



UNIVERSIDAD

TÉCNICA ESTATAL

QUEVEDO

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TESIS DE GRADO
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:
USO DE LA ZEOLITA EN LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA DEL
MAÍZ ASOCIADO CON FRÉJOL COMPARADO CON LOS
MONOCULTIVOS DE MAÍZ Y FRÉJOL EN LA ZONA DE
QUEVEDO**

**AUTOR
ADRIAN ENRIQUE CABEZAS FERNÁNDEZ**

**DIRECTOR DE TESIS
ING. RAMIRO GAIBOR**

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

**2011
UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TESIS DE GRADO
TEMA:**

**USO DE LA ZEOLITA EN LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA DEL MAÍZ
ASOCIADO CON FRÉJOL COMPARADO CON LOS MONOCULTIVOS DE
MAÍZ Y FRÉJOL EN LA ZONA DE QUEVEDO**

**Presentada al Honorable Comité Técnico Académico Administrativo de la
Facultad de Ciencias Agrarias como requisito previo para la obtención del
título de**

INGENIERO AGRÓNOMO

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

ING. AGR. MSc. ALFONSO VASCO
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL
ING. MSc. PEDRO ROSERO
MIEMBRO DEL TRIBUNAL
ECO. MSc. LUIS ZAMBRANO
MIEMBRO DEL TRIBUNAL
ING. RAMIRO GAIBOR
DIRECTOR DE TESIS

**QUEVEDO – ECUADOR
2011**

DECLARACIÓN

Yo, **ADRIAN ENRIQUE CABEZAS FERNÁNDEZ**, bajo juramento declaró que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agrarias, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

ADRIAN ENRIQUE CABEZAS FERNÁNDEZ

CERTIFICACIÓN

ING. RAMIRO GAIBOR., director de tesis, certifica: que el señor egresado, **ADRIAN ENRIQUE CABEZAS FERNÁNDEZ** realizó la tesis titulada: **USO DE LA ZEOLITA EN LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA DEL MAÍZ ASOCIADO CON FRÉJOL COMPARADO CON LOS MONOCULTIVOS DE MAÍZ Y FRÉJOL EN LA ZONA DE QUEVEDO**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con la disposición reglamentaria establecida para el efecto.

ING. RAMIRO GAIBOR
DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi sincero agradecimiento a los Ing. MSc. David Campi, Ing. MSc. Gorky Díaz Coronel e Ing. Ramiro Gaibor, por su abnegada causa en la formación de profesionales con alto criterio de valores éticos; por su desinteresada y muy valiosa ayuda en la realización de este trabajo.

A la Universidad, en cuyas aulas los maestros nos dieron todo de sí para que crezcamos en conocimientos.

Ing. M.Sc. Roque Vivas, Rector de la UTEQ, por su gestión académica que acertadamente dirige

Al Sr. Eco. Glenn Mera Hallón, Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), por su ardua dedicación a la formación de los profesionales para el servicio del sector agropecuario.

A los señores integrantes del tribunal de tesis: Ing. Agr. MSc. Alfonso Vasco, Presidente e Ing. MSc. Pedro Rosero y Eco. MSc. Luis Zambrano, miembros de tribunal.

También dejo constancia a todo el grupo administrativo, docente y de servicio de la facultad de **Ciencias Agrarias, Escuela de Ingeniería agronómica de la Universidad Técnica Estatal De Quevedo**

DEDICATORIA

A mi Señor, Jesús, quien me dio la fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar este trabajo.

A mi madre, quien me brindó su amor, su cariño, su estímulo y su apoyo constante. Su cariño, comprensión y paciente espera para que pudiera terminar el grado son evidencia de su gran amor. ¡Gracias!

A mi padre, quien me prestó el tiempo que le pertenecía para terminar mi trabajo y me motivó siempre con sus

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA.....	ii
CONTENIDO.....	iii
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE APENDICE	v

CAPITULO	PÁG.
I. INTRODUCCION.....	1
A. Justificación.....	2
B. Objetivos.....	2
1. General.....	2
2. Específicos.....	2
C. Hipótesis.....	3
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
A. El Cultivo del Fréjol.....	4
B. Control de plagas.....	5
C. Control de Enfermedades.....	6

D. El Cultivo del Maíz.....	8
E. Asociación de Cultivos.....	9
F. Rendimientos del Fréjol y el Maíz.....	10
G. Abonos Orgánicos.....	12
H. El Compost.....	12
I. La Zeolita.....	13
J. Fertilización Química.....	14
K. Análisis de la Razón de Equivalentes de la Tierra (RET) y de la Razón de Equivalentes de Ingresos (REI)	14
L. Costos.....	15
M. Ingreso Bruto.....	15
N. Ingreso Neto.....	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
A. Localización del Experimento.....	16
B. Condiciones Agroclimáticas.....	16
C. Material Genético.....	16
D. Factores en Estudio.....	16
1. Sistema de Siembra (s)	16
2. Fertilización (f)	17
E. Tratamientos Bajo Estudio	17
F. Diseño Experimental y Análisis Estadístico.....	18
G. Especificaciones de Siembra.....	19
H. Datos Registrados y Formas de Evaluación.....	20
1. En el maíz.....	20
a. Altura de planta (cm).....	20
b. Altura de Inserción de mazorca (cm).....	20
c. Peso de 100 semillas (g).....	20
d. Longitud de mazorca (cm).....	20
e. Peso de mazorca (g).....	21
f. Peso de granos por mazorca (g).....	21

b.	Efectos de los tipos de fertilización.....	31
c.	Interacción sistemas de cultivo por tipos de fertilización.	31
3.	Rendimiento por hectárea.....	32
a.	Efectos de los sistemas de cultivo	32
b.	Efectos de los tipos de fertilización	32
c.	Interacción sistemas de cultivo por tipo de fertilización	32
B.	En el Fréjol.....	34
1.	Altura de planta e incidencia de mustia hilachosa.....	34
a.	Efecto de los sistemas de cultivo.....	34
b.	Efecto de los tipos de fertilización.....	34
c.	Interacción sistemas de cultivo por tipos de fertilización	34
2.	Número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de cien semillas y rendimiento por planta.....	35
a.	Efecto de los sistemas de cultivo.....	35
b.	Efectos de los tipos de fertilización.....	36
c.	Interacción sistemas de cultivo por tipos de fertilización	36
3.	Rendimiento por hectárea.....	37
a.	Efecto de los sistemas de cultivo.....	37
b.	Efecto de los tipos de fertilización.....	37
c.	Interacción sistemas de cultivo por tipos de fertilización	37
C.	Análisis de la Razón de Equivalentes de la Tierra (RET) y de la Razón de Equivalentes de Ingresos (REI).....	38
D.	Análisis económico	39
1.	Costos totales.....	39
2.	Ingresos brutos	39
3.	Beneficio neto	40
4.	Relación beneficio/costo	40
V.	DISCUSIÓN.....	42
A.	Maíz.....	42
B.	Frejol.....	42
C.	Análisis de la Razón de Equivalentes de la Tierra (RET) y de	43

	la Razón de Equivalentes de Ingresos (REI).....	
	D. Análisis económico.....	44
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
	A. Conclusiones.....	45
	1. Fréjol.....	45
	2. Maíz.....	45
	3. Análisis de la Razón de Equivalentes de la Tierra (RET) y de la Razón de Equivalentes de Ingresos (REI).....	46
	B. Recomendaciones	46
VII.	RESUMEN.....	47
	SUMMARY.....	48
VIII.	BIBLIOGRAFIA.....	49
	APENDICE.....	54

CUADRO	ÍNDICE DE CUADROS	PÁG.
1	Tratamientos resultantes de la combinación de los dos sistemas de siembra y los cuatros tipos de fertilización.....	17
2	Características agronómicas de la variedad de fréjol EVEG – 16 bajo estudio.....	18
3	Características agronómicas del híbrido de maíz INIAP H-551 bajo estudio.....	18
4	Efectos simples de dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización en la altura de planta, altura de inserción y longitud de mazorca en el cultivo de maíz asociado con el cultivo de fréjol. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009....	30

5	Efectos simples de dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización para los tres componentes del rendimiento en el cultivo de maíz sembrado en asociación con el cultivo de fréjol. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.....	31
6	Efectos simples de dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización para el rendimiento por hectárea en el cultivo de maíz sembrado en asociación con el cultivo de fréjol. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.....	33
7	Efectos simples de dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización en la altura de planta y la evaluación de mustia hilachosa en el cultivo de fréjol asociado con maíz. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.....	35
8	Efectos simples de dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización para los cuatro componentes del rendimiento en el cultivo de fréjol sembrado en asociación con el cultivo de maíz. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.....	36
9	Efectos simples de dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización para el rendimiento por hectárea en el cultivo de fréjol sembrado en asociación con el cultivo de maíz. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.....	38
10	Razón de Equivalentes de la Tierra (RET) y Razón de Equivalentes de Ingresos (REI) de cuatro tipos de fertilización del cultivo de fréjol en asociación con maíz. Quevedo, Finca “La María”, 2009.....	39
11	Análisis económico de cuatro tipos de fertilización del cultivo de fréjol en asociación con maíz. Quevedo, Finca “La María”, 2009.	41

INDICE DE APENDICE

CUADRO		PÁG.
1	Cuadrados medios de la altura de planta y evaluación de mustia hilachosa de dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009..	55
2	Cuadrados medios del rendimiento por hectárea del cultivo de fréjol en dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.....	55
3	Cuadrados medios del rendimiento por hectárea del cultivo de fréjol en dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.....	56
4	Costos de producción de 1 ha de fréjol en monocultivo utilizando fertilización química. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.....	57
5	Costos de producción de 1 ha de fréjol en monocultivo utilizando fertilización química y zeolita. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.....	58
6	Costos de producción de 1 ha de fréjol en monocultivo	59

	utilizando fertilización química y zeolita. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.....	
7	Costos de producción de 1 ha de fréjol en monocultivo utilizando fertilización química, zeolita y compost. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.....	60
8	Costos de producción de 1 ha de maíz en monocultivo utilizando fertilización química. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.....	61
9	Costos de producción de 1 ha de maíz en monocultivo utilizando fertilización química y zeolita. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.....	62
10	Costos de producción de 1 ha de maíz en monocultivo utilizando fertilización química y compost. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.....	63
11	Costos de producción de 1 ha de maíz en monocultivo utilizando fertilización química, zeolita y compost. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.....	64
12	Costos de producción de 1 ha de maíz en monocultivo utilizando fertilización química, zeolita y compost. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.....	65
13	Costos de producción por rubros de 1 ha de fréjol sembrado bajo monocultivo utilizando cuatro tipos de fertilización. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.....	66

- 14 Costos de producción por rubros de 1 ha de maíz sembrado bajo monocultivo utilizando cuatro tipos de fertilización. Quevedo, Finca "La María", UTEQ. 2009..... 67

I. INTRODUCCIÓN

En el Litoral ecuatoriano se siembran 240.201 ha de maíz y 19.438 ha de fréjol. Para fréjol asociado se asignan 72.528 ha cosechadas con un rendimiento promedio de 131 kg ha⁻¹. En la zona de Quevedo se siembran 60.000 ha de maíz, en donde el 80% pertenece a los pequeños agricultores. Situación similar ocurre con el fréjol, donde la mayoría de la superficie sembrada es de propiedad de pequeños agricultores (INEC, 2000).

La siembra de cultivos asociados o intercalados sirve para intensificar la producción agrícola mediante el uso más eficiente de los factores de crecimiento (espacio y tiempo disponible). La asociación de especies de duración similar ofrece ventajas derivadas de la utilización del espacio; mientras que, la asociación de cultivos de duración y tamaño diferentes puede permitir una ganancia en el rendimiento total del sistema mediante un mejor aprovechamiento del espacio y tiempo. Por otra parte, una característica importante en la selección de una leguminosa de grano para cultivo asociado, es su precocidad para florecer y madurar. La madurez temprana reduce el periodo de competencia con el maíz permitiéndole escapar a la sombra excesiva de éste durante el llenado de vainas (Leihner, 1983).

Un suelo de buena fertilidad y/o bien abonado aporta los nutrientes que necesita una cosecha, en proporciones y cantidades correctas, para un óptimo desarrollo y rendimiento de los cultivos. Es así que, el rol de la fertilización es llenar cualquier deficiencia de nutrientes existente en el suelo (Manual de Fertilización, 1987).

La Agricultura Orgánica propone alimentar al suelo para que los microorganismos allí presentes, después de atacar a la materia orgánica y mineral que se incorpora, tornen asimilables los nutrientes y de esta manera puedan ser absorbidos por las raíces de las plantas, para propiciar su desarrollo y fructificación (SICA, 2004).

A. Justificación

La presente investigación se la realizó en la Unidad de Investigación Científica y Tecnológica (UICYT) de la UTEQ y tuvo como fin propender al uso más eficiente de los factores de crecimiento (espacio y tiempo) en lo que respecta a cultivos asociados de maíz-fréjol, utilizando a la zeolita y fertilización orgánica a través del compost. La adición de zeolita y compost en la fertilización química tradicional mejorarán los niveles de producción de la asociación maíz-fréjol.

B. Objetivos

1. General

Evaluar la productividad maíz-fréjol en asociación, mediante un sistema de fertilización química tradicional, compost y zeolita, estableciendo la eficiencia del uso de la tierra y los beneficios que genera la asociación frente a los monocultivos.

