) Déterminer, dans les conditions expérimentales de Turrialba, le comportement de deux cultivars de maïs dans la production tant horticole que fourragère. 2) Déterminer la factibilité bioéconomique de l'exploitation combinée du maïs comme légume vert, grain et fourrage et 3) Déterminer l'effet de la forme d'exploitation du maïs sur la production horticole et fourragère du haricot comme seconde culture.

On a prouvé que, sous l'esquisse de parcelles divisées, huit traitements avec les cultivars de maïs 'Tuxpeño PB C-7' (CATIE) (Tuxpeño) et 'Eto B' (Eto) suivis par le cultivar de frijol 27-R, et un additionnel seulement avec haricot. Le maïs est semé sous trois densités de population comme suite: 1) 100.000 plants/ha pour ces traitements dans lesquelles les épis sont récoltés au stade de "jilote" (J), c'est-à-dire avant la fécondation; "jilote" et épis vert (JE); jilote, épis vert et maïs en grain (JEG); jilote et maïs en grain (JG); et seulement maïs en grain (G1). 2) 66.666 plants/ha pour les traitements qui furent récoltés au stade d'épis vert (E); et épis vert et maïs en grain (EG) Et 3) 43.333 plants/ha pour un traitement où le maïs est récolté seulement au stade de grain (G). Le haricot (F) est semé à une densité de 200.000 plants/ha et est récolté au stade haricot vert.

Pendant les récoltes de maïs comme jilote, épis vert, et maïs en grain, des analyses de variance partielles ont été effectuées pour détecter l'effet compétitif, par différence de densité de population, ainsi que dans le haricot qui est semé après la réponse du maïs face au mode de culture. Dans ces analyses on a tenu compte du rendement en produits commerciaux (nombre de jilotes/ha, nombre d'épis verts/ha de maïs/ha, kg de haricot/ha), production fourragère (kg/ha de matière sèche), données morphologiques (hauteur de la plante, verse des plantes) et de biomasse (poids sec/plante sans épis ou sans gaines, proportion de poids foliaire, distribution de la biomasse dans les différents

organes des plantes). Dans les systèmes de culture, comme un tout, incluant maïs et haricot, se sont effectuées des analyses de variance pour des estimations biologiques (taux journalier de production de biomasse, efficacité énergétique et production de protéine pour consommation humaine et animales), et s'inclut une évaluation économique (revenu net, revenu net familial, et relation revenu net/cout variable).

Le cultivar de maïs Eto répond avec une plus grande efficacité que le Tuxpeño à la compétence intraspécifique exercée par 100.000 plants/ha. L'Eto fut plus prolifique que Tuxpeño lequel le fait un cultivar préféré pour la production de jilote et épis vert; pour les cultivars Eto et Tuxpeño, avec les plantes sous culture E/F 56.528 et 41.667 épis verts commerciaux, respectivement. Le plus grand rendement en grain commercial (4.020 kg/ha) s'est obtenu avec Tuxpeño sous la culture G/F, en échange avec Eto le plus grand rendement (3.349 kg/ha) s'est obtenu avec les plantes sous la culture G1/F. Le cultivar Tuxpeño a produit toujours une plus grande quantité de fourrage que Eto; sous la culture J/F le rendement en matière sèche de fourrage pour Tuxpeño et Eto fut de 10.545 et 8.170 kg/ha, respectivement. La plus grande production de protéine pour la consommation humaine (425 kg/ha) s'est obtenue du système de culture E/F avec le cultivar de maïs Eto, aussi bien que la plus grande production de protéine pour la consommation animale (1.151 kg/ha) s'est obtenue avec le Tuxpeño sous le système de culture JE/F. Le plus grand revenu net et revenu net familial s'est obtenu dans les systèmes de culture où le produit pour la consommation humaine des plants de maïs s'est destiné aux fins horticoles, exclusivement. La plus grande relation revenu net coûts variables s'est obtenue avec le système de culture E/F. La participation du haricot a élevé substantiellement le revenu net quand il est semé à la fin de la récolte du maïs au stade de jilote, y épis vert.

