

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

Escuela de Ingeniería Agropecuaria

**EVALUACIÓN AL SEGUNDO AÑO DE APLICACIÓN DE
SISTEMAS DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN DE
SUELOS Y FERTILIZACIÓN EN LA ASOCIACIÓN MAÍZ
(*Zea maíz*) – FRÉJOL VOLUBLE (*Phaseolus vulgaris*).**

Tesis de Ingeniero Agropecuario

AUTOR:

JAVIER EDUARDO REA VILLARREAL

DIRECTOR:

Ing. FRANKLIN VALVERDE

Ibarra – Ecuador

2007

PRESENTACIÓN

Las ideas, conceptos, tablas, datos, resultados, discusión, conclusiones y demás informes que se presentan en esta investigación son de exclusiva propiedad y responsabilidad del autor.

Javier Rea

AGRADECIMIENTO

A la escuela de Ingeniería Agropecuaria de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

Al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina (EESC).

A los Ings. Germán Terán, Carlos Casco y Galo Varela, por el apoyo brindado durante este trabajo de investigación en calidad de asesores.

Al Ing. Raúl Barragán y Agr. Rafael Parra, por la guía y dedicación mostrada durante la realización de la presente investigación.

Al Ing. Franklin Valverde, como Director de Tesis y Director del Departamento de suelos de la Estación Experimental Santa Catalina, INIAP, por la confianza entregada para la ejecución de esta investigación.

A mi familia por el constante apoyo durante toda mi vida y más aún durante mi vida académica, siendo los artífices de mis momentos exitosos.

DEDICATORIA

A DIOS, por ser mi guía por el camino del éxito y bendecirme en cada una de mis acciones.

A los campesinos ecuatorianos que día tras día se esfuerzan por producir el alimento para toda una nación, de una forma abnegada y muchas veces mal remunerada.

A mis padres Nelson y Digna; mis hermanas Anita y Raquel; mi sobrino José Julián; mi abuelita (+) Rosita, mi amor Mary y demás familiares y amigos, por ser ejemplo de amor, unión, dedicación, responsabilidad y sinceridad, por la confianza y apoyo durante toda mi vida y en especial por inculcarme el amor hacia las plantas y animales, que me llevaron a ser hoy quien soy.

Javier Rea

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
PRESENTACIÓN	i
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	xvii
CAPITULO I	
1. INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO II	
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Erosión	5
2.1.1. Consecuencias de la erosión	6
2.2. Sistemas de labranza	8
2.2.1. Labranza convencional	8
2.2.2. Labranza de conservación	9
2.2.2.1. Labranza cero	10

2.2.2.2.	Labranza mínima	14
2.3.	Fertilización química	16
2.3.1.	Fertilización edáfica	16
2.4.	Asociación Maíz – Fréjol	19
2.4.1.	Ventajas	19

CAPITULO III

3.	MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1.	Características generales y Materiales	21
3.1.1.	Ubicación	21
3.1.2.	Características edafoclimáticas del suelo	21
3.1.3.	Características agroclimáticas	23
3.2.	Metodología	23
3.2.1.	Factores en estudio	23
3.2.2.	Tratamientos	24
3.3.	Manejo del Experimento	25
3.3.1.	Selección del lote	25
3.3.2.	Descripción del sistema de labranza	25
3.3.3.	Fertilización	26
3.3.4.	Siembra	26
3.3.5.	Fertilización complementaria	27
3.3.6.	Labores culturales	27
3.3.7.	Controles fitosanitarios	28
3.3.8.	Cosecha	28
3.4.	Descripción de las variables evaluadas y datos tomados	28
3.4.1.	Análisis químico de suelos	28
3.4.2.	Análisis físico de suelos	28
3.4.2.1.	Humedad gravimétrica	29
3.4.2.2.	Densidad aparente	29
3.4.2.3.	Compactación	29
3.4.2.4.	Infiltración	30

3.4.3.	Evaluación Agronómica de los Cultivos	30
3.4.3.1.	Porcentaje de emergencia	30
3.4.3.2.	Altura de planta	30
3.4.3.3.	Altura de inserción de la mazorca	30
3.4.3.4.	Desarrollo radicular	31
3.4.3.5.	Incidencia de malezas	31
3.4.3.6.	Rendimiento de grano	31
3.4.3.7.	Materia seca de rastrojos	31
3.4.3.8.	Porcentaje de Acame	32
3.4.3.9.	Análisis económico	32

CAPITULO IV

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1.	Humedad gravimétrica	33
4.2.	Densidad aparente	40
4.3.	Compactación	48
4.4.	Infiltración	69
4.5.	Evaluación agronómica de los cultivos	73
4.5.1.	Porcentaje de emergencia	73
4.5.2.	Altura de planta	78
4.5.3.	Altura de inserción de la mazorca	86
4.5.4.	Desarrollo radicular	88
4.5.5.	Incidencia de malezas	98
4.5.6.	Rendimiento de grano	103
4.5.7.	Materia seca de rastrojo	110
4.5.8.	Porcentaje de acame a la cosecha	113
4.5.9.	Análisis económico	116

CAPITULO V

5.1.	CONCLUSIONES	119
5.2.	RECOMENDACIONES	121

RESUMEN	
SUMMARY	122
BIBLIOGRAFÍA	127
ANEXOS	132
FOTOGRAFÍAS	137
	152

ÍNDICE DE CUADROS

N°	TITULO	Pág.
1	Movilidad de nutrientes en las plantas	17
2	Ubicación del ensayo	21
3	Características químicas del suelo de la localidad del ensayo, Granja "La Pradera", Chaltura – Imbabura.	22
4	Características agroclimáticas de la localidad del ensayo, Granja "La Pradera", Chaltura – Imbabura.	23
5	Tratamientos para la aplicación de sistemas de labranza de conservación de suelos y fertilización en maíz- fréjol voluble. Imbabura.	24
6	Análisis de varianza para humedad gravimétrica a la siembra, floración y cosecha, de 0 a 15 cm. de profundidad.	35
7	Promedios de humedad gravimétrica para labranzas, a la siembra, floración y cosecha, de maíz y fréjol, de 0 a 15 cm. de profundidad.	36
8	Promedios de humedad gravimétrica para fertilizaciones, a la siembra, floración y cosecha, de maíz y fréjol, de 0 a 15 cm. de profundidad.	36
9	Promedios de humedad gravimétrica para la interacción labranza x fertilización, a la siembra, floración y cosecha, de maíz y fréjol, de 0 a 15 cm. de profundidad.	36
10	Análisis de varianza para humedad gravimétrica a la siembra, floración y cosecha de 16 a 30 cm. de profundidad.	38
11	Promedios de humedad gravimétrica para labranzas, a la siembra, floración y cosecha, de maíz y fréjol, de 16 a 30 cm. de profundidad.	39
12	Promedios de humedad gravimétrica para fertilizaciones, a la siembra, floración y cosecha, de maíz y fréjol, de 16 a 30 cm. de profundidad.	39

13	Promedios de humedad gravimétrica para la interacción labranza x fertilización, a la siembra, floración y cosecha, de maíz y fréjol, de 16 a 30 cm. profundidad.	40
14	Análisis de varianza de densidad aparente a la siembra y cosecha, de de maíz y fréjol, de 0 a 15 cm. de profundidad.	42
15	Promedios de densidad aparente para labranzas, a la siembra y cosecha, de de maíz y fréjol, de 0 a 15 cm. de profundidad.	42
16	Promedios de densidad aparente para fertilizaciones, a la siembra y cosecha, de de maíz y fréjol, de 0 a 15 cm. de profundidad.	43
17	Promedios de densidad aparente para la interacción labranza x fertilización, a la siembra y cosecha, de de maíz y fréjol, de 0 a 15 cm. de profundidad.	43
18	Análisis de varianza para densidad aparente a la siembra y cosecha, de maíz y fréjol, de 16 a 30 cm. de profundidad.	46
19	Promedios de densidad aparente para labranzas, a la siembra y cosecha, de maíz y fréjol, de 16 a 30 cm. de profundidad.	46
20	Promedios de densidad aparente para fertilizaciones, a la siembra y cosecha, de maíz y fréjol, de 16 a 30 cm. de profundidad.	47
21	Promedios de densidad aparente para la interacción labranza x fertilización, a la siembra y cosecha, de maíz y fréjol, de 16 a 30 cm. de profundidad.	47
22	Análisis de varianza para compactación del suelo a la siembra, tomada entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.	51
23	Promedios de compactación para labranzas, a la siembra, tomada entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.	52
24	Promedios de compactación para fertilizaciones, a la siembra, tomada entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.	52
25	Promedios de compactación para la interacción labranza x	53

	fertilización, a la siembra, tomada entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.	
26	Análisis de varianza para compactación del suelo a la siembra, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.	56
27	Promedios de compactación para labranzas, a la siembra, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.	57
28	Promedios de compactación para fertilizaciones, a la siembra, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.	57
29	Promedios de compactación para la interacción labranza x fertilización, a la siembra, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.	58
30	Análisis de varianza para compactación del suelo a la cosecha, tomada entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.	61
31	Promedios de compactación para labranzas, a la cosecha, tomada entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.	62
32	Promedios de compactación para fertilizaciones, a la cosecha entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.	62
33	Promedios de compactación para la interacción labranza x fertilización, a la cosecha entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.	63
34	Análisis de varianza para compactación del suelo a la cosecha, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.	66
35	Promedios de compactación para labranzas, a la cosecha, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y	67

	41 - 50 cm. de profundidad.	
36	Promedios de compactación para fertilizaciones, a la cosecha, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.	67
37	Promedios de compactación para la interacción labranza x fertilización, a la cosecha, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.	68
38	Prueba de Infiltración en labranza reducida	69
39	Prueba de Infiltración en labranza cero	70
40	Prueba de Infiltración testigo labranza convencional	71
41	Análisis de varianza para el % de emergencia del Maíz	74
42	Promedios para el % de emergencia del Maíz para labranzas.	75
43	Promedios para el % de emergencia del Maíz para fertilizaciones.	75
44	Promedios para el % de emergencia del Maíz para la interacción Labranza x Fertilización.	75
45	Análisis de varianza para el % de emergencia del Fréjol	77
46	Promedios para el % de emergencia del Fréjol para labranzas.	77
47	Promedios para el % de emergencia del Fréjol para	78
48	fertilizaciones. Promedios para el % de emergencia del Fréjol para la interacción Labranza x Fertilización.	78
49	Análisis de varianza, para altura de planta a los 45 días y a la floración del Maíz.	80
50	Promedios para altura de planta a los 45 días y a la floración del Maíz para labranzas.	81
51	Promedios para la altura de planta a los 45 días y a la floración del Maíz para la interacción Labranza x Fertilización.	81
52	Análisis de varianza, para altura de planta a los 45 días y a la floración del Fréjol	83
53	Promedios para altura de planta a los 45 días y a la floración del Fréjol para la interacción Fertilización x Labranzas.	84

54	Análisis de varianza para altura de inserción de la mazorca.	86
55	Promedios para altura de inserción de la mazorca para labranzas.	87
56	Promedios para altura de inserción de la mazorca para fertilizaciones.	87
57	Promedios para altura de inserción de la mazorca para la interacción.	88
58	Análisis de varianza para desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Maíz	90
59	Promedios para desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Maíz para labranzas.	91
60	Promedios para desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Maíz para fertilizaciones.	91
61	Promedios para desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Maíz para la interacción Labranza x Fertilización.	91
62	Análisis de varianza para desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Fréjol	95
63	Promedios para desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Fréjol para labranzas.	95
64	Promedios para desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Fréjol para fertilizaciones.	96
65	Promedios para desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Fréjol para la interacción Labranza x Fertilización.	96
66	Análisis de varianza para el % de recubrimiento de malezas Predominantes, Secundarias y Totales	100
67	Promedios para el % de recubrimiento de malezas Predominantes, Secundarias y Totales para labranzas.	100
68	Promedios para el % de recubrimiento de malezas Predominantes, Secundarias y Totales para fertilizaciones.	101
69	Promedios para el % de recubrimiento de malezas Predominantes, Secundarias y Totales para la interacción Labranza x Fertilización.	101

70	Análisis de varianza para rendimiento de grano de Maíz	103
71	Promedios para rendimiento de grano de Maíz para labranzas.	105
72	Promedios para rendimiento de grano de Maíz para la interacción Labranza x Fertilización.	105
73	Análisis de varianza para rendimiento de grano de Fréjol	107
74	Promedios para rendimiento de grano de Fréjol para labranzas.	108
75	Promedios para rendimiento de grano de Fréjol para la interacción Labranza x Fertilización.	108
76	Análisis de varianza para Materia seca de rastrojo.	111
77	Promedios para Materia seca de rastrojo para labranzas.	111
78	Promedios para Materia seca de rastrojo para la interacción Labranza x Fertilización.	112
79	Análisis de varianza para % de Acame a la cosecha	114
80	Promedios para % de Acame a la cosecha para labranzas.	115
81	Promedios para % de Acame a la cosecha para fertilizaciones.	115
82	Promedios para % de Acame a la cosecha para la interacción Labranza x Fertilización.	115
83	Análisis económico	116
84	Análisis de dominancia para tratamientos	117
85	Taza de Retorno Marginal	117
86	Humedad gravimétrica a la siembra, floración y cosecha de 0 a 15 cm. de profundidad	142
87	Humedad gravimétrica a la siembra, floración y cosecha de 16 a 30 cm. de profundidad	142
88	Densidad aparente a la siembra y cosecha de 0 a 15 cm. de profundidad	143
89	Densidad aparente a la siembra y cosecha de 16 a 30 cm. de profundidad	143
90	Compactación a la siembra, tomada entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad	144

91	Compactación a la siembra, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad	144
92	Compactación a la cosecha, tomada entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad	145
93	Compactación a la cosecha, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad	145
94	Porcentaje de emergencia del maíz	146
95	Porcentaje de emergencia del fréjol	146
96	Altura de planta a los 45 días y a la floración del maíz	147
97	Altura de planta a los 45 días y a la floración del fréjol	147
98	Altura de inserción de la mazorca	148
99	Desarrollo radicular, radio y profundidad en el maíz	148
100	Desarrollo radicular, radio y profundidad en el fréjol	149
101	% de recubrimiento de malezas predominantes, secundarias y totales	149
102	Rendimiento de grano de maíz	150
103	Rendimiento de grano de fréjol	150
104	Materia seca de rastrojo	151
105	Porcentaje de acame a la cosecha	151

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Nº	TITULO	Pág.
1	Densidad aparente a la siembra y cosecha, de maíz y fréjol, de 0 a 15 cm. de profundidad.	44
2	Densidad aparente a la siembra y cosecha, de maíz y fréjol, de 16 a 30 cm. de profundidad para labranzas.	48
3	Lamina vs. Tiempo en los sistemas de labranzas	72
4	Infiltración vs. Tiempo en los sistemas de labranzas	72
5	Efecto de la fertilización sobre altura de planta a los 45 días y a la floración del Maíz.	82
6	Efecto de los Sistemas de labranza sobre altura de planta a los 45 días y a la floración del Fréjol.	85
7	Efecto de la fertilización sobre altura de planta a los 45 días y a la floración del Fréjol.	85
8	Efecto de los Sistemas de labranzas en el desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Maíz para labranzas	92
9	Efecto de la fertilización en el desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Maíz para fertilizaciones	92
10	Efecto de los Sistemas de labranza en el desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Fréjol para labranzas	97
11	Efecto de la fertilización en el desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Fréjol para fertilizaciones	97
12	% de recubrimiento de malezas Predominantes, Secundarias y Totales para labranzas	102
13	% de recubrimiento de malezas Predominantes, Secundarias y Totales para fertilizaciones	102
14	Rendimiento de grano de Maíz para fertilizaciones	106
15	Rendimiento de grano de Fréjol para fertilizaciones.	109
16	Materia seca de rastrojos para fertilizaciones	112

ÍNDICE DE ANEXOS

N°	TITULO	Pág.
1	Ubicación geográfica del ensayo	138
2	Evaluación de impacto ambiental (matriz de Leopold)	139
3	Análisis de suelo para el cultivo de Fréjol	140
4	Análisis de suelo para el cultivo de Maíz	141
5	Datos recopilados durante la investigación	142

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Nº	TITULO	Pág.
1	Instalación del ensayo	152
2	Aplicación de herbicida pre-emergente	152
3	Rayado en Labranza mínima	152
4	Hoyado en Labranza cero	152
5	Surcado en Labranza convencional	152
6	Preparación y desinfección de la semilla	153
7	Medida de fertilizante por sitio de siembra	153
8	Fertilización por surco	153
9	Siembra	153
10	Fertilización complementaria	153
11	Aporques	153
12	Aplicación de herbicida con pantalla	154
13	Aplicación de aceite vegetal para control de gusanos de la mazorca (<i>Heliothis zea</i> y <i>Euxesta eluta</i>)	154
14	Riegos por aspersión	154
15	Prueba de infiltración	154
16	Maíz desarrollado fisiológicamente previo a la etapa de cosecha	154
17	Cosecha	154
18	Labranza convencional + Fertilización cero	155
19	Labranza convencional + Fertilización foliar completa	155
20	Labranza mínima + Fertilización cero	156
21	Labranza mínima + Fertilización edáfica	156
22	Labranza mínima + Fertilización Quelato de Zn	156
23	Labranza mínima + Fertilización foliar completa	156
24	Labranza cero + Fertilización edáfica	157
25	Labranza cero + Fertilización Quelato de Zn	157
26	Labranza cero + Fertilización foliar completa	157

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La mayoría de la producción agrícola Imbabureña se ha caracterizado desde tiempos pasados por ser la más productora de gramíneas y leguminosas, siendo los cultivos mas relevantes el Maíz y Fréjol en asocio, cumpliendo un rol importante en la economía y la dieta alimenticia de la población en general pero de una manera especial en el sector rural.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación ha identificado que una de las principales causas de la degradación de tierras en varias partes de América Latina es la aplicación de técnicas de preparación de tierras y labranza inadecuadas. Este problema esta conduciendo a un rápido deterioro físico, químico y biológico de una gran proporción de suelos, fuertes descensos en la productividad y deterioro del ambiente (FAO, 1992).

Entre los inconvenientes del laboreo tradicional, se observa el excesivo costo en cuanto a la preparación del suelo y la mano de obra en las distintas labores culturales que amerita cada cultivo, la compactación y la erosión del suelo, (uno de los factores negativos de la degradación y pérdida de tierra fértil), sin olvidar otros factores relacionados con la contaminación del aire (De la Puerta, 2001).

Una de las características de la agricultura de esta década que acabamos de comenzar, son las medidas agro-ambientales. Esto es, el desarrollo e integración

de prácticas u operaciones recomendables para la preservación de los recursos naturales y la seguridad alimentaria (García, 2001).

Surge entonces la alternativa de la agricultura de conservación, que de acuerdo a la definición de la FAO citada por Vilela, et. Al, (2001), comprende una serie de técnicas que tienen como objetivo fundamental conservar, mejorar y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales, mediante un manejo integrado del suelo, el agua, los agentes biológicos y los inputs externos.

En este sentido, la erosión del suelo representa un grave problema no sólo para la agricultura sino para el ambiente, observándose una reducción en la capacidad productiva del suelo, y por generar y difundir un residuo en el que van adsorbidas numerosas sustancias que pueden contaminar (Giráldez, 1995).

En el Ecuador, la erosión de los suelos afecta aproximadamente al 50% de las tierras (12'355500 ha). Más o menos 15% de las tierras degradadas, se encuentran en el callejón interandino y sobre las vertientes que lo bordean. En cuanto a las pérdidas de suelo por erosión, en tierras netamente agrícolas, la Fundación Natura calculó una pérdida de 80 t de la capa superficial del suelo, cada año por hectárea.

Ante la problemática de erosión de suelos, la implementación de sistemas de labranza de conservación cobra interés, especialmente la labranza-cero porque el agricultor puede producir a menores costos, ser más competitivo, evitar la erosión y pérdida de suelo fértil, incorporar materia orgánica al suelo, disminuir la contaminación, entre otros (De la Puerta, 2001).

Así también, De Ansorena, (1995), señala que la siembra directa es agrónomicamente la mejor solución, por permitir el máximo almacenamiento de agua en el suelo, menores pérdidas por erosión y una mejora progresiva de la estructura y fertilidad del suelo. Mientras que, Crovetto, (1999), añade que la cero labranza contribuye al equilibrio natural: el aire y el agua estarán más limpios y

los suelos tendrán mayor contenido de materia orgánica con el evidente rescate del exceso de dióxido de carbono existente en la atmósfera.

A pesar de las ventajas que ofrece la implementación de prácticas de labranza de conservación, es importante complementarlas con mecanismos de fertilización que permitan incrementar los rendimientos de la asociación maíz-fréjol que destaca, por su importancia en Imbabura.

Lepiz, et. Al, (1995), señala que el 65% de los agricultores entrevistados en 9 provincias de la Sierra siembran fréjol asociado y que en el 95% de los casos es en asocio con maíz. Los datos recabados llevaron a la conclusión de que la siembra de fréjol voluble en asocio principalmente con maíz, sigue siendo la más importante en el país por número de productores involucrados y superficie cultivada.

El III Censo Agropecuario, (2000), indica que en el Ecuador son destinadas al cultivo asociado de maíz y fréjol un total de 67348 ha, con una producción que alcanza las 9156 TM de fréjol y 35790 TM de maíz.

La pérdida continua del suelo por erosión es una de las causas principales de la baja fertilidad de los suelos; así en estudios realizados por el Departamento de Manejo de Suelos y Aguas (DMSA) (1992), determinó que el 95% de los suelos destinados al cultivo de fréjol en la zona centro y norte del Ecuador son pobres en su contenido de Zinc. Por su lado, Calvache, (1994), señala que el Zinc es un elemento problema en algunos suelos ecuatorianos, muy importante en la nutrición mineral de las plantas de maíz.

La importancia del Zinc para ambos cultivos, es ratificada por el Instituto Nacional del Fósforo y la Potasa (INPOFOS, 1997), al indicar que el fréjol y el maíz presentan una alta respuesta a este elemento, sin el cual se produce severo retraso en el crecimiento de ambos cultivos.

Ante lo expuesto, el DMSA y la Universidad Técnica del Norte, preocupados por la severa erosión y consiguiente pérdida de la fertilidad de los suelos que afecta las laderas de la sierra y consciente de la imperiosa necesidad de mejorar el nivel de vida de los pequeños agricultores a través del incremento de la productividad de sus cultivos, ha considerado oportuno utilizar el asocio maíz-fréjol para investigar sobre los efectos que las prácticas de labranza conservacionista puedan ocasionar sobre las propiedades físicas y químicas del suelo dada la escasa información generada en el país al respecto, y a la vez, buscar nuevas alternativas de fertilización química con énfasis en el Zinc, que permitan que los agricultores no sólo mantengan un cultivo del que obtienen beneficios nutricionales, sino que también favorezcan el mejoramiento de su economía con mejores y mayores rendimientos.

El objetivo de la presente investigación fue; generar tecnologías apropiadas en sistemas de labranza de conservación y fertilización para el cultivo asociado de maíz y fréjol que contribuyan a la conservación del recurso suelo y al incremento de los rendimientos.

Específicamente se busco: Evaluar el comportamiento agronómico, del asocio maíz-fréjol con los diferentes sistemas de labranza y fertilización química. Cuantificar el efecto de los sistemas de labranza sobre las características físicas y químicas del suelo. Realizar el análisis económico de los sistemas de labranza y fertilización química en estudio.

Las hipótesis que se planteó fue la siguiente: El tipo de labranza no afecta el comportamiento agronómico del cultivo asociado de maíz-fréjol; así como tampoco, las características físicas y químicas del suelo y la fertilización química no afecta el comportamiento agronómico del cultivo asociado de maíz-fréjol; así como tampoco, las características físicas y químicas del suelo.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EROSIÓN

El principal problema que ha venido afectando a los suelos Ecuatorianos ha sido sin lugar a duda la Erosión, factor limitante de la producción en general, que ha sometido a los suelos a un proceso de degradación, ocasionado por la acción del agua, viento y el hombre.

Las labores de remoción del suelo favorecen el arrastre de éste por el escurrimiento superficial del agua de lluvia, lo que incrementa y acelera la erosión.

La labor que también ha venido favoreciendo a la erosión ha sido la preparación de los terrenos a favor de la pendiente con maquinaria agrícola, produciendo el arrastre de los suelos hacia las partes bajas.

Según Hernández, (1999), la agricultura convencional contemporánea no respeta sino aquello que le permite obtener la mayor renta inmediata posible; por ello es que en las últimas décadas se ha abusado tanto del tractor y los grandes arados de discos, que en apenas 30 años hemos erosionado mucho mas que en los mil años anteriores, considerando, inclusive, todo el tiempo de mal uso del arado de bueyes y el azadón, desde la Colonia.

Según experiencias de Hernández, (1999), los distintos procesos erosivos que soportan la gran mayoría de los suelos agrícolas, ganaderos y forestales en el mundo han tenido su inicio en la pérdida gradual de su contenido de materia orgánica debido a varios factores. Los más importantes son la deforestación, el sobrepastoreo, los barbechos y la quema de residuos de cosecha. En consecuencia las herramientas que han contribuido inexorablemente a la pérdida de suelo y su contenido de materia orgánica han sido el fuego, el hacha y el arado.

2.1.1. CONSECUENCIAS DE LA EROSIÓN

Hernández, (1999), según su experiencia de las distintas consecuencias que provoca la erosión son las siguientes:

1. Terreno deforestado
2. Camino bloqueado por un desprendimiento de tierra
3. En aguas poco profundas la pesca es menor
4. Los sedimentos acumulados en el embalse limitan la vida útil de las centrales hidroeléctricas
5. La erosión en cárcavas invade las tierras cultivables
6. Los bancos de fango reducen la navegabilidad de los ríos
7. Se multiplican los barrios marginales al migrar la población rural a las ciudades
8. Puentes destruidos por inundaciones
9. Cultivos en campos sin protección
10. Los pueblos que se inundan con frecuencia quedan deshabilitados

La Sierra ha sido y sigue siendo la región del país donde la presión del hombre sobre la tierra es la más fuerte, es lo que afirman De Noni y Trujillo (1986). Además dicen que la actividad agrícola es predominante y se caracteriza por cultivos que generalmente cubren mal el suelo y por prácticas agrícolas frecuentemente inadecuadas que favorecen la pérdida de tierra.

Desde el punto de vista de la capacidad de uso de la tierra, el Ministerio de Agricultura y Ganadería citado por Custode, et. al. (2000), consideran como áreas de desarrollo agrícola, a las zonas con pendientes no mayores a 25%, por lo que en la Sierra Ecuatoriana existen 387722 ha con esta característica y por lo tanto con aptitud agrícola, sin embargo, en la actualidad 1'068000 ha están bajo uso agrícola, lo que significa que el 64% de la tierra está sobre utilizada. Actualmente, más del 50% de la producción nacional de papa, cereales, maíz suave y hortalizas proviene de zonas afectadas por procesos erosivos (Vogel, 2000).

De Noni y Trujillo (1986), aseguran que en algunas zonas de la Sierra, una vez que el suelo arable ha desaparecido, la tierra es abandonada por los campesinos y la erosión prosigue su obra sobre el subsuelo. Mostrando resultados cuantitativos obtenidos en parcelas de escurrimiento de 50 m² en la Hoya de Quito (Ilaló y Alangasí), permiten pronosticar que en esa zona, a lo largo de su vida, un campesino puede presenciar la pérdida de hasta un metro de suelo de su propiedad.

Es así que De Noni y Trujillo (1986), exponen que este proceso significativo desde hace más de 400 años, está acompañado de una serie de prácticas agrícolas que agudizan la discrepancia entre el objetivo productivo y el ideal conservacionista. El hombre es, sin duda alguna, el actor principal de esta situación, el culpable y la víctima.

El problema de la erosión es la causa por la cual millones de hectáreas de la superficie terrestre han perdido su fertilidad y utilidad agrícola, constituyendo en la actualidad una amenaza seria para el bienestar de la humanidad. La pérdida del suelo constituye uno de los factores que limita gravemente la producción agrícola y las posibilidades de aprovechamiento de la tierra. No es posible obtener ingresos económicos rentables con la sola utilización de variedades mejoradas y prácticas agronómicas adecuadas, si no se mantiene y conserva el suelo con un grado óptimo de fertilidad (Córdova, y Tayupanta, 1990).

Las pérdidas de la producción agropecuaria debidas a la erosión, se van acumulando año tras año, siendo perceptibles ya sea en la medida que disminuyen los rendimientos de los diferentes cultivos, o en que se hacen necesarios mayores gastos para mantener la producción (Vogel, 2000).

La práctica de preparar el suelo usando labranza convencional conlleva con el tiempo a daños irreparables en los sistemas tropicales muy frágiles. La erosión es el resultado de esta práctica efectuada en el agroecosistema tropical durante muchos ciclos (Tapia y Camacho 1988).

2.2. SISTEMAS DE LABRANZA

2.2.1. LABRANZA CONVENCIONAL

Según Tapia y Camacho, (1988); con el uso de la Labranza Convencional nos encontramos con resurgimientos de poblaciones densas de malezas. Hay predominancia de especies altamente especializadas y competitivas con nuestras plantas productivas. Se presentan explosiones poblacionales de insectos destructivos que afectan la eficacia de producción del cultivo y en su mayoría reducen la calidad del producto recolectable. Aparecen epidemias inducidas por patógenos de naturaleza diversa, complicando en gran forma el avance productivo.

Este sistema de labranza afloja el suelo cercano al implemento reduciendo notablemente la densidad aparente e incrementando la porosidad, resultando en mayores tasas de infiltración, oxidación y evaporación. Sin embargo, el subsiguiente tráfico y fenómenos naturales como la lluvia, viento, insolación, actividad microbial y biológica, tienden a recompactar el suelo hacia cierto equilibrio, según la historia y tipo de suelo. En estas situaciones, los suelos quedan expuestos a pérdida de estructuración y agregación, compactación y erosión, según el criterio de Bolaños, (1989).

Para la FAO, (1992), el hecho es que, hoy en día, se entiende a la labranza convencional como un sistema altamente agresivo en el cual, como consecuencia de la mecanización de la agricultura, se utiliza la maquinaria frecuentemente en un número excesivo de pases sobre el terreno.

Barnett, (1989), la considera como un sistema en el cual el suelo superficial se invierte por medio del arado, incorporando la materia orgánica residual de la cosecha anterior con uno o dos pases de la rastra utilizando tracción animal o mecánica.

Bolaños, (1989), concuerda e indica que en la labranza convencional los implementos primarios (arados) rompen la masa compacta del suelo en una serie de fragmentos de agregados y terrones de diversos tamaños. Esta labor se complementa con operaciones de labranza secundaria (rastreo) para pulverizar, reempacar y homogenizar la superficie del suelo, formando la cama de la semilla. El fertilizante, los residuos vegetales y otros productos químicos se mezclan con relativa uniformidad en la capa del suelo afectada por la labranza.

De la Puerta, (2001), destaca que, entre los inconvenientes del laboreo tradicional, los principales son el excesivo costo, la compactación y la erosión del suelo (uno de los factores negativos de la degradación y pérdida de tierra fértil), sin olvidar otros factores relacionados con la contaminación.