2. Específicos

- a.** Determinar el mejor comportamiento agronómico y rendimiento del maíz y del fréjol en asociación al utilizar la fertilización química tradicional, compost y zeolita, en comparación con los monocultivos de frejol y maíz.
- b.** Establecer la mejor Relación de Equivalentes de la Tierra (RET) y Relación de Equivalentes de los Ingresos (REI) de la asociación maíz -fréjol y los monocultivos.

C. Hipótesis

- 1.** La aplicación de zeolita, junto al compost y la fertilización química tradicional mejoran los niveles de producción de la asociación maíz-fréjol y se logran los mejores coeficientes de RET y de REI.
- 2.** La siembra asociada de maíz con fréjol ofrece mejores beneficios que el monocultivo, tanto por su producción como por sus ingresos económicos netos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. El Cultivo del Fréjol

El fréjol es una especie dicotiledónea, de la familia de las Fabáceas cuyo nombre científico es *Phaseolus vulgaris* L. y conocido comúnmente con los nombres de poroto, habichuela, judía, ejote, china popo, alubia, o caraota. Es una de las leguminosas de gran consumo en países latinoamericanos como: Cuba, México, Costa Rica, Guatemala, Panamá, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, y muy apetecida en Europa, Estados Unidos y el Japón (SICA 2004).

En el Ecuador existen zonas aptas para el normal desarrollo vegetativo y fisiológico del fréjol (*P. vulgaris* L.) como Milagro, Naranjito, Pedro Carbo (Provincia del Guayas), Babahoyo, Vinces y Quevedo (Provincia de Los Ríos). El área sembrada es de 60.000 ha a nivel del país, con un promedio de 550 kg ha⁻¹. La mayoría de la superficie sembrada es producto de las parcelas de pequeños agricultores (Robles, 2003).

En Honduras, algunos agrónomos indican que el rendimiento muy bajo del fréjol se debe a que no se haya estudiado más la especie. Pero un agricultor, que ha tomado datos confiables, obtiene, en promedio, unos 1948 kg ha⁻¹ de maíz y 519 kg ha⁻¹ de fréjol cuando fertiliza su maíz. Si se considera que éste rendimiento se obtiene de una densidad de 2.700 – 2.800 plantas por hectárea, fácilmente se puede deducir que no se podría hablar de rendimientos bajos, sino que, en condiciones de asociación con maíz, los rendimientos del fréjol se dan en proporción directa con el número de plantas sembradas y, no tanto a que sea el bajo rendimiento característico de la especie. Por ejemplo, un agricultor dejó que una planta se extendiera en su terreno sin ningún límite y obtuvo ocho libras de semilla de una sola planta (CIDICCO, 2004).

Vanegas (2004), manifiesta que el rendimiento por hectárea de esta variedad de frejol es de 1 815,16 kg ha⁻¹ como características de la variedad; además se manifiesta que la altura de planta de dicha variedad es de 45 cm.

B. Control de Plagas

Las plagas son factores limitantes a la producción de fréjol ya que atacan todos los órganos de la planta durante la etapa de crecimiento y reproducción causando daños directamente y en asociación con agentes patógenos.

El control debe realizarse a través de un programa de manejo integrado de plagas, que consiste en la selección, integración implementación de tácticas de control cultural, mecánica biológica, legal y químico. El mal manejo y uso irracional de los insecticidas y la excesiva confianza en la aplicación ha provocado consecuencias negativas, como intoxicaciones humanas, presencia de residuos en alimentos, contaminación ambiental, aparición de nuevas plagas, eliminación de insectos benéficos y resistencia de los insectos plagas a los Insecticidas. El manejo integrado de plagas sugiere usar el control químico solamente cuando las otras medidas fallen y la población de insectos sobrepase el nivel de daño económico. La aplicación de insecticidas debe hacerse correctamente y usando productos de baja toxicidad y cuando sea necesario (CIAT, 1987). Las principales plagas son:

Loritos verdes (*Empoasca kraemeri*) Se localizan en el follaje, los adultos y ninfas chupan savia del envés de la hoja, pecíolos y vainas, producen achaparramiento de la planta y deformación y enroscamiento de las hojas. Para realizar el control cultural se debe mantener el cultivo limpio de maleza, siembra asociado con maíz y uso de cobertura (CIAT, 1987).

Mosca blanca (*Bemisia tabaci*) Los adultos y las ninfas se alimentan de la savia, por lo que secan la planta. La infestación se reduce eliminando las malezas hospederas. Cuando el ataque es fuerte, se recomienda aplicar un

producto químico cada cinco días. Existe un control biológico por medio de avispas, las cuales parasitan la mosca blanca (Trillas, 1985).

Mariquitas o tortuguillas (*Diabrotica sp. Cerotoma sp.*). Se encuentran en el follaje, son defoliadores y transmisores de virus principalmente el mosaico rugoso y severo. El control cultural se lo hace realizando buena preparación de suelo y mantener el cultivo libre de maleza, especialmente bleado, y sembrar en época seca (CIAT, 1987).

C. Control de Enfermedades

Los agentes patógenos que causan enfermedades en los frutos, abarcan varias clases de hongos, algunas bacterias y ciertos virus (Terranova, 1995), las enfermedades fungosas más comunes son:

Pudriciones radicales (*Rhizoctonia sp., Fusarium spp. y Sclerotium sp.*) Se identifican por el amarillamiento del follaje, que ocasiona primeramente la muerte de las hojas inferiores. En las raíces se observan lesiones hundidas y acuosas de color gris, café, negro y rojo. Esta enfermedad se controla con la rotación de cultivos y con el tratamiento de la semilla mediante fungicidas. Además, se debe evitar un exceso de humedad (Trillas, 1985).

Roya (*Uromyces phaseoli*). Se observan manchas cloróticas y luego las hojas toman una coloración rojo ladrillo; se recomienda rotación de cultivos y eliminación de residuos de cosecha (Terranova, 1995).

Mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) El hongo ataca casi todas las partes aéreas de la planta de frijol, pero los síntomas típicos que caracterizan y le dan el nombre a la enfermedad son las lesiones o manchas angulares observadas en las hojas (CIAT, 1994).

Antracnosis (*Colletotrichum lindemutianum*). Se observan lesiones en las nervaduras y tallos; ataca las ramas con manchas hundidas; se recomienda usar semilla certificada y rotar cultivos (Terranova, 1995).

Mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*). Es una enfermedad transmitida por un hongo. Los síntomas aparecen en el follaje y en la vaina. Las lesiones causadas por el micelio aparecen en las hojas primarias como pequeñas áreas necróticas (5-10 mm. de diámetro) con el centro marrón y el borde verde claro. Posteriormente se desarrollan y forman lesiones de mayor tamaño y avanzan hacia el tejido no infectado, eventualmente cubriendo la planta entera, uniendo hojas, pecíolos, flores y vainas con micelio en forma de telaraña. Se consideran a ciertos tipos de variedades volubles como tolerantes al ataque de esta enfermedad (CIAT, 1987).

Bacteriosis común (*Xanthomonas campestris* p.v. *phaseoli*). Los síntomas son similares y se manifiestan en hojas, tallos, vainas y semillas; estos se inician con manchas húmedas en el envés de las hojas, luego las manchas aumentan irregularmente de tamaño uniéndose unas con otras. Las partes infestadas se ven flácidas, rodeada de una zona estrecha de tejido amarillo limón, posteriormente son de color marrón, llegando a cubrir un área tan amplia que causa defoliaciones. Las lesiones en las vainas se manifiestan en forma de manchas húmedas oscuras o rojas que crecen gradualmente (CIAT, 1987).

El virus del mosaico común (BCMV) Causa encrespamiento de las hojas y enanismo; se recomienda la destrucción de los áfidos como insectos vectores (Terranova, 1995).

Virus del mosaico dorado (BGMV) Sus síntomas son mucho más marcados. En las hojas aparecen manchas amarillas y verdes. Las plantas son enanas y deformadas; para prevenir las enfermedades virosas, es necesario utilizar semillas certificadas, libres de virus. Para reducir la incidencia de la enfermedad, se deben combatir los insectos transmisores del virus, tales como

las chicharritas y los áfidos. Otra manera de combatir los insectos es la siembra a tiempo (Trillas, 1985).

En cuanto a enfermedades como la Mustia hilachosa, causada por el hongo *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk (anamorfo: *Rhizoctonia solani* Kühn) limita la producción de fréjol común (*P. vulgaris* L.) en las regiones calientes y húmedas de Centroamérica y el Caribe (Gálvez, *et al.* 1989).

La Mustia hilachosa es una de las principales limitantes en el rendimiento y la calidad de la semilla de fréjol (Godoy, *et al.* 1996)

Después de cosechar las líneas con los mayores niveles de resistencia a la mustia hilachosa en las hojas, se pretende evaluar la calidad de la semilla, La escala de uno a nueve propuesta por el CIAT ha sido efectiva para evaluaciones de severidad en el campo, además se encontró algunas líneas de fréjol del cruzamiento “MUS 83 / DOR 483 // Tío Canela 75” que mostraron susceptibilidad en las hojas pero que tenían buenos rendimientos y semilla de alta calidad (Takegami, 2000).

D. El Cultivo del Maíz

El maíz (*Zea mays* L.), es un cultivo importante dentro de la economía del Ecuador y a nivel mundial ocupa el tercer lugar en la lista de producción después del trigo y el arroz. Su importancia es atribuida entre otros factores a su amplia adaptación a las diferentes condiciones ecológicas y ambientales, a la diversidad de usos, tanto caseros como industriales y, sobre todo a la obtención de híbridos, que permiten alcanzar mejoras muy importantes con las cuales se logra aumentar el vigor y mejorar el rendimiento por unidad de superficie (El Agro, 1999).

El maíz es uno de los cultivos de mayor importancia socio-económica en varias zonas del Ecuador, ya que a los agricultores y campesinos les proporciona

fuentes de trabajo, especialmente en áreas como las provincias del Guayas, Los Ríos, Manabí y Loja (Zambrano, 2002).

E. Asociación de Cultivos

La diversificación de los cultivos (asociados, intercalados, alternados, etc.), es una de las estrategias encaminadas hacia una agricultura sustentable basada principalmente en principios ecológicos básicos. Pretende lograr máximos rendimientos de los recursos naturales (suelo, agua, espacio y luz) mediante la aplicación de técnicas respetuosas del entorno natural. Es así que el uso de gramíneas con leguminosas, por presentar características complementarias, se adecuan a esta práctica y en América Latina son muy importantes los sistemas asociados de caña de azúcar con fréjol, sorgo con fréjol, soya con maíz y maíz con fréjol, siendo ésta última la más común con un 80% del fréjol y un 50% del maíz producidos bajo alguna forma de asociación (FAO, 1999).

La asociación de cultivos se ha estado utilizando desde hace muchos años en varios países incluyendo México (FAO, 1976). Por ello, es válido decir que éste es un conocimiento ancestral y parte de la agricultura tradicional de nuestros pueblos. Los sistemas agrícolas diversificados tienen una racionalidad ecológica, pueden servir para sistemas extensivos e intensivos de aprovechamiento; para autoconsumo y para producción comercial; pueden adaptarse a diferentes formas de organización social e "innovaciones modernas" según sus propios razonamientos (Francis, 1986).

Cabe destacar que en muchos casos los agricultores que emplean asociaciones, consideran una de las especies componentes como la más importante, ya sea por su mayor interés como alimento para el consumo familiar o porque posee un mejor precio en el mercado, mientras que la otra, o las otras especies, se consideran como complementarias. Bajo tales circunstancias, el criterio para juzgar el éxito de la asociación es que el rendimiento de la especie principal no sea afectado por la combinación, de

manera tal que cualquier rendimiento extra obtenido con la(s) especie(s) complementaria(s), representa en sí misma una ganancia (Willey, 1979).

La diversificación de cultivos como una práctica sustentable tiende a mantener un equilibrio en la extracción de nutrientes por parte de los cultivos, que a la vez aportan residuos con una mayor variedad de nutrientes y grado de descomposición teniendo con ello suelos de al menos una fertilidad moderada. Esta diversificación del sistema, diversifica también la incidencia de plagas y enfermedades, aunque en menor grado que para los monocultivos. Así también, permite altos niveles poblacionales de los agentes naturales de control biológico (Simberloff, 2000).

Durante años, la investigación agrícola ha sido enfocada hacia el mejoramiento de variedades e híbridos y hacia el desarrollo de sistemas y tecnologías para monocultivos, dejando de lado los sistemas tradicionales de cultivos asociados (Ncic 1978); sin embargo, cuando se determina el sistema óptimo de asociación para determinada región, se produce con frecuencia un aumento de producción en estos sistemas complejos (Francis, Flor y Prager, 1987), además de presentar como ventajas la minimización de riesgos por fluctuaciones ambientales aleatorias, utilización racional de mano de obra y balance equilibrado de la dieta alimenticia (Aguilar, 1976).