LISTA DE CUADROS EN EL TEXTO

<u>Número</u>		<u>Página</u>
1	Simbología, población inicial y plantas cosechadas correspondientes a cada tratamiento o sistemas de cultivo maíz-frijol (miles de plantas/ha) ...	11
2	Rendimiento de jilotes y sus componentes; datos provenientes de cuatro sistemas de manejo y dos cultivares	31
3	Características morfológicas, de biomasa y vigor de las plantas de maíz cosechadas en estado de jilote; datos provenientes de cuatro sistemas de manejo y dos cultivares	32
4	Biomasa del forraje de maíz y su distribución en los órganos de las plantas cosechadas en estado de jilote; datos provenientes de cuatro sistemas de manejo y dos cultivares	33
5	Rendimiento de elotes y sus componentes; datos provenientes de cuatro sistemas de manejo y dos cultivares	36
6	Características morfológicas, de biomasa y vigor de las plantas de maíz cosechadas en estado de elote; datos provenientes de cuatro sistemas de manejo y dos cultivares	37
7	Biomasa del forraje de maíz y su distribución en los órganos de las plantas cosechadas en estado de elote; datos provenientes de cuatro sistemas de manejo y dos cultivares	38
8	Rendimiento de grano comercial de maíz y sus componentes; datos provenientes de cinco sistemas de manejo y dos cultivares	44
9	Características morfológicas de biomasa y vigor de las plantas de maíz cosechadas en estado de grano; datos provenientes de cinco sistemas de manejo y dos cultivares	45
10	Biomasa del forraje de maíz y su distribución en los órganos de las plantas cosechadas en estado de grano; datos provenientes de cinco sistemas de manejo y dos cultivares	46

11	Rendimiento de grano comercial de frijol y sus componentes, obtenido de plantas sembradas después del maíz cosechado en estado de jilote; datos provenientes de un sistema de manejo y dos cultivares de maíz	56
12	Características morfológicas, de biomasa y vigor de las plantas de frijol sembradas después del maíz cosechado en estado de jilote; datos provenientes de un sistema de manejo y dos cultivares de maíz	57
13	Biomasa del forraje del frijol y su distribución en los órganos de las plantas sembradas después del maíz cosechado en estado de jilote; datos provenientes de un sistema de manejo y dos cultivares ...	58
14	Rendimiento de grano comercial de frijol y sus componentes, obtenidos de plantas sembradas después del maíz cosechado en estado de elote; datos provenientes de dos sistemas de manejo y dos cultivares de maíz	61
15	Características morfológicas, de biomasa y vigor de las plantas de frijol sembradas después del maíz cosechado en estado de elote; datos provenientes de dos sistemas de manejo y dos cultivares de maíz	62
16	Biomasa del forraje del frijol y su distribución en los órganos de las plantas sembradas después del maíz cosechado en estado de elote; datos provenientes de dos sistemas de manejo y dos cultivares de maíz	63
17	Rendimiento de grano comercial de frijol y sus componentes, obtenidos de plantas sembradas después del maíz cosechado en estado de grano; datos provenientes de seis sistemas de manejo y dos cultivares de maíz	68
18	Características morfológicas, de biomasa y vigor de las plantas de frijol sembradas después del maíz cosechado en estado de grano; datos provenientes de seis sistemas de manejo y dos cultivares de maíz	69

NúmeroPágina

19	Biomasa del forraje de frijol y su distribución en los órganos de las plantas sembradas después del maíz cosechado en estado de grano; datos provenientes de seis sistemas de manejo y dos cultivares de maíz	70
20	Producción de biomasa, eficiencia energética e índices económicos; datos provenientes de diferentes sistemas de manejo de maíz y frijol	75
21	Rendimiento de proteína para consumo humano y animal, y su distribución porcentual de acuerdo con su origen y datos obtenidos de diferentes manejos de maíz y frijol	76
22.	Análisis marginal de los sistemas de manejo no dominados (por hectárea)	93