2.2.2. LABRANZA DE CONSERVACIÓN

La labranza de conservación ofrece una variedad de ventajas; sin embargo, si se considera la baja fertilidad de los suelos de ladera por efecto de la erosión, es necesario complementar con mecanismos de fertilización que permitan incrementar los rendimientos de los cultivos.

Los sistemas de labranza de conservación reducen la erosión, particularmente en el caso del maíz sobre suelos con pendiente ya que, si el suelo se encuentra

desnudo, el cultivo ofrece escasa protección en momentos de ocurrencia de lluvias de alta erosividad. Los residuos en superficie reducen drásticamente la erosión por proteger al suelo del impacto de la gota de lluvia y por ofrecer obstáculos al escurrimiento lo que reduce su volumen y velocidad.

Además el rastrojo colocado en la superficie, favorece el mayor secuestro y menor liberación del carbono por la menor degradación de la materia orgánica, y la nula emisión de gases de invernadero al evitar la quema de los residuos de las cosechas.

2.2.2.1. LABRANZA CERO

Es la siembra directa en suelos sin preparar, es decir, no existe remoción del suelo previa a la siembra, consiste en abrir un pequeño agujero en el suelo, espacio suficiente para enterrar el fertilizante y la semilla.

Crovetto, (1999), manifiesta que la cero labranza contribuye al equilibrio natural. El aire y el agua estarán más limpios y los suelos tendrán mayor contenido de materia orgánica con el evidente rescate del exceso de dióxido de carbono existente en la atmósfera.

Un eficiente manejo de los rastrojos en cero labranza permite reintegrar al suelo aproximadamente un 50 % del peso total de la sementera y lo que es más importante aún el alto volumen que esto representa cubrirá uniformemente toda la superficie. Esto significa que los mismos cultivos restituyen al suelo gran parte de los nutrientes extraídos (provenientes del suelo y los fertilizantes), especialmente P y K, además de proteger al suelo contra la erosión, como también contribuir a la economía de agua del perfil (Crovetto, 1992).

Para Belmonte (1995), el laboreo de conservación consiste en sustituir las labores tradicionales basadas en la roturación y volteo del terreno por la aplicación de herbicidas de baja peligrosidad para las personas y fauna terrestre.

Tapia y Camacho, (1988), dicen, que este método integra y supera a otros métodos de siembra y potencia sus ventajas.

Además, proponen que en un campo enmalezado se aplica herbicida (10 ml de Glyfosato/l de agua) una semana antes de la roza. Las malezas secas se cortan a una altura de 20-30 cm. sobre el nivel del suelo, así se obtiene una cobertura (mulch) y protección del suelo. Mejor aún sería cortar a esa misma altura los residuos de la cosecha anterior. Los residuos forman una cobertura muerta. La cobertura orgánica muerta protege al suelo y suprime malezas.

La labranza cero permite rotaciones con otros cultivos. Esta combinación resulta en mayores provechos. La labranza cero permite fertilizar al voleo y controlar malezas con herbicidas específicos.

La cobertura impide que patógenos sean transmitidos por salpique. Hay buen control de malezas ya que no se remueve el suelo y así esas semillas en las capas inferiores del suelo no pueden germinar. El mulch sirve de, barrera física contra el posible establecimiento de otras malezas.

Para Tapia y Camacho, (1988), la práctica de la labranza cero nos proporciona los siguientes beneficios como:

- En términos generales la labranza cero conserva el suelo y garantiza la productividad constante.
- La cobertura de residuos sobre el suelo reduce la temperatura de la superficie y reduce la evaporación del agua; también se reduce la oxidación del nitrógeno. Además las coberturas reducen el daño que causan las escorrentías, mejoran la infiltración y la retención del agua en el suelo, incrementan los niveles de materia orgánica, mejoran la estructura del suelo y su aireación y ofrecen condiciones óptimas para los microorganismos del suelo que son benéficos para las plantas.

- La compactación del suelo se reduce considerablemente. Hay economía notoria de maquinarias, mano de obra y combustible. Por ejemplo en la labranza convencional se efectúan 5 incursiones al campo con maquinaria; 1 para arar, 2 para rastra y 2 para escardas. En labranza cero solo se efectúan 3 incursiones: 1 para chapeo, 1 para aplicación de herbicida de preemergencia y 1 para herbicida de postemergencia.

En la cero labranza las semillas de las malezas, se quedan en la superficie y la vegetación también permanece en la superficie como cobertura muerta, evitando la incidencia de los rayos solares, bajando la temperatura y conservando la humedad. Estos cambios sobre los factores de ruptura de la dormancia de las semillas bajo diferentes sistemas de labranza alteran la población de malezas en cantidad y calidad (Naderman y Vieira, **1992**).

Por otro lado, Phillips y Young (**1979**), afirman que las investigaciones realizadas en física y biología de suelos indican que cuanto más pobre sea la estructura de un suelo, mayores serán sus requerimientos de laboreo; pero a su vez, cuanto más se trabaje un suelo, más se deteriora su estructura. Este ciclo desalentador se evita eficazmente utilizando técnicas de no laboreo, lo que permite que dentro del suelo se produzca naturalmente la renovación de la materia orgánica debido a la muerte de las raíces de los cultivos y a la descomposición de los rastrojos.

Phillips y Young, (**1979**), afirman que el no laboreo, (conocido también como cero laboreo, laboreo químico, siembra directa, plantación directa, laboreo sin arado y siembra en el tapiz) consiste en sembrar cultivos en suelos previamente no preparados, abriendo una ranura, surco o banda estrecha solamente del ancho y la profundidad suficiente para obtener una cobertura adecuada de la semilla. No se realiza ninguna otra preparación del suelo. El laboreo es innecesario gracias al uso de los herbicidas para controlar las malezas y los pastos indeseables, permitiendo que la energía química sustituya la mayor parte de potencia del tractor.

El menor número de desplazamientos sobre el campo se traduce directamente en menores costos y en menor daño de la estructura del suelo por el laboreo excesivo y también reduce los riesgos de la erosión eólica e hídrica, la sedimentación y la contaminación del aire.

Asegurando Valdemar (2000), que para mantener las pérdidas de suelo dentro de límites tolerables y semejantes a las que ocurren en la naturaleza, el agricultor al desarrollar cualquier actividad agrícola y bajo cualquier condición, debe causar la mínima perturbación del suelo.

La tendencia a la simplificación de labores en la preparación del suelo es inevitable por razones económicas. El que esta simplificación ocurra mediante las técnicas de laboreo de conservación (con rastrojos vegetales sobre el suelo) es fundamental dentro del contexto de una agricultura sostenible. Costa, J. (1995).

En la mayoría de las zonas, la naturaleza es capaz de aflojar el suelo por sí sola, más eficientemente que las máquinas creadas por el hombre, siempre que se le dé la oportunidad (Marelli, 1998).

En lo referente a los rendimientos, Phillips y Young (1979), afirman que cualquier suelo con problemas, pero capaz de producir buenos cultivos por métodos convencionales, puede producir cultivos similares sin laboreo, con un nivel de manejo similar.

Con respecto a los problemas de acidificación del suelo derivados del mayor uso de fertilizantes nitrogenados, este autor manifiesta que si bien algunos estudiosos han reportado mayor acidificación en siembra directa por mayores fertilizaciones amoniacales y lixiviación de bases, resultados del ensayo de larga duración en INTA Pergamino no muestran, luego de 14 años, diferencias mayores que uno o dos decimales a favor del sistema convencional. Además indica que Beegle, en sus investigaciones, ha encontrado que la acidificación más pronunciada es superficial y por lo tanto se puede corregir con el efecto del carbonato de las cales agrícolas (Melgar, 1998).

2.2.2.2. LABRANZA MÍNIMA

Consiste en labrar solo la zona donde se va a depositar las semillas. Es la mínima manipulación realizada al suelo para la siembra de un cultivo, utilizando máquinas para siembra directa (sembradoras-fertilizadoras), o realizando una apertura de pequeños surcos de siembra con cincel, arado de madera o azadón.

La implementación de sistemas de labranza mínima, es una alternativa tecnológica que controla la erosión y contribuye a la realización de una agricultura sostenible donde las condiciones así lo permitan (Gil, **1991**).

Phillips y Young (**1979**), señalan que el término “laboreo mínimo” es confuso porque tiene diferente significado de acuerdo al propósito que tenga el laboreo o al grado en que se realicen las operaciones del mismo. Una definición formal del laboreo mínimo podría ser: laboreo reducido únicamente a aquellas operaciones oportunas y necesarias para producir un cultivo, tratando de evitar el perjuicio al suelo.

Manifestando Baver, Gardner H. y Gardner R. (**1973**), que la labranza mínima prepara un lecho para las semillas y para las raíces que tiene un mínimo de compactación y un máximo en la tasa de infiltración y en el tamaño de agregados y terrones. Esto deja al suelo en mejores condiciones para la recepción y absorción de la lluvia y más resistente al desprendimiento y al arrastre.

Mientras que Phillips y Young (**1979**), señalan que en las siembras sin laboreo y en las siembras de cultivos en fajas (labranza mínima), son necesarios los herbicidas para el control de las malezas. Con algunas pocas excepciones, estas formas de laboreo mínimo pueden usarse exitosamente en los mismos suelos que sirven para los métodos de laboreo convencional.

Valdemar (**2000**), explica que en el sector de los pequeños agricultores, la labranza mínima se refiere al sistema que usa el menor número posible de

operaciones en la preparación de la tierra y en el manejo de los cultivos. Dependiendo del cultivo a sembrar, el área de suelo que será disturbada es una faja angosta de entre 10 cm y 50 cm de ancho. En esta faja la biomasa vegetativa es incorporada parcialmente y la superficie total del suelo está protegida en un 60-80% del impacto de las gotas de lluvia y de los rayos de sol.

Según Hernández, (1999), dice que el hecho de que en América Andina no hubo animales de gran fuerza, como elefantes, caballos, bueyes, camellos o búfalos, fue decisivo para que los cultivos se realicen con un mínimo de labranza del suelo. Mientras en los viejos continentes se roturaba y pulverizaba la tierra antes de echar las semillas, acá se practicaba la siembra “a golpe”, ubicando las simientes grandes y pequeñas en los espacios abiertos con espeques (palos con punta para horadar el suelo).

Esto, a la larga, favoreció notablemente la conservación de la capa orgánica y la fertilidad, pues cuando se rotura y vira el suelo se destruye la microflora y microfauna, cuyas funciones y procesos son determinantes para solubilizar los elementos minerales que nutren las plantas.

Melara y Del Río (1994), dicen que en ocasiones se observa agricultores que retornan al uso de labranza tradicional principalmente porque los beneficios de la labranza mínima no se ven inmediatamente, sino a mediano y largo plazo. Los suelos con textura pesada, niveles bajos de materia orgánica y estructura pobre tardan más tiempo en adaptarse a la labranza mínima.

Mientras que, Baver, Gardner H. y Gardner R. (1973), afirman que la cubierta vegetal ha demostrado ser la medida de control más económica y eficaz contra la erosión por el viento. La cobertura de rastrojo y la labranza mínima para producir una cosecha y dejar los residuos en el campo, reducen el impacto directo del viento sobre la superficie casi 100% en algunos casos.

2.3. FERTILIZACIÓN QUÍMICA

2.3.1. Fertilización Edáfica

El INPOFOS (1993), indica que la calidad del suelo puede mejorarse con el uso de sistemas de producción intensivos y continuos al incrementar la materia orgánica del suelo. Al integrar prácticas adecuadas de manejo en los sistemas de cultivo se consiguen no solamente rendimientos más altos, sino también cantidades abundantes de residuos que, al quedar en la superficie o al incorporarlos, acumulan más materia orgánica en el suelo.

Además que, la práctica de fertilización tiene como objeto el aumentar la concentración de nutrientes en la solución del suelo, cuando no existe suficiente cantidad de esos nutrientes presentes en una forma que la planta los pueda usar, para de este modo satisfacer las exigencias del cultivo (INPOFOS, 1993).

Por otra parte Guerrero (2001), indica que, en los países en vías de desarrollo, el uso de fertilizantes, como componente clave en la producción de cultivos, ha sufrido incrementos notables en los últimos años. La explicación es clara: se ha comprobado que la fertilización bien manejada puede resultar en incrementos significativos de rendimientos, calidad y economía de los productos agrícolas.

Manifiesta también que el enorme incremento experimentado en la producción mundial de alimentos, en los dos últimos decenios, se debe en una tercera parte al aumento del área cultivada y en las dos terceras restantes, al uso de fertilizantes.

En lo referente al aspecto económico, el INPOFOS (1997), señala que el elevar y mantener la fertilidad del suelo es una parte importante de la rentabilidad a largo plazo. A medida que los agricultores mejoran sus sistemas de manejo, incluyendo las prácticas de fertilización, los rendimientos y las ganancias se incrementan a través de los años. Logrando una rentabilidad decente que les permita obtener

crecimiento social y económico para sí mismos y para sus familias, es la única forma de que los agricultores se mantengan en esta actividad. La rentabilidad es entonces la razón lógica por la cual los agricultores fertilizan sus cultivos.

Además se indica que, la probabilidad de una respuesta rentable a la fertilización, es mucho mayor en un suelo cuyo análisis indica un contenido bajo de nutrientes en comparación con otro de contenido alto. Se ha determinado en base a la investigación que, cuando el contenido de un nutriente en el suelo es bajo, existe del 70 al 95% de probabilidad de obtener una respuesta en producción a la aplicación de fertilizantes (INPOFOS, 1997).

El INPOFOS, (1997), señala también que el uso de adecuadas cantidades de nutrientes para la obtención de rendimientos óptimos y alta rentabilidad, es también clave para la protección ambiental, ya que logran el uso eficiente de los nutrientes y la protección de los recursos suelo y agua.

En el Cuadro 1, se observa la clasificación de los nutrientes en base a su movilidad en translocación al ser aplicados por vía foliar, realizada por Gómez y citada por Guerrero, (1989).

Cuadro 1. Movilidad de nutrientes en las plantas

Movilidad en translocación	Nutrientes
Muy alta	N, K
Alta	P, S
Moderada o lenta	Zn, Cu, Mn, Fe, Mo
Muy lenta	B, Mg, Ca

Fuente: Gómez. 1988.

Es posible alimentar a las plantas a través de las hojas mediante la aplicación de sales nutritivas disueltas en agua, ya que los nutrientes penetran en las hojas a través de los estomas tanto del haz como del envés y además pueden ingresar a

través de los ectodesmos, (Guerrero, **1989**). Señalando también que, hoy se sabe que la cutícula de las hojas se dilata al humedecerse produciéndose espacios vacíos que permiten la penetración de soluciones nutritivas.

El mismo autor, manifiesta que, en cultivos anuales o de ciclo corto como el caso del maíz y el fréjol, la aplicación de los nutrientes por vía foliar debe ser temprano, por cuanto se entiende que entre los primeros 40 a 60 días después de la germinación, dependiendo de la especie y variedad, ocurre en las plantas la formación o diferenciación de las células que darán origen posteriormente a flores y frutos.

Sin embargo, en estados tempranos del desarrollo del cultivo, cuando es importante el suministro de nutrientes como P, S, Fe, Mn, Cu, Zn, el desarrollo foliar es aún muy limitado y, por consiguiente, se espera que el abonamiento foliar sea poco efectivo.

Sin embargo, la desventaja de una limitada capacidad de absorción por las hojas se compensa con la oportunidad de poder hacerlo en estados tardíos pero críticos para lograr altos rendimientos, o bien para aplicar eficientemente micronutrientes, que se requieren en dosis muy pequeñas. A estas ventajas también se suma la economía debido a los bajas cantidades de producto que se requiere en relación a una fertilización del suelo.

Por su parte, Calvache, (**1994**), señala que el cinc es un elemento deficiente en algunos suelos ecuatorianos, muy importante en la nutrición mineral de las plantas de maíz.

Para el caso del maíz y el fréjol, el Zn es muy importante. Ambos cultivos, presentan una alta respuesta a este elemento, sin el cual se produce severo retraso en su crecimiento (INPOFOS, **1997**).

Es así que el INPOFOS (1993), señala que los síntomas de deficiencia de Zn aparecen primero en las hojas jóvenes. Los cultivos con mayor probabilidad de presentar síntomas son maíz, arroz, frutales, leguminosas y cítricos. En el maíz, la deficiencia es conocida como ápice blanco porque el tejido nuevo de crecimiento puede tornarse blanco o amarillo claro, mientras que las hojas presentan fajas descoloridas paralelas a la nervadura central. En el fréjol, que es muy susceptible a la deficiencia de Zn, las plantas crecen muy lentamente y presentan clorosis en las hojas nuevas.

2.4. ASOCIACIÓN MAÍZ – FRÉJOL

2.4.1. VENTAJAS

- Cada cultivo, con diverso sistema radicular, aprovecha los nutrientes y la humedad del suelo sin que necesariamente estén compitiendo entre sí
- Se reducen los riesgos por ataques de plagas, enfermedades y contingencias climáticas
- Se aprovecha mejor la economía del espacio horizontal y vertical, al cultivar vegetales de diverso tamaño y uso a la vez, reduciendo también la propagación de las malas hierbas
- Se previene el lavado del suelo y se lo enriquece con la acción de las leguminosas y la incorporación de una mayor cantidad de materia orgánica proveniente de los residuos de las cosechas o la caída de las hojas de los árboles intercalados

López, M., Fernández, F. y Schoonhoven, A. (1985), en su publicación afirman que, la disminución del riesgo en el sistema de asociación junto al mayor beneficio económico, demuestran la racionalidad de estos sistemas agrícolas tradicionales y su persistencia en los distintos países de América Central y América del Sur. Además señala que el unicultivo con su sistema de siembra de una sola variedad a densidades altas de población en grandes extensiones, es el ecosistema más delicado e inestable que jamás haya aparecido sobre la Tierra.

Por otra parte, el INIAP (1997), afirma que el fréjol voluble se siembra mayoritariamente asociado con maíz en la franja comprendida entre los 2200 y 2800 m de altitud. Es un componente importante en los sistemas de producción de pequeños y medianos agricultores de las zonas maiceras de la Sierra ecuatoriana. Los resultados del III Censo Agropecuario, en la publicación realizada por el INEC (2002), indica que en el Ecuador son destinadas al cultivo asociado de maíz y fréjol un total de 48036 ha sembradas correspondientes a 83816 UPAs y con una productividad de 125 kg/ha de fréjol y 418 kg/ha de maíz suave seco.

Es así que Lepiz, Peralta, Minchala y Jiménez (1995), señalan que los datos recabados mediante entrevistas a agricultores de nueve provincias de la Sierra, llevaron a la conclusión de que la siembra de fréjol voluble en asocio principalmente con maíz, sigue siendo la más importante en el país, por número de productores involucrados y superficie cultivada.

Según López, Fernández, y Schoonhoven, (1985), la asociación de cultivos puede definirse como un sistema en el cual, dos o más especies cultivadas se siembran con suficiente proximidad en el espacio, para resultar en una competencia interespecífica por un recurso limitante o potencialmente limitante, por lo que el rendimiento de cada especie será menor que en unicultivo.

Además, los mismos autores señalan que la asociación de cultivos en el trópico tiene una historia casi tan larga como la de la agricultura. Los sistemas complejos del campesino actual en América tienen sus raíces sin duda en las culturas indígenas y sus cultivos de subsistencia.

La investigación agrícola en el trópico ha ignorado por largo tiempo esta realidad, enfocándose hacia el desarrollo de una tecnología cuyo objetivo es una producción más eficiente de unicultivos. Sin embargo, muchos de los cultivos alimenticios en el trópico se siguen produciendo en pequeñas fincas con sus sistemas de cultivo tradicionales.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Características generales y Materiales

3.1.1 Ubicación

Se escogió la localidad de la Granja “La Pradera”, en Chaltura, (Anexo 1), por ser esta una zona representativa maicera de la Provincia de Imbabura

Cuadro 2. El ensayo se instaló en un lote ubicado en la Granja “La Pradera”, propiedad de la Universidad Técnica del Norte, Ibarra

Ubicación	Localidad
Provincia	Imbabura
Cantón	Antonio Ante
Parroquia	Chaltura
Localidad	La Pradera
Lugar	Granja "La Pradera" — UTN

3.1.2 Características edafoclimáticas del suelo

De acuerdo al análisis de suelo realizado en la localidad, Cuadro 3, previo a la instalación del ensayo, se determinó que el lote poseía deficiencia en Zn, siendo este elemento un fuerte limitante para el desarrollo del maíz y el fréjol.

Esta situación es muy común en los suelos de la Sierra ecuatoriana, como lo señala el Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP (1998).

Cuadro 3. Características químicas del suelo de la localidad del ensayo, Granja "La Pradera", Chaltura – Imbabura.

Elemento	Unidad	Valor	Interpretación
Textura			Franco
N	ppm	110.00	A
P	ppm	90.00	A
S	ppm	15. 00	M
K	meq/100 ml	0.64	A
Ca	meq/100 ml	8.40	A
Mg	meq/100 ml	3. 20	A
Zn	ppm	1.80	B
Cu	ppm	8.60	A
Fe	ppm	44.00	A
Mn	ppm	12.70	M
B	ppm	0.80	B
pH		7.4	Prácticamente neutro
MO	%	1.4	B
A = Alto			M = Medio
			B = Bajo

Fuente: Laboratorio de Química de Suelos de la E.E. Santa Catalina - INIAP

3.1.3. Características agroclimáticas

Cuadro 4. Características agroclimáticas de la localidad del ensayo, Granja "La Pradera", Chaltura – Imbabura.

Característica	Unidad	Valor
Altitud	m.s.n.m.	2350
Temperatura media anual	°C	16
Precipitación media anual	mm	752
Humedad relativa	%	69
Pendiente	%	5
Drenaje		Regular
Clasificación Ecológica de Holdridge		bsMB

Fuente: Laboratorio de Química de Suelos de la E.E. Santa Catalina - INIAP

3.2. Metodología

3.2.1. Factores en estudio

A: Sistemas de labranza

- L1 = Labranza convencional
- L2 = Labranza mínima
- L3 = Labranza cero

B: Fertilización

- F0 = Testigo
- F1 = Químico (en base al análisis químico del suelo)
- F2 = Químico + Quelato de Zn (Kelatex: 9% Zn, 6 kg/ha fraccionado en 3 aplicaciones de 2 kg/ha cada una)
- F3 = Químico + Foliar completo (Stimufol: 0.03% Zn, 6 kg/ha fraccionado en 3 aplicaciones de 2 kg/ha cada una)

3.2.2. Tratamientos

Diseño de tratamientos bajo un factorial 3 x 4 para los factores Sistemas de Labranza y Fertilización, respectivamente; dando un total de 12 tratamientos.

Cuadro 5. Tratamientos para la aplicación de sistemas de labranza de conservación de suelos y fertilización en maíz- fréjol voluble. Imbabura.

Tratamiento	Sistemas de labranza	Fertilización
1	Labranza convencional	Testigo Absoluto
2	Labranza convencional	Química
3	Labranza convencional	Química + Q de Zn
4	Labranza convencional	Química + F completo
5	Labranza mínima	Testigo Absoluto
6	Labranza mínima	Química
7	Labranza mínima	Química + Q de Zn
8	Labranza mínima	Química + F completo
9	Labranza cero	Testigo Absoluto
10	Labranza cero	Química
11	Labranza cero	Química + Q de Zn
12	Labranza cero	Química + F completo

El diseño empleado fue el de parcelas divididas distribuido en bloques completos al azar; en donde, las parcelas grandes fueron los sistemas de labranza y las subparcelas las fertilizaciones, con tres repeticiones.

El área total del ensayo fue de 1315.60 m² (46.00 m x 28.60 m), con un total de 36 unidades experimentales, distanciadas a 0.80 m entre surcos y 0.80 m entre plantas; obteniendo 5 surcos.

El área total sembrada fue de 921.60 m² (25.6 m x 36 m), dando un área total de parcela grande de 114.40 m² (4.00 m x 28.60 m), con un área de la unidad experimental de 6.4 m de largo por 4 m de ancho (25.60 m²).

Para obtener el área de la parcela neta se eliminaron 2 surcos laterales y en los extremos de los surcos un sitio de siembra, cosechándose el área de 11.52 m² (4.8 m x 2.4 m).

3.3. Manejo del experimento

3.3.1. Selección del lote

El lote en el que se instaló el ensayo estuvo en descanso (barbecho) y con rastrojo de Maíz-Fréjol sembrados en el ciclo anterior. Estos residuos, de acuerdo al sistema de labranza, en parte fueron incorporados al suelo o quedaron en la superficie del mismo (mulch) para protegerlo de la erosión del suelo, reducir la presencia de malezas, mantener la humedad, incrementar las poblaciones de macro y microorganismos del suelo e incorporar materia orgánica.

3.3.2. Descripción del sistema de labranza

Inicialmente se procedió a la delimitación e instalación del ensayo utilizando estacas. A continuación se procedió a la preparación del suelo de acuerdo a cada sistema de labranza. En el sistema de labranza convencional se procedió de acuerdo a como la realiza el agricultor, en Imbabura, se preparó el suelo realizando 2 pases de rastra con tractor y se surco manualmente con azadón.

En los sistemas de labranza mínima y cero, se mantuvo el rastrojo sobre el suelo y en presiembra (8 días antes de la siembra) se realizó la aplicación del herbicida Round up (3 a 4 litros/ha) (i.a. Glifosato 1.44-1.8 kg/ha).

En labranza mínima se realizó un rayado superficial con azadón pequeño, previo a

la siembra, mientras que en la labranza cero no se realizó ninguna labor de remoción del suelo.

3.3.3. Fertilización

En los tratamientos que llevaron fertilización edáfica, ésta se aplicó de acuerdo al análisis químico de suelos, siendo la recomendación del DMSA la siguiente: 60 kg N/ha, 40 kg P₂O₅, 30 kg K₂O y 20 kg S/ha, para lo cual se utilizó urea, 18-46-0, fertisamag y muriato de potasio que fueron aplicados a la siembra y mientras que para la fertilización complementaria se usó nitrato de amonio.

En la fertilización de arranque se colocó 40 kg N/ha y la totalidad de la dosis de los otros elementos.

En la labranza convencional el fertilizante se aplicó a chorro continuo al fondo del surco y se incorporó con rastrillo para luego proceder a la siembra.

En las parcelas de labranza mínima el fertilizante se aplicó a chorro continuo al fondo del pequeño surco, se lo tapó con un poco de tierra y luego se colocó la semilla.

En la labranza cero se realizaron hoyos con la ayuda de una pala recta sólo en el sitio de siembra y se colocó el fertilizante en el fondo del hoyo, se tapó con tierra y a continuación se colocó la semilla.

3.3.4. Siembra

La semilla de maíz y fréjol se desinfectó con un fungicida y un insecticida previo a la siembra.

La siembra de maíz y fréjol se realizó a 0.80 m entre surcos y 0.80 m entre sitios, con cuatro semillas de maíz y tres semillas de fréjol por golpe dando un total de

62500 semillas de maíz/ha y 46875 semillas de fréjol/ha.

A los 15-20 días después de la siembra, se raleó dejando 3 plantas de maíz y 2 de fréjol con un total de 46875 plantas de maíz/ha y 31250 plantas de fréjol/ha.

3.3.5. Fertilización complementaria

Al aporque, en la labranza convencional, se aplicó nitrato de amonio (20 kg N/ha) a chorro continuo de 5 a 10 cm. de las plantas y se incorporó con el azadón.

En las labranzas mínima y cero se aplicó el nitrato de amonio en corona de 5 a 10 cm. de las plantas sin incorporarlo.

La aplicación de los fertilizantes foliares se realizó fraccionando en partes iguales a los 45 días de la siembra, a la floración del fréjol y a la formación de vainas, aplicando el producto a todo el asocio con una bomba de mochila.

3.3.6. Labores culturales

En el sistema convencional, se controló las malezas con una aplicación en pre-emergencia (2- 3 días después de la siembra) del herbicida Afalón (i.a. Linurón 0.5 kg/ha) en toda la parcela sembrada. En adelante los controles fueron manuales utilizando azadón.

Los controles para malezas se realizaron por igual en sistemas de labranza mínima y cero aplicando en pre-emergencia el herbicida Afalón sólo en el sitio removido para la siembra y a los 21-45 días el herbicida Gramoxone (i.a. Paraquat 2 kg/ha) en aplicaciones dirigidas y utilizando pantalla.

Se complementó el control químico con control manual usando hoz para cortar las malezas existentes entre plantas.

3.3.7. Controles fitosanitarios

Para los controles fitosanitarios especialmente para insectos como el gusano trozador se controló con Orthene con dosis de 2 g/litro (en bomba de 20 litros de agua se agrego 40 g de producto).

Para controlar el ataque de gusanos de la mazorca (*Heliothis zea* y *Euxesta eluta*) se procedió de acuerdo con la recomendación del Programa de Maíz del INIAP, realizando tres aplicaciones de aceite comestible de origen vegetal, con aceitero o algodón, en el lugar de salida de los pelos del choclo (estigmas).

La primera aplicación se realizo cuando una tercera parte de las plantas mostraron sus mazorcas con pelo, la segunda luego de ocho días y la tercera a los quince días de la primera aplicación.

3.3.8. Cosecha

La cosecha del maíz y fréjol se realizo a la madurez fisiológica de cada uno.

3.4. Descripción de las variables evaluadas y datos tomados

3.4.1 Análisis químico de suelos

Antes de la instalación del ensayo se tomaron muestras de suelo del sitio experimental para el análisis químico completo (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B, pH y materia orgánica), el mismo que se realizó en el laboratorio del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas (DMSA) del INIAP, con el fin de determinar la recomendación de fertilización edáfica óptima para el cultivo.

3.4.2 Análisis físico de suelos

Se evaluó las siguientes variables:

3.4.2.1. Humedad gravimétrica

La humedad se midió al momento de la siembra, a los 45 días, a la floración y a la cosecha de cada especie. En cada parcela neta se tomó muestras de suelo con un barreno de torniquete realizando dos muestreos (entre surcos y entre plantas) a dos profundidades (0-15 y 16-30 cm.). La determinación de la humedad se realizó con el método gravimétrico expresando en porcentaje aplicando la siguiente fórmula:

$$P_w = ((PSH - PSS)/PSS) \times 100$$

Donde: P_w = Porcentaje gravimétrico de agua

PSH = Peso del suelo húmedo

PSS = Peso del suelo seco

3.4.2.2. Densidad aparente

La densidad aparente del suelo se determinó al inicio y a la cosecha, a dos profundidades (0-15 y 16-30 cm.).

Se utilizó cilindros de 68.19 cc de volumen (método diseñado por Uhland). Los datos se obtuvieron en g/cc mediante la siguiente fórmula:

$$D_a = M_s/V_t$$

Donde: D_a = Densidad aparente

M_s = Masa de suelo seco a 105 °C

V_t = Volumen total (cc)

3.4.2.3. Compactación

Se evaluó al inicio y a la cosecha del cultivo (entre surcos y entre plantas) a cinco profundidades: 0-10, 11-20, 21-30, 31-40 y 41-50 cm. en cada parcela neta.

Se utilizó el penetrómetro de lectura directa en kgf/cm^2

3.4.2.4. Infiltración

Se evaluó la capacidad de infiltración del agua por los macro, micro poros y grietas del suelo por el método de cilindros, que consistió en colocar dos cilindros uno dentro del otro llenos de agua en la parcela neta y se colocó en medio de los dos una regla graduada y se determinó la cantidad de agua infiltrada a 1, 5 y 10 minutos.