F. Rendimientos del Fréjol y el Maíz

La asociación de especies de duración similar ofrece ventajas derivadas de la utilización del espacio; mientras que, la asociación de cultivos de duración y tamaño diferentes puede permitir una ganancia en el rendimiento total del sistema mediante un mejor aprovechamiento del espacio y tiempo. Cuando el pequeño agricultor adopta la asociación como un sistema de producción, una parcela pequeña le proporciona los elementos básicos de su dieta. Por otra parte, una característica importante en la selección de una leguminosa de grano para cultivo asociado, es su precocidad para florecer y madurar. La madurez temprana reduce el periodo de competencia con el maíz permitiéndole

escapar a la sombra excesiva de éste durante el llenado de vainas (Leihner, 1983).

Los rendimientos de fréjol (318,15 a 681,75 kg ha⁻¹) y los de maíz (3.000 a 6.000 kg ha⁻¹ de grano fresco) fueron bajos pero aceptables para un ensayo. Lo anterior se debió a que la temporada agrícola 95-96 (temporada que corresponde a la realización del ensayo), registró una precipitación inferior en un 29,77% al promedio de los últimos 25 años (Agro Sur, 2000).

La disminución de los rendimientos del fréjol debido a la asociación con el maíz puede estar condicionada por varios factores, como la fecha relativa y la densidad de siembra de ambos cultivos, el tipo de planta y la localidad, entre otros. Así aunque la máxima producción de maíz y fréjol se obtuvo en siembras simultáneas, los rendimientos de los tipos arbustivos de fréjol mostraron cierto aumento cuando se los sembró una semana antes que el maíz (CIAT, 1983).

La rentabilidad y aprovechamiento de la tierra, en un estudio realizado, en la asociación maíz – fréjol, se observó que a pesar de tener los más altos rendimientos el monocultivo, los mayores ingresos los registró la asociación (Lugo, 1980).

Los rendimientos de fréjol (7 a 15 qq ha⁻¹) y los rendimientos de maíz (3 a 6 t de grano fresco) fueron bajos pero aceptables para un ensayo. Lo anterior se debió a que la temporada agrícola 95-96 (temporada que corresponde a la realización del ensayo), registró una precipitación inferior en un 29,77% al promedio de los últimos 25 años (Agro Sur, 2000).

Sagarpa (2005) manifiesta que los rendimientos medios de la siembra de maíz asociado con fríjol en el estado de Michoacán, son de 1 000 kilos de maíz y 350 de fréjol por hectárea, que se consideran bajos; las causas pueden ser: plagas, enfermedades, malas hierbas, retraso del temporal, poco o nulo uso de fertilizantes o abonos, siembra de una cantidad incompleta de semilla, lo que propicia una menor población de plantas de maíz y de fríjol.

Los resultados de investigación indican que es factible incrementar los rendimientos medios tradicionales obtenidos por hectárea hasta 2800 kilos de maíz y 800 de frijol, si se siguen las sugerencias técnicas.

G. Abonos Orgánicos

La mayoría de los productores dedicados a la agricultura orgánica creen que el contenido de materia orgánica del suelo tiene una elevada correlación con la productividad del mismo y que el mantener niveles adecuados de materia orgánica es importante para el control de la erosión.

Así, además de la incorporación de los residuos de las cosechas, hacen frecuentes aplicaciones de abonos de origen animal y vegetal y se establecen cultivos de cobertura para conservar la materia orgánica del suelo (Granados y López, 1996).

El abono orgánico es el resultado de un proceso controlado de descomposición de materiales orgánicos debido a la actividad de alimentación de diferentes organismos del suelo (bacterias, hongos, lombrices, ácaros, insectos, etc.) en presencia de aire (oxígeno) (WEB DE HOGAR sf.).

En un estudio minucioso, manifiesta que los productores orgánicos conquistan cada vez más rápido las estructuras de mercado de alimentos a nivel mundial (Gómez, *et al.* 2005)

H. El Compost

Es uno de los mejores abonos orgánicos que se puede obtener en forma fácil y que permite mantener la fertilidad de los suelos con excelentes resultados en el rendimiento de los cultivos; Este abono orgánico se construye con el estiércol de los animales de granja (aves, caballos, vacas, ovejas o cerdos), residuos de cosechas, desperdicios orgánicos domésticos y papel.

La incorporación de abono compostado al suelo tiene las siguientes ventajas: Incorpora materia orgánica y nutrientes al suelo, mejora las características físicas y biológicas (incorporando microorganismos beneficiosos) del suelo, da excelentes rendimientos en cultivos de cereales, hortalizas, pastos y árboles y puede utilizarse en Lombricultura El abono logrado contiene elementos como el nitrógeno, el fósforo y el potasio esenciales para el crecimiento de las plantas. El compost contiene también elementos como el azufre, magnesio, calcio, boro, hierro y cobre necesarios en menor cantidad pero no por eso menos importantes para el buen desarrollo de los vegetales (WEB DE HOGAR sf.).

I. La Zeolita

Dentro del grupo de los catalizadores de uso agrícola están las zeolitas que no son más que rocas compuestas de aluminio, silicio y oxígeno. Se encuentran en una variedad de regiones del mundo donde la actividad volcánica prehistórica ocurrió cerca del agua, o donde el agua ha estado presente por milenios desde las erupciones (Cox, 1999).

Se forman por reacción del agua con materiales sólidos presentes en los poros del suelo. El reactante común es el vidrio volcánico, pero otros reactantes son: arcillas poco cristalinas y cuarzo. Las zeolitas naturales se presentan en rocas de varios tipos, edades y ambientes geológicos, principalmente en rocas sedimentarias y son particularmente abundantes en estratos vulcanoclásticos (Morante y Bastidas, 2001).

J. Fertilización Química

Se recomienda un abonado de suelo rico en P y K en cantidades de 0.3 kg de P en 100 Kg de abonado. También un aporte de nitrógeno N en mayor cantidad sobre todo en época de crecimiento vegetativo.

En el fréjol se recomienda aplicar N 100 kg aproximadamente por cada 1 000 kg de grano producido, debe repartirse un tercio del total en el momento de la siembra y los dos tercios restantes en cobertera, de 25 a 30 días después de la

emergencia de las plantas. 25 kg de P_2O_5 y K_2O por cada 1 000 kg de grano producido (Infoagro, 2005).

Melgar y Torres (2006), manifiestan que el maíz requiere alrededor de 20 a 25 kg ha^{-1} de nitrógeno (N) por cada tonelada de grano producida. Por ello, para producir por ejemplo 10 t ha^{-1} de grano, el cultivo debería disponer de alrededor de 200 a 250 kg de N ha^{-1} absorbidos por el cultivo. Esta cantidad sería la demanda de nitrógeno para este nivel de rendimiento.

La oferta del terreno (nitrógeno en el suelo + N del fertilizante) debería satisfacer esa necesidad para mantener el sistema en equilibrio nutricional. Esta aproximación es lo que se conoce como criterio o modelo de balance. Sin embargo, las diferencias entre las cantidades de N en el suelo y las absorbidas por el cultivo son determinadas por las llamadas eficiencias de absorción, que varían según se considere al N presente en el suelo a la siembra, al N mineralizado durante el cultivo y al N aportado como fertilizantes

K. Análisis de la Razón de Equivalentes de la Tierra (RET) y de la Razón de Equivalentes de Ingresos (REI)

Según Guamán (1981), la RET y la REI es el nivel de eficiencia, en términos de producción y de ingresos, existente entre un cultivo asociado frente a un monocultivo.

La RET está compuesta por la suma de tantos cocientes de las relaciones asociación monocultivo, en términos de producto físico, como especies se incluyan en el sistema. Cada cociente en la suma, indica el área a sembrar de cada cultivo solo para alcanzar la misma cantidad de producto físico que en 1 ha de la asociación (Guamán, 1981).

Mientras que la REI está compuesta por la suma de tantos cocientes de las relaciones asociación monocultivo, en términos de ingreso neto, como especies se incluyan en el sistema. Cada cociente en la suma, indica el área a sembrar

de cada cultivo solo para lograr el mismo ingreso neto que con 1 ha de la asociación (Guamán, 1981).

L. Costos

Los costos de producción son los gastos de dinero realizados en la adquisición de los insumos o materiales empleados para producir bienes y servicios (Urrutia, 2004).

En toda organización sea esta de tipo agrícola, comercial y de servicios es necesario detectar y cuantificar los costos con el objeto de utilizar en forma racional los insumos y materiales para establecer a cuánto ascienden los desembolsos por unidad producida (Varela, 1991).

M. Ingreso Bruto

El ingreso neto o ingreso bruto es la cantidad total que se obtiene por la venta del producto o servicio, sumando a las utilidades obtenidas por un interés, dividiendo renta y otros conceptos de ingresos (Vicione, 1991),

N. Ingreso Neto

Los ingresos netos están determinados por la suma total obtenida de los ingresos, a los cuales se les resta la suma total de los costos de producción (Murcia, 1995).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Localización del Experimento

La presente investigación se llevó a cabo durante los meses de junio a octubre del 2009 en la finca experimental “La María” de propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en Km 7 de la vía Quevedo – El Empalme y ubicada geográficamente bajo las coordenadas de 79° 27' longitud oeste y 01° 06' de latitud sur y a una altitud de 85 msnm.

B. Condiciones Agroclimáticas¹

El clima de la zona es de tipo tropical húmedo, con temperatura media anual de 25,0°C, precipitación promedio anual de 2 286,6 mm, humedad relativa media de 84% y Heliofanía de 894,0 horas luz-año. Presenta un relieve irregular y un pH promedio de 6,5 – 7,5.

C. Material Genético

La variedad de fréjol utilizada en el presente estudio fue “Ecuavegetal 6” (EVG-16), comercializado por la empresa del mismo nombre y el híbrido de maíz utilizado fue “INIAP H-551” (Cuadros 1 y 2).

D. Factores en Estudio

Se utilizaron dos sistemas de siembra y cuatro tipos de fertilización, las mismas que se indican a continuación:

1. Sistema de siembra (s)

s_1 = Asociación maíz-fréjol (MF)

s_2 = Monocultivo: Fréjol solo (Fs), maíz solo (Ms)

Datos registrados en la Estación Meteorológica Pichilingue del INAHMI. Serie Multianual 1970 – 2009.

2. Fertilización (f)

f_1 = Fertilización química (fq)

f_2 = Fertilización química + zeolita (fq + ze)

f_3 = Fertilización química + compost (fq + co)

f_4 = Fertilización química + zeolita + compost (fq+ ze + co)

E. Tratamientos Bajo Estudio

Los tratamientos resultantes de las combinaciones de los niveles de los dos factores en estudio, fueron los siguientes:

Cuadro 1. Tratamientos resultantes de la combinación de los dos sistemas de siembra y los cuatro tipos de fertilización.

Tratamientos	Maíz	Fréjol
1	MF + fq	MF + fq
2	MF + fq + ze	MF + fq + ze
3	MF + fq + co	MF + fq + co
4	MF + fq + ze + co	MF + fq + ze + co
5	Ms + fq	Fs + fq
6	Ms + fq + ze	Fs + fq + ze
7	Ms + fq + co	Fs + fq + co
8	Ms + fq + ze + co	Fs + fq + ze + co

F. Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Se dispuso de un Diseño de Bloques Completos al Azar, con doce tratamientos y cuatro repeticiones. Para el análisis funcional se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, y se realizó la interacción de los sistemas de siembra y los tipos de fertilización.

Cuadro 2. Características agronómicas de la variedad de fréjol EVEG – 16 bajo estudio.

CARACTERÍSTICAS	EVG-16
Clima	Templado - cálido
Adaptación (msnm)	300 - 1300
Floración (días)	33 - 35
Período vegetativo (días)	56 - 59
Hábito de crecimiento	Semiguía
Altura de planta (cm)	38 - 40
Color de flor	Lila
Peso de 100 semillas (g)	18 - 20
Color de semilla	Negra
Semillas por vaina	4 - 7
Rendimiento comercial (kg/ ha ⁻¹)	1095 - 1100

Fuente: Agripac. Boletín Técnico. N° 3

Cuadro 3. Características agronómicas del híbrido de maíz INIAP H-551 bajo estudio.

CARACTERÍSTICAS	INIAP H-551
Floración femenina (días)	55 - 64
Floración masculina (días)	54 - 62
Ciclo de siembra a cosecha (días)	120
Altura de planta promedio (cm)	240
Altura de inserción de mazorca (cm)	120
Acame de raíz y ruptura del tallo bajo la mazorca	Resistencia
Enfermedades foliares	Tolerancia
Insectos plagas	Susceptibilidad
Longitud de mazorca (cm)	16 - 18
Diámetro de mazorca (cm)	4,5 – 4,9
Tipo de grano	Cristalino
Color de semilla	Amarilla
Rendimiento comercial (kg/ ha ⁻¹)	5590

Fuente: Agripac. Boletín Técnico. N° 18

G. Especificaciones de Siembra

- a.** La distancia de siembra para el cultivo asociado fue 0,25 m entre plantas de maíz y fréjol y, 1,00 m entre hileras; sembrándose dos semillas por hoyo de cada especie en todas las parcelas (Figura 1^a del Apéndice).
- b.** La distancia de siembra para el monocultivo de fréjol fue 0,20 m entre plantas y 0,50 m entre hileras (Figura 1b del Apéndice).
- c.** La distancia de siembra para el monocultivo de maíz fue 0,20 m entre plantas y 0,90 m entre hileras (Figura 1c del Apéndice).
- d.** Tamaño total de la superficie experimental fue 1 026,00 m² (Croquis de campo del Apéndice).
- e.** El tamaño total de la parcela para el fréjol asociado con maíz fue 6,00 m de largo x 4,00 m de ancho (24,00 m²), considerándose como parcela útil las dos hileras centrales (12,00 m²) (Croquis de campo del Apéndice).
- f.** El tamaño total de la parcela para el fréjol en monocultivo fue 6,00 m de largo x 2,00 m de ancho (12,00m²), considerándose como parcela útil las dos hileras centrales (6,00 m²) (Croquis de campo del Apéndice).
- g.** El tamaño total de la parcela para el maíz en monocultivo fue 6,00 m de largo x 3,60 m de ancho (21,60m²) considerándose como parcela útil las dos hileras centrales (10,80 m²) (Croquis de campo del Apéndice).