LISTA DE FIGURAS EN EL TEXTO

<u>Número</u>		<u>Página</u>
1	Arreglo espacial de las plantas en cada tratamiento	12
2	Arreglo cronológico de los tratamientos donde intervino el cultivar de maíz 'Eto B'	13
3	Arreglo cronológico de los tratamientos donde intervino el cultivar de maíz 'Tuxpeño PB C-7' (CATIE)	14
4	Escala de llenado de la mazorca en estado de elote, utilizada para los cultivares de maíz 'Tuxpeño PB C-7' (CATIE) y 'Eto B'	21
5	Radiación solar fotosintéticamente activa acumulada por mes, precipitación y evaporación total mensual observadas durante el período experimental	29
6	Rendimiento de elotes comerciales, obtenidos de las plantas de maíz cosechadas en estado de elote; datos provenientes de los diferentes sistemas de manejo	40
7	Rendimiento de forraje de maíz en peso seco, obtenido de las plantas cosechadas en estado de elote; datos provenientes de los diferentes sistemas de manejo	42
8	Rendimiento de grano de maíz, con 14% de humedad, obtenido de las plantas cosechadas en estado de grano; datos provenientes de los diferentes sistemas de manejo	48
9	Eficiencia energética de plantas de maíz de dos cultivares sometidos a diferentes sistemas de manejo, seguidos de un cultivo de frijol	79
10	Rendimiento de proteína para consumo humano, obtenido de plantas de maíz de dos cultivares sometidos a diferentes sistemas de manejo, seguidos de un cultivo de frijol	82
11	Rendimiento de proteína para consumo animal, obtenido de plantas de maíz de dos cultivares sometidos a diferentes sistemas de manejo, seguidos de un cultivo de frijol	85

Número

Página

12	Ingreso neto familiar obtenido de plantas de maíz de dos cultivares sometidos a diferentes sistemas de manejo, seguidos de un cultivo de frijol	89
13	Curva de ingreso neto para diferentes sistemas de manejo de maíz y frijol	91
14	Ingreso neto familiar obtenido de plantas de maíz de dos cultivares sometidos a diferentes sistemas de manejo, seguidos de un cultivo de frijol	95

LISTA DE CUADROS EN EL APENDICE

<u>Número</u>		<u>Página</u>
A1	Características químicas del suelo al momento de iniciarse el experimento	111
A2	Posición geográfica y caracterización del clima y suelo del sitio experimental	112
A3	Cronología de las principales actividades realizadas durante la permanencia del experimento en el campo (año 1981)	113
A4	Datos meteorológicos observados durante el período experimental	117
A5	Aporte de biomasa, dimensiones y características de calidad de elotes; datos provenientes de cuatro sistemas de manejo y dos cultivares	118
A6	Estimación de la capacidad de las poblaciones de maíz cosechadas en estado de grano para producir elotes, en comparación con las producciones de las poblaciones cosechadas en estado de elote; datos provenientes de siete sistemas de manejo y dos cultivares	119
A7	Coefficientes técnicos para diferentes sistemas de manejo de maíz y frijol, en colonos costarricenses/ha	120
A8	Rendimiento de productos comerciales para alimentación humana, su valor económico y distribución porcentual de acuerdo con su origen; datos obtenidos de diferentes sistemas de manejo de maíz y frijol	121
A9	Rendimiento y valor de los productos forrajeros; datos obtenidos de diferentes sistemas de manejo de maíz y frijol	122
A10	Cuadrados medios para el error de las variables consideradas en el cultivo de maíz	123
A11	Cuadrados medios para el error de las variables consideradas con el cultivo de frijol	124

<u>Número</u>		<u>Página</u>
A12	Mano de obra (dh/ha) utilizada para las labores de cosecha de jilotes y de forraje; datos provenientes de cuatro sistemas de manejo y dos cultivares	125
A13	Mano de obra (dh/ha) utilizada para las labores de cosecha de elotes y del forraje; datos provenientes de cuatro sistemas de manejo y dos cultivares	126
A14	Mano de obra (dh/ha) utilizada para las labores de cosecha del maíz en estado de grano y del forraje; datos provenientes de cinco sistemas de manejo y dos cultivares	127
A15	Mano de obra (dh/ha) utilizada para las labores de poscosecha de las plantas de frijol sembrado después del maíz cosechado en estado de jilote; datos provenientes de un sistema de manejo y dos cultivares de maíz	128
A16	Mano de obra (dh/ha) utilizada para las labores de poscosecha de las plantas de frijol sembradas después del maíz cosechado en estado de elote; datos provenientes de dos sistemas de manejo y dos cultivares de maíz	129
A17	Mano de obra (dh/ha) utilizada para las labores de poscosecha de las plantas de frijol sembradas después del maíz cosechado en estado de grano; datos provenientes de dos sistemas de manejo y dos cultivares	130

LISTA DE FIGURAS EN EL APENDICE

<u>Número</u>		<u>Página</u>
A1	Distribución de tratamientos en el campo	131