3.4.3. Evaluación Agronómica de los Cultivos

Se evaluaron las siguientes variables:

3.4.3.1. Porcentaje de emergencia

A los 15 a 20 días después de la siembra se contó el número de plantas que emergieron en la parcela neta. Se expresó en porcentaje tanto para el maíz como para el fréjol.

3.4.3.2. Altura de planta

Se evaluó esta variable a los 45 días de la siembra y a la floración de cada cultivo. Se tomó la altura de 10 plantas de maíz y 10 de fréjol elegidas al azar en cada parcela, midiéndose las plantas desde la base del tallo hasta el ápice de la plantas.

Se expresó en cm.

3.4.3.3. Altura de inserción de la mazorca

A la cosecha del maíz, se midió en cm. la distancia existente desde la base del tallo hasta la base de la mazorca en el sitio de inserción.

3.4.3.4. Desarrollo radicular

Por el método de trinchera a la floración de cada especie se extrajo las plantas en asocio en dos sitios de siembra y se midió la profundidad y diámetro que alcanzaron las raíces y se expresó en cm.

3.4.3.5. Incidencia de malezas

Se determinaron a la instalación del ensayo, a los 45 días, a la floración y a la cosecha del ensayo cuantitativamente.

3.4.3.6. Rendimiento de grano

A la madurez fisiológica, en el campo, con una balanza, se determino el peso de mazorca de maíz y vaina de fréjol para cada tratamiento en estudio en kg/parcela neta. El peso de mazorca se transformo a peso de grano de maíz. Para determinar el porcentaje de humedad se tomo muestras de grano de maíz y fréjol, luego se ajusto al 14% de humedad y se expresaron los resultados en kg/ha.

Además se tomó el peso del fréjol en vaina por parcela neta y se registro los porcentajes de grano y vaina una vez desgranado.

3.4.3.7. Materia seca de rastrojos

A la cosecha del maíz, se evaluó la cantidad de residuos que se restituyen al suelo por parcela neta en kg de materia seca/ha.

Para obtener estos resultados se tomó una muestra de rastrojo y se registró el peso fresco de los rastrojos, se coloco en la estufa a 60°C por 24 horas y se tomo el peso seco para determinar luego la cantidad de materia seca.

3.4.3.8. Porcentaje de Acame

A la madurez fisiológica en el campo, de la parcela neta se hizo el conteo de las plantas acamadas, y se transformó a porcentaje.

3.4.3.9. Análisis económico

Se realizó de acuerdo a la metodología del presupuesto parcial del manual del CIMMYT, (1988). Para ello se tomó el tiempo empleado en las labores: preparación del suelo, fertilización, siembra, aplicación de herbicida, deshierbas, aporque y cosecha, de acuerdo a cada tratamiento.

La preparación del suelo se evaluó en una parcela grande y para las variables restantes se utilizó una subparcela. Las actividades se expresaron en horas/ha.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta investigación se presentan a continuación:

4.1. HUMEDAD GRAVIMÉTRICA

4.1.1. Humedad gravimétrica a la siembra, floración y cosecha de 0 a 15 cm. de profundidad

En el Análisis de varianza, cuadro 6, para el porcentaje de Humedad gravimétrica de 0 a 15 cm. de profundidad a la siembra de maíz y fréjol, se detecta una diferencia significativa al 1% entre Sistemas de Labranza (Convencional, mínima y cero), con 12,17%, 14,78% y 15,41% respectivamente. Para la Comparación ortogonal L1 vs. L2, L3 significativo al 1% y significativo al 5% para la Comparación ortogonal L2 vs. L3. En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza.

La media general fue de 14.12%, el Coeficiente de variación (a) fue de 4,44% y el Coeficiente de variación (b) fue de 5,46%.

A la floración de maíz y fréjol, se detecta una diferencia significativa al 5% entre Sistemas de Labranza (Convencional, mínima y cero), con 11,63%, 14,60% y 15,19% respectivamente y significativo al 1% para la Comparación ortogonal L1 vs. L2, L3. En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los

componentes de la varianza.

La media general fue de 13,81%, el Coeficiente de variación (a) fue de 20,68% y el Coeficiente de variación (b) fue 10,48%.

En la cosecha de maíz y fréjol, se detecta una diferencia significativa al 1% entre Sistemas de Labranza (Convencional, mínima y cero), con 8,71%, 12,77% y 13,60% respectivamente. Para la Comparación ortogonal L1 vs. L2, L3 significativo al 1%. También se detecta una diferencia significativa al 5% en la Interacción Labranza por Fertilización siendo la de mayor humedad la interacción (Lab. cero con Fert. edáfica) con 14,32%. Así mismo se encuentran diferencias significativas al 5% en las Comparaciones ortogonales F1 vs. F2, F3 (Fert. Edáfica vs. Quelato de Zn y Foliar completo) y F2 vs. F3 (Quelato de Zn vs. Foliar completo) de las Fertilizaciones. En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza.

La media general fue de 11,70%, el Coeficiente de variación (a) fue de 25,67% y el Coeficiente de variación (b) fue 4,50 %.

Para labranzas, Cuadro 7, se encontró que el promedio más alto de humedad a la siembra fue para L3 (Lab. cero) con 15,41%, a la floración fue para L3 (Lab. cero) con 15,19% y a la cosecha fue para L3 (Lab. cero) con 13,60%.

Para fertilización, Cuadro 8, el mayor promedio de humedad a la siembra lo alcanzó F2 (Quelato Zn) con 14,48%, a la floración lo alcanzó F3 (Foliar completo) con 14,22% y a la cosecha lo alcanzó F1 (Fertilización edáfica) con 11,97%.

Para la interacción LxF, Cuadro 9, la mejor respuesta de humedad a la siembra fue para (Lab. cero y Fert. Foliar completo) con 15,77%, a la floración fue para (Lab. mínima y Fert. Foliar completo) con 16,38% y a la cosecha fue para (Lab. cero y Fert. edáfica) con 14,32%.

Según lo expresado por Bolaños (1989), los tratamientos que conforman las labranzas de conservación y mínima captan porcentajes más altos de humedad ya que disminuyen la evaporación del agua, gracias al rastrojo que queda en la superficie del suelo, que permite regular la humedad.

Al no ser removido el suelo, los residuos vegetales impiden el impacto directo de los rayos solares con las partículas del suelo, lo cual reduce el calentamiento del suelo por consiguiente la evaporación.

Cuadro 6. Análisis de varianza para humedad gravimétrica a la siembra, floración y cosecha, de 0 a 15 cm. de profundidad.

F.V.	G.L.	S.C.		
		SIEMBRA	FLORACIÓN	COSECHA
Total	35	115,82	205,77	295,13
Repeticiones	2	26,72	** 19,50	ns 82,71
Labranzas (L)	2	70,98	** 87,67	* 164,21
L1 vs L2, L3	1	68,58	** 85,54	** 160,06
L2 vs L3	1	2,40	* 2,12	ns 4,16
Error (a)	4	1,57	32,62	36,06
Fertilizaciones (F)	3	2,32	ns 6,47	ns 2,58
F0 vs F1, F2, F3	1	1,43	ns 6,06	ns 0,11
F1 vs F2, F3	1	0,45	ns 0,17	ns 1,24
F2 vs F3	1	0,45	ns 0,24	ns 1,23
L x F	6	3,53	ns 21,84	ns 4,57
Error (b)	18	10,69	37,67	5,00
C.V. (a) (%)		4,44	20,68	25,67
C.V. (b) (%)		5,46	10,48	4,50
Promedio (%)		14,12	13,81	11,70

ns: no significativo

*: significativo al 5%

** : significativo al 1%

Cuadro 7. Promedios de humedad gravimétrica para labranzas, a la siembra, floración y cosecha, de maíz y fréjol, de 0 a 15 cm. de profundidad.

LABRANZAS	% Hg		
	SIEMBRA	FLORACIÓN	COSECHA
Convencional	12,17	11,63	8,71
Mínima	14,78	14,60	12,77
Cero	15,41	15,19	13,60

Cuadro 8. Promedios de humedad gravimétrica para fertilizaciones, a la siembra, floración y cosecha, de maíz y fréjol, de 0 a 15 cm. de profundidad.

FERTILIZACIONES	% Hg		
	SIEMBRA	FLORACIÓN	COSECHA
Testigo	13,78	13,10	11,79
Edáfica	14,05	13,93	11,97
Quelato Zn	14,48	13,99	11,25
Foliar completo	14,17	14,22	11,78

Cuadro 9. Promedios de humedad gravimétrica para la interacción labranza x fertilización, a la siembra, floración y cosecha, de maíz y fréjol, de 0 a 15 cm. de profundidad.

TRATAMIENTOS		% Hg		
LABRANZA	FERTILIZACIÓN	SIEMBRA	FLORACIÓN	COSECHA
Convencional	Testigo	11,68	11,15	9,23
Convencional	Edáfica	12,00	12,68	8,34
Convencional	Quelato Zn	13,25	11,37	8,72
Convencional	Foliar completo	11,74	11,32	8,57
Mínima	Testigo	14,49	14,05	12,61
Mínima	Edáfica	14,86	13,12	13,25
Mínima	Quelato Zn	14,78	14,85	11,96
Mínima	Foliar completo	15,00	16,38	13,27
Cero	Testigo	15,16	14,09	13,53
Cero	Edáfica	15,30	15,99	14,32
Cero	Quelato Zn	15,43	15,74	13,08
Cero	Foliar completo	15,77	14,95	13,49

4.1.2. Humedad gravimétrica a la siembra, floración y cosecha de 16 a 30 cm. de profundidad

En el Análisis de varianza, cuadro 10, para el porcentaje de Humedad gravimétrica de 16 – 30 cm. de profundidad a la siembra de maíz y fréjol, se detecta una diferencia significativa al 5% para la Comparación ortogonal F1 vs. F2, F3 (Fert. Edáfica vs. Quelato de Zn y foliar completo) de las Fertilizaciones. En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza.

La media general fue de 18,35%, el Coeficiente de variación (a) fue de 16,24% y el Coeficiente de variación (b) fue de 5,30%.

A la floración de maíz y fréjol, se detecta una diferencia significativa al 5% entre Sistemas de Labranza (Convencional, mínima y cero) con 15,88%, 19,97% y 19,03% respectivamente y significativo al 1% para la Comparación ortogonal L1 vs. L2, L3 (Convencional vs. Lab. Mínima y cero). En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza.

La media general fue de 18,29%, el Coeficiente de variación (a) fue de 17,76% y el Coeficiente de variación (b) fue 11,17%.

En la cosecha de maíz y fréjol, se detecta una diferencia significativa al 5% para la Comparación ortogonal L1 vs. L2, L3 (Convencional vs. Lab. Mínima y cero) de los Sistemas de Labranza. En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza.

La media general fue de 14,82%, el Coeficiente de variación (a) fue de 20,42% y el Coeficiente de variación (b) fue 5,83%.

Cuadro 10. Análisis de varianza para humedad gravimétrica a la siembra, floración y cosecha de 16 a 30 cm. de profundidad.

F.V.	G.L.	S.C.		
		SIEMBRA	FLORACIÓN	COSECHA
Total	35	272,06	278,16	377,22
Repeticiones	2	156,02	0,02	261,25
Labranzas (L)	2	45,99	109,75	59,76
L1 vs L2, L3	1	36,22	104,47	59,75
L2 vs L3	1	9,77	5,27	0,01
Error (a)	4	35,53	42,24	36,62
Fertilizaciones (F)	3	8,31	10,88	1,99
F0 vs F1, F2, F3	1	0,51	0,13	1,78
F1 vs F2, F3	1	7,59	10,32	0,09
F2 vs F3	1	0,21	0,43	0,13
L x F	6	9,16	40,11	4,17
Error (b)	18	17,05	75,17	13,42
C.V. (a) (%)		16,24	17,76	20,42
C.V. (b) (%)		5,30	11,17	5,83
Promedio (%)		18,35	18,29	14,82

ns: no significativo

*: significativo al 5%

**: significativo al 1%

Para labranzas, Cuadro 11, se encontró que el promedio más alto de humedad a la siembra fue para L3 (Lab. cero) con 19,70%, a la floración fue para L2 (Lab. mínima) con 19,97% y a la cosecha fue para L3 (Lab. cero) con 15,75%

Para fertilización, Cuadro 12, el mayor promedio de humedad a la siembra lo alcanzó F2 (Quelato Zn) con 18,90%, a la floración lo alcanzó F2 (Quelato Zn) con 18,92% y a la cosecha lo alcanzó F1 (Fertilización edáfica) con 15,03%

Para la interacción LxF, Cuadro 13, la mejor respuesta de humedad a la siembra fue para (Lab. cero y Fert. Foliar completo) con 19,88%, a la floración fue para

(Lab. mínima y Fert. Foliar completo) con 20,58% y a la cosecha fue para (Lab. mínima y Fert. Foliar completo) con 16,33%.

Según lo expresado por Bolaños (1989), los tratamientos que conforman las labranzas de conservación y mínima captan porcentajes más altos de humedad ya que disminuyen la evaporación del agua, gracias al rastrojo que queda en la superficie del suelo, que permite regular la humedad.

Cuadro 11. Promedios de humedad gravimétrica para labranzas, a la siembra, floración y cosecha, de maíz y fréjol, de 16 a 30 cm. de profundidad.

LABRANZAS	% Hg		
	SIEMBRA	FLORACIÓN	COSECHA
Convencional	16,96	15,88	13,00
Mínima	18,42	19,97	15,70
Cero	19,70	19,03	15,75

Cuadro 12. Promedios de humedad gravimétrica para fertilizaciones, a la siembra, floración y cosecha, de maíz y fréjol, de 16 a 30 cm. de profundidad.

FERTILIZACIONES	% Hg		
	SIEMBRA	FLORACIÓN	COSECHA
Testigo	18,14	18,19	14,43
Edáfica	17,67	17,45	15,03
Quelato Zn	18,90	18,92	14,82
Foliar completo	18,72	18,61	14,99

Cuadro 13. Promedios de humedad gravimétrica para la interacción labranza x fertilización, a la siembra, floración y cosecha, de maíz y fréjol, de 16 a 30 cm. profundidad.

TRATAMIENTOS		% Hg		
LABRANZA	FERTILIZACIÓN	SIEMBRA	FLORACIÓN	COSECHA
Convencional	Testigo	17,21	16,13	12,49
Convencional	Edáfica	15,98	15,63	13,33
Convencional	Quelato Zn	17,95	17,02	13,32
Convencional	Foliar completo	16,71	14,77	12,84
Mínima	Testigo	17,46	20,50	15,74
Mínima	Edáfica	17,51	17,28	15,71
Mínima	Quelato Zn	19,13	21,51	15,02
Mínima	Foliar completo	19,58	20,58	16,33
Cero	Testigo	19,76	17,95	15,06
Cero	Edáfica	19,52	19,45	16,03
Cero	Quelato Zn	19,62	18,23	16,12
Cero	Foliar completo	19,88	20,49	15,80

4.2. DENSIDAD APARENTE

4.2.1. Densidad aparente a la siembra y cosecha de 0 a 15 cm. de profundidad

En el Análisis de varianza, cuadro 14, para la Densidad aparente de 0 a 15 cm. de profundidad a la siembra de maíz y fréjol, se detecta una diferencia significativa al 1% para los Sistemas de Labranza (Convencional, mínima y cero) con 0,92g/cm³, 1,32g/cm³ y 1,23g/cm³ respectivamente y las Comparaciones ortogonales L1 vs. L2, L3 (Lab. Convencional vs. Lab. Mínima y cero) y L2 vs. L3 (Lab. Mínima vs. Lab. Cero). En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 1,16 g/cm³, el Coeficiente de variación (a) fue de 5,80% y el Coeficiente de variación (b) fue 0,00%.

En la cosecha de maíz y fréjol, se detecta una diferencia significativa al 1% entre los Sistemas de Labranza (Convencional, mínima y cero) con 1,21g/cm³,

1,62g/cm³ y 1,29g/cm³ respectivamente y su Comparación ortogonal L1 vs. L2, L3 (Lab. Convencional vs. Lab. Mínima y cero). También es significativo al 5% para la Comparación ortogonal L2 vs. L3 (Lab. Mínima vs. Lab. Cero). En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 1,29 g/cm³, el Coeficiente de variación (a) fue de 4,59% y el Coeficiente de variación (b) fue 0,00%.

Para labranzas de maíz y fréjol, Cuadro 15, se encontró que el promedio más alto de densidad aparente a la siembra fue para L2 (Lab. Mínima) con 1,32g/cm³ y a la cosecha fue para L2 (Lab. Mínima) con 1,36g/cm³.

Para fertilización, Cuadro 16, los promedios de densidad aparente a la siembra entre las distintas fertilizaciones fue igual entre el Testigo y las Fertilizaciones edáfica, quelato de Zn y foliar completo con 1,16 g/cm³ para todas y a la cosecha de igual manera entre todas las fertilizaciones con 1,29 g/cm³ para todas.

Esto se dio debido a que la densidad aparente no es alterada entre los distintos tipos de fertilización contrario a lo que sucede entre los tipos de labranzas.

En la interacción LxF, Cuadro 17, la mejor respuesta de densidad aparente fue para (Lab. mínima y las Fert. Testigo, edáfica, quelato de Zn y foliar completo) con 1,32g/cm³ para todas a la siembra y de igual forma a la cosecha con 1,36g/cm³ para las cuatro interacciones.

En el Grafico 1, observamos que la labranza mínima presenta la mayor densidad aparente tanto en la siembra como en la cosecha con 1,32g/cm³ y 1,36g/cm³ respectivamente, mientras que la labranza convencional presenta la menor densidad aparente con 0,92g/cm³ en la siembra y 1,21g/cm³ en la cosecha.

Lo que podemos decir que la densidad aparente no es alterada a esta profundidad por los distintos tipos de Labranza y Fertilizaciones.

Bolaños (1989), expresa que los valores menores se presentan en la capa superficial del suelo, lo que explica que si existe remoción del suelo la densidad aparente será menor.

Cuadro 14. Análisis de varianza de densidad aparente a la siembra y cosecha, de maíz y fréjol, de 0 a 15 cm. de profundidad.

F.V.	G.L.	S.C.			
		SIEMBRA		COSECHA	
Total	35	1,11		0,15	
Repeticiones	2	0,03	*	0,01	ns
Labranzas (L)	2	1,06	**	0,13	**
L1 vs L2, L3	1	1,01	**	0,11	**
L2 vs L3	1	0,05	**	0,02	*
Error (a)	4	0,02		0,01	
Fertilizaciones (F)	3	0,00	ns	0,00	ns
F0 vs F1, F2, F3	1	0,00	ns	0,00	ns
F1 vs F2, F3	1	0,00	ns	0,00	ns
F2 vs F3	1	0,00	ns	0,00	ns
L x F	6	0,00	ns	0,00	ns
Error (b)	18	0,00		0,00	
C.V. (a) (%)		5,80		4,59	
C.V. (b) (%)		0,00		0,00	
Promedio (g/cm³)		1,16		1,29	

ns: no significativo

*: significativo al 5%

**: significativo al 1%

Cuadro 15. Promedios de densidad aparente para labranzas, a la siembra y cosecha, de maíz y fréjol, de 0 a 15 cm. de profundidad.

LABRANZAS	Da (g/cm ³)	
	SIEMBRA	COSECHA
Convencional	0,92	1,21
Mínima	1,32	1,36
Cero	1,23	1,29

Cuadro 16. Promedios de densidad aparente para fertilizaciones, a la siembra y cosecha, de de maíz y fréjol, de 0 a 15 cm. de profundidad.

FERTILIZACIONES	Da (g/cm ³)	
	SIEMBRA	COSECHA
Testigo	1,16	1,29
Edáfica	1,16	1,29
Quelato Zn	1,16	1,29
Foliar completo	1,16	1,29

Cuadro 17. Promedios de densidad aparente para la interacción labranza x fertilización, a la siembra y cosecha, de de maíz y fréjol, de 0 a 15 cm. de profundidad.

TRATAMIENTOS		Da (g/cm ³)	
LABRANZA	FERTILIZACIÓN	SIEMBRA	COSECHA
Convencional	Testigo	0,92	1,21
Convencional	Edáfica	0,92	1,21
Convencional	Quelato Zn	0,92	1,21
Convencional	Foliar completo	0,92	1,21
Mínima	Testigo	1,32	1,36
Mínima	Edáfica	1,32	1,36
Mínima	Quelato Zn	1,32	1,36
Mínima	Foliar completo	1,32	1,36
Cero	Testigo	1,23	1,29
Cero	Edáfica	1,23	1,29
Cero	Quelato Zn	1,23	1,29
Cero	Foliar completo	1,23	1,29

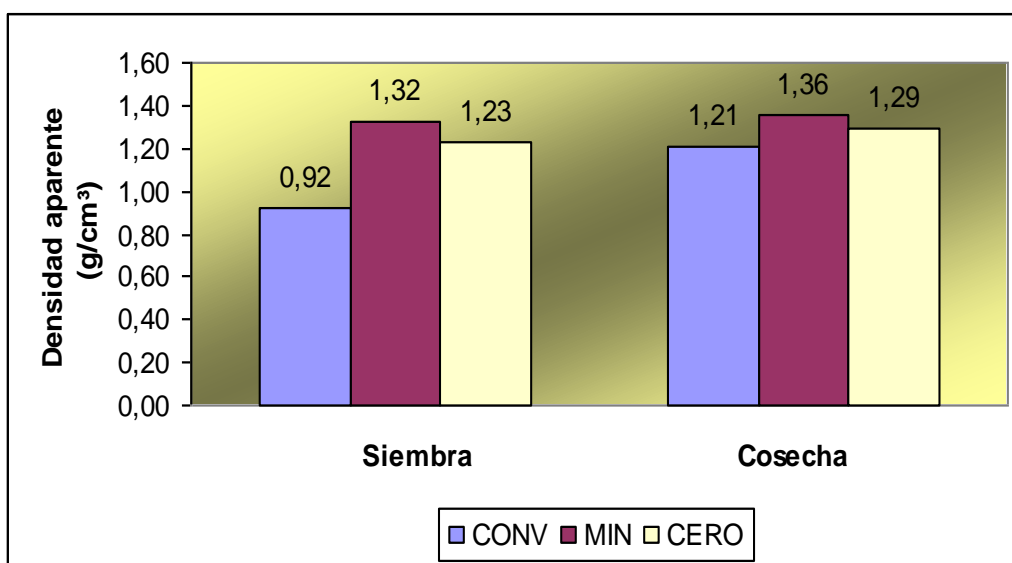


Grafico 1. Densidad aparente a la siembra y cosecha, de maíz y fréjol, de 0 a 15 cm. de profundidad.

4.2.2. Densidad aparente a la siembra y cosecha de 16 a 30 cm. de profundidad

En el Análisis de varianza, cuadro 18, para la Densidad aparente de 16 a 30 cm. de profundidad a la siembra de maíz y fréjol, se detecta una diferencia significativa al 1% entre los Sistemas de Labranza (Convencional, mínima y cero) con 1,27g/cm³, 1,40g/cm³ y 1,36g/cm³ respectivamente y la Comparación ortogonal L1 vs. L2, L3 (Lab. Convencional vs. Lab. Mínima y cero). En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 1,39 g/cm³, el Coeficiente de variación (a) fue de 8,04% y el Coeficiente de variación (b) fue 0,00%.

En la cosecha de maíz y fréjol, se detecta una diferencia significativa al 5% entre los Sistemas de Labranza (Convencional, mínima y cero) con 1,35g/cm³, 1,47g/cm³ y 1,47g/cm³ respectivamente y la Comparación ortogonal L1 vs. L2, L3 (Lab. Convencional vs. Lab. Mínima y cero). En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza. La media general

fue de $1,43 \text{ g/cm}^3$, el Coeficiente de variación (a) fue de 8,78% y el Coeficiente de variación (b) fue 0,00%.

Para labranzas, Cuadro 19, se encontró que el promedio más alto de densidad aparente a la siembra fue para L2 (Lab. Mínima) con $1,40 \text{ g/cm}^3$ y a la cosecha fue tanto para L2 y L3 (Lab. Mínima y cero) con $1,47 \text{ g/cm}^3$ los dos tipos de labranza.

Para fertilización, Cuadro 20, los promedios de densidad aparente a la siembra entre las distintas fertilizaciones fue igual entre el Testigo y las Fertilizaciones edáfica, quelato de Zn y foliar completo con $1,39 \text{ g/cm}^3$ para todas y a la cosecha de igual manera entre todas las fertilizaciones con $1,43 \text{ g/cm}^3$ para todas.

Esto se dio debido a que la densidad aparente no es alterada entre los distintos tipos de fertilización contrario a lo que sucede entre los tipos de labranzas.

En la interacción LxF, Cuadro 21, la mejor respuesta de densidad aparente fue para (Lab. mínima y las Fert. Testigo, edáfica, quelato de Zn y foliar completo) con $1,47 \text{ g/cm}^3$ para todas a la siembra y de igual forma a la cosecha con $1,47 \text{ g/cm}^3$ para las cuatro interacciones, donde la misma respuesta se presentó entre (Lab. cero y las Fert. Testigo, edáfica, quelato de Zn y foliar completo) con $1,47 \text{ g/cm}^3$ para todas.

En el Grafico 2, observamos que la labranza mínima presenta la mayor densidad aparente tanto en la siembra como en la cosecha con $1,40 \text{ g/cm}^3$ y $1,37 \text{ g/cm}^3$ respectivamente, mientras que la labranza convencional presenta la menor densidad aparente con $1,27 \text{ g/cm}^3$ en la siembra y $1,35 \text{ g/cm}^3$ en la cosecha.

Lo que se demuestra que la densidad aparente no es alterada a esta profundidad por los distintos tipos de Labranza y Fertilizaciones.

Fernández, (1981) manifiesta que, densidades altas significan suelos con menor porosidad y mayor compactación.

Cuadro 18. Análisis de varianza para densidad aparente a la siembra y cosecha, de maíz y fréjol, de 16 a 30 cm. de profundidad.

F.V.	G.L.	S.C. (16 - 30 cm.)		
		SIEMBRA	COSECHA	
Total	35	0,34	0,18	
Repeticiones	2	0,02	0,00	ns
Labranzas (L)	2	0,27	0,12	*
L1 vs L2, L3	1	0,26	0,12	*
L2 vs L3	1	0,01	0,00	ns
Error (a)	4	0,05	0,06	
Fertilizaciones (F)	3	0,00	0,00	ns
F0 vs F1, F2, F3	1	0,00	0,00	ns
F1 vs F2, F3	1	0,00	0,00	ns
F2 vs F3	1	0,00	0,00	ns
L x F	6	0,00	0,00	ns
Error (b)	18	0,00	0,00	
C.V. (a) (%)		8,04	8,78	
C.V. (b) (%)		0,00	0,00	
Promedio (g/cm³)		1,39	1,43	

ns: no significativo

*: significativo al 5%

**: significativo al 1%

Cuadro 19. Promedios de densidad aparente para labranzas, a la siembra y cosecha, de maíz y fréjol, de 16 a 30 cm. de profundidad.

LABRANZAS	Da (g/cm ³)	
	SIEMBRA	COSECHA
Convencional	1,27	1,35
Mínima	1,40	1,47
Cero	1,36	1,47

Cuadro 20. Promedios de densidad aparente para fertilizaciones, a la siembra y cosecha, de maíz y fréjol, de 16 a 30 cm. de profundidad.

FERTILIZACIONES	Da (g/cm ³)	
	SIEMBRA	COSECHA
Testigo	1,39	1,43
Edáfica	1,39	1,43
Quelato Zn	1,39	1,43
Foliar completo	1,39	1,43

Cuadro 21. Promedios de densidad aparente para la interacción labranza x fertilización, a la siembra y cosecha, de maíz y fréjol, de 16 a 30 cm. de profundidad.

TRATAMIENTOS		Da (g/cm ³)	
LABRANZA	FERTILIZACIÓN	SIEMBRA	COSECHA
Convencional	Testigo	1,27	1,35
Convencional	Edáfica	1,27	1,35
Convencional	Quelato Zn	1,27	1,35
Convencional	Foliar completo	1,27	1,35
Mínima	Testigo	1,47	1,47
Mínima	Edáfica	1,47	1,47
Mínima	Quelato Zn	1,47	1,47
Mínima	Foliar completo	1,47	1,47
Cero	Testigo	1,43	1,47
Cero	Edáfica	1,43	1,47
Cero	Quelato Zn	1,43	1,47
Cero	Foliar completo	1,43	1,47

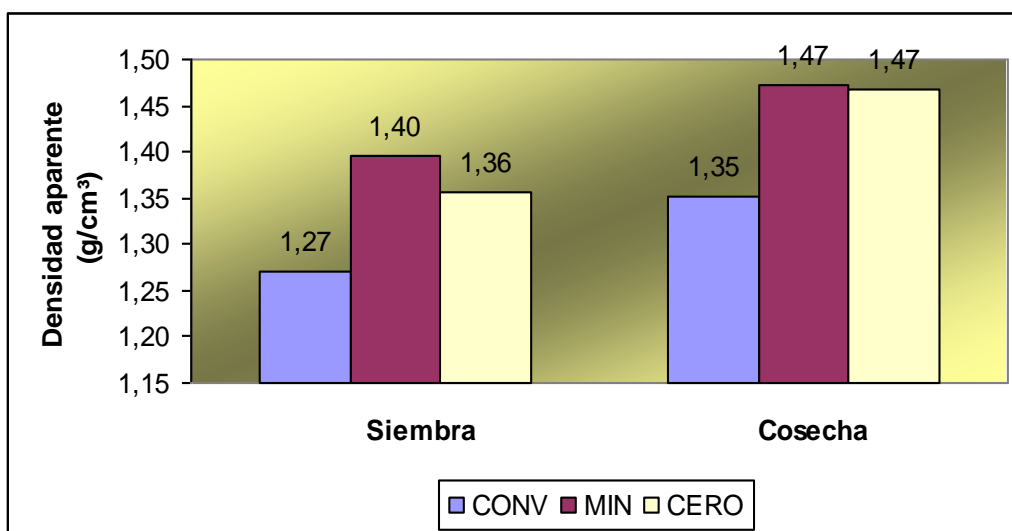


Grafico 2. Densidad aparente a la siembra y cosecha, de maíz y fréjol, de 16 a 30 cm. de profundidad para labranzas.

4.3. COMPACTACIÓN

4.3.1. Compactación a la siembra, tomada entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad

En el Análisis de varianza, cuadro 22, para la Compactación del suelo a la siembra, tomada entre plantas de 0 - 10 cm. de profundidad, se detecta una diferencia significativa al 1% entre los Sistemas de Labranza (Convencional, mínima y cero) con 40,83 Kgf/cm², 92,50 Kgf/cm² y 85,67 Kgf/cm² respectivamente y su Comparación ortogonal L1 vs. L2, L3 (Lab. Convencional vs. Lab. Mínima y cero). En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 77,36 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 51,26% y el Coeficiente de variación (b) fue 18,33%.