H. Datos Registrados y Formas de Evaluación

1. En el maíz

h. Altura de planta (cm)

La altura de planta se registró a los 90 días después de la siembra midiendo con una regla graduada en centímetros desde la superficie del suelo hasta la inserción de la espiga, se tomaron 10 plantas en cada parcela útil.

i. Altura de Inserción de mazorca (cm)

Este dato se registró en las mismas 10 plantas elegidas anteriormente de cada parcela útil y se procedió a medir desde la superficie del suelo hasta el punto de inserción de la mazorca, utilizando una regla graduada en centímetros.

j. Peso de 100 semillas (g)

Para obtener esta variable se procedió a pesar en una balanza electrónica 100 semillas tomadas de la parcela útil y se registró en gramos.

k. Longitud de mazorca (cm)

Para registrar esta variable, en cada parcela útil, se tomaron 10 mazorcas para ser medidas con una regla graduada en centímetros. Se registró su promedio en centímetros.

I. Peso de mazorca (g)

Se tomaron las mismas 10 mazorcas anteriores, se las pesó individualmente en una balanza electrónica y se obtuvo su promedio en gramos.

m. Peso de granos por mazorca (g)

Se procedió a tomar el peso de granos de las 10 mazorcas seleccionadas anteriormente. Se utilizó una balanza electrónica y se obtuvo el peso promedio que se expresó en gramos.

n. Rendimiento por Hectárea (kg/ha)

El rendimiento en kilogramos por hectárea, se obtuvo del peso total de granos de cada parcela útil para lo cual se utilizó una balanza electrónica. Se tomó la humedad del grano al momento de la cosecha utilizando un determinador de humedad para luego proceder a ajustar el peso del grano al 13% de humedad. Para esto se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\text{Peso parcela útil ajustado} = \frac{\text{Peso de granos (100 - Humedad del grano)}}{(100 - \text{Humedad deseada})}$$

$$\text{Rendimiento (kg ha}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Peso parcela útil ajustado} \times 10\,000 \text{ m}^2}{\text{Área de parcela útil (m}^2\text{)}}$$

2. En el fréjol

a. Altura de planta (cm)

Para registrar estos datos, se tomaron 10 plantas de cada parcela útil seis días después de la floración, midiendo con una regla graduada en centímetros desde el nivel del suelo hasta el brote tierno superior (ápice).

b. Incidencia de mustia hilachosa

Para determinar los daños causados por el hongo *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk, (estado sexual); *Rhizoctonia solani* Kuhn (estado asexual), se observaron aquellas plantas que presentaron signos visibles de la enfermedad en sus hojas y se las evaluó según la Guía de Evaluación de Enfermedades del CIAT (1987) con la siguiente escala:

Escala	Hojas enfermas (%)
1	0
2	5
3	10
4	20
5	30
6	40
7	60
8	80
9	100

c. Número de vainas por planta

Para registrar esta variable, se contó el total de vainas presentes en 10 plantas tomadas de la parcela útil, luego se estableció el promedio para obtener el número de vainas por planta.

d. Número de Semillas por Vaina

Se obtuvo mediante el conteo de las semillas de cada una de las vainas cosechadas en 10 plantas tomadas de la parcela útil y se dividió para el número total de vainas que éstas emitieron.

e. Peso de 100 semillas (g)

Para registrar esta variable se procedió a contar 100 semillas provenientes de cada parcela útil, las mismas que fueron pesadas en una balanza electrónica y su resultado registrado en gramos.

f. Rendimiento por planta (kg/ha)

Se pesaron las semillas de las 10 plantas provenientes de cada parcela útil en una balanza electrónica y su promedio se registró en gramos. El rendimiento se calculó con una humedad de grano del 13 %.

g. Rendimiento por hectárea

El rendimiento en kilogramos por hectárea se determinó en base al peso total de los granos cosechados en cada parcela útil. El peso del grano fue uniformizado al 13% de humedad. Para tal efecto se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$\text{Rendimiento (kg ha}^{-1}\text{)} = \frac{\text{Peso parcela útil ajustado} \times 10\,000 \text{ m}^2}{\text{Área de parcela útil (m}^2\text{)}}$$

$$\text{Peso parcela útil ajustado} = \frac{\text{Peso de granos (100 - Humedad del grano)}}{(100 - \text{Humedad deseada})}$$

I. Análisis de la Razón de Equivalentes de la Tierra (RET) y de la Razón de Equivalentes de Ingresos (REI)

Para conocer los niveles de eficiencia de los sistemas asociados frente a los monocultivos, en relación a la producción y los ingresos netos, se aplicó: la Razón de Equivalentes de la Tierra (RET) y la Razón de Equivalentes de Ingresos (REI), de acuerdo a la siguiente metodología (Guamán, 1981):

$$RET = \frac{RMA}{RMS} + \frac{RFA}{RFS} \qquad REI = \frac{INMA}{INMS} + \frac{INFA}{INFS}$$

Donde:

RET = Razón de Equivalentes de la tierra

RMA = Rendimiento de maíz asociado

RMS = Rendimiento de maíz solo

RFA = Rendimiento del fréjol asociado

RFS = Rendimiento del fréjol solo

Donde:

REI = Razón de Equivalentes de los Ingresos

INMA = Ingreso neto de maíz asociado

INMS = Ingreso neto de maíz solo

INFA = Ingresos neto de fréjol asociado

INFS = Ingreso neto de fréjol solo

Luego de realizar el cálculo matemático, tanto la RET como la REI pueden alcanzar los siguientes valores (Guamán, 1981):

- **Si la RET y/o la REI es igual a 1**, indica que existe una misma eficiencia en términos de uso de la tierra y de ingresos netos por hectárea de cultivos asociados que en el monocultivo.

- **Cuando la RET y/o la REI es mayor a 1**, indica una mayor eficiencia en términos de producción y/o ingresos netos de los cultivos asociados que en el monocultivo.
- **Si la RET y/o la REI es menor a 1**, indica una mejor eficiencia en términos de producción y/o ingresos netos de cualquiera de los monocultivos.

Para determinar los coeficientes de la REI, fue necesario calcular los costos de producción, ingresos totales o brutos y los ingresos netos o utilidades de cada uno de los tratamientos.

J. Costos

Para obtener los costos de producción se establecieron los desembolsos efectuados durante el ciclo de cultivo de cada uno de los tratamientos, para lo cual se consideró: alquiler de terreno, preparación del suelo, semilla, siembra, control de malezas, controles fitosanitarios, fertilización y cosecha.

K. Ingreso Bruto

Los ingresos totales se obtuvieron de la venta del fréjol y del maíz, considerando un precio de venta de 9,00 USD/qq para el maíz y de 45 USD/qq para el fréjol, con un peso ajustado al 13% de humedad en ambos casos.

L. Ingreso Neto

Para obtener los ingresos netos, a la suma de los ingresos totales se le restaron los costos de producción.

M. Manejo Agronómico del Ensayo

En el presente estudio, se realizaron todas las labores agronómicas necesarias para propiciar el máximo potencial genético de los materiales de maíz y fréjol bajo estudio.

1. Preparación del terreno

Previo a la siembra se efectuó un pase de arado al terreno, luego de esto, se procedió a regar el espacio físico para después determinar el espacio correspondiente a cada una de las parcelas experimentales de acuerdo al croquis de campo (balizado) y según lo establecido en el sorteo para cada uno de los tratamientos se procedieron a identificar las parcelas con sus respectivas tarjetas donde se identifica la repetición, número de la parcela y del tratamiento.

2. Siembra

La siembra de las parcelas de cultivo asociado se las programó de tal manera que primero se sembró el fréjol y ocho días después se sembró el maíz mientras que los ocho tratamientos donde se contemplaban los monocultivos tanto de fréjol como de maíz bajo los cuatro tipos de fertilización correspondientes a cada uno, fueron sembrados el día que se sembró el maíz. Se utilizó un espeque y se depositaron dos semillas por hoyo tanto para el fréjol como para el maíz.

3. Raleo

El raleo de las plantas de maíz y fréjol se realizó a los 15 días después de la siembra, dejando una planta por sitio.

4. Fertilización

La fertilización química del ensayo, tanto en los cultivos asociados como en los monocultivos, consistió en la aplicación de 80,0 kg ha⁻¹ de N (Urea), 40,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Súper fosfato triple) y 60,0 kg ha⁻¹ de K₂O₅ (Muriato de potasio). El N se fraccionó en tres aplicaciones y, el P y K se aplicó totalmente en la primera aplicación. La primera aplicación se realizó a los ocho días después de la siembra; la segunda y tercera aplicación se efectuaron a los 23 y 45 días después de la siembra, respectivamente. La zeolita (Roca Mágica) se aplicó en un 25% adicional a la dosis mezclada en la primera aplicación de los fertilizantes químicos antes mencionados. En cuanto al compost, se aplicó 75 g de éste alrededor de las plantas tanto de fréjol como de maíz en los tratamientos correspondientes.

5. Control de malezas

Para el control químico de malezas en pre-emergencia se aplicaron los herbicidas paraquat (Gramoxone) más pendimetalin (Prowl) en dosis de 2,0 y 2,5 L ha⁻¹, respectivamente. Posteriormente fue necesario realizar dos deshierbas manuales debido a la aparición de malas hierbas en el ensayo.

6. Controles fitosanitarios

Para controlar el hongo causante de la pudrición del tallo del fréjol conocido como *damping off*, se aplicó mediante aspersion directa al suelo el fungicida captan (Captán) en una dosis de 80,0 g ha⁻¹ en 80 L de agua.

Para el control de enfermedades e insectos plaga en el cultivo del fréjol se aplicó la siguiente mezcla: para el control de la mustia hilachosa y la mariquita, la mezcla fue 2,3 L ha⁻¹ de carbendazin (Bavistin) más 0,56 L ha⁻¹ de Monitor en 200 L de agua. Para el control del gusano cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*) se aplicó el insecticida clorpyrifos (Lorsban) a los 20 días después de la siembra, en dosis de 1,0 L ha⁻¹. Adicionalmente,

a los 40 días fue necesario aplicar un “cebo” preparado con 150,0 cm³ de clorpirifos (Lorsban) diluidos en 20 litros de agua y mezclados en 10,0 kg de arena. Se aplicó aproximadamente 2,0 g de “cebo” en el cogollo (ápice) de cada planta.

7. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, tanto para el fréjol como para el maíz. Las plantas de fréjol fueron arrancadas antes de que se secaran completamente evitando así pérdidas por desgrane para luego trillarlas manualmente. De igual forma, el maíz se cosechó a los 120 días de la siembra, cuando el grano alcanzó el 20% de humedad, aproximadamente.