De 11 - 20 cm. de profundidad, se detecta una diferencia significativa al 5% entre la Interacción Labranza por Fertilización siendo la de mayor compactación la

interacción (Lab. mínima con Fert. testigo) con 125,00 Kgf/cm² y la Comparación ortogonal F1 vs. F2, F3 (Fert. Edáfica vs. Quelato de Zn y Foliar completo) de las Fertilizaciones. En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 140,56 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 17,53% y el Coeficiente de variación (b) fue 23,45%.

De 21 - 30 cm. de profundidad, no se detectan diferencias significativas entre todos los componentes de la varianza, indicando que la compactación a esta profundidad no es alterada por ninguno de los Sistemas de Labranza. La media general fue de 144,31 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 34,79 % y el Coeficiente de variación (b) fue 26,21%.

De 31 - 40 cm. de profundidad, no se detectan diferencias significativas entre todos los componentes de la varianza, indicando que la compactación a esta profundidad no es alterada por ninguno de los Sistemas de Labranza. La media general fue de 152,08 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 16,98 % y el Coeficiente de variación (b) fue 18,54%.

De 41 - 50 cm. de profundidad, se detecta una diferencia significativa al 5% de la Comparación ortogonal F1 vs. F2, F3 (Fert. Edáfica vs. Quelato de Zn y Foliar completo) de las Fertilizaciones. En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 170,78 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 22,67% y el Coeficiente de variación (b) fue 18,23%.

Para labranzas, Cuadro 23, se encontró que el promedio más alto para la Compactación a la siembra, tomada entre plantas de 0 - 10 cm, 11 - 20 cm, 21 - 30 cm y 31 - 40 cm de profundidad fue para L2 (Lab. Mínima) con 92,50 Kgf/cm², 132,92 Kgf/cm², 152,92 Kgf/cm² y 160,83 Kgf/cm² respectivamente y de 41 - 50 cm de profundidad fue para L1 (Lab. Convencional) con 178,33 Kgf/cm².

Para fertilización, Cuadro 24, los promedios de Compactación a la siembra, tomada entre plantas de 0 - 10 cm fue para F3 (Fert. foliar completo) con 76,11 Kgf/cm², de 11 - 20 cm fue para F1 (Fert. edáfica) con 137,78 Kgf/cm², de 21 - 30 cm fue para F0 (Testigo) con 159,44 Kgf/cm², de 31 - 40 cm fue para F0 (Testigo) con 162,22 Kgf/cm², de 41 - 50 cm fue para F1 (Fert. edáfica) con 192,78 Kgf/cm².

En la interacción LxF, Cuadro 25, la mejor respuesta de Compactación a la siembra, tomada entre plantas de 0 - 10 cm fue para (Lab. Mínima con Fert. Quelato de Zn) con 98,3 Kgf/cm², de 11 - 20 cm fue para (Lab. Convencional con Fert. Edáfica) con 133,33 Kgf/cm², de 21 - 30 cm fue para (Lab. Mínima con Fert. Quelato de Zn) con 178,33 Kgf/cm², de 31 - 40 cm fue para (Lab. Mínima con Fert. Edáfica) con 175,00 Kgf/cm², de 41 - 50 cm fue para (Lab. Cero con Fert. Edáfica) con 213,33 Kgf/cm².

En base a estos resultados podemos decir que la compactación no es alterada a las distintas profundidades a la siembra entre plantas por los sistemas de labranza y fertilizaciones.

Quiroga (1998), indica que en los tratamientos de labranza de conservación del suelo mayor será la resistencia a la penetración, por lo que no existe una remoción del suelo.

Cuadro 22. Análisis de varianza para compactación del suelo a la siembra, tomada entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.

F.V.	G.L.	S.C.				
		0 - 10 cm.	11 - 20 cm.	21 - 30 cm.	31 - 40 cm.	41 - 50 cm.
Total	35	40674,3	56288,9	45157,6	35768,8	47632,2
Repeticiones	2	3538,9 ns	6426,4 *	434,7 ns	9216,7 **	10106,1 ns
Labranzas (L)	2	24476,4 **	2109,7 ns	984,7 ns	954,2 ns	551,1 ns
L1 vs L2, L3	1	24017,0 **	1558,7 ns	168,1 ns	78,1 ns	159,0 ns
L2 vs L3	1	459,4 ns	551,0 ns	816,7 ns	876,0 ns	392,0 ns
Error (a)	4	6290,3	2427,8	10081,9	2666,7	5997,1
Fertilizaciones (F)	3	252,1 ns	8161,1 ns	3640,0 ns	5646,5 ns	7388,7 ns
F0 vs F1, F2, F3	1	102,1 ns	370,4 ns	2750,2 ns	1233,6 ns	142,4 ns
F1 vs F2, F3	1	37,5 ns	7118,5 *	90,7 ns	2078,2 ns	7233,8 *
F2 vs F3	1	112,5 ns	672,2 ns	800,0 ns	2334,7 ns	12,5 ns
L x F	6	2495,8 ns	17601,4 *	4265,3 ns	2968,1 ns	6149,8 ns
Error (b)	18	3620,8	19562,5	25750,0	14316,8	17439,5
C.V. (a) (%)		51,3	17,5	34,8	17,0	22,7
C.V. (b) (%)		18,3	23,5	26,2	18,5	18,2
Promedio (Kgf/cm³)		77,4	140,6	144,3	152,1	170,8

ns: no significativo

*: significativo al 5%

**: significativo al 1%

Cuadro 23. Promedios de compactación para labranzas, a la siembra, tomada entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.

LABRANZAS	Compactación (Kgf/cm ³)				
	0 - 10 cm.	11 - 20 cm.	21 - 30 cm.	31 - 40 cm.	41 - 50 cm.
Convencional	40,83	117,92	141,25	154,17	178,33
Mínima	92,50	132,92	152,92	160,83	165,21
Cero	85,67	116,25	140,00	151,25	173,33

Cuadro 24. Promedios de compactación para fertilizaciones, a la siembra, tomada entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.

FERTILIZACIONES	Compactación (Kgf/cm ³)				
	0 - 10 cm.	11 - 20 cm.	21 - 30 cm.	31 - 40 cm.	41 - 50 cm.
Testigo	74,44	122,78	159,44	162,22	174,17
Edáfica	72,56	137,78	136,67	161,11	192,78
Quelato Zn	68,89	111,67	148,89	156,11	160,00
Foliar completo	76,11	117,22	133,89	142,22	162,22

Cuadro 25. Promedios de compactación para la interacción labranza x fertilización, a la siembra, tomada entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.

TRATAMIENTOS		Compactación (Kgf/cm ³)				
LABRANZA	FERTILIZACIÓN	0 - 10 cm.	11 - 20 cm.	21 - 30 cm.	31 - 40 cm.	41 - 50 cm.
Convencional	Testigo	40,0	120,00	156,67	165,00	161,67
Convencional	Edáfica	43,3	133,33	148,33	145,00	193,33
Convencional	Quelato Zn	35,0	106,67	121,67	173,33	183,33
Convencional	Foliar completo	45,0	111,67	138,33	133,33	175,00
Mínima	Testigo	91,7	125,00	158,33	168,33	195,83
Mínima	Edáfica	85,0	171,67	136,67	175,00	171,67
Mínima	Quelato Zn	98,3	116,67	178,33	146,67	143,33
Mínima	Foliar completo	95,0	118,33	138,33	153,33	150,00
Cero	Testigo	91,7	123,33	163,33	153,33	165,00
Cero	Edáfica	89,3	108,33	125,00	163,33	213,33
Cero	Quelato Zn	73,3	111,67	146,67	148,33	153,33
Cero	Foliar completo	88,3	121,67	125,00	140,00	161,67

4.3.2. Compactación a la siembra, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad

En el Análisis de varianza, cuadro 26, para la Compactación del suelo a la siembra, tomada entre surcos de 0 - 10 cm. de profundidad, no se detectan diferencias significativas entre todos los componentes de la varianza, indicando que la compactación a esta profundidad no es alterada por ninguno de los Sistemas de Labranza. La media general fue de 86,42 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 39,56% y el Coeficiente de variación (b) fue 33,55%.

De 11 - 20 cm. de profundidad, no se detectan diferencias significativas entre todos los componentes de la varianza, indicando que la compactación a esta profundidad no es alterada por ninguno de los Sistemas de Labranza. La media general fue de 129,42 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 45,35% y el Coeficiente de variación (b) fue 26,05%.

De 21 - 30 cm. de profundidad, se detecta una diferencia significativa al 5% de la Comparación ortogonal F0 vs. F1, F2, F3 (Testigo vs. Fert. Edáfica, quelato de Zn y foliar completo) de las Fertilizaciones. En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 140,86 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 17,69% y el Coeficiente de variación (b) fue 19,92%.

De 31 - 40 cm. de profundidad, se detecta una diferencia significativa al 1% entre Sistemas de Labranza (Convencional, mínima y cero) con 161,25 Kgf/cm², 146,25 Kgf/cm² y 169,58 Kgf/cm², respectivamente y la Comparación ortogonal L2 vs. L3 (Lab. Mínima vs. Lab. Cero), también existió diferencia significativa al 1% para la Comparación ortogonal F2 vs. F3 (Fert. Quelato de Zn vs. Fert. Foliar completo) de las Fertilizaciones. En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 159,03 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 3,98% y el Coeficiente de variación (b) fue 17,24%.

De 41 - 50 cm. de profundidad, se detecta una diferencia significativa al 1% entre Repeticiones, demostrando que la compactación a esta profundidad no es alterada por ninguno de los Sistemas de Labranza. En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 188,00 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 9,95% y el Coeficiente de variación (b) fue 26,72%.

Para labranzas, Cuadro 27, se encontró que el promedio más alto para la Compactación a la siembra, tomada entre surcos de 0 - 10 cm de profundidad fue para L2 (Lab. Mínima) con 90,52 Kgf/cm², de 11 - 20 cm de profundidad fue para L1 (Lab. Convencional) con 137,50 Kgf/cm², de 21 - 30 cm de profundidad fue para L3 (Lab. Cero) con 147,92 Kgf/cm², de 31 - 40 cm de profundidad fue para L3 (Lab. Cero) con 169,58 Kgf/cm² y de 41 - 50 cm de profundidad fue para L1 (Lab. Convencional) con 191,67 Kgf/cm².

Para fertilización, Cuadro 28, los promedios de Compactación a la siembra, tomada entre surcos de 0 - 10 cm, 11 - 20 cm y 21 - 30 cm fue para F0 (Testigo) con 134,44 Kgf/cm², 137,92 Kgf/cm² y 162,22 Kgf/cm², de 31 - 40 cm fue para F3 (Fert. Foliar completo) con 173,89 Kgf/cm² y de 41 - 50 cm fue para F2 (Fert. quelato de Zn) con 198,89 Kgf/cm².

En la interacción LxF, Cuadro 29, la mejor respuesta de Compactación a la siembra, tomada entre surcos de 0 - 10 cm fue para (Lab. Mínima con Fert. Quelato de Zn) con 98,3 Kgf/cm², de 11 - 20 cm fue para (Lab. Convencional con Fert. Foliar completo) con 163,33 Kgf/cm², de 21 - 30 cm fue para (Lab. Cero con Fert. Testigo) con 171,67 Kgf/cm², de 31 - 40 cm fue para (Lab. Cero con Fert. Edáfica) con 190,00 Kgf/cm², de 41 - 50 cm fue para (Lab. Convencional con Fert. Quelato de Zn) con 210,00 Kgf/cm².

En base a estos resultados podemos decir que la compactación no es alterada a las distintas profundidades a la siembra entre surcos por los sistemas de labranza y fertilizaciones.

Quiroga (1998), manifiesta que en los tratamientos donde existió remoción del suelo la resistencia a la penetración fue menor.

Cuadro 26. Análisis de varianza para compactación del suelo a la siembra, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.

F.V.	G.L.	S.C.				
		0 - 10 cm.	11 - 20 cm.	21 - 30 cm.	31 - 40 cm.	41 - 50 cm.
Total	35	26108,6	49342,8	31996,3	36091,0	60250,0
Repeticiones	2	148,7 ns	3233,2 ns	4249,4 ns	2226,4 **	7260,5 **
Labranzas (L)	2	2456,2 ns	2633,2 ns	632,7 ns	3355,6 **	274,7 ns
L1 vs L2, L3	1	1568,0 ns	1176,1 ns	62,3 ns	88,9 ns	139,0 ns
L2 vs L3	1	888,2 ns	1457,0 ns	570,4 ns	3266,7 **	32,7 ns
Error (a)	4	4675,7	13777,7	2484,4	152,8	1399,3
Fertilizaciones (F)	3	820,1 ns	4212,8 ns	5575,6 ns	6841,0 ns	1885,3 ns
F0 vs F1, F2, F3	1	404,5 ns	2178,0 ns	5475,6 *	1752,1 ns	85,3 ns
F1 vs F2, F3	1	347,6 ns	1814,2 ns	93,4 ns	416,7 ns	1350,0 ns
F2 vs F3	1	68,1 ns	220,5 ns	6,7 ns	4672,2 *	450,0 ns
L x F	6	2875,2 ns	5023,5 ns	4879,3 ns	9977,8 ns	4024,0 ns
Error (b)	18	15133,0	20462,5	14174,8	13537,5	45406,2
C.V. (a) (%)		39,6	45,3	17,7	3,9	9,9
C.V. (b) (%)		33,6	26,1	19,9	17,2	26,7
Promedio (Kgf/cm³)		86,4	129,4	140,9	159,0	188,0

ns: no significativo

*: significativo al 5%

**: significativo al 1%

Cuadro 27. Promedios de compactación para labranzas, a la siembra, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.

LABRANZAS	Compactación (Kgf/cm ³)				
	0 - 10 cm.	11 - 20 cm.	21 - 30 cm.	31 - 40 cm.	41 - 50 cm.
Convencional	77,08	137,50	138,96	161,25	191,67
Mínima	90,52	130,63	136,88	146,25	187,29
Cero	80,42	106,35	147,92	169,58	185,00

Cuadro 28. Promedios de compactación para fertilizaciones, a la siembra, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.

FERTILIZACIONES	Compactación (Kgf/cm ³)				
	0 - 10 cm.	11 - 20 cm.	21 - 30 cm.	31 - 40 cm.	41 - 50 cm.
Testigo	134,44	137,92	162,22	171,11	185,28
Edáfica	124,03	108,89	131,11	149,44	178,89
Quelato Zn	121,67	118,33	134,44	141,67	198,89
Foliar completo	122,78	134,17	137,22	173,89	188,89

Cuadro 29. Promedios de compactación para la interacción labranza x fertilización, a la siembra, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.

TRATAMIENTOS		Compactación (Kgf/cm ³)				
LABRANZA	FERTILIZACIÓN	0 - 10 cm.	11 - 20 cm.	21 - 30 cm.	31 - 40 cm.	41 - 50 cm.
Convencional	Testigo	86,7	151,67	156,67	188,33	186,67
Convencional	Edáfica	68,3	113,33	126,67	131,67	166,67
Convencional	Quelato Zn	63,3	121,67	128,33	161,67	210,00
Convencional	Foliar completo	90,0	163,33	144,17	163,33	203,33
Mínima	Testigo	93,3	145,00	158,33	168,33	190,83
Mínima	Edáfica	87,1	106,67	150,00	126,67	185,00
Mínima	Quelato Zn	98,3	143,33	118,33	113,33	205,00
Mínima	Foliar completo	83,3	127,50	120,83	176,67	168,33
Cero	Testigo	93,3	117,08	171,67	156,67	178,33
Cero	Edáfica	86,7	106,67	116,67	190,00	185,00
Cero	Quelato Zn	75,0	90,00	156,67	150,00	181,67
Cero	Foliar completo	66,7	111,67	146,67	181,67	195,00

4.3.3. Compactación a la cosecha, tomada entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad

En el Análisis de varianza, cuadro 30, para la Compactación del suelo a la cosecha, tomada entre plantas de 0 - 10 cm. de profundidad, se detecta una diferencia significativa al 1% entre los Sistemas de Labranza (Convencional, mínima y cero) con 53,33 Kgf/cm², 132,08 Kgf/cm² y 120,83 Kgf/cm², respectivamente y la Comparación ortogonal L1 vs. L2, L3 (Lab. Convencional vs. Lab. Mínima y Cero). En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 102,08 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 51,22% y el Coeficiente de variación (b) fue 18,44%.

De 11 - 20 cm. de profundidad, se detecta una diferencia significativa al 5% entre la Interacción Labranzas por Fertilización (Lab. Cero y Fert. Testigo) con 255,00

Kgf/cm² y la Comparación ortogonal F1 vs. F2, F3 (Fert. Edáfica vs. Fert. Quelato de Zn y foliar completo) de las Fertilizaciones. En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 185,69 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 17,91% y el Coeficiente de variación (b) fue 23,80%.

De 21 - 30 cm. de profundidad, no se detectan diferencias significativas entre todos los componentes de la varianza, indicando que la compactación a esta profundidad no es alterada por ninguno de los Sistemas de Labranza. La media general fue de 190,56 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 34,64% y el Coeficiente de variación (b) fue 26,29%.

De 31 - 40 cm. de profundidad, no se detectan diferencias significativas entre todos los componentes de la varianza, indicando que la compactación a esta profundidad no es alterada por ninguno de los Sistemas de Labranza. La media general fue de 201,39 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 17,19% y el Coeficiente de variación (b) fue 18,64%.

De 41 - 50 cm. de profundidad, se detecta una diferencia significativa al 5% en la Comparación ortogonal F1 vs. F2, F3 (Fert. Edáfica vs. Fert. Quelato de Zn y foliar completo) de las Fertilizaciones. En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 226,25 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 22,32% y el Coeficiente de variación (b) fue 18,64%.

Para labranzas, Cuadro 31, se encontró que el promedio más alto para la Compactación a la cosecha, tomada entre plantas de 0 - 10 cm de profundidad fue para L2 (Lab. Mínima) con 132,08 Kgf/cm², de 11 - 20 cm de profundidad fue para L3 (Lab. Cero) con 197,50 Kgf/cm², de 21 - 30 cm de profundidad fue para L2 (Lab. Mínima) con 200,83 Kgf/cm², de 31 - 40 cm de profundidad fue para L2 (Lab. Mínima) con 208,33 Kgf/cm² y de 41 - 50 cm de profundidad fue para L1 (Lab. Convencional) con 230,83 Kgf/cm².

Para fertilización, Cuadro 32, los promedios de Compactación a la cosecha, tomada entre plantas de 0 - 10 cm y 11 - 20 cm fue para F1 (Edáfica) con 106,11 Kgf/cm² y 213,33 Kgf/cm², de 21 - 30 cm fue para F0 (Testigo) con 209,44 Kgf/cm², de 31 - 40 cm fue para F0 y F1 (Fert. Testigo y Edáfica) con 214,44 Kgf/cm² cada una y de 41 - 50 cm fue para F1 (Fert. edáfica) con 255,56 Kgf/cm².

En la interacción LxF, Cuadro 33, la mejor respuesta de Compactación a la cosecha, tomada entre plantas de 0 - 10 cm fue para (Lab. Mínima con Fert. Quelato de Zn) con 153,33 Kgf/cm², de 11 - 20 cm fue para (Lab. Cero con Fert. Testigo) con 255,00 Kgf/cm², de 21 - 30 cm fue para (Lab. Mínima con Fert. Quelato de Zn) con 230,00 Kgf/cm², de 31 - 40 cm fue para (Lab. Mínima con Fert. Edáfica) con 233,33 Kgf/cm², de 41 - 50 cm fue para (Lab. Convencional con Fert. Edáfica) con 256,67 Kgf/cm².

En base a estos resultados podemos decir que la compactación es alterada únicamente de 0 a 10 cm de profundidad, debido a la remoción que sufre el suelo, mientras que para el resto de profundidades la compactación no se altera por los sistemas de labranza y fertilizaciones.

Quiroga (1998), deduce que en los tratamientos de labranza de conservación del suelo donde no existió remoción del suelo mayor será la resistencia a la penetración.

Cuadro 30. Análisis de varianza para compactación del suelo a la cosecha, tomada entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.

F.V.	G.L.	S.C.				
		0 - 10 cm.	11 - 20 cm.	21 - 30 cm.	31 - 40 cm.	41 - 50 cm.
Total	35	72068,8	100157,6	78738,9	64230,6	86318,8
Repeticiones	2	6450,0 ns	11893,1 *	501,4 ns	16705,6 **	18537,5 *
Labranzas (L)	2	43537,5 **	3384,7 ns	1905,6 ns	1805,6 ns	1137,5 ns
L1 vs L2, L3	1	42778,1 **	2568,1 ns	401,4 ns	138,9 ns	378,1 ns
L2 vs L3	1	759,4 ns	816,7 ns	1504,2 ns	1666,7 ns	759,4 ns
Error (a)	4	10937,5	4423,6	17431,9	4794,4	10200,0
Fertilizaciones (F)	3	441,0 ns	14002,1 ns	5888,9 ns	10186,1 ns	12985,4 ns
F0 vs F1, F2, F3	1	122,5 ns	602,1 ns	4281,5 ns	2045,4 ns	222,5 ns
F1 vs F2, F3	1	118,5 ns	12150,0 *	185,2 ns	4090,7 ns	12757,4 *
F2 vs F3	1	200,0 ns	1250,0 ns	1422,2 ns	4050,0 ns	5,6 ns
L x F	6	4323,6 ns	31287,5 *	7827,8 ns	5372,2 ns	11445,8 ns
Error (b)	18	6379,2	35166,7	45183,3	25366,7	32012,5
C.V. (a) (%)		51,2	17,9	34,6	17,2	22,3
C.V. (b) (%)		18,4	23,8	26,3	18,6	18,6
Promedio (Kgf/cm³)		102,1	185,7	190,6	201,4	226,3

ns: no significativo

*: significativo al 5%

**: significativo al 1%

Cuadro 31. Promedios de compactación para labranzas, a la cosecha, tomada entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.

LABRANZAS	Compactación (Kgf/cm ³)				
	0 - 10 cm.	11 - 20 cm.	21 - 30 cm.	31 - 40 cm.	41 - 50 cm.
Convencional	53,33	173,75	185,83	204,17	230,83
Mínima	132,08	185,83	200,83	208,33	218,33
Cero	120,83	197,50	185,00	191,67	229,58

Cuadro 32. Promedios de compactación para fertilizaciones, a la cosecha entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.

FERTILIZACIONES	Compactación (Kgf/cm ³)				
	0 - 10 cm.	11 - 20 cm.	21 - 30 cm.	31 - 40 cm.	41 - 50 cm.
Testigo	98,89	192,78	209,44	214,44	230,56
Edáfica	106,11	213,33	180,56	214,44	255,56
Quelato Zn	98,33	160,00	195,00	203,33	208,89
Foliar completo	105,00	176,67	177,22	173,33	210,00

Cuadro 33. Promedios de compactación para la interacción labranza x fertilización, a la cosecha entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.

TRATAMIENTOS		Compactación (Kgf/cm ³)				
LABRANZA	FERTILIZACIÓN	0 - 10 cm.	11 - 20 cm.	21 - 30 cm.	31 - 40 cm.	41 - 50 cm.
Convencional	Testigo	53,3	160,00	203,33	216,67	213,33
Convencional	Edáfica	56,7	226,67	196,67	193,33	256,67
Convencional	Quelato Zn	45,0	140,00	160,00	230,00	233,33
Convencional	Foliar completo	58,3	168,33	183,33	176,67	220,00
Mínima	Testigo	121,7	163,33	210,00	223,33	260,00
Mínima	Edáfica	128,3	250,00	180,00	233,33	226,67
Mínima	Quelato Zn	153,3	171,67	230,00	193,33	190,00
Mínima	Foliar completo	125,0	158,33	183,33	183,33	196,67
Cero	Testigo	121,7	255,00	215,00	203,33	218,33
Cero	Edáfica	133,3	163,33	165,00	216,67	283,33
Cero	Quelato Zn	96,7	168,33	195,00	186,67	203,33
Cero	Foliar completo	131,7	203,33	165,00	160,00	213,33

4.3.4. Compactación a la cosecha, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad

En el Análisis de varianza, cuadro 34, para la Compactación del suelo a la cosecha, tomada entre surcos de 0 - 10 cm. de profundidad, no se detectan diferencias significativas entre todos los componentes de la varianza, indicando que la compactación a esta profundidad no es alterada por ninguno de los Sistemas de Labranza. La media general fue de 176,11 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 115,82% y el Coeficiente de variación (b) fue 117,17%.

De 11 - 20 cm. de profundidad, no se detectan diferencias significativas entre todos los componentes de la varianza, indicando que la compactación a esta profundidad no es alterada por ninguno de los Sistemas de Labranza. La media general fue de 171,67 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 43,79% y el Coeficiente de variación (b) fue 25,74%.

De 21 - 30 cm. de profundidad, se detecta una diferencia significativa al 5% para la Comparación ortogonal F0 vs. F1, F2, F3 (Fert. Testigo vs. Edáfica, Fert. Quelato de Zn y foliar completo) de las Fertilizaciones. En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 186,11 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 18,37% y el Coeficiente de variación (b) fue 20,43%.

De 31 - 40 cm. de profundidad, se detecta una diferencia significativa al 1% entre Sistemas de Labranza (Convencional, mínima y cero) con 213,75Kgf/cm², 193,75 Kgf/cm² y 225,00 Kgf/cm², respectivamente y la Comparación ortogonal L1 vs. L2, L3 (Lab. Convencional vs. Lab. Mínima y Cero), también existió una diferencia significativa al 5% para la Comparación ortogonal F2 vs. F3 (Fert. Quelato de Zn vs. Fert. Foliar completo) de las Fertilizaciones. En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 210,83 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 3,62% y el Coeficiente de variación (b) fue 17,28%.

De 41 - 50 cm. de profundidad, se detecta una diferencia significativa al 1% entre Repeticiones, demostrando que la compactación a esta profundidad no es alterada por los Sistemas de Labranza. En cambio se observó que no hay significación entre el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 249,86 Kgf/cm², el Coeficiente de variación (a) fue de 9,69% y el Coeficiente de variación (b) fue 26,84%.

Para labranzas, Cuadro 35, se encontró que el promedio más alto para la Compactación a la cosecha, tomada entre surcos de 0 - 10 cm de profundidad fue para L2 (Lab. Mínima) con 128,33 Kgf/cm², de 11 - 20 cm de profundidad fue para L1 (Lab. Convencional) con 182,92 Kgf/cm², de 21 - 30 cm de profundidad fue para L3 (Lab. Cero) con 193,33 Kgf/cm², de 31 - 40 cm de profundidad fue para L3 (Lab. Cero) con 225,00 Kgf/cm² y de 41 - 50 cm de profundidad fue para L1 (Lab. Convencional) con 254,58 Kgf/cm².

Para fertilización, Cuadro 36, los promedios de Compactación a la cosecha, tomada entre surcos de 0 - 10 cm, 11 - 20 cm y 21 - 30 cm fue para F0 (Testigo) con 122,78 Kgf/cm², 188,89 Kgf/cm² y 215,00 Kgf/cm², de 31 - 40 cm fue para F3 (Fert. Foliar completo) con 230,56 Kgf/cm² y de 41 - 50 cm fue para F2 (Fert. Quelato de Zn) con 264,44 Kgf/cm².

En la interacción LxF, Cuadro 37, la mejor respuesta de Compactación a la cosecha, tomada entre surcos de 0 - 10 cm fue para (Lab. Mínima con Fert. Edáfica) con 150,00 Kgf/cm², de 11 - 20 cm fue para (Lab. Convencional con Fert. Foliar completo) con 218,33 Kgf/cm², de 21 - 30 cm fue para (Lab. Cero con Fert. Testigo) con 226,67 Kgf/cm², de 31 - 40 cm fue para (Lab. Cero con Fert. Edáfica) con 251,67 Kgf/cm², de 41 - 50 cm fue para (Lab. Convencional con Fert. Quelato de Zn) con 280,00 Kgf/cm².

Quiroga (1998), señala que en varias oportunidades se ha comprobado una relación significativa entre resistencia a la penetración y humedad del suelo, más aún en labranzas de conservación que van ganando una mayor estabilidad estructural, lo cual puede dar lugar a incrementos en la resistencia a la penetración que en los tratamientos de labranza de conservación del suelo donde no existió remoción del suelo mayor será la resistencia a la penetración.

Cuadro 34. Análisis de varianza para compactación del suelo a la cosecha, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.

F.V.	G.L.	S.C.				
		0 - 10 cm.	11 - 20 cm.	21 - 30 cm.	31 - 40 cm.	41 - 50 cm.
Total	35	1424155,6	85100,0	57255,6	62825,0	108224,3
Repeticiones	2	93593,1 ns	5754,2 ns	7276,4 ns	3279,2 **	13343,1 **
Labranzas (L)	2	11088,9 ns	4779,2 ns	976,4 ns	6012,5 **	468,1 ns
L1 vs L2, L3	1	5688,9 ns	2278,1 ns	100,3 ns	153,1 ns	401,4 ns
L2 vs L3	1	5400,0 ns	2501,0 ns	876,0 ns	5859,4 **	66,7 ns
Error (a)	4	166411,1	22604,2	4677,8	233,3	2344,4
Fertilizaciones (F)	3	58561,1 ns	7433,3 ns	10261,1 ns	12341,7 ns	3368,8 ns
F0 vs F1, F2, F3	1	21392,6 ns	3559,3 ns	10014,8 *	3223,1 ns	168,8 ns
F1 vs F2, F3	1	13696,3 ns	3424,1 ns	244,9 ns	668,5 ns	2400,0 ns
F2 vs F3	1	23472,2 ns	450,0 ns	1,4 ns	8450,0 *	800,0 ns
L x F	6	328038,9 ns	9370,8 ns	8034,7 ns	17070,8 ns	7770,8 ns
Error (b)	18	766462,5	35158,3	26029,2	23887,5	80929,2
C.V. (a) (%)		115,8	43,8	18,4	3,6	9,7
C.V. (b) (%)		117,2	25,7	20,4	17,3	26,8
Promedio (Kgf/cm³)		176,1	171,7	186,1	210,8	249,9

ns: no significativo

*: significativo al 5%

**: significativo al 1%

Cuadro 35. Promedios de compactación para labranzas, a la cosecha, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.

LABRANZAS	Compactación (Kgf/cm ³)				
	0 - 10 cm.	11 - 20 cm.	21 - 30 cm.	31 - 40 cm.	41 - 50 cm.
Convencional	102,08	182,92	183,75	213,75	254,58
Mínima	128,33	176,25	181,25	193,75	249,17
Cero	113,33	155,83	193,33	225,00	245,83

Cuadro 36. Promedios de compactación para fertilizaciones, a la cosecha, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.

FERTILIZACIONES	Compactación (Kgf/cm ³)				
	0 - 10 cm.	11 - 20 cm.	21 - 30 cm.	31 - 40 cm.	41 - 50 cm.
Testigo	122,78	188,89	215,00	227,22	246,11
Edáfica	118,89	150,00	172,22	198,33	237,78
Quelato Zn	106,67	168,89	178,33	187,22	264,44
Foliar completo	110,00	178,89	178,89	230,56	251,11

Cuadro 37. Promedios de compactación para la interacción labranza x fertilización, a la cosecha, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad.

TRATAMIENTOS		Compactación (Kgf/cm ³)				
LABRANZA	FERTILIZACIÓN	0 - 10 cm.	11 - 20 cm.	21 - 30 cm.	31 - 40 cm.	41 - 50 cm.
Convencional	Testigo	115,0	201,67	208,33	250,00	248,33
Convencional	Edáfica	91,7	150,00	166,67	175,00	220,00
Convencional	Quelato Zn	85,0	161,67	170,00	213,33	280,00
Convencional	Foliar completo	116,7	218,33	190,00	216,67	270,00
Mínima	Testigo	123,3	200,00	210,00	223,33	253,33
Mínima	Edáfica	150,0	140,00	196,67	168,33	246,67
Mínima	Quelato Zn	130,0	195,00	158,33	150,00	273,33
Mínima	Foliar completo	110,0	170,00	160,00	233,33	223,33
Cero	Testigo	130,0	165,00	226,67	208,33	236,67
Cero	Edáfica	115,0	160,00	153,33	251,67	246,67
Cero	Quelato Zn	105,0	150,00	206,67	198,33	240,00
Cero	Foliar completo	103,3	148,33	186,67	241,67	260,00

4.4. INFILTRACIÓN

4.4.1. Registro de datos para cálculo de infiltración

Cuadro 38. Prueba de Infiltración en labranza reducida

INFILTRACIÓN							
LABRANZA REDUCIDA							
TIEMPO		LECTURA DE ESCALA		LAMINA		INFILTRACIÓN	
TIEMPO ACUMULADO	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURA	NIVEL DE AGUA	NIVEL DE RECUPERACIÓN DEL AGUA	LAMINA INFILTRADA INTERVALO DE TIEMPO	LAMINA ACUMULADA	VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN INSTANTÁNEA	
(min)	(min)	(cm)	(cm)	(mm)	(mm)	(mm/min)	(mm/Hr)
A	B= (A _{i+1} - A _i)	C	D	E=(C _{i+1} -C _i)	F= (F _{i-1} +E _i)	G= E _i /B _i	H= G*60
0	0	18,00		0,00	0,00		
1	1	17,00		10,00	10,00	10,000	600,00
2	1	16,50		5,00	15,00	5,000	300,00
3	1	16,00		5,00	20,00	5,000	300,00
4	1	15,80		2,00	22,00	2,000	120,00
5	1	15,40		4,00	26,00	4,000	240,00
10	5	14,20		12,00	38,00	2,400	144,00
15	5	13,30		9,00	47,00	1,800	108,00
20	5	12,70		6,00	53,00	1,200	72,00
25	5	12,30		4,00	57,00	0,800	48,00
30	5	11,60		7,00	64,00	1,400	84,00
40	10	10,70		9,00	73,00	0,900	54,00
50	10	9,80		9,00	82,00	0,900	54,00
60	10	9,10		7,00	89,00	0,700	42,00
70	10	8,50	18,30	6,00	95,00	0,600	36,00
80	10	16,80		15,00	110,00	1,500	90,00
95	15	15,60		12,00	122,00	0,800	48,00
110	15	14,80		8,00	130,00	0,533	32,00
125	15	13,90		9,00	139,00	0,600	36,00
145	15	13,20		7,00	146,00	0,467	28,00
160	15	12,50		7,00	153,00	0,467	28,00

Cuadro 39. Prueba de Infiltración en labranza cero

INFILTRACIÓN							
LABRANZA CERO							
TIEMPO		LECTURA DE ESCALA		LAMINA		INFILTRACIÓN	
TIEMPO ACUMULADO	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURA	NIVEL DE AGUA	NIVEL DE RECUPERACIÓN DEL AGUA	LAMINA INFILTRADA INTERVALO DE TIEMPO	LAMINA ACUMULADA	VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN INSTANTÁNEA	
(min)	(min)	(cm)	(cm)	(mm)	(mm)	(mm/min)	(mm/Hr)
A	B= (A _{i+1} - A _i)	C	D	E=(C _{i+1} - C _i)	F= (F _{i-1} +E _i)	G= E _i /B _i	H= G*60
0	0	16,50		0,00	0,00		
1	1	16,00		5,00	5,00	5,000	300,000
2	1	15,70		3,00	8,00	3,000	180,000
3	1	15,10		6,00	14,00	6,000	360,000
4	1	15,00		1,00	15,00	1,000	60,000
5	1	14,90		1,00	16,00	1,000	60,000
10	5	14,20		7,00	23,00	1,400	84,000
15	5	13,50		7,00	30,00	1,400	84,000
20	5	12,90		6,00	36,00	1,200	72,000
25	5	12,30		6,00	42,00	1,200	72,000
30	5	11,90		4,00	46,00	0,800	48,000
40	10	11,00		9,00	55,00	0,900	54,000
50	10	10,20		8,00	63,00	0,800	48,000
60	10	9,50		7,00	70,00	0,700	42,000
70	10	8,90		6,00	76,00	0,600	36,000
80	10	8,20		7,00	83,00	0,700	42,000
95	15	7,40		8,00	91,00	0,533	32,000
110	15	6,60		8,00	99,00	0,533	32,000
125	15	5,80		8,00	107,00	0,533	32,000
145	15	5,40		4,00	111,00	0,267	16,000
160	15	4,80		6,00	117,00	0,400	24,000

Cuadro 40. Prueba de Infiltración testigo labranza convencional

INFILTRACIÓN							
LABRANZA CONVENCIONAL							
TIEMPO		LECTURA DE ESCALA		LAMINA		INFILTRACIÓN	
TIEMPO ACUMULADO	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURA	NIVEL DE AGUA	NIVEL DE RECUPERACIÓN DEL AGUA	LAMINA INFILTRADA INTERVALO DE TIEMPO	LAMINA ACUMULADA	VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN INSTANTÁNEA	
(min)	(min)	(cm)	(cm)	(mm)	(mm)	(mm/min)	(mm/Hr)
A	B= (A _{i+1} - A _i)	C	D	E=(C _{i+1} -C _i)	F= (F _{i-1} +E _i)	G= E _i /B _i	H= G*60
0	0	15,50		0,00	0,00		
1	1	14,80		7,00	7,00	7,000	420,000
2	1	14,30		5,00	12,00	5,000	300,000
3	1	14,10		2,00	14,00	2,000	120,000
4	1	13,80		3,00	17,00	3,000	180,000
5	1	13,40		4,00	21,00	4,000	240,000
10	5	12,60		8,00	29,00	1,600	96,000
15	5	11,90		7,00	36,00	1,400	84,000
20	5	11,30		6,00	42,00	1,200	72,000
25	5	10,90		4,00	46,00	0,800	48,000
30	5	10,50		4,00	50,00	0,800	48,000
40	10	9,70		8,00	58,00	0,800	48,000
50	10	9,20		5,00	63,00	0,500	30,000
60	10	8,70		5,00	68,00	0,500	30,000
70	10	8,00		7,00	75,00	0,700	42,000
80	10	7,70	15,00	3,00	78,00	0,300	18,000
95	15	13,50		15,00	93,00	1,000	60,000
110	15	12,70		8,00	101,00	0,533	32,000
125	15	12,50		2,00	103,00	0,133	8,000
145	15	11,80		7,00	110,00	0,467	28,000
160	15	11,30		5,00	115,00	0,333	20,000

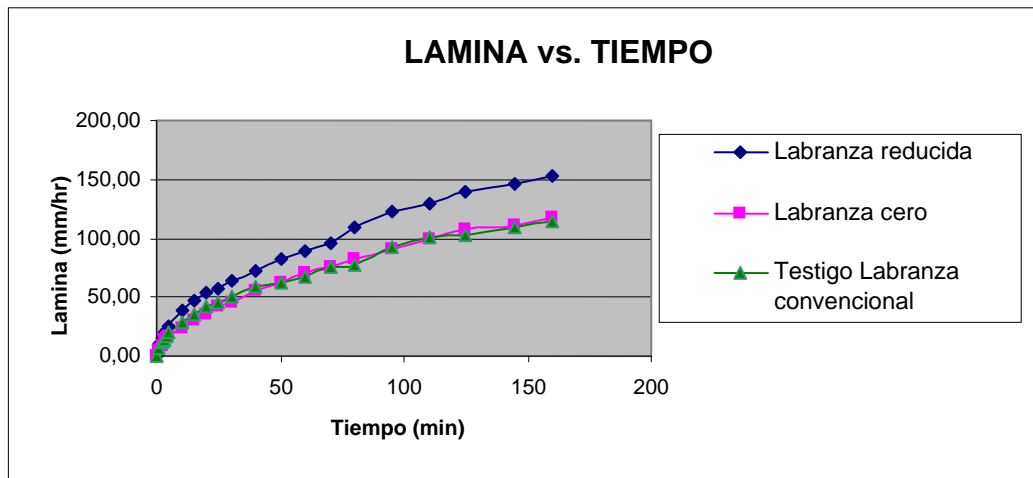


Grafico 3. Lamina vs. Tiempo en los sistemas de labranzas

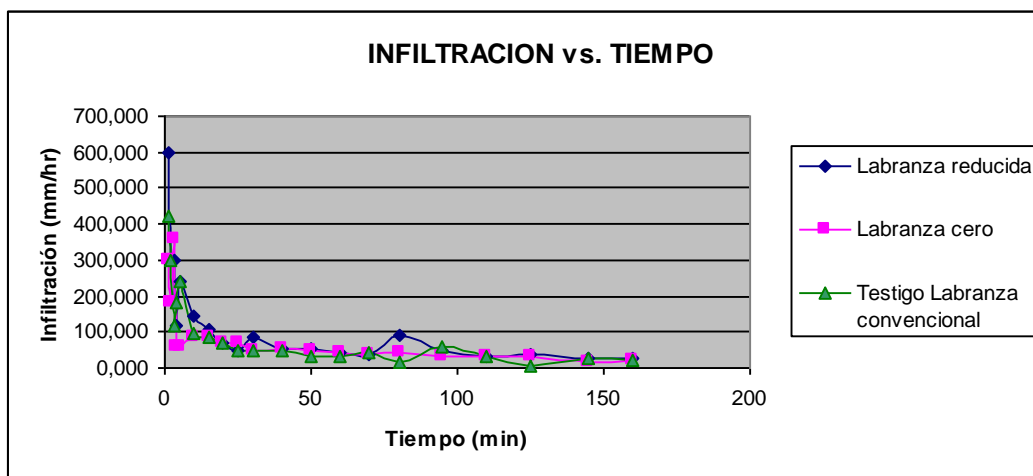


Grafico 4. Infiltración vs. Tiempo en los sistemas de labranzas

En el grafico 3 se observa que en los sistemas de labranza mínima y cero la lámina de agua fue mayor debido a que la cubierta de residuos no permite la incidencia directa de los rayos solares

En el grafico 4 se observa que la labranza reducida presenta mayor infiltración, a largo plazo esto significa más agua disponible y menor escorrentía.

4.5. EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE LOS CULTIVOS

4.5.1. PORCENTAJE DE EMERGENCIA

4.5.1.1. Porcentaje de emergencia del maíz

En el Análisis de varianza, cuadro 41, para el Porcentaje de emergencia del Maíz, no se detecta diferencias significativas para todos los componentes de la varianza, lo que indica que tanto los Sistemas de Labranza como las Fertilizaciones no influyeron en el porcentaje de emergencia del Maíz. La media general fue de 79,03%, el Coeficiente de variación (a) fue de 15,69% y el Coeficiente de variación (b) fue 6,44%.

En labranzas, Cuadro 42, se encontró que el promedio más alto para el Porcentaje de emergencia del Maíz, fue para L2 (Lab. Mínima) con 79,84 %, seguido de L1 (Lab. Convencional) con 79,11 % y finalmente fue L3 (Lab. Cero) con 78,13 %.

Para fertilización, Cuadro 43, los promedios para el Porcentaje de emergencia del Maíz, fue para F0 (Testigo) con 81,81 %, seguido de F3 (Fert. Foliar completo) con 79,03 %, F1 (Fert. edáfica) con 78,33 % y finalmente F2 (Fert. Quelato de Zn) con 76,94 %.

En la interacción LxF, Cuadro 44, la mejor respuesta del Porcentaje de emergencia del Maíz, fue para (Lab. Mínima con Fert. Testigo) con 85,42 %, mientras que en último lugar se encontró a la (Lab. Mínima con Fert. Quelato de Zn) con 71,67 %.

Se observa que el Porcentaje de emergencia del Maíz no se alterado por los sistemas de labranza y las fertilizaciones.

Bolaños (1989), señala que además de la temperatura, la presencia de un mantillo vegetal que reduce la insolación, disminuye la evaporación superficial por lo que puede interferir con la emergencia de las plántulas.

Además, Phillips y Young (1979), afirman que una menor variación en la temperatura del suelo entre el día y la noche, como la que se da en la cobertura resultante del no-laboreo, también promueve una germinación más densa y uniforme.

Cuadro 41. Análisis de varianza para el % de emergencia del Maíz

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.		F tab.	
						5%	1%
Total	35	1673,85					
Repeticiones	2	143,23	71,61	0,47	ns	3,55	6,01
Sistemas de Labranza (L)	2	18,02	9,01	0,06	ns	3,55	6,01
Error (a)	4	614,89	153,72				
Fertilizaciones (F)	3	112,96	37,65	1,45	ns	3,16	5,09
L x F	6	318,84	53,14	2,05	ns	2,66	4,01
Error (b)	18	465,92	25,88				
C.V. (a)		15,69 (%)					
C.V. (b)		6,44 (%)					
PROMEDIO		79,03 (%)					

ns: no significativo

*: significativo al 5%

**: significativo al 1%

Cuadro 42. Promedios para el % de emergencia del Maíz para labranzas.

LABRANZAS	% Emergencia Maíz
Convencional	79,11
Mínima	79,84
Cero	78,13

Cuadro 43. Promedios para el % de emergencia del Maíz para fertilizaciones.

FERTILIZACIONES	% Emergencia Maíz
Testigo	81,81
Edáfica	78,33
Quelato Zn	76,94
Foliar completo	79,03

Cuadro 44. Promedios para el % de emergencia del Maíz para la interacción
Labranza x Fertilización.

TRATAMIENTOS		% Emergencia
LABRANZA	FERTILIZACIÓN	Maíz
Convencional	Testigo	81,67
Convencional	Edáfica	74,58
Convencional	Quelato Zn	79,38
Convencional	Foliar completo	80,83
Mínima	Testigo	85,42
Mínima	Edáfica	81,25
Mínima	Quelato Zn	71,67
Mínima	Foliar completo	81,04
Cero	Testigo	78,33
Cero	Edáfica	79,17
Cero	Quelato Zn	79,79
Cero	Foliar completo	75,21

4.5.1.2. Porcentaje de emergencia del fréjol

En el Análisis de varianza, cuadro 45, para el Porcentaje de emergencia del Fréjol, se detecta una diferencia significativa al 5% para la Comparación ortogonal F0 vs F1, F2, F3 (Fert. Testigo vs Fert. Edáfica, quelato de Zn y foliar completo) de las Fertilizaciones. En cambio se observó que no hay significación para el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 77,14%, el Coeficiente de variación (a) fue de 10,19% y el Coeficiente de variación (b) fue 11,10%.

En labranzas, Cuadro 46, se encontró que el promedio más alto para el Porcentaje de emergencia del Fréjol, fue para L1 (Lab. Convencional) con 78,89 %, seguido de L3 (Lab. Cero) con 76,39 % y finalmente fue para L2 (Lab. Mínima) con 75,28 %.

En fertilización, Cuadro 47, los promedios para el Porcentaje de emergencia del Fréjol, fue para F1 (Edáfica) con 81,11 %, seguido de F3 (Fert. Foliar completo) con 80,00 %, F2 (Fert. Quelato de Zn) con 75,19 % y finalmente F0 (Fert. Testigo) con 71,11 %.

En la interacción LxF, Cuadro 48, la mejor respuesta del Porcentaje de emergencia del Fréjol, fue para (Lab. Convencional con Fert. Foliar completo y Lab. Cero con Fert. Foliar completo) con 84,44 %, mientras que en último lugar se encontró a la (Lab. Convencional con Fert. Testigo y Lab. Cero con Fert. Testigo) con 70,00 %.

Se observa que el Porcentaje de emergencia antes del raleo en el Fréjol no es alterado por los sistemas de labranza, mientras que las fertilizaciones muestran que si alteran el porcentaje de emergencia.

Bolaños (1989), señala que además de la temperatura, la presencia de un mantillo vegetal que reduce la insolación, disminuye la evaporación superficial por lo que puede interferir con la emergencia de las plántulas.

Baver (1973), afirma que la cobertura del rastrojo evita o reduce el encostramiento del suelo, lo que aumenta la infiltración y favorece la salida de las plántulas.

Cuadro 45. Análisis de varianza para el % de emergencia del Fréjol

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	35	3044,983				
Repeticiones	2	269,16	134,58	2,18 ns	3,55	6,01
Sistemas de Labranza (L)	2	127,90	63,95	1,04 ns	3,55	6,01
Error (a)	4	247,01	61,75			
Fertilizaciones (F)	3	644,83	214,94	2,93 ns	3,16	5,09
F0 vs F1, F2, F3	1	434,00	434,00	5,92 *	4,41	8,29
L x F	6	437,27	72,88	0,99 ns	2,66	4,01
Error (b)	18	1318,81	73,27			
C.V. (a)		10,19 (%)				
C.V. (b)		11,10 (%)				
PROMEDIO		77,14 (%)				

ns: no significativo

*: significativo al 5%

**: significativo al 1%

Cuadro 46. Promedios para el % de emergencia del Fréjol para labranzas.

LABRANZAS	% Emergencia
	Fréjol
Convencional	78,89
Mínima	75,28
Cero	76,39

Cuadro 47. Promedios para el % de emergencia del Fréjol para fertilizaciones.

FERTILIZACIONES	% Emergencia
	Fréjol
Testigo	71,11
Edáfica	81,11
Quelato Zn	75,19
Foliar completo	80,00

Cuadro 48. Promedios para el % de emergencia del Fréjol para la interacción Labranza x Fertilización.

TRATAMIENTOS		% Emergencia
LABRANZA	Fréjol	FRÉJOL
Convencional	Testigo	70,00
Convencional	Edáfica	83,33
Convencional	Quelato Zn	77,78
Convencional	Foliar completo	84,44
Mínima	Testigo	73,33
Mínima	Edáfica	81,11
Mínima	Quelato Zn	75,56
Mínima	Foliar completo	71,11
Cero	Testigo	70,00
Cero	Edáfica	78,89
Cero	Quelato Zn	72,22
Cero	Foliar completo	84,44

4.5.2. ALTURA DE PLANTA

4.5.2.1. Altura de planta a los 45 días y a la floración del maíz

En el Análisis de varianza, cuadro 49, para la altura de planta a los 45 días para el Maíz, se detecta una diferencia significativa al 1% entre Fertilizaciones (Testigo, edáfica, quelato de Zn y foliar completo) con 50,96 cm, 57,68 cm, 66,51 cm y

64,69 cm, respectivamente, y la Comparación ortogonal F0 vs F1, F2, F3 (Fert. Testigo vs Fert. Edáfica, quelato de Zn y foliar completo).

Además existió significación al 5% para la Comparación ortogonal F1 vs F2, F3 (Fert. Edáfica vs Fert. Quelato de Zn y foliar completo) de Fertilizaciones. En cambio se observó que no hay significación para el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 59,96 cm., el Coeficiente de variación (a) fue de 11,06% y el Coeficiente de variación (b) fue 11,27%.

Para la altura de planta a la floración del Maíz, se detecta una diferencia significativa al 1% entre Fertilizaciones (Testigo, edáfica, quelato de Zn y foliar completo) con 196,78 cm, 255,44 cm, 258,56 y 255,33 cm, respectivamente, y la Comparación ortogonal F0 vs F1, F2, F3 (Fert. Testigo vs Fert. Edáfica, quelato de Zn y foliar completo).

En cambio se observó que no hay significación para el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 241,53 cm., el Coeficiente de variación (a) fue de 10,07% y el Coeficiente de variación (b) fue 7,24%.

En labranzas, Cuadro 50, se encontró que el promedio más alto para la altura de planta a los 45 días para el Maíz, fue para L1 (Lab. Convencional) con 63,18 cm y para altura de planta a la floración fue para L2 (Lab. Mínima) con 245,92 cm.

En la interacción LxF, Cuadro 51, la mejor respuesta de altura de planta a los 45 días para el Maíz, fue para (Lab. Convencional con Fert. Quelato de Zn) con 73,2 cm y para altura de planta a la floración fue para (Lab. Mínima con Fert. Edáfica) 267,00 cm.

En el Gráfico 5, observamos que la mayor altura de planta a los 45 días y a la floración para el Maíz, lo obtuvo la fertilización Quelato de Zn con 66,51 cm y 258,56 cm, respectivamente para cada una.

La tendencia muestra que las alturas de la planta de Maíz, se ve influenciada directamente por los distintos tipos de fertilización aplicadas en el ensayo.

Cuadro 49. Análisis de varianza, para altura de planta a los 45 días y a la floración del Maíz.

F.V.	G.L.	S.C.		
		45 Días	Floración	
Total	35	3001,01	35710,97	
Repeticiones	2	31,90	2130,89	ns
Labranzas (L)	2	187,56	346,89	ns
L1 vs L2, L3	1	187,21	80,22	ns
L2 vs L3	1	0,35	266,67	ns
Error (a)	4	176,01	2365,94	
Fertilizaciones (F)	3	1364,11	24090,97	**
F0 vs F1, F2, F3	1	972,60	24030,75	**
F1 vs F2, F3	1	376,57	13,50	*
F2 vs F3	1	14,94	46,72	ns
L x F	6	420,03	1265,11	ns
Error (b)	18	821,39	5511,17	
C.V. (a) (%)		11,06	10,07	
C.V. (b) (%)		11,27	7,24	
PROMEDIO (cm)		59,96	241,53	

ns: no significativo

*: significativo al 5%

** : significativo al 1%

Phillips y Young (1979), afirman que aparentemente, tanto el retraso como el adelanto en el crecimiento del maíz sin laboreo, se deben a la temperatura del suelo o las condiciones de humedad modificadas por este sistema de trabajo, sin embargo, en condiciones óptimas de humedad el crecimiento vegetativo sería similar en los dos sistemas.

Lafitte (1989), señala que en los sistemas de conservación, con el aumento del enraizamiento en las capas superiores, las plantas pueden utilizar de manera eficiente los nutrimentos concentrados en la superficie, no obstante, la absorción

depende de que haya un grado adecuado de humedad en el suelo para que se den el flujo masal y la difusión.

Si falta el agua en la superficie, el cultivo no puede aprovechar el fertilizante ahí colocado y si está en exceso los nutrientes se lixiviarán.

Cuadro 50. Promedios para altura de planta a los 45 días y a la floración del Maíz para labranzas.

LABRANZAS	Altura de planta (cm)	
	45 Días	Floración
Convencional	63,18	239,42
Mínima	58,47	245,92
Cero	58,23	239,25

Cuadro 51. Promedios para la altura de planta a los 45 días y a la floración del Maíz para la interacción Labranza x Fertilización.

TRATAMIENTOS		Altura de planta (cm)	
LABRANZA	FERTILIZACIÓN	45 Días	45 Días
Convencional	Testigo	55,1	193,00
Convencional	Edáfica	62,5	258,33
Convencional	Quelato Zn	73,2	256,00
Convencional	Foliar completo	62,0	250,33
Mínima	Testigo	48,1	194,33
Mínima	Edáfica	51,3	267,00
Mínima	Quelato Zn	64,8	258,33
Mínima	Foliar completo	69,7	264,00
Cero	Testigo	49,6	203,00
Cero	Edáfica	59,3	241,00
Cero	Quelato Zn	61,6	261,33
Cero	Foliar completo	62,4	251,67

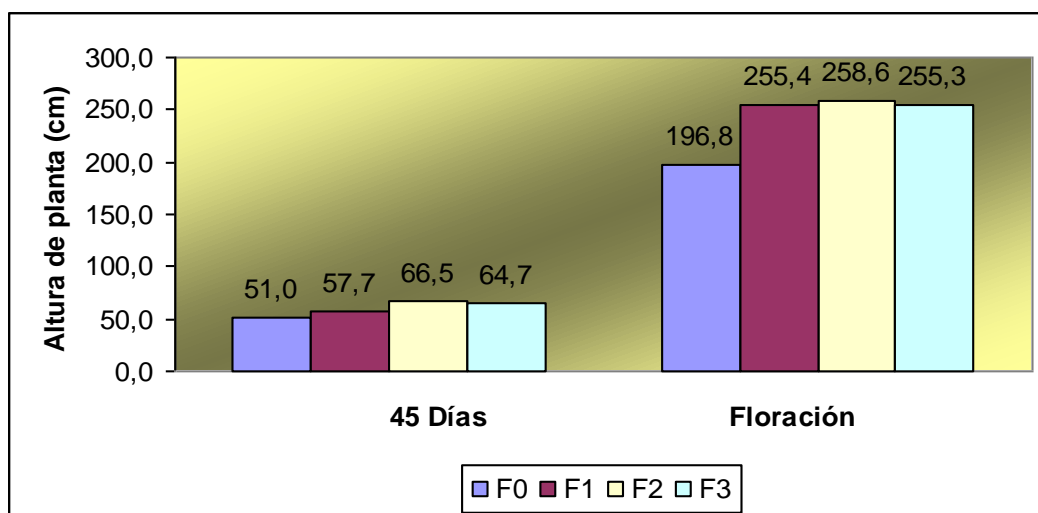


Grafico 5. Efecto de la fertilización sobre altura de planta a los 45 días y a la floración del Maíz.

4.5.2.2. Altura de planta a los 45 días y a la floración del fréjol

En el Análisis de varianza, cuadro 52, para la altura de planta a los 45 para el fréjol, se detecta una diferencia significativa al 5% para la Comparación ortogonal L1 vs L2, L3 (Lab. Convencional vs Lab. Mínima y cero) de los Sistemas de Labranza.

En cambio se observó que no hay significación para el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 36,11 cm., el Coeficiente de variación (a) fue de 8,66% y el Coeficiente de variación (b) fue 14,27%.

Para la altura de planta a la floración del Fréjol, no se detectan diferencias significativas entre todos los componentes de la varianza, indicando que la altura de planta a la floración masculina en el Fréjol durante el ensayo no es alterada por ninguno de los Sistemas de Labranza ni Fertilizaciones.

La media general fue de 166,64 cm, el Coeficiente de variación (a) fue de 13,75% y el Coeficiente de variación (b) fue 21,96%.

Cuadro 52. Análisis de varianza, para altura de planta a los 45 días y a la floración del Fréjol

F.V.	G.L.	S.C.			
		45 DÍAS	FLORACIÓN		
Total	35	1149,38		38070,31	
Repeticiones	2	376,18	**	2227,39	ns
Labranzas (L)	2	64,28	ns	2204,06	ns
L1 vs L2, L3	1	63,47	*	1820,06	ns
L2 vs L3	1	0,81	ns	384,00	ns
Error (a)	4	39,14		2099,61	
Fertilizaciones (F)	3	71,92	ns	2972,75	ns
F0 vs F1, F2, F3	1	65,33	ns	1850,08	ns
F1 vs F2, F3	1	4,17	ns	240,67	ns
F2 vs F3	1	2,42	ns	882,00	ns
L x F	6	120,03	ns	4458,83	ns
Error (b)	18	477,84		24107,67	
C.V. (a) (%)		8,66		13,75	
C.V. (b) (%)		14,27		21,96	
PROMEDIO (cm)		36,11		166,64	

ns: no significativo

*: significativo al 5%

**: significativo al 1%

En la interacción LxF, Cuadro 53, la mejor respuesta de altura de planta a los 45 días para el Fréjol, fue para (Lab. Mínima con Fert. Foliar) con 42,0 cm y para altura de planta a la floración fue para (Lab. Mínima con Fert. Edáfica) 194,33 cm.

En el Gráfico 6, observamos que la mayor altura de planta a los 45 días y a la floración para el Fréjol, fue para la labranza cero con 37,23 cm y la labranza mínima con 157,67 cm, respectivamente, para las labranzas, mientras que para las fertilizaciones, Gráfico 7, observamos que la mayor altura de planta a los 45 días y a la floración para el Maíz, lo obtuvo la fertilización Foliar completo con 37,53 cm y Quelato de Zn con 175,67 cm, respectivamente para cada una.

Se observa que la altura de planta a los 45 días se ve influenciada únicamente por los sistemas de labranza, mientras que para la altura a la floración del Fréjol, no se ve influenciada por los distintos tipos de labranzas y fertilizaciones aplicadas en el ensayo.

Lafitte (1989), señala que en los sistemas de conservación, con el aumento del enraizamiento en las capas superiores, las plantas pueden utilizar de manera eficiente los nutrimentos concentrados en la superficie, no obstante, la absorción depende de que haya un grado adecuado de humedad en el suelo para que se den el flujo masal y la difusión.

Si falta el agua en la superficie, el cultivo no puede aprovechar el fertilizante ahí colocado y si está en exceso los nutrientes se lixiviarán.

Cuadro 53. Promedios para altura de planta a los 45 días y a la floración del Fréjol para la interacción Fertilización x Labranzas.

TRATAMIENTOS		Altura de planta (cm)	
LABRANZA	FERTILIZACIÓN	45 Días	Floración
Convencional	Testigo	33,7	143,67
Convencional	Edáfica	34,2	163,67
Convencional	Quelato Zn	34,5	169,67
Convencional	Foliar completo	34,6	149,33
Mínima	Testigo	33,2	143,00
Mínima	Edáfica	34,8	194,33
Mínima	Quelato Zn	37,4	179,33
Mínima	Foliar completo	42,0	186,00
Cero	Testigo	34,4	176,00
Cero	Edáfica	40,1	167,00
Cero	Quelato Zn	38,4	178,00
Cero	Foliar completo	36,0	149,67

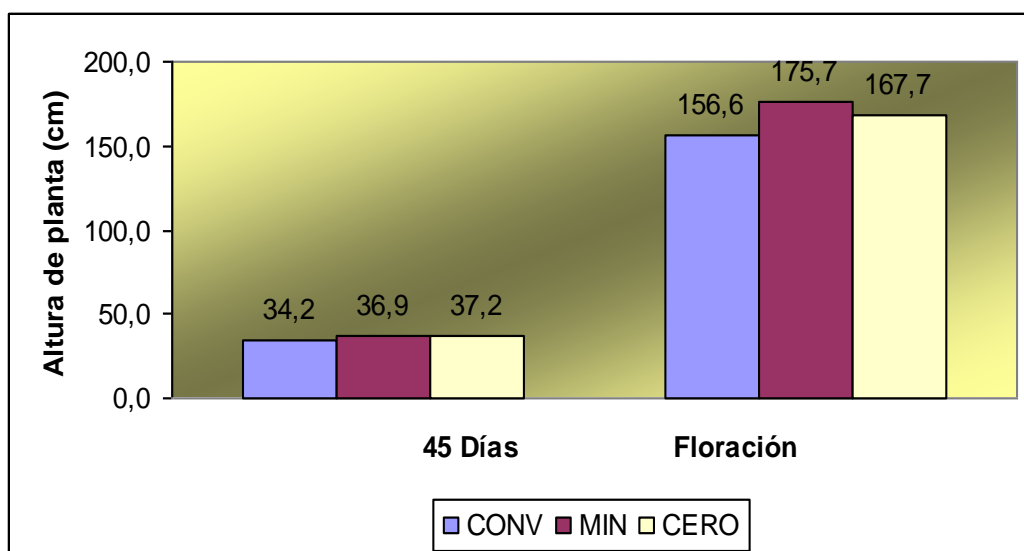


Grafico 6. Efecto de los Sistemas de labranza sobre altura de planta a los 45 días y a la floración del Fréjol.