IV. RESULTADOS

A. Maíz Solo y Asociado

1. Altura de planta, altura de inserción y longitud de mazorca

a. Efectos de los sistemas de cultivo

Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0,01$) tanto para la altura de planta como para la altura de inserción de mazorca (Cuadro 4) al analizar los sistemas de cultivo. La mayor altura de planta y de inserción de mazorca (211,67 y 110,35 cm respectivamente) se obtuvieron cuando el maíz se sembró como monocultivo (Cuadro 4).

b. Efectos de los tipos de fertilización

No se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), tanto para la altura de planta como para la altura de inserción de mazorca, al analizar los tipos de fertilización (cuadro 4).

c. Interacción sistemas de cultivo por tipos de fertilización

No se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) al analizar la interacción sistemas de cultivo por tipos de fertilización, para las variables altura de planta y de inserción de mazorca, además de la longitud de mazorca (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efectos simples de dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización en la altura de planta, altura de inserción y longitud de mazorca en el cultivo de maíz asociado con el cultivo de fréjol. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

Sistema de cultivo	Altura de planta (cm)	Altura de inserción de mazorca (cm)	Longitud de mazorca (cm)
MF	197,21 b ¹	98,44 b ¹	15,99 a ¹
Ms	211,67 a	110,35 a	15,44 a
Tipo de fertilización			
fq	203,53 a	104,25 a	15,41 a
fq + ze	205,70 a	106,96 a	15,75 a
fq + co	204,24 a	102,79 a	15,84 a
fq + ze + co	204,29 a	103,58 a	15,87 a
Interacción			
MF + fq	195,03 a	97,35 a	15,51 a
MF + fq + ze	199,80 a	100,08 a	16,02 a
MF + fq + co	195,68 a	95,95 a	16,06 a
MF + fq + ze + co	198,33 a	100,38 a	16,41 a
Ms + fq	212,03 a	111,15 a	15,31 a
Ms + fq + ze	211,60 a	113,85 a	15,48 a
Ms + fq + co	212,80 a	109,63 a	15,63 a
Ms + fq + ze + co	210,25 a	106,78 a	15,34 a
C.V. (%)	4,91	5,99	5,76

¹Promedios con la misma letra no presentan diferencias estadísticas según Tukey (P> 0,05)

4. Número de semillas por mazorca, peso de mazorca y peso de 1000 semillas

b. Efectos de los sistemas de cultivo

Al analizar los sistemas de cultivo no se encontraron diferencias significativas (P> 0,05) para el número de semillas por mazorca, peso de mazorca y peso de 1000 semillas (cuadro 5).

c. Efectos de los tipos de fertilización

No se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) para ninguno de los componentes del rendimiento al analizar los tipos de fertilización (Cuadro 5).

d. Interacción sistemas de cultivo por tipos de fertilización

No se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) al analizar la interacción sistemas de cultivo por tipos de fertilización, para las variables número de semillas por mazorca, peso de mazorca y peso de 1000 semillas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efectos simples de dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización para los tres componentes del rendimiento en el cultivo de maíz sembrado en asociación con el cultivo de fréjol. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

Sistema de cultivo	Número de Semillas por Mazorca	Peso de Mazorca (g)	Peso de 1000 semillas (g)
MF	390,80 a ¹	180,68 a ¹	3403,75 a ¹
Ms	373,75 a	175,61 a	3347,50 a
Tipo de fertilización			
fq	365,43 a	173,18 a	3350,00 a
fq + ze	391,33 a	176,03 a	3360,00 a
fq + co	379,68 a	180,90 a	3437,50 a
fq + ze + co	392,68 a	182,48 a	3355,00 a
Interacción			
MF + fq	347,60 a	167,55 a	3250,00 a
MF + fq + ze	414,10 a	182,70 a	3470,00 a
MF + fq + co	400,50 a	181,35 a	3445,00 a
MF + fq + ze + co	401,00 a	191,10 a	3450,00 a
Ms + fq	383,25 a	178,80 a	3450,00 a
Ms + fq + ze	368,55 a	169,35 a	3250,00 a
Ms + fq + co	358,85 a	180,45 a	3430,00 a
Ms + fq + ze + co	384,35 a	173,85 a	3260,00 a
C.V. (%)	11,83	12,22	4,72

¹Promedios con la misma letra no presentan diferencias estadísticas según Tukey ($P > 0,05$)

5. Rendimiento por hectárea

a. Efectos de los sistemas de cultivo

Al analizar los sistemas de cultivo se encontraron diferencias estadísticas ($P \leq 0,01$) para el rendimiento por hectárea (Cuadro 5). El monocultivo de maíz alcanzó un mejor promedio ($3508.3 \text{ kg ha}^{-1}$) frente al sistema de cultivo asociado (Cuadro 6).

b. Efectos de los tipos de fertilización

No se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) para la variable rendimiento por hectárea al analizar los tipos de fertilización (Cuadro 6).

c. Interacción sistemas de cultivo por tipos de fertilización

Se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) al analizar la interacción sistemas de cultivo por tipos de fertilización en el rendimiento por hectárea del maíz (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efectos simples de dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización para el rendimiento por hectárea en el cultivo de maíz sembrado en asociación con el cultivo de fréjol. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

Sistema de cultivo	Rendimiento por hectárea (kg)¹
MF	1097.82 b
Ms	3508.28 a
Tipo de fertilización	
fq	2280.40 a
fq + ze	2140.30 a
fq + co	2356.10 a
fq + ze + co	2435.40 a
Interacción	
MF + fq	1318,73 b
MF + fq + ze	847,22 b
MF + fq + co	912,12 b
MF + fq + ze + co	1313,22 b
Ms + fq	3242,07 a
Ms + fq + ze	3433,38 a
Ms+ fq + co	3800,02 a
Ms + fq + ze + co	3557,63 a
C.V. (%)	17,84

¹ Promedios con la misma letra no presentan diferencias estadísticas según Tukey (P> 0,05)

B. Fréjol Solo y Asociado

1. Altura de planta e incidencia de mustia hilachosa

a. Efecto de los sistemas de cultivo

En las variables altura de planta y evaluación de Mustia hilachosa no se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) para los sistemas de cultivo (Cuadro 7).

b. Efecto de los tipos de fertilización

Para los tipos de fertilización no se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) en las dos variables analizadas (Cuadro 7). El menor valor en la evaluación de mustia hilachosa se encontró cuando se utilizó el tipo de fertilización química con un valor promedio de 2,39 (Cuadro 7).

c. Interacción sistemas de cultivo por tipos de fertilización

La interacción sistemas de cultivo por tipos de fertilización no fue significativa ($P > 0,05$) ni para la altura de planta ni para la evaluación de mustia hilachosa (Cuadro 7).

Cuadro 7. Efectos simples de dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización en la altura de planta y la evaluación de mustia hilachosa en el cultivo de fréjol asociado con maíz. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

Sistema de cultivo	Altura de planta (cm)¹	Evaluación de mustia hilachosa (Esc. 1-9)¹
MF	65,81 a	2,53 a
Fs	65,57 a	2,49 a
Tipo de fertilización		
fq	65,74 a	2,39 a
fq + ze	66,16 a	2,46 a
fq + co	64,97 a	2,65 a
fq + ze + co	65,87 a	2,54 a
Interacción		
MF + fq	65,70 a	2,40 a
MF + fq + ze	66,20 a	2,60 a
MF + fq + co	65,00 a	2,70 a
MF + fq + ze + co	66,40 a	2,50 a
Fs + fq	65,80 a	2,40 a
Fs + fq + ze	66,20 a	2,30 a
Fs + fq + co	65,00 a	2,60 a
Fs + fq + ze + co	65,40 a	2,60 a
C.V. (%)	2,07	12,03

¹Promedios con la misma letra no presentan diferencias estadísticas según Tukey ($P > 0,05$)

2. Número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de cien semillas y rendimiento por planta

d. Efecto de los sistemas de cultivo

Se encontraron diferencias estadísticas ($P \leq 0,01$) para las variables número de vainas por planta y rendimiento por planta, para las demás variables no mostraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) (Cuadro 8).

El sistema de cultivo asociado sobresalió en las variables número de vainas por planta y rendimiento por planta con 53,43 vainas y 63,42 g, respectivamente (Cuadro 8).

e. Efecto de los tipos de fertilización

Ninguno de los componentes del rendimiento mostraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) cuando se analizaron los tipos de fertilización (Cuadro 7). Aún así el mayor rendimiento por planta se encontró cuando se utilizó la fertilización química y la zeolita (Cuadro 8).

f. Interacción sistemas de cultivo por tipos de fertilización

Al analizar la interacción sistemas de cultivo por tipos de fertilización, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) en ninguno de los cuatro componentes del rendimiento analizados (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efectos simples de dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización para los cuatro componentes del rendimiento en el cultivo de fréjol sembrado en asociación con el cultivo de maíz. Quevedo, Finca "La María", UTEQ. 2009.

Sistema de cultivo	Vainas por planta*	Semillas por vaina*	Peso de 100 semillas (g)*	Rendimiento por planta (g)*
MF	53,43 a	5,84 a	20,69 a	63,42 a
Fs	34,06 b	5,69 a	20,98 a	40,78 b
Tipo de fertilización				
fq	43,13 a	5,55 a	20,71 a	49,03 a
fq + ze	47,09 a	5,69 a	21,20 a	57,26 a
fq + co	42,91 a	5,79 a	20,55 a	50,29 a
fq + ze + co	41,85 a	6,03 a	20,86 a	51,82 a
Interacción				
MF + fq	49,60 a	5,20 a	21,40 a	55,00 a
MF + fq + ze	60,80 a	6,10 a	20,30 a	74,04 a
MF + fq + co	52,80 a	5,90 a	20,60 a	62,33 a
MF + fq + ze + co	50,70 a	6,10 a	20,60 a	62,32 a
Fs + fq	36,70 a	5,80 a	20,10 a	43,06 a
Fs + fq + ze	33,40 a	5,30 a	22,10 a	40,06 a
Fs + fq + co	33,10 a	5,70 a	20,50 a	38,25 a
Fs + fq + ze + co	33,10 a	5,90 a	21,20 a	41,32 a
C.V. (%)	19,00	11,37	9,04	15,30

* Promedios con la misma letra no presentan diferencias estadísticas según Tukey ($P > 0,05$)

3. Rendimiento por hectárea

d. Efecto de los sistemas de cultivo

En el rendimiento por hectárea del fréjol se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,01$) para el sistema de cultivo (Cuadro 9). El monocultivo de fréjol se destacó al producir $1365,4 \text{ kg ha}^{-1}$ más que cuando se sembró en sistema asociado.

e. Efecto de los tipos de fertilización

No se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) al analizar el efecto de la utilización de cuatro tipos de fertilización en el rendimiento por hectárea del fréjol (Cuadro 9).

f. Interacción sistemas de cultivo por tipos de fertilización

Se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0,05$) al analizar la interacción sistemas de cultivo por tipos de fertilización, para la variable rendimiento por hectárea (Cuadro 9).

Cuadro 9. Efectos simples de dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización para el rendimiento por hectárea en el cultivo de fréjol sembrado en asociación con el cultivo de maíz. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

Sistema de cultivo	Rendimiento por hectárea (kg)
MF	1059,2 b ¹
Fs	2424,6 a
Tipo de fertilización	
fq	1796,0 a
fq + ze	1745,7 a
fq + co	1733,3 a
fq + ze + co	1692,5 a
Interacción	
MF + fq	1000,10 b
MF + fq + ze	1173,00 b
MF + fq + co	1021,78 b
MF + fq + ze + co	1038,86 b
Fs + fq	2588,93 a
Fs + fq + ze	2318,41 a
Fs + fq + co	2444,79 a
Fs + fq + ze + co	2346,22 a
C.V. (%)	21,47

¹Promedios con la misma letra no presentan diferencias estadísticas según Tukey ($P > 0,05$)

C. Análisis de la Razón de Equivalentes de la Tierra (RET) y de la Razón de Equivalentes de Ingresos (REI)

En el análisis de la RET se encontró que los monocultivos del fréjol (EVG-16) y del maíz “INIAP H-551” hacen un uso más eficiente de la tierra a diferencia de los cultivos asociados, ya que todos los coeficientes RET fueron menores a uno (Cuadro 10).

En cuanto al análisis de la REI se encontró que al sembrar el fréjol y el maíz bajo sistema de cultivo asociado, éstos fueron más eficientes que los monocultivos, en términos de ingresos, encontrándose el mayor coeficiente de la REI cuando se fertilizó el cultivo con fertilizantes químicos junto a la zeolita (2,3) (Cuadro 10).

Cuadro 10. Razón de Equivalentes de la Tierra (RET) y Razón de Equivalentes de Ingresos (REI) de cuatro tipos de fertilización del cultivo de fréjol en asociación con maíz. Quevedo, Finca “La María”, 2009.

Sistema de cultivo	Tipos de Fertilización			
	Fert. Química	Fert. Química + Zeolita	Fert. Química + Compost	Fert. Química + Zeolita + Compost
RET	0.8	0.8	0.7	0.8
REI	1.6	2.3	1.4	1.1

D. Análisis económico

El análisis económico se efectuó en función de la relación beneficio – costo de los tratamientos en estudio.

1. Costos totales

Los egresos de los tratamientos estuvieron representados por los costos fijos y costos variables; en lo que respecta al tipo de fertilización en el fréjol y maíz como cultivo solo, el mayor costo se dio con la fertilización química + zeolita + compost con \$ 976,99 y 1015,08 en su orden; el menor costo total se reportó con fertilización química con \$631,24 y 731,83 respectivamente; para el caso de la asociación maíz-frejol, el tratamiento fertilización química + zeolita + compost reportó los mayores costos con \$1992,07 y los menores costos se dieron con el tratamiento fertilización química con \$ 1363,07.

2. Ingresos brutos

Los ingresos brutos están representados por las utilidades obtenidas por la venta de la producción dando el mayor ingreso para el caso del fréjol solo

con fertilización química + zeolita con \$ 1163,70 dólares; para el maíz, el tratamiento fertilización química muestra el mayor ingreso con \$ 261,63. En lo que respecta al cultivo asociado, el tratamiento fertilización química + zeolita reportó el mayor ingreso bruto con \$ 1331,82.

3. Beneficio neto

El beneficio neto está representado por la diferencia de los ingresos menos los egresos. El mayor beneficio fue para el frejol solo con fertilización química + zeolita con \$517,01; para el maíz resultó con pérdida con todos los tipos de fertilización; en lo que respecta al cultivo asociado la fertilización química + zeolita + compost resultó con el mayor beneficio neto con \$ 701,02

4. Relación beneficio/costo

La relación beneficio/costo se obtuvo dividiendo los beneficios para los costos totales dando como resultado para el caso del frejol solo el tratamiento con fertilización química + zeolita con \$ 0,80; en lo que respecta al maíz, todos los tratamientos con fertilizantes resultaron negativos. Para el caso del cultivo asociado, el tratamiento fertilización química + zeolita + compost mostró la relación beneficio/ costo más eficiente con 0,36. (Cuadro 11).

Cuadro 11. Análisis económico de cuatro tipos de fertilización del cultivo de fréjol en asociación con maíz. Quevedo, Finca “La María”, 2009.