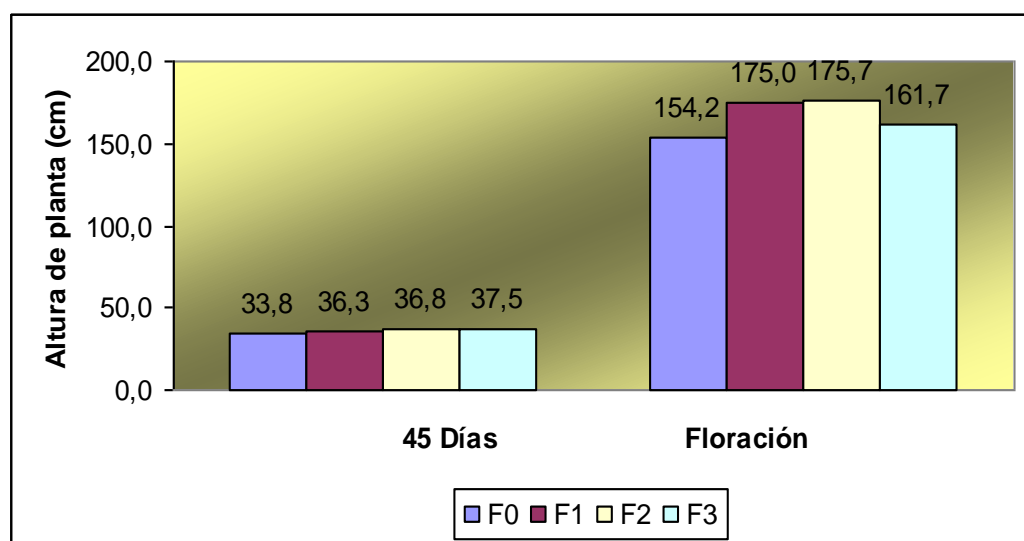


Grafico 7. Efecto de la fertilización sobre altura de planta a los 45 días y a la floración del Fréjol.

4.5.3. ALTURA DE INSERCIÓN DE LA MAZORCA

En el Análisis de Varianza, cuadro 54, a la altura de inserción de la mazorca, se detecta una diferencia significativa al 1% entre Fertilizaciones (Fert. Testigo, edáfica, quelato de Zn y foliar completo) con 117,7 cm, 132,9 cm, 131,5 cm y 129,7 cm, respectivamente, y la Comparación ortogonal F0 vs F1, F2, F3 (Fert. Testigo vs Fert. Edáfica, quelato de Zn y foliar completo). En cambio se observó que no hay significación para el resto de los componentes de la varianza. La media general fue de 127,96 cm., el Coeficiente de variación (a) fue de 6,53% y el Coeficiente de variación (b) fue 4,87%.

Cuadro 54. Análisis de varianza para altura de inserción de la mazorca.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	35	2852,23				
Repeticiones	2	192,41	96,21	1,38	ns	3,55 6,01
Sistemas de Labranza (L)	2	54,78	27,39	0,39	ns	3,55 6,01
Error (a)	4	279,37	69,84			
Fertilizaciones (F)	3	1302,85	434,28	11,16	**	3,16 5,09
F0 vs F1, F2, F3	1	1258,02	1258,02	32,33	**	4,41 8,29
L x F	6	322,40	53,73	1,38	ns	2,66 4,01
Error (b)	18	700,41	38,91			
C.V. (a)		6,53 (%)				
C.V. (b)		4,87 (%)				
PROMEDIO		127,96 (cm.)				

ns: no significativo

*: significativo al 5%

**: significativo al 1%

En labranzas, Cuadro 55, se encontró que el promedio más alto para la altura de inserción de la mazorca, fue para L2 (Lab. Mínima) con 129,38 cm, seguido de L1 (Lab. Convencional) con 128,13 cm y L3 (Lab. Cero) con 126,38 cm.

Para fertilización, Cuadro 56, los promedios más altos para la altura de inserción de la mazorca, fue para F1 (Fert. Edáfica) con 132,87 cm, seguido de F2 (Fert. Quelato de Zn) con 131,53 cm, F3 (Fert. Foliar completo) con 129,72 cm y F0 (Fert. Testigo) con 117,72 cm.

En la interacción LxF, Cuadro 57, la mejor respuesta de altura de inserción de la mazorca, fue para (Lab. Convencional con Fert. Edáfica) con 138,33 cm y la que presento el valor mas bajo fue (Lab. Cero con Fert. Testigo) 113,00 cm.

Lo que nos indica que la altura de inserción de la mazorca es alterada únicamente por los tipos de fertilización aplicadas en el ensayo.

Cuadro 55. Promedios para altura de inserción de la mazorca para labranzas.

LABRANZAS	Altura de inserción de la mazorca (cm)
Convencional	128,13
Mínima	129,38
Cero	126,38

Cuadro 56. Promedios para altura de inserción de la mazorca para fertilizaciones.

FERTILIZACIONES	Altura de inserción de la mazorca (cm)
Testigo	117,72
Edáfica	132,87
Quelato Zn	131,53
Foliar completo	129,72

Cuadro 57. Promedios para altura de inserción de la mazorca para la interacción.

TRATAMIENTOS		Altura de inserción de la mazorca (cm)
LABRANZA	FERTILIZACIÓN	
Convencional	Testigo	120,00
Convencional	Edáfica	138,33
Convencional	Quelato Zn	127,50
Convencional	Foliar completo	126,67
Mínima	Testigo	120,17
Mínima	Edáfica	131,93
Mínima	Quelato Zn	134,60
Mínima	Foliar completo	130,83
Cero	Testigo	113,00
Cero	Edáfica	128,33
Cero	Quelato Zn	132,50
Cero	Foliar completo	131,67

4.5.4. DESARROLLO RADICULAR

4.5.4.1 Desarrollo radicular, radio y profundidad en el maíz

En el Análisis de varianza, cuadro 58, para el Desarrollo radicular, radio en el Maíz, se detecta una diferencia significativa al 5% entre Sistemas de Labranza (Convencional, mínima y cero) con 21,63 cm, 23,25 cm y 19,76 cm, respectivamente y significación al 1% para la Comparación ortogonal L2 vs L3 (Lab. Mínima vs Lab. Cero) de los Sistemas de Labranza. También se detecta una significación al 1% para Fertilizaciones (Testigo, edáfica, quelato de Zn y foliar completo) con 16,23 cm, 25,84 cm, 23,27 cm y 20,83 cm, respectivamente, y las Comparaciones ortogonales F0 vs F1, F2, F3 (Fert. Testigo vs Fert. Edáfica, quelato de Zn y foliar completo); F1 vs F2, F3 y F2 vs F3; así como en la Interacción Labranza por Fertilización, siendo la de mayor desarrollo radicular radio (Lab. Convencional y Fert. Edáfica) con 30,9 cm. Para el resto de los componentes de la varianza no hay significación.

La media general fue de 21,54 cm., el Coeficiente de variación (a) fue de 11,86% y el Coeficiente de variación (b) fue 6,39%.

Para el Desarrollo radicular, profundidad en el Maíz, se detecta una diferencia significativa al 1% entre Sistemas de Labranza (Convencional, mínima y cero) con 15,53 cm, 13,66 cm y 14,17 cm, respectivamente y significación al 1% para las Comparaciones ortogonales L1 vs L2, L3 (Lab. Convencional vs Lab. Mínima y Cero) y L2 vs L3. Existe también diferencia significativa al 1% para Fertilizaciones (Testigo, edáfica, quelato de Zn y foliar completo) con 13,23 cm, 15,20 cm, 14,39 cm y 14,99 cm, respectivamente, y la Comparación ortogonal F0 vs F1, F2, F3 (Fert. Testigo vs Fert. Edáfica, quelato de Zn y foliar completo); así como en la Interacción Labranza por Fertilización, siendo la de mayor desarrollo radicular profundidad (Lab. Convencional y Fert. Edáfica) con 18,13 cm. Para el resto de los componentes de la varianza no hay significación.

La media general fue de 14,45 cm., el Coeficiente de variación (a) fue de 5,27% y el Coeficiente de variación (b) fue 7,43%.

En labranzas, Cuadro 59, se encontró que el promedio más alto para el desarrollo radicular, radio en el Maíz, fue para L2 (Lab. Mínima) con 23,25 cm y para el desarrollo radicular profundidad fue para L1 (Lab. Convencional) con 15,53 cm.

Para fertilización, Cuadro 60 los promedios más altos para el desarrollo radicular radio en el Maíz, fue para F1 (Fert. edáfica) con 25,84 cm y para el desarrollo radicular profundidad fue para F1 (Fert. Edáfica) con 15,20 cm.

En la interacción LxF, Cuadro 61, la mejor respuesta de desarrollo radicular, radio en el Maíz, fue para (Lab. Convencional y Fert. Edáfica) con 30,9 cm y para desarrollo radicular radio fue para (Lab. Convencional y Fert. Edáfica) 18,13 cm.

Cuadro 58. Análisis de varianza para desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Maíz

F.V.	G.L.	S.C.	
		Radio	Profundidad
Total	35	826,23	107,59
Repeticiones	2	7,70	9,63
Labranzas (L)	2	73,27	22,57
L1 vs L2, L3	1	0,12	21,02
L2 vs L3	1	73,15	1,55
Error (a)	4	26,10	2,32
Fertilizaciones (F)	3	451,53	21,03
F0 vs F1, F2, F3	1	338,49	17,84
F1 vs F2, F3	1	86,39	1,57
F2 vs F3	1	26,65	1,62
L x F	6	233,54	31,29
Error (b)	18	34,10	20,76
C.V. (a) (%)		11,86	5,27
C.V. (b) (%)		6,39	7,43
PROMEDIO (cm)		21,54	14,45

ns: no significativo

*: significativo al 5%

** : significativo al 1%

En el Gráfico 8, observamos la tendencia del desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Maíz, siendo las mas altas la labranza mínima con 23,25 cm y la labranza convencional con 15,53 cm, respectivamente, para las labranzas.

Para fertilizaciones, Gráfico 9, observamos que el mayor desarrollo radicular, radio en el Maíz, lo obtuvo la fertilización edáfica con 25,84 cm y para el desarrollo radicular profundidad la fertilización edáfica con 15,20 cm.

Se observa que el desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Maíz, es influenciado directamente tanto por los sistemas de labranza como las fertilizaciones aplicadas en el ensayo.

Cuadro 59. Promedios para desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Maíz para labranzas.

LABRANZAS	Desarrollo radicular (cm)	
	Radio	Profundidad
Convencional	21,63	15,53
Mínima	23,25	13,66
Cero	19,76	14,17

Cuadro 60. Promedios para desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Maíz para fertilizaciones.

FERTILIZACIONES	Desarrollo radicular (cm)	
	Radio	Radio
Testigo	16,23	13,23
Edáfica	25,84	15,20
Quelato Zn	23,27	14,39
Foliar completo	20,83	14,99

Cuadro 61. Promedios para desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Maíz para la interacción Labranza x Fertilización.

TRATAMIENTOS		Desarrollo radicular (cm)	
LABRANZA	Radio	Radio	PROFUNDO
Convencional	Testigo	14,4	13,53
Convencional	Edáfica	30,9	18,13
Convencional	Quelato Zn	23,1	15,37
Convencional	Foliar completo	18,2	15,10
Mínima	Testigo	17,3	13,00
Mínima	Edáfica	28,0	13,17
Mínima	Quelato Zn	24,2	14,53
Mínima	Foliar completo	23,5	13,93
Cero	Testigo	17,0	13,17
Cero	Edáfica	18,7	14,30
Cero	Quelato Zn	22,5	13,27
Cero	Foliar completo	20,8	15,93

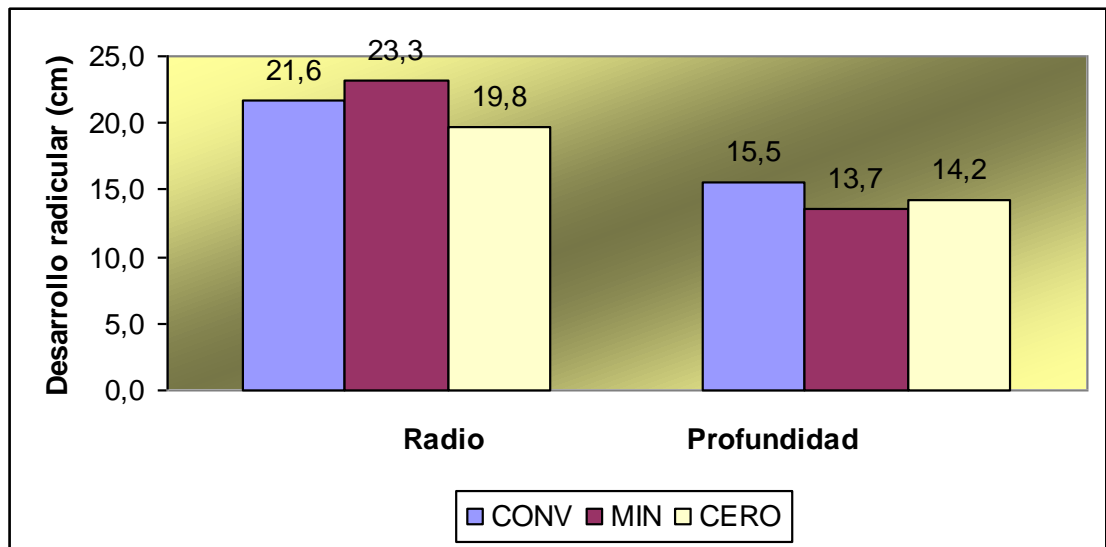


Grafico 8. Efecto de los Sistemas de labranzas en el desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Maíz para labranzas

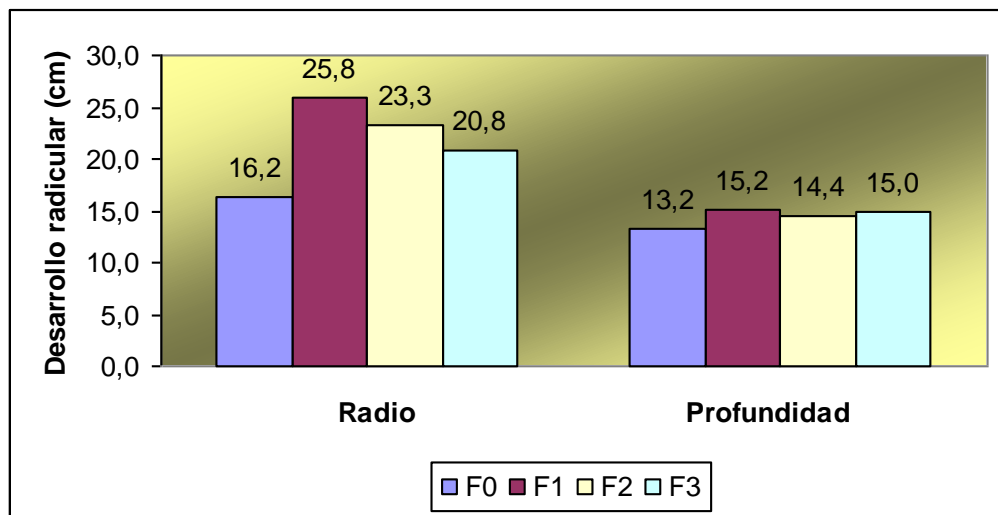


Grafico 9. Efecto de la fertilización en el desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Maíz para fertilizaciones

4.5.4.2. Desarrollo radicular radio y profundidad en el fréjol

En el Análisis de varianza, cuadro 62, para el Desarrollo radicular, radio en el Fréjol, se detecta una diferencia significativa al 5% entre Sistemas de Labranza (Convencional, mínima y cero) con 19,54 cm, 22,57 cm y 22,67 cm, respectivamente, y significación al 1% para la Comparación ortogonal L1 vs L2, L3 (Lab. Convencional vs Lab. Mínima y Lab. Cero). Existe también diferencias significativa al 1% entre Fertilizaciones (Testigo, edáfica, quelato de Zn y foliar completo) con 17,37 cm, 25,31 cm, 23,43 cm y 20,26 cm, respectivamente, y las Comparaciones ortogonales F0 vs F1, F2, F3 (Fert. Testigo vs Fert. Edáfica, quelato de Zn y foliar completo), F1 vs F2, F3 y F2 vs F3; así como en la Interacción Labranza por Fertilización, siendo la de mayor desarrollo radicular radio (Lab. Convencional y Fert. Edáfica) con 34,5 cm. En cambio se observó que no hay significación para el resto de los componentes de la varianza.

La media general fue de 21,59 cm., el Coeficiente de variación (a) fue de 3,86% y el Coeficiente de variación (b) fue 5,54%.

Para el Desarrollo radicular, profundidad en el Fréjol, se detecta una diferencia significativa al 1% entre Sistemas de Labranza (Convencional, mínima y cero) con 12,68 cm, 10,73 cm y 10,83 cm, respectivamente, y significación al 1% para la Comparación ortogonal L1 vs L2, L3 (Lab. Convencional vs Lab. Mínima y Cero). Existe también diferencia significativa al 1% entre Fertilizaciones (Testigo, edáfica, quelato de Zn y foliar completo) con 10,63 cm, 12,38 cm, 11,46 cm y 11,18 cm, respectivamente, y la Comparación ortogonal F0 vs F1, F2, F3 (Fert. Testigo vs Fert. Edáfica, quelato de Zn y foliar completo), también significación al 5% para la comparación ortogonal F1 vs F2, F3; así como en la Interacción Labranza por Fertilización, siendo la de mayor desarrollo radicular radio (Lab. Convencional y Fert. Edáfica) con 14,97 cm. En cambio se observó que no hay significación para el resto de los componentes de la varianza.

La media general fue de 11,41 cm., el Coeficiente de variación (a) fue de 8,46% y el Coeficiente de variación (b) fue 8,01%.

En labranzas, Cuadro 63, se encontró que el promedio más alto para el desarrollo radicular, radio en el Fréjol, fue para L3 (Lab. Cero) con 22,67 cm y para el desarrollo radicular, profundidad fue para L1 (Lab. Convencional) con 12,68 cm.

Para fertilización, Cuadro 64 los promedios más altos para el desarrollo radicular radio, en el Fréjol, fue para F1 (Fert. edáfica) con 25,31 cm y para el desarrollo radicular, profundidad fue para F1 (Fert. Edáfica) con 12,38 cm.

En la interacción LxF, Cuadro 65, la mejor respuesta de desarrollo radicular, radio en el Fréjol, fue para (Lab. Convencional y Fert. Edáfica) con 34,5 cm y para desarrollo radicular, profundidad fue para (Lab. Convencional y Fert. Edáfica) 14,97 cm.

En el Gráfico 10, observamos la tendencia del desarrollo radicular radio y profundidad en el Fréjol, siendo las mas altas la labranza cero con 22,67 cm y la labranza convencional con 12,68 cm, respectivamente, para las labranzas.

Para las fertilizaciones, Gráfico 11, observamos que el mayor desarrollo radicular, radio en el Fréjol, lo obtuvo la fertilización edáfica con 25,31 cm y para el desarrollo radicular, profundidad la fertilización edáfica con 12,38 cm.

Se observa que el desarrollo radicular, radio y profundidad en el Fréjol, es influenciado directamente tanto por los sistemas de labranza como las fertilizaciones aplicadas en el ensayo.

Cuadro 62. Análisis de varianza para desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Fréjol

F.V.	G.L.	S.C.			
		Radio		Profundidad	
Total	35	1469,33		99,14	
Repeticiones	2	5,86	*	18,41	**
Labranzas (L)	2	75,71	**	28,82	**
L1 vs L2, L3	1	75,65	**	28,75	**
L2 vs L3	1	0,06	ns	0,07	ns
Error (a)	4	2,77		3,73	
Fertilizaciones (F)	3	331,76	**	14,36	**
F0 vs F1, F2, F3	1	214,21	**	7,26	**
F1 vs F2, F3	1	72,11	**	6,76	*
F2 vs F3	1	45,44	**	0,35	ns
L x F	6	1027,52	**	18,77	*
Error (b)	18	25,71		15,04	
C.V. (a) (%)		3,86		8,46	
C.V. (b) (%)		5,54		8,01	
PROMEDIO (cm)		21,59		11,41	

ns: no significativo

*: significativo al 5%

**: significativo al 1%

Cuadro 63. Promedios para desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Fréjol para labranzas.

LABRANZAS	Desarrollo radicular (cm)	
	Radio	Profundidad
Convencional	19,54	12,68
Mínima	22,57	10,73
Cero	22,67	10,83

Cuadro 64. Promedios para desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Fréjol para fertilizaciones.

FERTILIZACIONES	Desarrollo radicular (cm)	
	Radio	Profundidad
Testigo	17,37	10,63
Edáfica	25,31	12,38
Quelato Zn	23,43	11,46
Foliar completo	20,26	11,18

Cuadro 65. Promedios para desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Fréjol para la interacción Labranza x Fertilización.

TRATAMIENTOS		Desarrollo radicular (cm)	
LABRANZA	Radio	Radio	Profundidad
Convencional	Testigo	10,7	11,30
Convencional	Edáfica	34,5	14,97
Convencional	Quelato Zn	20,6	12,50
Convencional	Foliar completo	12,4	11,93
Mínima	Testigo	19,5	10,77
Mínima	Edáfica	23,8	11,63
Mínima	Quelato Zn	20,5	10,17
Mínima	Foliar completo	26,5	10,33
Cero	Testigo	21,9	9,83
Cero	Edáfica	17,7	10,53
Cero	Quelato Zn	29,2	11,70
Cero	Foliar completo	21,9	11,27

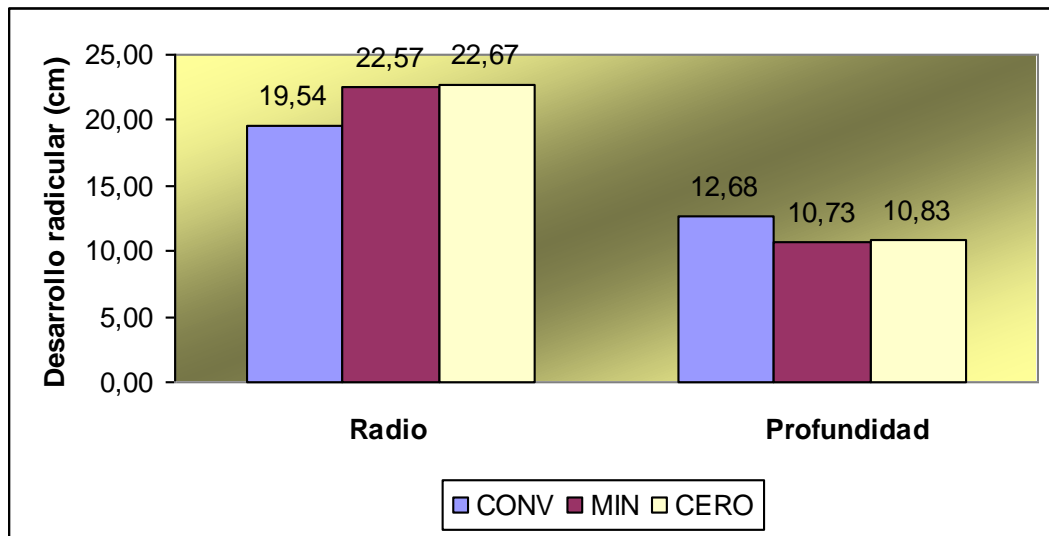


Grafico 10. Efecto de los Sistemas de labranza en el desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Fréjol para labranzas

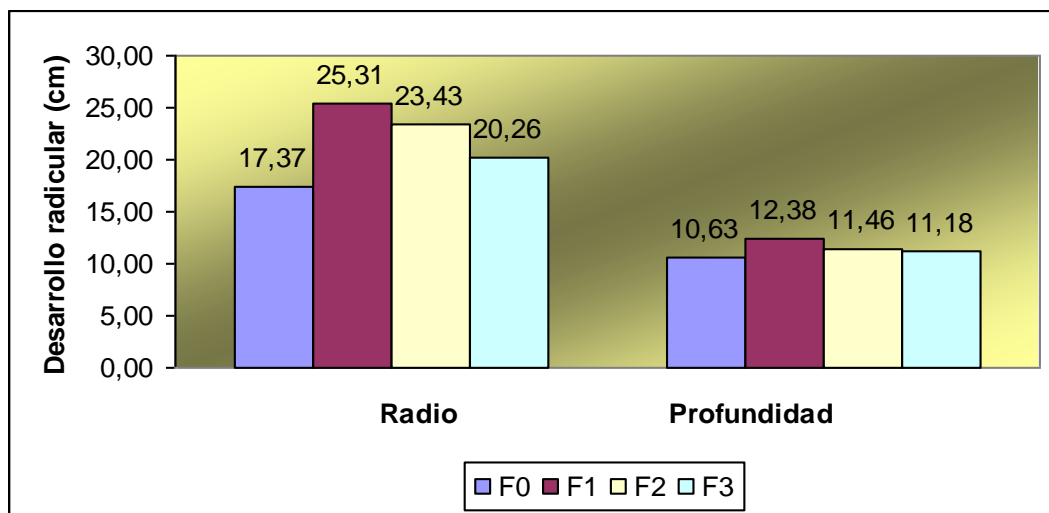


Grafico 11. Efecto de la fertilización en el desarrollo radicular (radio y profundidad) en el Fréjol para fertilizaciones

4.5.5. INCIDENCIA DE MALEZAS

4.5.5.1. % de recubrimiento de malezas predominantes, secundarias y totales

En el Análisis de varianza, cuadro 66, para el % de recubrimiento de malezas Predominantes, no se detectan diferencias significativas entre todos los componentes de la varianza, indicando que la incidencia de malezas predominantes durante el ensayo no es alterada por ninguno de los Sistemas de Labranza ni Fertilizaciones. La media general fue de 36,00 %, el Coeficiente de variación (a) fue de 33,69% y el Coeficiente de variación (b) fue 30,77%.

Para el % de recubrimiento de malezas Secundarias, no se detectan diferencias significativas entre todos los componentes de la varianza, indicando que la incidencia de malezas secundarias durante el ensayo no es alterada por ninguno de los Sistemas de Labranza ni Fertilizaciones. La media general fue de 6,61%, el Coeficiente de variación (a) fue de 25,21% y el Coeficiente de variación (b) fue 49,32%.

Para el % de recubrimiento de malezas Totales, no se detectan diferencias significativas entre todos los componentes de la varianza, indicando que la incidencia de malezas totales durante el ensayo no es alterada por ninguno de los Sistemas de Labranza ni Fertilizaciones. La media general fue de 42,61%, el Coeficiente de variación (a) fue de 32,02% y el Coeficiente de variación (b) fue 23,13%.

Para labranzas, Cuadro 67, se encontró que el promedio más alto para el % de recubrimiento de malezas Predominantes fue para L1 (Lab. Convencional) con 41,25 %, para malezas Secundarias fue para L3 (Lab. Cero) con 6,83 % y para malezas Totales fue para L1 (Lab. convencional) con 47,75 %.

Para fertilización, Cuadro 68, los promedios más altos de % de recubrimiento de malezas Predominantes fue para F1 (Fert. Edáfica) con 39,11 %, para malezas

Secundarias fue para F0 (Testigo) con 7,56 % y para malezas Totales fue para F0 (Fert. Testigo) con 46,33 %.

En la interacción LxF, Cuadro 69, la mejor respuesta de % de recubrimiento de malezas Predominantes fue para (Lab. Convencional con Fert. Quelato de Zn) con 47,77 %, para malezas Secundarias fue para (Lab. Convencional con Fert. Testigo) con 8,33 % y para malezas Totales fue para (Lab. Convencional con Fert. Quelato de Zn) 52,67 %.

En el Gráfico 12, observamos la tendencia del % de recubrimiento de malezas Predominantes, siendo la mas alta la labranza convencional con 41,25 %, para malezas Secundarias la labranza cero con 6,83 % y para malezas Totales la labranza convencional con 47,75 %.

En el Gráfico 13, observamos la tendencia del mayor % de recubrimiento de malezas Predominantes que lo obtuvo la fertilización edáfica con 39,11 %, para malezas Secundarias la fertilización testigo con 7,56 % y para malezas Totales la fertilización testigo con 46,33 %.

Lo que se deduce que tanto los sistemas de labranza como las fertilizaciones aplicadas en el ensayo no influyen en la presencia de malezas predominantes, secundarias y totales.

Carretero (2002), señala que las malas hierbas suponen un riesgo para los cultivos, pues son capaces de generar ataques de insectos de notable importancia.

Violic (1989), afirma que en la mayor parte de los casos, las pérdidas de rendimiento por malezas sobrepasan a aquellas ocasionadas por la combinación de insectos y enfermedades, por lo cual su control adecuado se hace indispensable en cualquier cultivo.

Por lo expuesto, se puede establecer que habiendo sido el control de malezas tan efectivo en la labranza convencional como en las de conservación, el agricultor no se verá perjudicado por severas infestaciones de malezas en los sistemas de labranza conservacionista.

Cuadro 66. Análisis de varianza para el % de recubrimiento de malezas Predominantes, Secundarias y Totales

F.V.	G.L.	S.C.					
		Predominantes		Secundarias		Totales	
Total	35	4794,00		246,56		4386,56	
Repeticiones	2	351,50	ns	17,56	ns	235,39	ns
Labranzas (L)	2	631,50	ns	0,89	ns	592,39	ns
L1 vs L2, L3	1	496,13	ns	0,22	ns	475,35	ns
L2 vs L3	1	135,38	ns	0,67	ns	117,04	ns
Error (a)	4	588,50		11,11		744,78	
Fertilizaciones (F)	3	406,00	ns	13,00	ns	487,44	ns
F0 vs F1, F2, F3	1	92,59	ns	10,70	ns	166,26	ns
F1 vs F2, F3	1	220,02	ns	0,91	ns	249,19	ns
F2 vs F3	1	93,39	ns	1,39	ns	72,00	ns
L x F	6	607,83	ns	12,67	ns	578,72	ns
Error (b)	18	2208,67		191,33		1747,83	
C.V. (a) (%)		33,69	%	25,21	%	32,02	%
C.V. (b) (%)		30,77	%	49,32	%	23,13	%
PROMEDIO (%)		36,00	%	6,61	%	42,61	%

ns: no significativo

*: significativo al 5%

**: significativo al 1%

Cuadro 67. Promedios para el % de recubrimiento de malezas Predominantes, Secundarias y Totales para labranzas.

LABRANZAS	% Malezas		
	Predominantes	Secundarias	Totales
Convencional	41,25	6,50	47,75
Mínima	35,75	6,50	42,25
Cero	31,00	6,83	37,83

Cuadro 68. Promedios para el % de recubrimiento de malezas Predominantes, Secundarias y Totales para fertilizaciones.

FERTILIZACIONES	% Malezas		
	Predominantes	Secundarias	Totales
Testigo	38,78	7,56	46,33
Edáfica	39,11	6,56	45,67
Quelato Zn	35,33	5,89	41,22
Foliar completo	30,78	6,44	37,22

Cuadro 69. Promedios para el % de recubrimiento de malezas Predominantes, Secundarias y Totales para la interacción Labranza x Fertilización.