RUBROS	FERTILIZACIÓN QUIMICA			FERTILIZACIÓN QUIMICA+ZEOLITA			FERTILIZACIÓN QUIMICA+COMPOST			FERTILIZACIÓN QUIMICA+ZEOLITA+COMPOST		
	Frejol	Maíz	Asociado	Frejol	Maíz	Asociado	Frejol	Maíz	Asociado	Frejol	Maíz	Asociado
A. Alquiler de terreno	40,00	40,00	80,00	40,00	40,00	80,00	40,00	40,00	80,00	40,00	40,00	80,00
B. Preparación del suelo	15,00	15,00	30,00	15,00	15,00	30,00	15,00	15,00	30,00	145,50	81,00	226,50
C. Siembra	65,25	33,00	98,25	65,25	33,00	98,25	65,25	33,00	98,25	65,25	33,00	98,25
D. Fertilización	72,77	72,77	145,53	74,49	74,49	148,98	173,27	173,27	346,53	174,99	174,99	349,98
E. Control de malezas Control de plagas y	30,45	30,45	60,90	30,45	30,45	60,90	30,45	30,45	60,90	30,45	30,45	60,90
F. enfermedades	74,35	57,10	131,45	74,35	57,10	131,45	74,35	57,10	131,45	74,35	57,10	131,45
G. Cosecha	31,80	137,60	169,40	43,80	147,20	191,00	42,60	140,80	183,40	43,20	144,00	187,20
TOTAL (USD)	631,24	731,83	1363,07	646,69	754,48	1401,17	841,84	939,23	1781,07	976,99	1015,08	1992,07
INGRESO BRUTO (USD)	994,95	261,63	1256,58	1163,70	168,12	1331,82	1013,85	180,99	1194,84	1030,50	260,55	1291,05
BENEFICIO NETO (USD)	363,71	-470,20	-106,49	517,01	-586,36	-69,35	172,01	-758,24	-586,23	53,51	-754,53	701,02
RELACIÓN B/C	0,58	-0,64	-0,08	0,80	-0,78	-0,05	0,20	-0,81	-0,33	0,05	-0,74	0,35

V. DISCUSIÓN

A. Maíz

Para la altura de planta y altura de inserción de la mazorca se obtuvieron diferencias estadísticas al analizar los sistemas de cultivo, donde el monocultivo frente a la asociación con el fréjol obtuvo los mayores promedios, lo que indica que si hubo una interferencia agronómica directa de la variedad de fréjol hacia el maíz durante su desarrollo. Mientras que para las variables longitud de mazorca, número de grano por mazorca, peso de mazorca y peso de 1000 semillas, considerados éstos como componentes del rendimiento, no hubieron diferencias estadísticas ($P > 0,05$), tanto en los sistemas de cultivo como en los tipos de fertilización.

En referencia al rendimiento por hectárea, se observó que para el caso de los sistemas de cultivo, el mayor promedio ($3\ 508,3\ \text{kg ha}^{-1}$) se alcanzó al sembrar el maíz en monocultivo aunque no se obtuvieron diferencias estadísticas ($P > 0,05$).

Con respecto a los tipos de fertilización en estudio lo cual difiere de lo citado por CIDICCO (2004), que luego de realizar una investigación en Honduras indica que el choreque o fréjol no limita el desarrollo ni el rendimiento del maíz.

B. Fréjol

Al analizar la variable altura de planta, no se encontraron diferencias estadísticas y la poca o ninguna respuesta que los diferentes tratamientos de fertilización mostraron al medir esta variable, demuestra un comportamiento uniforme de la variedad utilizada (EVG-16), tanto al utilizarla en asociación como en monocultivo. Los promedios de altura alcanzados por la variedad de fréjol “Ecuavegetal-16” en el presente estudio (64,97 a 66,16 cm) difieren con lo mencionado por Vanegas (2004) como características de la variedad, donde manifiesta que la altura de planta de dicha variedad es de 45 cm.

En cuanto a la evaluación de la enfermedad conocida como mustia hilachosa se encontraron valores promedios muy bajos, tanto al analizar los sistemas de cultivo como los tipos de fertilización, lo que indica un nivel de infección bajo según la escala de medición utilizada (CIAT, 1987) y que coincide con lo manifestado por Takegami (2000), donde menciona la eficacia de dicha escala para evaluar infecciones causadas por mustia hilachosa.

En lo referente al análisis de las variables que son consideradas como componentes del rendimiento, se encontraron diferencias estadísticas en las variables número de vainas y rendimiento por planta al analizar los sistemas de cultivo donde los mayores promedios se alcanzaron al sembrar bajo sistema de cultivo asociado lo cual coincide con lo citado por (Godoy, *et al* 1996) quien encontró que los mejores promedios en estas variables fueron alcanzados por los cultivos asociados. Mientras que en las variables semillas por vainas y peso de 100 semillas no se encontraron diferencias estadísticas, tanto en los sistemas de cultivo como en los tipos de fertilización, las demás variables, lo cual se difiere de lo mencionado por (Godoy, *et al* 1996) quien en ambos casos encontró los mejores promedios al sembrar bajo sistema de cultivo asociado.

En cuanto al rendimiento por hectárea, el mayor rendimiento ($2\ 489,2\ \text{kg ha}^{-1}$) se obtuvo cuando el fréjol se sembró bajo sistema de monocultivo, lo cual difiere de lo mencionado por Vanegas (2004), quien manifiesta que el rendimiento por hectárea de esta variedad es de $1\ 815,16\ \text{kg ha}^{-1}$, ante lo cual se demuestra el mejor rendimiento de la variedad cuando ésta es sembrada en monocultivo; también se difiere de lo emitido por Robles (2003) quien asegura que a nivel de finca de las zonas de Babahoyo, Vinces y Quevedo existe un promedio de $550\ \text{kg ha}^{-1}$

C. Razón de Equivalentes de la Tierra (RET) y de la Razón de Equivalentes de Ingresos (REI)

Al analizar la RET y REI se estableció que para los rendimientos por unidad de superficie, los monocultivos hacen un uso más eficiente de la tierra mientras que,

para los ingresos netos, es el cultivo asociado (asociación fréjol-maíz) el sistema con mejor eficiencia en el uso de los ingresos en comparación con el monocultivo. Esto difiere de lo encontrado por Guamán (1981) en el análisis de la RET, pero es coincidente con los resultados del análisis de la REI.

Con estos resultados se descarta la hipótesis que plantea que la siembra asociada de fréjol con maíz es mejor que el monocultivo, tanto por su producción como por sus ingresos económicos netos.

En general, los mayores coeficientes de la REI se alcanzaron cuando se utilizó la fertilización química recomendada más zeolita, lo cual indica mayor eficiencia de ingresos de este tipo de fertilización en cultivos asociados respecto del monocultivo.

D. Análisis Económico

En lo referente al costo total, el tratamiento asociado con fertilización química + zeolita + compost con \$ 1992,07 reportó el mayor costo. Los ingresos brutos con 1331,82 dólares fue con el tratamiento Asociado con fertilización química + zeolita.

El mayor beneficio neto fue con el tratamiento asociado más fertilización química + zeolita + compost con 701,02 dólares y la mayor relación beneficio/costo se obtuvo con el tratamiento fréjol con fertilización química + zeolita, con 0,80. Se acepta la hipótesis “La siembra asociada de fréjol con maíz ofrece mejores beneficios que el monocultivo, tanto por su producción como por sus ingresos económicos netos”.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación, se llegó a las siguientes conclusiones y recomendaciones:

A. Conclusiones

1. Maíz

- a. Tanto la altura de planta como la inserción de mazorca se vieron afectados cuando se sembró asociado con el fréjol (211,67 y 110,35 cm respectivamente).
- b. En las variables longitud de mazorca, número de grano por mazorca, peso de mazorca y peso de 1000 semillas, no se encontraron diferencias estadísticas con 16,41 cm; 414,10; 191,10 g; 3470,00 g en su orden
- c. Los mayores rendimientos (kg ha^{-1}) del maíz se presentaron cuando se sembró en monocultivo ($3508.3 \text{ kg ha}^{-1}$). No se encontraron diferencias entre los tipos de fertilización.

2. Fréjol

- a. Al sembrarse en asociación el fréjol presentó un mayor número de vainas por planta y rendimiento por planta con 53,43 vainas y 63,42 g, respectivamente.
- b. La siembra del fréjol bajo sistema de cultivo asociado reportó el mayor promedio de rendimiento por hectárea ($2.489,2 \text{ kg ha}^{-1}$)

- c. Se encontraron diferencias estadísticas en las variables semillas por vainas y peso de 100 semillas con 6,10 y 21,40 en su orden.

3. Análisis de la RET y la REI

- a. El análisis de los coeficientes RET (0.8) demostró que los monocultivos de fréjol y maíz son más eficientes.
- b. El mayor coeficiente REI (2.3) se encontró al utilizar el sistema de cultivo asociado y al utilizar la fertilización química más zeolita.

B. Recomendaciones

1. Realizar nuevas investigaciones utilizando los mismos tipos de fertilización con diferentes distancias entre hileras y entre plantas.
2. Realizar investigaciones con otras variedades de fréjol e híbridos de maíz de mayor producción, con otras fuentes de fertilización.

VI. RESUMEN

La siembra de cultivos asociados o intercalados sirve para intensificar la producción agrícola mediante el uso más eficiente de los factores de crecimiento (espacio y tiempo disponible).

La investigación se llevó a cabo durante los meses de junio a octubre del 2009 en la finca experimental “La María” de propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en Km 7 de la vía Quevedo – El Empalme; tuvo como objetivo principal evaluar la productividad maíz-fréjol en asociación, mediante un sistema de fertilización química tradicional, compost y zeolita, estableciendo la eficiencia del uso de la tierra y los beneficios que genera la asociación frente a los monocultivos.

La variedad de fréjol utilizada en el presente estudio fue “Ecuavegetal 6” (EVG-16) y el híbrido de maíz utilizado fue “INIAP H-551”. Se dispuso de un Diseño de Bloques Completos al Azar, con doce tratamientos y cuatro repeticiones, y se realizó la interacción de los sistemas de siembra y los tipos de fertilización.

Los resultados del Fréjol fueron: Al sembrarse en asociación el fréjol presentó un mayor número de vainas por planta y rendimiento por planta. La siembra del fréjol bajo sistema de cultivo asociado reportó el mayor promedio de rendimiento por hectárea. Se encontraron diferencias estadísticas en las variables semillas por vainas y peso de 100 semillas.

Para el Maíz: Tanto la altura de planta como la inserción de mazorca se vieron afectados cuando se sembró asociado con el fréjol. En las variables longitud de mazorca, número de grano por mazorca, peso de mazorca y peso de 1000 semillas, no se encontraron diferencias estadísticas. Los mayores rendimientos (kg ha^{-1}) del maíz se presentaron cuando se sembró en monocultivo. No se encontraron diferencias entre los tipos de fertilización.

SUMMARY

Planting or intercropping cropping serves to intensify agricultural production through more efficient use of growth factors (space and time available).

The research was conducted during June to October 2009 at the experimental farm "La María" owned by the State Technical University Quevedo, located at Km 7 via Quevedo - El Empalme; main objective was to evaluate corn-bean productivity in partnership, through a system of traditional chemical fertilizers, compost and zeolite, establishing the efficiency of land use and the benefits generated by the partnership against monocultures. The variety of beans used in this study was "Ecuavegetal 6" (EVG-16) and the corn hybrid used was "INIAP H-551." We had a design randomized complete block with twelve treatments and four repetitions, and was the interaction of tillage systems and fertilization rates.

The results of the beans were planted in association At the beans had a higher number of pods per plant and yield per plant. The planting of beans in intercropping system had the highest average yield per hectare. There were statistical differences in the variables seed pods and 100 seed weight.

For the Corn: Both plant height and ear insertions were affected when associated with beans planted. Variables in the ear length, grain number per ear, ear weight and weight of 1000 seeds, there were no statistical differences. The highest yield (kg ha⁻¹) occurred when maize was planted in monoculture. There were no differences between the rates of fertilization.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, M. 1976. Cultivo asociado maíz (*Zea mays*), frijol chiclayo (*Vigna sinensis*) en la zona de Iquitos. Tesis Ing. Agrónomo, Programa Agronomía UNAP. Iquitos-Perú. 52 p.
- BUSCAGRO. 2002. CIDICCO Boletín electrónico Noticias sobre cultivos de cobertura No. 12. Consultado el 23 de abril del 2006. Disponible en: <http://www.buscagro.com/cgi-bin/jump2.cgi?ID=18424>.
- CEDEÑO, B. 2006. Fertilización con N y P en el cultivo del fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad "EVG-6" tipo planta intercalado con el híbrido de maíz INIAP H552 en la zona de Quevedo. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Ingeniería Agronómica. 80 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Aart Van Schoonhover y Marcial A. Pastor-Corrales (comps.). Cali, Colombia. 56 p.
- CIDICCO (Centro Internacional de información sobre Cultivos de Cobertura) 2004. Uso del fréjol Chinapopo. Consultado el 16 de agosto del 2006. Disponible en www.cidicco.hn/
- EL AGRO. 1999. Aplicación práctica para el maíz. Guayaquil EC., Unimasa. No. 40: 86-87.
- FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 1976. Economic developement and prospects of Central America, Volume V, Forestry and wood-using industries. Consultado el 12 de octubre de

2005. Disponible en: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/76067s/76067_s03.htm.

_____1999. Agricultura ecológica. Alimentos que respetan la naturaleza. Revista Consumer No. 22, Consultado el 10 de octubre de 2005. Disponible en: <http://revista.consumer.es/web/es/19990501/medioambiente>.

FLOR, A. y FRANCIS, C. 1975. Propuesta de estudio de algunos componentes de una metodología para investigar los cultivos asociados en el trópico latinoamericano. XXII Reunión de PCCMCA. San Salvador, Salvador. 37 p.

FRANCIS, C. 1986. Introduction: distribution and importance of multiple cropping In: Multiple cropping systems. Macmillan, New York. 20 p.

FRANCIS, C.; FLOR, A. y PRAGER, M. (1987). Contrastes agronómicos entre el monocultivo de maíz y la asociación maíz-fríjol. CIAT-Cali, Colombia. 23 p.

GÁLVEZ, G.; MORA, B.; PASTOR, M.A. 1989. Web blight. In: Pastor, M.; Schwartz, H. Bean production problems in the tropics. CIAT-Cali, Colombia. p. 195 - 209.

GODOY, G.; ARIAS, J.; STEADMAN, J.R.; ESKRIDGE, K.M. 1996. The web blight pathogen: its effect on common bean seed quality, germination and early disease development. Ann. Rep. Bean Improv. Coop. No. 39: 152-153.

GUAMÁN JIMENEZ, R.W. 1981. Rendimiento físico y económico del fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) y maíz (*Zea mays* L.) sembrados solos y en asociación. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados Chapingo, México. 122 p.

- LEIHNER, D. 1983. Yuca en cultivos asociados. Manejo y evaluación. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT-Cali, Colombia. 79 p.
- MURCIA, H. 1995. Elementos para la programación de inversión gastos e ingresos, proyecto para la creación y desarrollo de empresas agropecuarios con base en estrategias modernas de gestión empresarial. Ed. Universidad Agraria del Ecuador (Conf. 1-13 dic.) p. 18.
- ROBLES, C. 2003. Comportamiento agronómico de diez variedades de fréjol de exportación, en diferentes zonas del Litoral Ecuatoriano. Guayaquil, EC. Consultado el 14 marzo de 2005. Disponible en: [http:// www.sica.gov.ec/ agro negocios/ index.html](http://www.sica.gov.ec/agro_negocios/index.html).
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación) 2005. Guía técnica de maíz asociado con fréjol en el estado de Michoacán. Investigado el 6 de mayo del 2005, disponible en www.sagarpa.gob.mx/
- SCHWARTA, L. y GÁLVEZ, J. 1990. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Problemas de producción del fréjol. Enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris*. 418 p.
- SICA (Servicio de Información y Censo Agropecuario) EC. 2004. Fenología agrícola del fréjol. Consultado el 20 de diciembre del 2005. Disponible en: <http://www.sica.gov.ec/>.
- SIMBERLOFF, D. 2000. Amenaza a la biodiversidad y que se puede hacer. Consultado el 12 de octubre de 2005. Disponible en: <http://www.actionbioscience.org/esp/biodiversity/simberloff.html>.

- TAKEGAMI, J.C. 2000. Estudio de herencia de resistencia a mustia hilachosa (*Rhizoctonia solani* Kühn) en habichuela común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico. 62 p.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, PE. 1976. Informativo de maíz. Programa Cooperativo de Investigación en Maíz. Lima-Perú. 9 p. Boletín N° 14.
- URRUTIA, V. 2004. Ecuador. Curso de Análisis Económico para Investigadores Agropecuarios. PROMSA- INIAP. Quevedo – Ecuador. 23 p.
- VANEGAS, J. 2004. Comportamiento Agronómico y Rendimiento de Ocho Líneas Seleccionadas de Frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) de la Variedad EVG-16 en las Zonas de Quevedo y Vinces Tesis, de Ing. Agrop. Universidad Técnica Estatal de Quevedo EC, pp 29 - 37
- VARELA, L. 1991. Evaluación Económica de Inversión. 5 ed. México, Limusa. p. 18-279.
- VICIONE, J. 1991. Análisis financiero; Principios y Métodos. México, Limusa. 279 p.
- WILLEY, R. 1979. Intercropping. Its importance and research needs. Parte 1. Competition and yield advantages. Field Crops Abstracts 32(2): 73-85.
- ZAMBRANO, L. 2002. Efecto de fertilización con NPK sobre el rendimiento del híbrido de maíz (*Zea mays* L.) Brasília 8501 en la Zona de Balzar durante el año 2002. Tesis Ing. Agr. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Ingeniería Agronómica. 44 p.

TRILLAS 1985 Respuesta del cultivo de frejol (*Phaseolus vulgaris*) a la aplicación de tres fitoestimulantes orgánicos y un químico. Conaqui-Imbabura. Quito, Ec. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. 68 p.

TERRANOVA. 1995. Enciclopedia agropecuaria. Terranova Editores, Ltda. 87p.

LUGO 1980 El cultivo del fréjol común en los valles de las provincias de Loja, Agronomía y Manejo de Plagas. (Folleto Divulgativo No. 257). Quito, Ec. INIAP. 24 p.

GRANADOS Y LOPEZ 1996 Evaluación Agronómica y Productiva de 16 líneas de Frejol de Variedad de Crecimiento determinado Arbustivo EVG-6 Tesis, de Ing. Agrop. Universidad Técnica Estatal de Quevedo EC. .pp 56 – 64.

COX 1999 Curso internacional sobre cultivo de fríjol *Phaseolus Vulgaris* L. En la zona de laderas de la zona andina. ICA, corpoica. Río negro, Col. Ed. Albán. 94 p.

MORANTE Y BASTIDAS 2001 Problemas de producción del fréjol. Enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris*. Bucaramanga, Col. CIAT. 418 p.

MANUAL DE FERTILIZACIÓN 1987 Enciclopedia de las plantas y las flores. Editorial Grijalbo. Bogotá, Col. 126 p.

APÉNDICE

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza de la altura de planta y de la incidencia de mustia hilachosa de dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

F. de V.	G.L.	Altura de planta (cm)	Evaluación de mustia hilachosa		
Repeticiones	3	3.694	NS	0.0378	NS
Tratamientos	7	1.222	NS	0.0828	NS
Sistemas de Siembra (S)	1	0.475	NS	0.0153	NS
Tipos de Fertilización (F)	3	2.068	NS	0.1003	NS
Interacción S x F	3	0.624	NS	0.0878	NS
Error	21	1.853		0.0911	
Total	31				
CV (%)		2.07		12.03	

NS= No hay significancia estadística (P> 0,05)

Cuadro 2. Cuadrados medios del análisis de varianza del rendimiento por hectárea del cultivo de fréjol en dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

F. de V.	G.L.	Rendimiento por hectárea (kg)	
Repeticiones	3	118860.81	NS
Tratamientos	7	2166497.35	**
Sistemas de Siembra (S)	1	14914509.97	**
Tipos de Fertilización (F)	3	14542.67	NS
Interacción S x F	3	69114.48	NS
Error	21		
Total	31		
CV (%)		21,47	

NS= No hay significancia estadística (P> 0,05);

** = Hay diferencias estadísticas altamente significativas (P≤ 0,01)

Cuadro 3. Cuadrados medios del análisis de varianza de la altura de planta, altura de inserción de mazorca y longitud de mazorca del maíz en dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

Fuente de variación	G.L.	Altura de planta		Altura de inserción de mazorca		Longitud de mazorca	
Repeticiones	3	1123,59	**	768,88	**	2,92	*
Tratamientos	7	249,62	NS	185,04	**	0,63	NS
Sistemas de Siembra (S)	1	1673,31	**	1135,26	**	2,53	NS
Tipos de Fertilización (F)	3	6,64	NS	26,32	NS	0,36	NS
Interacción S x F	3	18,04	NS	27,02	NS	0,26	NS
Error	21						
Total	31						
CV (%) =		4,91		5,99		5,76	

NS= No hay significancia estadística ($P > 0,05$);

** = Hay diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0,01$)

Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza de número de semillas por mazorcas, peso de mazorcas, peso de 100 semillas y rendimiento por hectárea altura del maíz en dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

Fuente de variación	G.L.	Números semillas mazorca	de por	Peso de mazorca		Peso de semillas	1000 Rendimiento hectárea	por	
Repeticiones	3	3195,503	NS	2816,375	**	198145,833	**	1080058,660	**
Tratamientos	7	2080,186	NS	235,798	NS	41526,786	NS	6844043,930	**
Sistemas de Siembra (S)	1	2325,620	NS	205,031	NS	25312,500	NS	46482274,140	**
Tipos de Fertilización (F)	3	1281,987	NS	148,091	NS	13745,833	NS	126227,640	NS
Interacción S x F	3	2796,573	NS	333,761	NS	74712,500	NS	349116,810	NS
Error	21								
Total	31								
CV (%) =		11,83		12,22		4,72		17,84	

Cuadro 5. Cuadrados medios del análisis de varianza de vainas por plantas, semillas por vainas, peso de 100 semillas y rendimiento por planta del fréjol en dos sistemas de cultivo y cuatro tipos de fertilización. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

Fuente de variación	G.L.	Vainas por planta		Semillas por vainas		Peso de 100 semillas		Rendimiento por planta	
Repeticiones	3	110,06	NS	0,30	NS	0,57	NS	57,04	NS
Tratamientos	7	478,28	**	0,42	NS	1,82	NS	699,14	**
Sistemas de Siembra (S)	1	3003,13	**	0,18	NS	0,66	NS	4101,92	**
Tipos de Fertilización (F)	3	42,24	NS	0,32	NS	0,61	NS	105,13	NS
Interacción S x F	3	72,70	NS	0,59	NS	3,41	NS	158,89	NS
Error	21								
Total	31								
CV (%) =		19,00		11,37		9,04		15,30	

Cuadro 6. Costos de producción de 1 hectárea de fréjol en monocultivo utilizando fertilización química. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

	RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
A.	Alquiler de terreno	ha	1	80	80
B.	Preparación del suelo			30	30
	Arada	ha	1	30	30
C.	Siembra				124,5
	Semilla fréjol	kg	54	1,75	94,5
	Mano de obra	jornal	5	6	30
D.	Fertilización				145,53
	Urea	kg	87	0,42	36,54
	Fosfato monomónico	kg	71	0,69	48,99
	Muriato de potasio	kg	50	0,48	24,00
	Aplicaciones	jornal	6	6	36
E.	Labores del Cultivo				60,9
	Gramoxone	L	2	7,2	14,4
	Prowl	L	2,5	9	22,5
	Aplicaciones	jornal	2	6	12
	Deshierbas	jornal	2	6	12
F.	Control de plagas				73,04
	Metavín	g	230	0,045	10,35
	Insecticidas Actara	g	150	0,235	35,25
	Fungicidas Azufre Micro 80	kg	1	2,4	2,4
	Captán	kg	0,8	8,8	7,04
	Aplicaciones	jornal	3	6	18
G.	Cosecha				41,4
	Cosecha del fréjol	jornal	4	6	24
	Trillada	jornal	2	6	12
	Sacos	sacos	9	0,3	2,7
	Transporte	sacos	9	0,3	2,7
TOTAL (USD)					1030,74
INGRESO BRUTO (USD)					2568,6
INGRESO NETO					1537,86

Cuadro 7. Costos de producción de 1 hectárea de fréjol en monocultivo utilizando fertilización química y zeolita. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

	RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
A.	Alquiler de terreno	ha	1	80	80
B.	Preparación del suelo				30
	Arada	ha	1	30	30
C.	Siembra				124,5
	Semilla fréjol	kg	54	1,75	94,5
	Mano de obra	jornal	5	6	30
D.	Fertilización				148,9796
	Urea	kg	87	0,42	36,54
	Fosfato monomónico	kg	71	0,69	48,99
	Muriato de potasio	kg	50	0,48	24,00
	Zeolita	kg	31,36	0,11	3,45
	Aplicaciones	jornal	6	6	36
E.	Labores del Cultivo				60,9
	Gramoxone	L	2	7,2	14,4
	Prowl	L	2,5	9	22,5
	Aplicaciones	jornal	2	6	12
	Deshierbas	jornal	2	6	12
F.	Control de plagas				70,64
	Metavín	g	230	0,045	10,35
	Insecticidas Actara	g	150	0,235	35,25
	Fungicidas Azufre Micro 80	kg	1	2,4	2,4
	Captán	kg	0,8	8,8	7,04
	Aplicaciones	jornal	3	6	18
G.	Cosecha				41,4
	Cosecha del fréjol	jornal	4	6	24
	Trillada	jornal	2	6	12
	Sacos	sacos	9	0,3	2,7
	Transporte	sacos	9	0,3	2,7
TOTAL (USD)					1035,24
INGRESO BRUTO (USD)					2299,95
INGRESO NETO					1264,71

Cuadro 8. Costos de producción de 1 hectárea de fréjol en monocultivo utilizando fertilización química y compost. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