TRATAMIENTOS		% Malezas		
LABRANZA	FERTILIZACIÓN	Predominantes	Secundarias	Totales
Convencional	Testigo	39,3	8,33	47,67
Convencional	Edáfica	38,3	6,00	44,33
Convencional	Quelato Zn	47,7	5,00	52,67
Convencional	Foliar completo	39,7	6,67	46,33
Mínima	Testigo	42,7	7,33	50,00
Mínima	Edáfica	42,3	6,00	48,33
Mínima	Quelato Zn	29,0	6,00	35,00
Mínima	Foliar completo	29,0	6,67	35,67
Cero	Testigo	34,3	7,00	41,33
Cero	Edáfica	36,7	7,67	44,33
Cero	Quelato Zn	29,3	6,67	36,00
Cero	Foliar completo	23,7	6,00	29,67

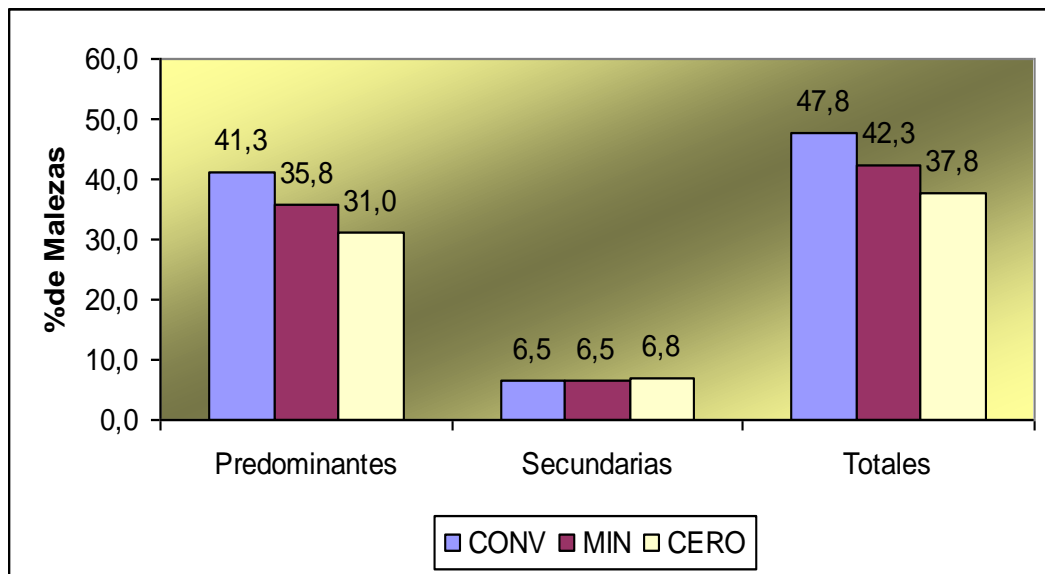


Grafico 12. % de recubrimiento de malezas Predominantes, Secundarias y Totales para labranzas

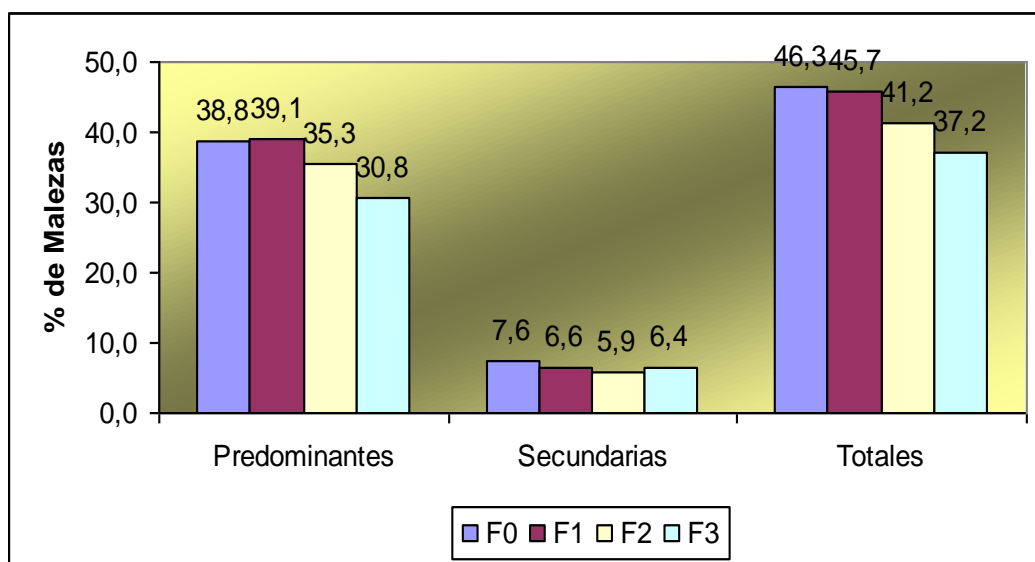


Grafico 13. % de recubrimiento de malezas Predominantes, Secundarias y Totales para fertilizaciones

4.5.6. RENDIMIENTO DE GRANO

4.5.6.1. Rendimiento de grano de maíz

En el Análisis de Varianza, cuadro 70, se detecta una diferencia significativa al 1% entre Fertilizaciones (Testigo, edáfica, quelato de Zn y foliar completo) con 0,82 TM/ha, 1,82 TM/ha, 1,85 TM/ha y 1,89 TM/ha, respectivamente, y la Comparación ortogonal F0 vs F1, F2, F3 (Fert. Testigo vs Fert. Edáfica, quelato de Zn y foliar completo). Para el resto de los componentes de la varianza se observó que no hay significación. La media general fue de 1,60 TM/ha, el Coeficiente de variación (a) fue de 28,30% y el Coeficiente de variación (b) fue 26,57%.

Cuadro 70. Análisis de varianza para rendimiento de grano de Maíz

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	35	11,94				
Repeticiones	2	0,05	0,03	0,12 ns	3,55	6,01
Sistemas de Labranza (L)	2	0,23	0,12	0,56 ns	3,55	6,01
Error (a)	4	0,82	0,20			
Fertilizaciones (F)	3	7,14	2,38	13,25 **	3,16	5,09
F0 vs F1, F2, F3	1	7,12	7,12	39,63 **	4,41	8,29
L x F	6	0,47	0,08	0,44 ns	2,66	4,01
Error (b)	18	3,23	0,18			
C.V. (a)		28,30 (%)				
C.V. (b)		26,57 (%)				
PROMEDIO		1,60 (TM/ha)				

ns: no significativo

*: significativo al 5%

**: significativo al 1%

En labranzas, Cuadro 71, se encontró que el promedio más alto para Rendimiento de grano de Maíz, fue para L3 (Lab. Cero) con 1,67 TM/ha, seguido de L1 (Lab. Convencional) con 1,63 TM/ha y L2 (Lab. Mínima) con 1,49 TM/ha.

En la interacción LxF, Cuadro 72, la mejor respuesta de Rendimiento de grano de Maíz, fue para (Lab. Convencional con Fert. Foliar completo) con 2,10 TM/ha y la que presento el valor mas bajo fue (Lab. Cero con Fert. Testigo) 0,84 TM/ha.

En el Gráfico 14, se observa que el mayor Rendimiento de grano de Maíz la obtuvo la aplicación de la fertilización foliar completa con 1,89 TM/ha.

En base a estos resultados podemos decir que el rendimiento de grano de maíz se ve directamente influenciado por el tipo de fertilización que se le aplique al cultivo, mientras que los distintos sistemas de labranza empleados como las prácticas de conservación de suelos poco alteran el rendimiento o no afectan al mismo constituyéndose estos en alternativas tecnológicas que permiten obtener rendimientos similares al sistema tradicional, pero con la gran ventaja de que disminuyen la erosión y la degradación de los suelos.

El INIAP reporta en sus informes anuales, no haberse detectado una influencia de los sistemas de labranza sobre los rendimientos evaluados en años anteriores y en las localidades investigadas.

Baver (1973), señala que Triplett y sus colaboradores, no encontraron diferencia significativa en el rendimiento de maíz entre la siembra sin laboreo del terreno y la siembra con labores previos al realizar veintitrés experimentos en ocho tipos de suelos.

Además Phillips y Young (1979), manifiestan que el no laboreo puede usarse sin sacrificar significativamente los rendimientos. Afirman que los investigadores de EE.UU., Canadá y Europa han llegado a la conclusión de que los cultivos sin

laboreo producen rendimientos por lo menos iguales y a veces superiores a los obtenidos con laboreo convencional.

Cuadro 71. Promedios para rendimiento de grano de Maíz para labranzas.

LABRANZAS	Rendimiento de grano de maíz (TM/ha)
Convencional	1,63
Mínima	1,49
Cero	1,67

Cuadro 72. Promedios para rendimiento de grano de Maíz para la interacción Labranza x Fertilización.

TRATAMIENTOS		Rendimiento de grano de maíz (TM/ha)
LABRANZA	FERTILIZACIÓN	
Convencional	Testigo	0,85
Convencional	Edáfica	1,84
Convencional	Quelato Zn	1,71
Convencional	Foliar completo	2,10
Mínima	Testigo	0,78
Mínima	Edáfica	1,57
Mínima	Quelato Zn	1,83
Mínima	Foliar completo	1,76
Cero	Testigo	0,84
Cero	Edáfica	2,05
Cero	Quelato Zn	2,01
Cero	Foliar completo	1,80

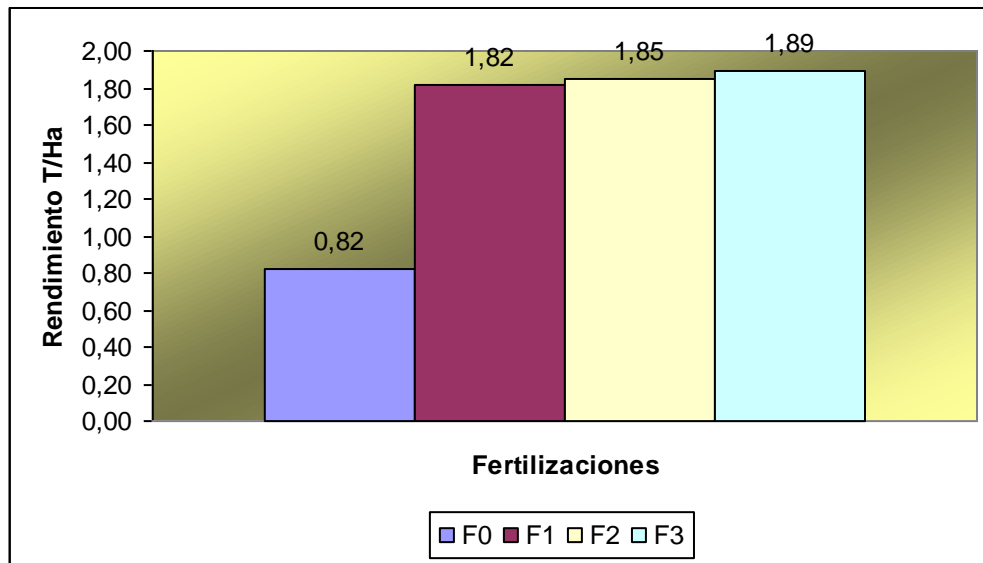


Grafico 14. Rendimiento de grano de Maíz para fertilizaciones

4.5.6.2. Rendimiento de grano de fréjol

En el Análisis de Varianza, cuadro 73, se detecta una diferencia significativa al 1% entre Fertilizaciones (Testigo, edáfica, quelato de Zn y foliar completo) con 0,18 TM/ha, 0,40 TM/ha, 0,48 TM/ha y 0,60 TM/ha, respectivamente, y la Comparación ortogonal F0 vs F1, F2, F3 (Fert. Testigo vs Fert. Edáfica, quelato de Zn y foliar completo), también existe significación al 5% para la Comparación ortogonal F1 vs F2, F3 (Fert. Edáfica vs Fert. Quelato de Zn y foliar completo) de las Fertilizaciones. Para el resto de los componentes de la varianza se observó que no hay significación.

La media general fue de 0,41 TM/ha, el Coeficiente de variación (a) fue de 32,71% y el Coeficiente de variación (b) fue 30,73%.

En labranzas, Cuadro 74, se encontró que el promedio más alto para Rendimiento de grano de Fréjol, fue para L1 (Lab. Convencional) con 0,42 TM/ha, seguido de L2 (Lab. Mínima) con 0,41 TM/ha y L3 (Lab. Cero) con 0,40 TM/ha.

En la interacción LxF, Cuadro 75, la mejor respuesta de Rendimiento de grano de Fréjol, fue para (Lab. Convencional con Fert. Foliar completo) con 0,71 TM/ha y la que presento el valor mas bajo fue (Lab. Mínima con Fert. Testigo) 0,15 TM/ha.

En el Gráfico 15, se observa que el mayor Rendimiento de grano de Fréjol la obtuvo la aplicación de la fertilización foliar completa con 0,60 TM/ha.

Cuadro 73. Análisis de varianza para rendimiento de grano de Fréjol

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.		F tab.	
						5%	1%
Total	35	1,34					
Repeticiones	2	0,05	0,02	1,32	ns	3,55	6,01
Sistemas de Labranza (L)	2	0,00	0,00	0,03	ns	3,55	6,01
Error (a)	4	0,07	0,02				
Fertilizaciones (F)	3	0,82	0,27	17,05	**	3,16	5,09
F0 vs F1, F2, F3	1	0,65	0,65	40,18	**	4,41	8,29
F1 vs F2, F3	1	0,11	0,11	7,13	*	4,41	8,29
L x F	6	0,11	0,02	1,10	ns	2,66	4,01
Error (b)	18	0,29	0,02				
C.V. (a)		32,71 (%)					
C.V. (b)		30,73 (%)					
PROMEDIO		0,41 (TM/ha)					

ns: no significativo

*: significativo al 5%

** : significativo al 1%

Cuadro 74. Promedios para rendimiento de grano de Fréjol para labranzas.

LABRANZAS	Rendimiento de grano de fréjol (TM/ha)
Convencional	0,42
Mínima	0,41
Cero	0,40

Cuadro 75. Promedios para rendimiento de grano de Fréjol para la interacción Labranza x Fertilización.

TRATAMIENTOS		Rendimiento de grano de fréjol (TM/ha)
LABRANZA	FERTILIZACIÓN	
Convencional	Testigo	0,17
Convencional	Edáfica	0,39
Convencional	Quelato Zn	0,41
Convencional	Foliar completo	0,71
Mínima	Testigo	0,15
Mínima	Edáfica	0,38
Mínima	Quelato Zn	0,57
Mínima	Foliar completo	0,55
Cero	Testigo	0,21
Cero	Edáfica	0,42
Cero	Quelato Zn	0,46
Cero	Foliar completo	0,53

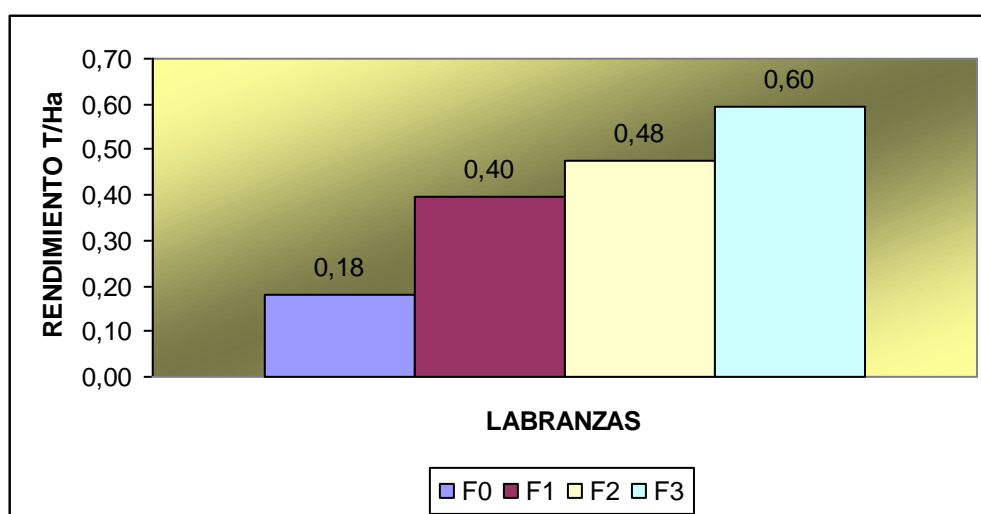


Grafico 15. Rendimiento de grano de Fréjol para fertilizaciones.

En base a estos resultados podemos decir que el rendimiento de grano de fréjol al igual que en el maíz se ve directamente influenciado por el tipo de fertilización que se le aplique al cultivo, mientras que los distintos sistemas de labranza empleados como las prácticas de conservación de suelos poco alteran el rendimiento o no afectan al mismo constituyéndose estos en alternativas tecnológicas que permiten obtener rendimientos similares al sistema tradicional, pero con la gran ventaja de que disminuyen la erosión y la degradación de los suelos.

El INIAP reporta en sus informes anuales, no haberse detectado una influencia de los sistemas de labranza sobre los rendimientos evaluados en años anteriores y en las localidades investigadas.

Phillips y Young (1979), manifiestan que el no laboreo puede usarse sin sacrificar significativamente los rendimientos. Afirman que los investigadores de EE.UU., Canadá y Europa han llegado a la conclusión de que los cultivos sin laboreo producen rendimientos por lo menos iguales y a veces superiores a los obtenidos con laboreo convencional.

4.5.7. MATERIA SECA DE RASTROJO

En el Análisis de Varianza, cuadro 76, se detecta una diferencia significativa al 1% entre Fertilizaciones (Testigo, edáfica, quelato de Zn y foliar completo) con 1,64 TM/ha, 2,95 TM/ha, 2,92 TM/ha y 3,35 TM/ha, respectivamente, y la Comparación ortogonal F0 vs F1, F2, F3 (Fert. Testigo vs Fert. Edáfica, quelato de Zn y foliar completo). Para el resto de los componentes de la varianza se observó que no hay significación. La media general fue de 2,72 TM/ha, el Coeficiente de variación (a) fue de 31,34% y el Coeficiente de variación (b) fue 17,95%.

En labranzas, Cuadro 77, se encontró que el promedio más alto para Materia seca de rastrojos, fue para L1 (Lab. Convencional) con 2,84 TM/ha, seguido de L3 (Lab. Cero) con 2,79 TM/ha y L2 (Lab. Mínima) con 2,52 TM/ha.

En la interacción LxF, Cuadro 78, la mejor respuesta de Materia seca de rastrojos, fue para (Lab. Cero con Fert. Foliar completo) con 3,61 TM/ha y la que presento el valor mas bajo fue (Lab. Mínima con Fert. Testigo) 1,33 TM/ha.

En el Gráfico 16, se observa que el mayor valor de Materia seca de rastrojos la obtuvo la aplicación de la fertilización foliar completa con 3,35 TM/ha.

La Materia seca de rastrojos se ve alterada directamente por el tipo de fertilización que se utilice, mas no por los diferentes sistemas de labranza que se aplique.

Según lo manifestado por Barber (2000), al incrementar la cobertura del suelo con materiales orgánicos se aumenta el contenido de materia orgánica de los horizontes más superficiales y con ella la retención de agua en el suelo, la estabilidad de los agregados superficiales, la capacidad del suelo para retener nutrientes y se estimula la actividad biológica del suelo.

En este sentido, Phillips y Young (1979) señalan que en los sistemas de cultivo de grano basados en la técnica de no laboreo y de laboreo muy reducido, las coberturas de residuos y de los cultivos en descomposición y el uso adecuado de cultivos de cobertura, permiten la renovación de la materia orgánica del suelo que se produce fundamentalmente en base a la parte aérea de las plantas mientras que las raíces mejoran el contenido de materia orgánica del subsuelo.

Cuadro 76. Análisis de varianza para Materia seca de rastrojo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	35	24,88				
Repeticiones	2	1,68	0,84	1,16	ns	3,55 6,01
Sistemas de Labranza (L)	2	0,69	0,34	0,47	ns	3,55 6,01
Error (a)	4	2,90	0,72			
Fertilizaciones (F)	3	14,80	4,93	20,75	**	3,16 5,09
F0 vs F1, F2, F3	1	13,77	13,77	57,93	**	4,41 8,29
L x F	6	0,61	0,10	0,43	ns	2,66 4,01
Error (b)	18	4,28	0,24			
C.V. (a)	31,34 (%)					
C.V. (b)	17,95 (%)					
PROMEDIO	2,72 (TM/ha)					

ns: no significativo

*: significativo al 5%

**: significativo al 1%

Cuadro 77. Promedios para Materia seca de rastrojo para labranzas.

LABRANZAS	Materia seca de rastrojos (TM/ha)
Convencional	2,84
Mínima	2,52
Cero	2,79

Cuadro 78. Promedios para Materia seca de rastrojo para la interacción Labranza x Fertilización.

TRATAMIENTOS		Materia seca de rastrojos (TM/ha)
LABRANZA	FERTILIZACIÓN	
Convencional	Testigo	1,80
Convencional	Edáfica	2,98
Convencional	Quelato Zn	3,20
Convencional	Foliar completo	3,38
Mínima	Testigo	1,33
Mínima	Edáfica	2,99
Mínima	Quelato Zn	2,71
Mínima	Foliar completo	3,06
Cero	Testigo	1,80
Cero	Edáfica	2,90
Cero	Quelato Zn	2,84
Cero	Foliar completo	3,61

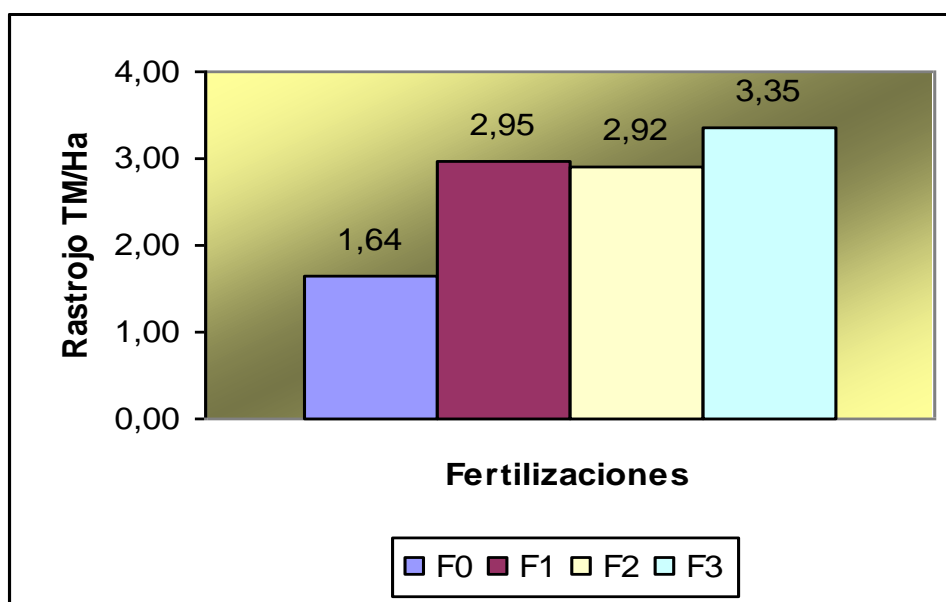


Grafico 16. Materia seca de rastrojos para fertilizaciones

4.5.8. PORCENTAJE DE ACAME A LA COSECHA

En el Análisis de Varianza, cuadro 79, se detecta una diferencia significativa al 1% entre Fertilizaciones (Testigo, edáfica, quelato de Zn y foliar completo) con 19,21 %, 26,23 %, 30,18 % y 29,63 %, respectivamente, y la Comparación ortogonal F0 vs F1, F2, F3 (Fert. Testigo vs Fert. Edáfica, quelato de Zn y foliar completo). Para el resto de los componentes de la varianza se observó que no hay significación.

La media general fue de 26,31 %, el Coeficiente de variación (a) fue de 31,49% y el Coeficiente de variación (b) fue 25,51%.

En labranzas, Cuadro 80, se encontró que el promedio más alto para % de Acame a la cosecha, fue para L2 (Lab. Mínima) con 27,07 %, seguido de L3 (Lab. Cero) con 26,22 % y L1 (Lab. Convencional) con 25,65 %.

Para fertilización, Cuadro 81, los promedios más altos de % de Acame a la cosecha, fue para F2 (Fert. Quelato de Zn) con 30,18 %, seguido de F3 (Fert. Foliar completo) con 29,63 %, F1 (Fert. Edáfica) con 26,23 % y F0 (Fert. Testigo) con 19,21 %.

En la interacción LxF, Cuadro 82, la mejor respuesta de % de Acame a la cosecha, fue para (Lab. Convencional con Fert. Foliar completo) con 37,19 % y la que presento el valor mas bajo fue (Lab. Convencional con Fert. Testigo) 13,64 %.

El % de Acame a la cosecha se ve alterado directamente por el tipo de fertilización que se utilice, mas no por los diferentes sistemas de labranza que se aplique.

Phillips y Young (1979), indican que en condiciones de lluvias que producen saturación del suelo seguidas de vientos fuertes el vuelco (acame) se convierte en un problema importante que aumenta las pérdidas de grano en la cosecha.

Dichos autores señalan que en esos casos, en campos bajo laboreo convencional, el maíz será volcado por el viento sin que se quiebre el tallo.

La presión del viento desarraiga las plantas debido a la poca resistencia del suelo. En el mejor de los casos la cosecha se demora, las pérdidas se multiplican.

Esto no sucede con los cultivos de grano sin laboreo ya que el perfil del suelo se mantiene inalterado y notoriamente más firme, permitiendo un mejor enraizamiento.

Cuadro 79. Análisis de varianza para % de Acame a la cosecha

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F cal.	F tab.	
					5%	1%
Total	35	2598,63				
Repeticiones	2	215,63	107,82	1,57	ns	3,55 6,01
Sistemas de Labranza (L)	2	12,08	6,04	0,09	ns	3,55 6,01
Error (a)	4	274,64	68,66			
Fertilizaciones (F)	3	688,31	229,44	5,09	**	3,16 5,09
F0 vs F1, F2, F3	1	606,01	606,01	13,45	**	4,41 8,29
L x F	6	597,02	99,50	2,21	ns	2,66 4,01
Error (b)	18	810,95	45,05			
C.V. (a)		31,49 (%)				
C.V. (b)		25,51 (%)				
PROMEDIO		26,31 (%)				

ns: no significativo

*: significativo al 5%

** : significativo al 1%

Cuadro 80. Promedios para % de Acame a la cosecha para labranzas.

LABRANZAS	% de Acame
Convencional	25,65
Mínima	27,07
Cero	26,22

Cuadro 81. Promedios para % de Acame a la cosecha para fertilizaciones.

FERTILIZACIONES	% de Acame
Testigo	19,21
Edáfica	26,23
Quelato Zn	30,18
Foliar completo	29,63

Cuadro 82. Promedios para % de Acame a la cosecha para la interacción
Labranza x Fertilización.

TRATAMIENTOS		% de Acame
LABRANZA	FERTILIZACIÓN	
Convencional	Testigo	13,64
Convencional	Edáfica	24,24
Convencional	Quelato Zn	27,55
Convencional	Foliar completo	37,19
Mínima	Testigo	25,61
Mínima	Edáfica	24,88
Mínima	Quelato Zn	29,66
Mínima	Foliar completo	28,12
Cero	Testigo	18,38
Cero	Edáfica	29,58
Cero	Quelato Zn	33,33
Cero	Foliar completo	23,57

4.5.9. ANÁLISIS ECONÓMICO

Cuadro 83. Análisis económico, del ensayo evaluación al segundo año de aplicación de sistemas de labranza de conservación de suelos y fertilización en la asociación maíz (*zea maíz*) - fréjol voluble (*phaseolus vulgaris*), realizado en la Provincia de Imbabura (CIMMYT, 1998)

TRATAMIENTOS												
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
Rendimiento ajustado, Maíz (kg/ha)	765,0	1656,0	1539,0	1890,0	702,0	1413,0	1647,0	1584,0	756,0	1845,0	1809,0	1620,0
Rendimiento ajustado, Fréjol (kg/ha)	153,0	351,0	369,0	639,0	135,0	342,0	513,0	495,0	189,0	378,0	414,0	477,0
Beneficio Bruto de campo, Maíz (\$/ha)	153,0	331,2	307,8	378,0	140,4	282,6	329,4	316,8	151,2	369,0	361,8	324,0
Beneficio Bruto de campo, Fréjol (\$/ha)	76,5	175,5	184,5	319,5	67,5	171,0	256,5	247,5	94,5	189,0	207,0	238,5
Beneficio Bruto de campo total (\$/ha)	229,5	506,7	492,3	697,5	207,9	453,6	585,9	564,3	245,7	558,0	568,8	562,5
Costo Preparación Suelo (\$/ha)	55,0	55,0	55,0	55,0	20,0	20,0	20,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Costo de Insumos (\$/ha)	7,7	52,9	56,7	57,9	0,0	56,5	61,3	61,1	29,9	57,4	61,4	61,1
Costos Mano de Obra (\$/ha)	71,3	84,8	83,6	91,2	60,3	71,7	76,7	75,7	61,7	77,4	77,4	95,9
Total Costos que Varían	134,0	192,6	195,2	204,1	80,3	148,1	157,9	156,8	91,5	134,8	138,8	157,0
Beneficios Netos (\$/ha)	95,5	314,1	297,1	493,4	127,6	305,5	428,0	407,5	154,2	423,2	430,0	405,5

En el cuadro 83, al realizar el análisis económico mediante el presupuesto parcial del (CIMMYT, 1988), se eliminó los tratamientos T5, T1, T6, T8, T12, T7, T2 y T3, por tener menores beneficios netos y mayores costos que varían.

Cuadro 84. Análisis de dominancia para tratamientos

Tratamientos	Total de costos que varían \$/ha	Beneficios netos \$/ha	Dominancia
T5	80,3	127,6	D
T9	91,5	154,2	
T1	134,0	95,5	D
T10	134,8	423,2	
T11	138,8	430,0	
T6	148,1	305,5	D
T8	156,8	407,5	D
T12	157,0	428,0	D
T7	157,9	405,5	D
T2	192,6	314,1	D
T3	195,2	297,1	D
T4	204,1	493,4	

Cuadro 85. Taza de Retorno Marginal

Tratamientos	Total de costos que varían (USD)	Beneficios Netos (USD)	TRM %
T9	91,5	154,2	
T10	134,8	423,2	621
T11	138,8	430,0	170
T4	204,1	493,4	97

Los tratamientos que presentan la mayor tasa de retorno marginal (TRM), Cuadro 85, son T10 (Labranza Cero con Fertilización Edáfica) con 621%, seguido del T11 (Labranza Cero con Fertilización Edáfica + Quelato de Zn) con 170% y finalmente el T4 (Labranza Convencional con Fertilización Edáfica + Foliar completo) con 97%; es decir, en el T10 por cada dólar invertido se obtiene 6,21 dólares, lo cual nos permite obtener una alta rentabilidad de los cultivos de maíz y fréjol, en asocio.

Los dos tratamientos, T10 y T11, superan la Tasa mínima de Retorno (TAMIR), que se considera en 100%; siendo recomendados económicamente para la producción de los cultivos de maíz y fréjol en asocio.