RUBROS		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
A.	Alquiler de terreno	ha	1	80	80
B.	Preparación del suelo				30
	Arada	ha	1	30	30
C.	Siembra				124,5
	Semilla fréjol	kg	54	1,75	94,5
	Mano de obra	jornal	5	6	30
D.	Fertilización				648,03
	Urea	kg	87	0,42	36,54
	Fosfato monomónico	kg	71	0,69	48,99
	Muriato de potasio	kg	50	0,48	24,00
	Compost	kg	7500	0,067	502,50
	Aplicaciones	jornal	6	6	36
E.	Labores del Cultivo				60,9
	Gramoxone	L	2	7,2	14,4
	Prowl	L	2,5	9	22,5
	Aplicaciones	jornal	2	6	12
	Deshierbas	jornal	2	6	12
F.	Control de plagas				73,04
	Metavín	g	230	0,045	10,35
	Insecticidas Actara	g	150	0,235	35,25
	Fungicidas Azufre Micro 80	kg	1	2,4	2,4
	Captán	kg	0,8	8,8	7,04
	Aplicaciones	jornal	3	6	18
G.	Cosecha				41,4
	Cosecha del fréjol	jornal	4	6	24
	Trillada	jornal	2	6	12
	Sacos	sacos	9	0,3	2,7
	Transporte	sacos	9	0,3	2,7
TOTAL (USD)					2035,74
INGRESO BRUTO (USD)					2425,5
INGRESO NETO					389,76

Cuadro 9. Costos de producción de 1 hectárea de fréjol en monocultivo utilizando fertilización química, zeolita y compost. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
A. Alquiler de terreno	ha	1	80	80
B. Preparación del suelo				30
Arada	ha	1	30	30
C. Siembra				124,5
Semilla fréjol	kg	54	1,75	94,5
Mano de obra	jornal	5	6	30
D. Fertilización				651,4796
Urea	kg	87	0,42	36,54
Fosfato monomónico	kg	71	0,69	48,99
Muriato de potasio	kg	50	0,48	24,00
Zeolita	kg	31,36	0,11	3,45
Compost	kg	7500	0,067	502,50
Aplicaciones	jornal	6	6	36
E. Labores del Cultivo				60,9
Gramoxone	L	2	7,2	14,4
Prowl	L	2,5	9	22,5
Aplicaciones	jornal	2	6	12
Deshierbas	jornal	2	6	12
F. Control de plagas				73,04
Metavín	g	230	0,045	10,35
Insecticidas Actara	g	150	0,235	35,25
Fungicidas Azufre Micro 80	kg	1	2,4	2,4
Captán	kg	0,8	8,8	7,04
Aplicaciones	jornal	3	6	18
G. Cosecha				41,4
Cosecha del fréjol	jornal	4	6	24
Trillada	jornal	2	6	12
Sacos	sacos	9	0,3	2,7
Transporte	sacos	9	0,3	2,7
TOTAL (USD)				2042,64
INGRESO BRUTO (USD)				2327,4
INGRESO NETO				284,76

Cuadro 10. Costos de producción de 1 hectárea de maíz en monocultivo utilizando fertilización química. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
A. Alquiler de terreno	ha	1	80	80
B. Preparación del suelo				30
Arada	ha	1	30	30
C. Siembra				63
Semilla maíz	kg	15	1,8	27,00
Mano de obra	jornal	6	6	36
D. Fertilización				145,53
Urea	kg	87	0,42	36,54
Fosfato monomónico	kg	71	0,69	48,99
Muriato de potasio	kg	50	0,48	24,00
Aplicaciones	jornal	6	6	36
E. Labores del Cultivo				60,9
Gramoxone	L	2	7,2	14,4
Prowl	L	2,5	9	22,5
Aplicaciones	jornal	2	6	12
Deshierbas	jornal	2	6	12
F. Control de plagas				45,35
Metavín	g	230	0,045	10,35
Lorsban	L	1,05	10	10,5
Arena	kg	5	0,1	0,5
Aplicaciones	jornal	4	6	24
G. Cosecha				139,2
Cosecha de maíz	jornal	4	6	24
Alquiler desgranadora	sacos	72	1	72
Sacos	sacos	72	0,3	21,6
Transporte	sacos	72	0,3	21,6
TOTAL (USD)				1047,96
INGRESO BRUTO (USD)				714,7
INGRESO NETO				-333,26

Cuadro 11. Costos de producción de 1 hectárea de maíz en monocultivo utilizando fertilización química y zeolita. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
A. Alquiler de terreno	ha	1	80	80
B. Preparación del suelo				30
Arada	ha	1	30	30
C. Siembra				63
Semilla maíz	kg	15	1,8	27,00
Mano de obra	jornal	6	6	36
D. Fertilización				148,9796
Urea	kg	87	0,42	36,54
Fosfato monomónico	kg	71	0,69	48,99
Muriato de potasio	kg	50	0,48	24,00
Zeolita	kg	31,36	0,11	3,45
Aplicaciones	jornal	6	6	36
E. Labores del Cultivo				60,9
Gramoxone	L	2	7,2	14,4
Prowl	L	2,5	9	22,5
Aplicaciones	jornal	2	6	12
Deshierbas	jornal	2	6	12
F. Control de plagas				45,35
Metavín	g	230	0,045	10,35
Lorsban	L	1,05	10	10,5
Arena	kg	5	0,1	0,5
Aplicaciones	jornal	4	6	24
G. Cosecha				145,6
Cosecha de maíz	jornal	4	6	24
Alquiler desgranadora	sacos	76	1	76
Sacos	sacos	76	0,3	22,8
Transporte	sacos	76	0,3	22,8
TOTAL (USD)				1067,66
INGRESO BRUTO (USD)				756,9
INGRESO NETO				-310,76

Cuadro 12. Costos de producción de 1 hectárea de maíz en monocultivo utilizando fertilización química y compost. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

RUBROS		UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
A.	Alquiler de terreno	ha	1	80	80
B.	Preparación del suelo				30
	Arada	ha	1	30	30
C.	Siembra				63
	Semilla maíz	kg	15	1,8	27,00
	Mano de obra	jornal	6	6	36
D.	Fertilización				424,6922
	Urea	kg	87	0,42	36,54
	Fosfato monomónico	kg	71	0,69	48,99
	Muriato de potasio	kg	50	0,48	24,00
	Compost	kg	4166,6	0,067	279,16
	Aplicaciones	jornal	6	6	36
E.	Labores del Cultivo				60,9
	Gramoxone	L	2	7,2	14,4
	Prowl	L	2,5	9	22,5
	Aplicaciones	jornal	2	6	12
	Deshierbas	jornal	2	6	12
F.	Control de plagas				45,35
	Metavín	g	230	0,045	10,35
	Lorsban	L	1,05	10	10,5
	Arena	kg	5	0,1	0,5
	Aplicaciones	jornal	4	6	24
G.	Cosecha				158,4
	Cosecha de maíz	jornal	4	6	24
	Alquiler desgranadora	sacos	84	1	84
	Sacos	sacos	84	0,3	25,2
	Transporte	sacos	84	0,3	25,2
TOTAL (USD)					1644,68
INGRESO BRUTO (USD)					837,7
INGRESO NETO					-806,98

Cuadro 13. Costos de producción de 1 hectárea de maíz en monocultivo utilizando fertilización química, zeolita y compost. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

RUBROS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
A. Alquiler de terreno	ha	1	80	80
B. Preparación del suelo				30
Arada	ha	1	30	30
C. Siembra				63
Semilla maíz	kg	15	1,8	27,00
Mano de obra	jornal	6	6	36
D. Fertilización				428,1418
Urea	kg	87	0,42	36,54
Fosfato monomónico	kg	71	0,69	48,99
Muriato de potasio	kg	50	0,48	24,00
Zeolita	kg	31,36	0,11	3,45
Compost	kg	4166,6	0,067	279,16
Aplicaciones	jornal	6	6	36
E. Labores del Cultivo				60,9
Gramoxone	L	2	7,2	14,4
Prowl	L	2,5	9	22,5
Aplicaciones	jornal	2	6	12
Deshierbas	jornal	2	6	12
F. Control de plagas				45,35
Metavín	g	230	0,045	10,35
Lorsban	L	1,05	10	10,5
Arena	kg	5	0,1	0,5
Aplicaciones	jornal	4	6	24
G. Cosecha				150,4
Cosecha de maíz	jornal	4	6	24
Alquiler desgranadora	sacos	79	1	79
Sacos	sacos	79	0,3	23,7
Transporte	sacos	79	0,3	23,7
TOTAL (USD)				1635,58
INGRESO BRUTO (USD)				784,3
INGRESO NETO				-851,28

Cuadro 14. Costos de producción por rubros de 1 hectárea de fréjol asociado con maíz utilizando cuatro tipos de fertilización. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

RUBROS	FERTILIZACIÓN QUIMICA			FERTILIZACIÓN QUIMICA+ZEOLITA			FERTILIZACIÓN QUIMICA+COMPOST			FERTILIZACIÓN QUIMICA+ZEOLITA+COMPOST		
	Frejol	Maíz	Asociac.	Frejol	Maíz	Asociac.	Frejol	Maíz	Asociac.	Frejol	Maíz	Asociac.
A												
. Alquiler de terreno	40	40	80	40	40	80	40	40	80	40	40	80
B												
. Preparación del suelo	15	15	30	15	15	30	15	15	30	145,5	81	226,5
C												
. Siembra	65,25	33	98,25	65,25	33	98,25	65,25	33	98,25	65,25	33	98,25
D												
. Fertilización	72,765	72,765	145,53	74,49	74,49	148,97	173,26	173,265	346,53	174,98	174,98	349,97
E												
. Control de malezas	30,45	30,45	60,9	30,45	30,45	60,9	30,45	30,45	60,9	30,45	30,45	60,9
F												
. Control de plagas y enfermedades	74,35	57,1	131,45	74,35	57,10	131,454	74,354	57,1	131,454	74,354	57,1	131,454
G												
. Cosecha	31,8	137,6	169,4	43,80	147,20	191	42,6	140,8	183,4	43,2	144	187,2
TOTAL (USD)	631,23	731,83	1363,06	646,69	754,48	1401,17	841,83	939,23	1781,06	976,98	1015,07	1992,06
INGRESO BRUTO (USD)	994,95	261,63	1256,58	1163,70	168,12	1331,82	1013,85	180,99	1194,84	1030,5	260,55	1291,05
INGRESO NETO (USD)	363,71	-470,2	-106,48	517,01	-586,36	-69,35	172,01	-758,24	-586,22	53,51	-754,52	701,01

Cuadro 15. Costos de producción por rubros de 1 hectárea de fréjol sembrado bajo monocultivo utilizando cuatro tipos de fertilización. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

RUBROS	FERTILIZACIÓN QUÍMICA	FERTILIZACIÓN QUÍMICA+ZEOLIT A	FERTILIZACIÓN QUÍMICA+COMPOST	FERTILIZACIÓN QUÍMICA + ZEOLITA + COMPOST
A. Alquiler de terreno	80,00	80,00	80,00	80,00
B. Preparación del suelo	30,00	30,00	30,00	30,00
C. Siembra	124,50	124,50	124,50	124,50
D. Fertilización	145,53	148,98	648,03	651,48
E. Labores del Cultivo	60,90	60,90	60,90	60,90
F. Control de plagas	73,04	70,64	73,04	73,04
G. Cosecha	41,40	41,40	41,40	41,40
TOTAL (USD)	1030,74	1035,24	2035,74	2042,64
INGRESO BRUTO (USD)	2568,60	2299,95	2425,50	2327,40
INGRESO NETO	1537,86	1264,71	389,76	284,76

Cuadro 16. Costos de producción por rubros de 1 hectárea de maíz sembrado bajo monocultivo utilizando cuatro tipos de fertilización. Quevedo, Finca “La María”, UTEQ. 2009.

RUBROS	FERTILIZACIÓN QUÍMICA	FERTILIZACIÓN QUÍMICA+ZEOLITA	FERTILIZACIÓN QUÍMICA+COMPOST	FERTILIZACIÓN QUÍMICA + ZEOLITA + COMPOST
A. Alquiler de terreno	80,00	80,00	80,00	80,00
B. Preparación del suelo	30,00	30,00	30,00	30,00
C. Siembra	63,00	63,00	63,00	63,00
D. Fertilización	145,53	148,98	424,69	428,14
E. Labores del Cultivo	60,90	60,90	60,90	60,90
F. Control de plagas	45,35	45,35	45,35	45,35
G. Cosecha	139,20	145,60	158,40	150,40
TOTAL (USD)	1047,96	1067,66	1644,68	1635,58
INGRESO BRUTO (USD)	714,70	756,90	837,70	784,30
INGRESO NETO	-333,26	-310,76	-806,98	-851,28



Figura 1. Lugar de la investigación



Figura 2. Parcelas experimentales



Figura 3. Fertilización de monocultivo (Maíz) al inicio del ensayo



Figura 4. Parcela de cultivo asociado (Maíz y frejol) al inicio del ensayo



Figura 5. Fertilización de monocultivo (Frejol) al inicio del ensayo



Figura 6. Fertilización de monocultivo (Maíz) al final del ensayo



Figura 7. Parcela de cultivo asociado (Maíz y frejol) al final del ensayo



Figura 8. Fertilización de monocultivo (Frejol) al final del ensayo



Figura 9. Vainas de frejol



Figura 10. Toma de datos