Los sistemas de labranza de conservación presentan una reducción en los costos totales que varían, debido a que en estos sistemas tanto las labores culturales como la mano de obra fue menor que en los sistemas de labranza convencional que utiliza mucha mas mano de obra y por ende mas insumos para su producción.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. El Sistema de labranza cero incremento la humedad del suelo en 3.24%, 3.56% y 4.89% a la siembra, floración y cosecha, respectivamente, con relación a la labranza convencional que fue la que presento el menor porcentaje de humedad.
2. El Sistema de labranza mínima presento un mayor porcentaje de densidad aparente con 1.32% y 1.36 a la siembra y cosecha, respectivamente, afirmando que a mayor remoción del suelo se obtiene menor densidad aparente; mientras que en la labranza convencional se presentaron los valores mas bajos con 0.92% a la siembra y 1.21% a la cosecha.
3. En la compactación, el comportamiento del suelo es muy heterogéneo, sin embargo, puede afirmarse que a mayor profundidad se encuentra mayor compactación.
4. En la cosecha la mayor tasa de infiltración fue para la labranza convencional, con respecto a las labranzas de conservación.

5. Los sistemas de labranza, no influyeron en el comportamiento agronómico del cultivo, como son % de emergencia, altura de inserción de la mazorca, altura de planta, incidencia de malezas, rendimiento, materia seca de rastrojos y % de acame, tanto para el maíz como para el fréjol.
6. Los tipos de fertilización aplicada influyeron directamente en la altura de planta de maíz, altura de inserción de la mazorca, desarrollo radicular y rendimiento de grano de maíz y fréjol, así como para materia seca y % de acame, respondiendo de una mejor manera a la aplicación del fertilizante Químico (60 kg N/ha, 40 kg P₂O₅, 30 kg K₂O y 20 kg S/ha) más Quelato de Zinc.
7. El control de malezas en los sistemas de labranza convencional y de conservación (mínima y cero), no influyeron en la incidencia de malezas.
8. Los mayores rendimientos de Maíz (2.10 TM/ha) y Fréjol (0.71 TM/ha), se obtuvo con la aplicación del tratamiento fertilizante Químico (60 kg N/ha, 40 kg P₂O₅, 30 kg K₂O y 20 kg S/ha) más Fertilizante foliar completo (Stimufol), en la labranza convencional.
9. Estadísticamente los sistemas de labranza no influyeron en el % de acame de maíz.
10. La materia seca no se altera por la aplicación de los sistemas de labranza, sin embargo la aplicación de los tipos de fertilización incrementan la producción de biomasa seca.
11. El tratamiento T10 (Labranza cero con fertilización edáfica) es el mejor, por tener los menores costos y la mayor tasa de retorno marginal (621%), mientras que la labranza convencional tiene los costos más altos.

RECOMENDACIONES

1. Probar formas de aplicación de nitrógeno complementario para mejorar su eficiencia.
2. Realizar campañas de difusión y capacitación para los agricultores sobre alternativas de producción de cultivos, y la aplicación de técnicas de siembra alternativas, con la finalidad de demostrar que estas no disminuyen la rentabilidad de la cosecha, conservan y mejoran el suelo evitando la erosión y degradación del mismo.
3. Validar la investigación en otras localidades de Imbabura y la Sierra ecuatoriana, con otros cultivos, para generar información más amplia.
4. Desarrollar nuevas formas de control de malezas, que reduzcan el uso de herbicidas en los sistemas de Labranza de Conservación de suelos.
5. Replicar las distintas labranzas de conservación, mantenerlas y mejorarlas, para que de alguna forma se pueda reducir la degradación de la estructura del suelo y reducir la tasa de infiltración en el mismo, realizar aplicaciones periódicas de abono orgánico, con la finalidad de aumentar la fertilidad del suelo, mejorar la textura y evitar que continúe la erosión.
6. De acuerdo a los resultados de esta investigación; para Maíz y Fréjol se recomienda aplicar 60 kg N/ha, 40 kg P₂O₅, 30 kg K₂O y 20 kg S/ha más Fertilizante foliar completo.

RESUMEN

EVALUACIÓN AL SEGUNDO AÑO DE APLICACIÓN DE SISTEMAS DE LABRANZA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y FERTILIZACIÓN EN LA ASOCIACIÓN MAÍZ (*Zea maíz*) – FRÉJOL VOLUBLE (*Phaseolus vulgaris*)

La presente investigación se realizó en la Granja Experimental La Pradera, ubicada en la provincia de Imbabura, en la parroquia de San José de Chaltura, a 1350 m.s.n.m., y una temperatura media de 16.4 ° C.

Como objetivo principal se planteó el generar tecnologías apropiadas en sistemas de labranza de conservación y fertilización para el cultivo asociado de maíz y fréjol que contribuya a la conservación del recurso suelo y al incremento de los rendimientos.

El trabajo de campo tuvo una duración de 6 meses, donde se utilizó un diseño de parcelas divididas distribuido en bloques completos al azar; donde, las parcelas grandes fueron los sistemas de labranza y las subparcelas las fertilizaciones, con tres repeticiones.

Los Tratamientos fueron los siguientes:

Tratamiento	Sistemas de labranza	Fertilización
1	Labranza convencional	Testigo Absoluto
2	Labranza convencional	Química
3	Labranza convencional	Química + Q de Zn
4	Labranza convencional	Química + F completo
5	Labranza mínima	Testigo Absoluto
6	Labranza mínima	Química
7	Labranza mínima	Química + Q de Zn
8	Labranza mínima	Química + F completo
9	Labranza cero	Testigo Absoluto
10	Labranza cero	Química
11	Labranza cero	Química + Q de Zn
12	Labranza cero	Química + F completo

Variables analizadas:

- Humedad Gravimétrica
- Densidad aparente
- Compactación
- Infiltración
- Porcentaje de emergencia
- Altura de planta: a los 45 días de la siembra
a la floración de cada cultivo
- Altura de inserción de la mazorca
- Desarrollo radicular
- Incidencia de malezas
- Rendimiento de grano
- Materia seca de rastrojo

- Porcentaje de acame

La humedad gravimétrica a la siembra, floración y cosecha de 0 a 15 cm. presento diferencias entre los distintos Sistemas de labranza, donde se encontró que el promedio más alto a la siembra fue para labranza cero con 15.41%, a la floración fue para labranza cero con 15,19% y a la cosecha fue para labranza cero con 13,60%, mientras que en la labranza convencional encontramos promedios de 12,17%, 11,63% y 8.71% a la siembra, floración y cosecha, respectivamente.

Para la interacción Labranzas x Fertilización, la mejor respuesta de humedad a la siembra fue para labranza cero y Fertilización Foliar completo con 15,77%, a la floración fue para labranza mínima y Fertilización Foliar completo con 16,38% y a la cosecha fue para labranza cero y Fertilización edáfica con 14,32%.

La humedad gravimétrica a la siembra, floración y cosecha de 16 a 30 cm. para labranzas, se encontró que el promedio más alto a la siembra fue para labranza cero con 19,70%, a la floración fue para labranza mínima con 19,97% y a la cosecha fue para labranza cero con 15,75%, %, mientras que en la labranza convencional encontramos promedios de 16.96%, 15.88% y 13.00% a la siembra, floración y cosecha, respectivamente.

Para la interacción Labranzas x Fertilización, la mejor respuesta de humedad a la siembra fue para labranza cero y Fertilización Foliar completo con 19,88%, a la floración fue para labranza mínima y Fertilización Foliar completo con 20,58% y a la cosecha fue para labranza mínima y Fertilización Foliar completo con 16,33%.

La densidad aparente a la siembra y cosecha de 0 a 15 cm. de profundidad. Para labranzas, se encontró que el promedio más alto a la siembra fue para labranza Mínima con 1,32g/cm³ y el mas bajo fue en la labranza convencional con 0,92g/cm³, a la cosecha el promedio mas alto fue en la labranza Mínima con 1,36g/cm³ y el mas bajo fue en la labranza convencional con 1,21g/cm³.

En la interacción Labranzas x Fertilización, la mejor respuesta de densidad aparente fue para labranza mínima y las Fertilización Testigo, edáfica, quelato de Zn y foliar completo con $1,32\text{g/cm}^3$ para todas a la siembra y de igual forma a la cosecha con $1,36\text{g/cm}^3$ para las cuatro interacciones.

La Compactación a la siembra entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad. Para labranzas, se encontró que el promedio más alto de 0 - 10 cm, 11 - 20 cm, 21 - 30 cm y 31 - 40 cm de profundidad fue para labranza Mínima con $92,50\text{ Kg/cm}^2$, $132,92\text{ Kg/cm}^2$, $152,92\text{ Kg/cm}^2$ y $160,83\text{ Kg/cm}^2$ respectivamente y de 41 - 50 cm de profundidad fue para labranza Convencional con $178,33\text{ Kg/cm}^2$.

Compactación a la cosecha entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad. Para labranzas, se encontró que el promedio más alto de 0 - 10 cm de profundidad fue para labranza Mínima con $132,08\text{ Kg/cm}^2$, de 11 - 20 cm de profundidad fue para labranza Cero con $197,50\text{ Kg/cm}^2$, de 21 - 30 cm de profundidad fue para labranza Mínima con $200,83\text{ Kg/cm}^2$, de 31 - 40 cm de profundidad fue para labranza Mínima con $208,33\text{ Kg/cm}^2$ y de 41 - 50 cm de profundidad fue para labranza Convencional con $230,83\text{ Kg/cm}^2$.

Las tasas de infiltración más elevadas se presentaron bajo labranza de conservación y mas claramente en labranza cero que en la labranza convencional.

El porcentaje de emergencia del maíz fue entre 78,13 y 79,84 %, mientras que para el fréjol fue entre 75,28 y 78,89 %.

La altura de planta a los 45 días y a la floración del maíz, se encontró que el promedio más alto en la labranza Convencional con 63,18 cm y labranza Mínima con 245,92 cm, respectivamente, mientras que para el fréjol, se encontró que el promedio más alto para la altura de planta a los 45 días fue con labranza Cero con 37,23 cm y para altura de planta a la floración fue labranza Mínima con 175,67

cm. El mejor promedio para la altura de inserción de la mazorca, fue para la labranza Mínima con 129,38 cm junto con la Fertilización Edáfica con 132,87 cm.

El Rendimiento de grano de Maíz que alcanzo mas resultados fue en la labranza cero con 1,67 TM/ha, en la fertilización foliar completo con 1,89 TM/ha y en la interacción Labranza convencional con la Fertilización Foliar completo con 2,10 TM/ha, mientras que para el Fréjol los promedios más altos de Rendimiento fueron en la labranza convencional con 0,42 TM/ha, en la fertilización foliar completo con 0,60 TM/ha y en la interacción Labranza Convencional y Fertilizante Foliar completo con 0,71 TM/ha.

El porcentaje de acame a la cosecha. En labranzas, se encontró que el promedio más alto fue para la labranza Mínima con 27,07 %, seguido de la labranza Cero con 26,22 % y labranza Convencional con 25,65 %.

SUMMARY

EVALUATION TO THE SECOND YEAR OF APPLICATION OF SYSTEMS OF FARM OF CONSERVATION OF FLOORS AND FERTILIZATION IN THE ASSOCIATION CORN (*Zea maíz*) - INCONSTANT BEAN (*Phaseolus vulgaris*)

The present investigation was carried out in the Experimental Farm The Prairie, located in the county of Imbabura, in the parish of San José of Chaltura, to 1350 m.s.n.m., and a half temperature of 16.4 ° C.

As main objective he/she thought about generating technologies adapted in systems of conservation farm and fertilization for the cultivation associated of corn and bean that it contributes to the conservation of the resource floor and the increment of the yields.

The field work had duration and he/she was carried out it at one time of 6 months.

A design of divided parcels was used distributed at random in complete blocks; where, the big parcels were the farm systems and the subparcelas the fertilizations, with three repetitions.

The treatments were the following ones:

Treatment	Systems of farm	Fertilization
1	Farm conventional	Absolute Witness
2	Farm conventional	Chemistry
3	Farm conventional	Chemistry + Q of Zn
4	Farm conventional	Chemistry + complete F
5	Farm minimum	Absolute Witness
6	Farm minimum	Chemistry
7	Farm minimum	Chemistry + Q of Zn
8	Farm minimum	Chemistry + complete F
9	Farm zero	Absolute Witness
10	Farm zero	Chemistry
11	Farm zero	Chemistry + Q of Zn
12	Farm zero	Chemistry + complete F

Analyzed variables:

- Humidity Gravimétrica
- Apparent density
- Compact
- Infiltration
- Emergency percentage
- Plant height: to the 45 days of the sowing
to the flowering of each cultivation
- Height of insert of the ear
- I develop the root
- Incidence of overgrowths
- Grain yield
- Dry matter of stubble

- Percentage of it flattens

The humidity gravimétrica to the sowing, flowering and it harvests of 0 at 15 cm. Presents differences among the different farm Systems, where it was found that the highest average to the sowing was for farm zero with 15,41%, to the flowering it was for farm zero with 15,19% and to the crop it was for farm zero with 13,60%. For the interaction Farms x Fertilization, the best answer of humidity to the sowing was for farm zero and Fertilization to Foliage complete with 15,77%, to the flowering it was for minimum farm and Fertilization to Foliage complete with 16,38% and to the crop it was for farm zero and Fertilization to the ground with 14,32%.

The humidity gravimétrica to the sowing, flowering and it harvests of 16 at 30 cm. For farms, was found that the highest average to the sowing was for farm zero with 19,70%, to the flowering it was for minimum farm with 19,97% and to the crop it was for farm zero with 15,75%.

For the interaction Farms x Fertilization, the best answer of humidity to the sowing was for farm zero and Fertilization to Foliage complete with 19,88%, to the flowering it was for minimum farm and Fertilization to Foliage complete with 20,58% and to the crop it was for minimum farm and Fertilization to Foliage complete with 16,33%.

The apparent density to the sowing and crop of 0 at 15 cm. deep. For farms, it was found that the highest average to the sowing was for Minimum farm with 1,32g/cm³ and to the crop it was for Minimum farm with 1,36g/cm³.

In the interaction Farms x Fertilization, the best answer of apparent density was for minimum farm and the Fertilization Witness, to the ground, quelato of Zn and to foliate complete with 1,32g/cm³ for all to the sowing and of equal it forms to the crop with 1,36g/cm³ for the four interactions.

The Compact to the sowing among plants of 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. and 41 - 50 cm. deep. For farms, it was found that the highest average

in 0 - 10 cm, 11 - 20 cm, 21 - 30 cm and 31 - 40 cm of depth was for Minimum farm with 92,50 Kgf/cm², 132,92 Kgf/cm², 152,92 Kgf/cm² and 160,83 Kgf/cm² respectively and of 41 - 50 cm of depth was for Conventional farm with 178,33 Kgf/cm².

Compact to the crop among plants of 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. and 41 - 50 cm. deep. For farms, it was found that the highest average in 0 - 10 cm of depth was for Minimum farm with 132,08 Kgf/cm², 11 - 20 cm of depth was for farm Zero with 197,50 Kgf/cm², 21 - 30 cm of depth was for Minimum farm with 200,83 Kgf/cm², 31 - 40 cm of depth was for Minimum farm with 208,33 Kgf/cm² and of 41 - 50 cm of depth was for Conventional farm with 230,83 Kgf/cm².

The highest infiltration rates were presented low conservation farm and but clearly in farm zero that in the conventional farm.

The percentage of emergency of the corn was between 78,13 and 79,84%, while for the bean it was between 75,28 and 78,89%.

The plant height to the 45 days and the flowering of the corn, was found that the highest average in the Conventional farm with 63,18 cm and Minimum farm with 245,92 cm, respectively, while for the bean, it was found that the highest average for the plant height to the 45 days was with farm Zero with 37,23 cm and it stops plant height to the flowering it was Minimum farm with 175,67 cm. The best average for the height of insert of the ear, it was for the Minimum farm with 129,38 cm together with the Fertilization to the ground with 132,87 cm.

The Yield of grain of Corn that but I reach results it was with the conventional Farm and the Fertilization to Foliate complete with 2,10 Tn/ha, while for the Bean the highest averages in Yield were with the Conventional Farm and Fertilizer to Foliate complete with 0,71 Tn/ha.

The percentage of it flattens to the crop. In farms, it was found that the highest average was for the Minimum farm with 27,07%, followed by the farm Zero with 26,22% and Conventional farm with 25,65%.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

1. BARBER, R. (2000). Los principales tipos de labranza. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de tierras y aguas. FAO. Roma. p. 59-80.
2. BARNETT, J. (1989). Tendencias de adopción en sistemas de labranza de conservación. XI Seminario Labranza de conservación en maíz. ICA-PROCIANDINO. El Batán (Mex). p. 13-17.
3. BAVER, L., GARDNER, W.H. y GARDNER, WR. (1973). Física de suelos. ed. Hispano-Americana. 4ta. ed. México. 529 p.
4. BELMONTE, J. (1995). Influencia sobre las poblaciones de vertebrados. Agricultura Revista Agropecuaria. Año LXIV. Octubre, Num. 759. ed. Agrícola española, S.A. Madrid (Esp). p. 847-848.
5. BOLAÑOS, J. (1989). Suelos en relación a la labranza de conservación: aspectos físicos. XI Seminario Labranza de conservación en maíz. ICA-PROCIANDINO. El Batán (Mex). p. 19-42.

6. CALVACHE, M. (1994). Eficiencia de utilización de los iones zinc ($^{65}\text{ZnCl}_2$) y fósforo (NaH_2PO_4) provenientes del fertilizante por la planta de maíz (*Zea mays* L.). Revista NUCLEOCiencias. (Ec). p. 3-15.
7. CÓRDOVA, J. y TAYUPANTA, J. (1990). Algunas alternativas agronómicas y mecánicas para evitar la pérdida del suelo. Publicación miscelánea No. 54. INIAP, PROTECA. Quito (Ec). 40 p.
8. COSTA, J. (1995). El laboreo de conservación en otros países. Agricultura Revista Agropecuaria. Año LXIV. Octubre, Num. 759. ed. Agrícola española, S.A. Madrid (Esp). p. 855-857.
9. CROVETTO, C. (1992). Rastrojos sobre el suelo. Una introducción a la cero labranza. Concepción- Chile.
10. CROVETTO, C. (1999). Cero labranza; compromiso hombre-naturaleza. Séptimo Congreso Nacional de AAPRESID. Tomo I – Conferencias y Disertaciones. INTA. 18 al 20 de Agosto. Mar del Plata (Arg). p. 99-108.
11. DE LA PUERTA, C. (2001). Al dictado de las medidas agroambientales, laboreo de conservación. Agricultura Revista Agropecuaria. Año LXX. Septiembre, Num. 831. ed. Agrícola española, S.A. Madrid (Esp). p. 688-669.
12. DE NONI, G. y TRUJILLO, G. (1986). La erosión actual y potencial en Ecuador: localización, manifestaciones y causas. La erosión en el Ecuador; documentos de investigación No. 6. Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica. p. 6-12.

13. FAO. (1992). Introducción. Manual de sistemas de labranza para América Latina. Boletín de Suelos de la FAO 66. Roma. p. 1-4.
14. GIL, L. te. al. (1991). Adaptación de una sembradora para labranza mínima CIAE -Anzoátegui. FONAIAP. Venezuela.
15. GUERRERO, R. (1989). La fertilización foliar y el nitrato de potasio. Monómeros. Monómeros Colombo Venezolanos SA. Bogotá (Co). 25 p.
16. GUERRERO. (2001). Fundamentos técnicos para la fertilización de cultivos. Fertilidad de suelos; diagnóstico y control. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. ed. Guadalupe LTDA. 2da ed. Bogotá (Co). p. 247-281.
17. HERNANDEZ, T. (1999). La revolución verde Indoandina. Ed. TH. Quito-Ecuador
18. <http://www.fao.org/ag/ags/AGSe/7mo/66/cap5.pdf> .Labranza convencional.
19. <http://www.fertilizar.org.ar/articulos/Fertilizacion%20Foliar%20en%20Soja.htm> m. EQUIPO DEL PROYECTO FERTILIZAR. sf. Fertilización Foliar en Soja. INTA Pergamino.
20. <http://www.intabalcarce.org/eventos/CGruesa2000/labramaiz.htm>. Labranzas para maíz en el S.E. Bonaerense. Facultad Ciencias Agrarias. Unidad Integrada Balcarce FCA – EEAB.

21. INEC. MAG. SICA. (2002). III Censo nacional agropecuario, resultados nacionales y provinciales. Volumen 1. Quito (Ec). p. 231.
22. INIAP. (1997). INIAP-122 “Chaucho mejorado”; variedad mejorada de maíz amarillo harinoso para la provincia de Imbabura. Plegable No. 159. INIAP. EESC. Programa de Maíz. COSUDE. Junio, 1997. Quito (Ec).
23. INPOFOS. (1993). Diagnóstico del estado nutricional de los cultivos. Quito (Ec). 55 p.
24. INPOFOS. (1997). Manual internacional de fertilidad de suelos. PPI. Quito (Ec).
25. LAFITTE, H. (1989). Efectos de la labranza mínima en el crecimiento y rendimiento del maíz. XI Seminario Labranza de conservación en maíz. ICA-PROCIANDINO. El Batán (Mex). p. 71-87.
26. LÉPIZ, R., PERALTA, E., MINCHALA, L. y JIMÉNEZ, R. (1995). Diagnóstico agrosocioeconómico del cultivo de fréjol en la Sierra ecuatoriana. Documento de trabajo INIAP-PROFRIZA No. 1. Quito (Ec). 45 p.
27. LÓPEZ, M., FERNÁNDEZ, F. y SCHOONHOVEN, A. (1985). Frijol: investigación y producción. CIAT, PNUD. p. 363-365.
28. MARELLI, H. (1998). La siembra directa como práctica conservacionista. Siembra Directa. ed. Hemisferio Sur. INTA. Buenos Aires (Arg). p. 127-139.

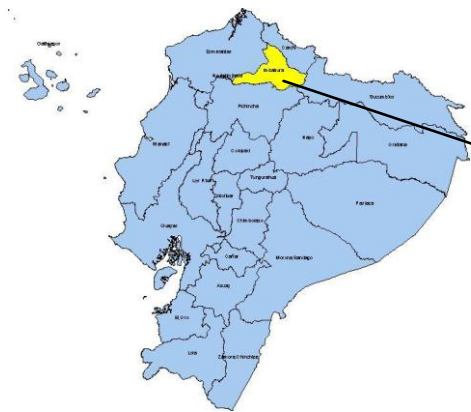
29. MELARA, W. y DEL RÍO, L. (1994). Uso de labranza mínima y leguminosas en cobertura en Honduras. Los sistemas de siembra con cobertura. Editores H. David Thurston, Margaret Smith, George Abawi, Steve Kearn. CATIE, CIIFAD. Ithaca-New York. p. 57-63.
30. MELGAR, R. (1998). El manejo de la fertilización en siembra directa. Siembra Directa. ed. Hemisferio Sur. INTA. Buenos Aires (Arg). p. 97-105.
31. NADERMAN, G. y VIEIRA, M. 1992. Labranza de conservación. Capítulo 6. Manual de sistemas de labranza para América Latina. Boletín de suelos de la FAO 66. Roma. 31-57 p.
32. PHILLIPS, S. y YOUNG, H. (1979). Agricultura sin laboreo; labranza cero. Traducido del inglés por Enrique Marchesi. ed. Agropecuaria Hemisferio Sur. Montevideo (Uru). 224 p.
33. TAPIA, H. y CAMACHO, A. (1998). Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. GTZ. Managua. 181 p.
34. VALDEMAR, H. (2000). Manejo de suelos en pequeñas fincas; estrategias y métodos de introducción, tecnologías y equipos. Boletín de suelos de la FAO 77. Roma. p. 13-16, 47-62.
35. VOGEL, A. (2000). Causas, efectos y formas de erosión de los suelos serranos. Manejo y conservación de suelos: la degradación del suelo y los cambios históricos. CAMAREN. Quito (Ec). 106 p.

ANEXOS

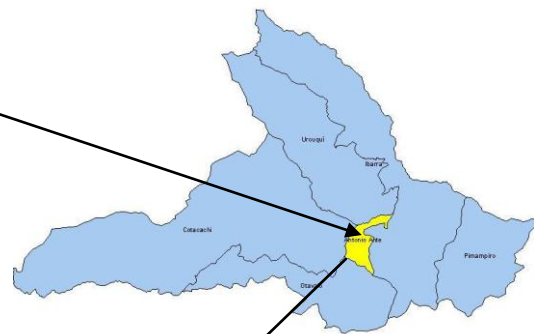
ANEXO 1

Ubicación geográfica del ensayo

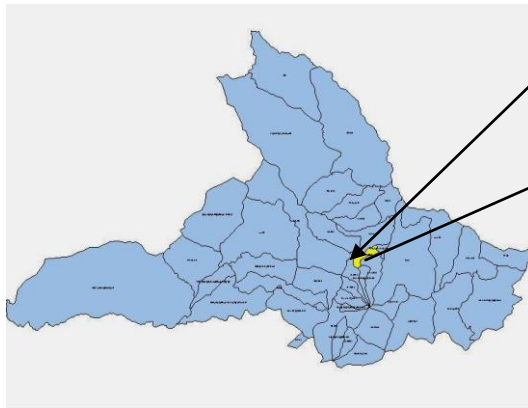
Ecuador



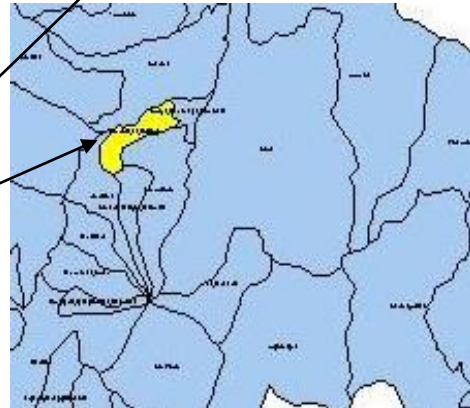
Provincia de Imbabura



Cantón Antonio Ante



Sector San José de Chaltura



ANEXO 2

Identificación y evaluación de los impactos ambientales (matriz de Leopold), de la investigación “Evaluación al segundo año de aplicación de sistemas de labranza de conservación de suelos y fertilización en la asociación maíz (*zea maíz*) – fréjol voluble (*phaseolus vulgaris*)”

Factores Ambientales		Acciones								Afecciones Positivas	Afecciones Negativas	Agregación de impactos	
		Delimitación del terreno	Toma de muestra del suelo	Preparación del terreno	Siembra	Riego	Fertilización	Labores culturales	Controles fitosanitarios				Cosecha
ABIÓTICO	Suelo			-4 6			8 10	7 9	5 7		3	1	154
	Agua											0	
	Clima											0	
	Aire											0	
BIÓTICO	Flora					7 10	6 7	6 9			3	0	166
	Fauna											0	
	Microflora											0	
	Microfauna		4 7	-4 6							1	1	4
	Cultivo de maíz-fréjol			9 9	8 7	7 9	10 10	9 9	7 9		6	0	444
SOCIO ECONÓMICO	Salud											0	
	Trabajo	4 3		5 8	4 6	5 8	7 8	5 6	3 4	3 4	8	0	226
	Actividad Económica	3 6		5 8	4 4	4 5	3 5	5 5	3 5		7	0	149
Afecciones Positivas		2	1	3	3	4	5	5	4	1	COMPROBACION 1143		
Afecciones Negativas		0	0	2	0	0	0	0	0	0			
Agregación de impactos		30	28	113	96	193	293	253	125	12			

El factor medioambiental mas beneficiado es el cultivo asociado de maíz-fréjol con un valor de 444, la más afectada es la microfauna con un valor de 4, por lo tanto esta investigación en todas sus etapas produjo un balance beneficioso para el ambiente

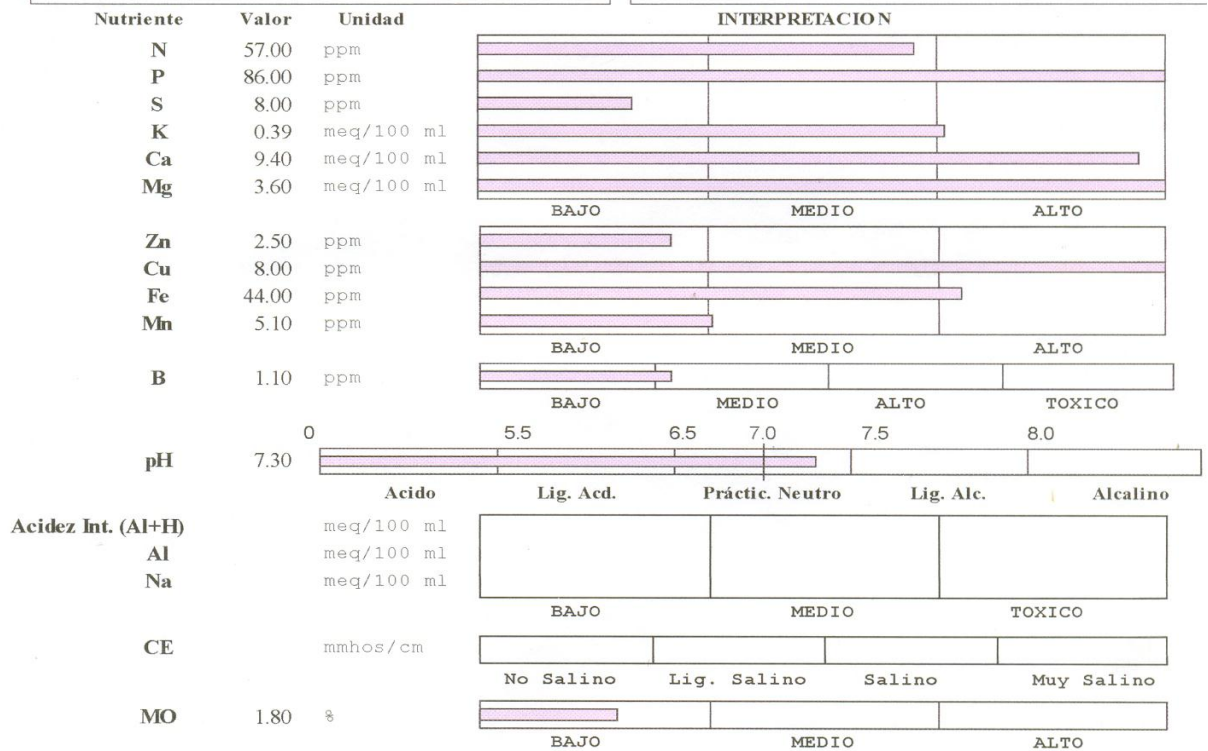
ANEXO 3

Análisis de suelo para el cultivo de Fréjol

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	---	---

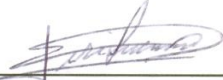
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : U T N Dirección: CHALTURA Ciudad : Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : LA PRADERA Provincia : IMBABURA Cantón : ANTONIO ANTE Parroquia : CHALTURA Ubicación :</p>
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> <p>Cultivo Actual : FREJOL Cultivo Anterior : DESCANSO Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : LOTE A8</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>Nº Reporte : 2.769 Nº Muestra Lab. : 43088 Fecha de Muestreo: 10/11/2003 Fecha de Ingreso : 13/11/2003 Fecha de Salida : 20/11/2003</p>



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
2,6	9,2	33,3	13,4						


RESPONSABLE LABORATORIO


LABORATORISTA

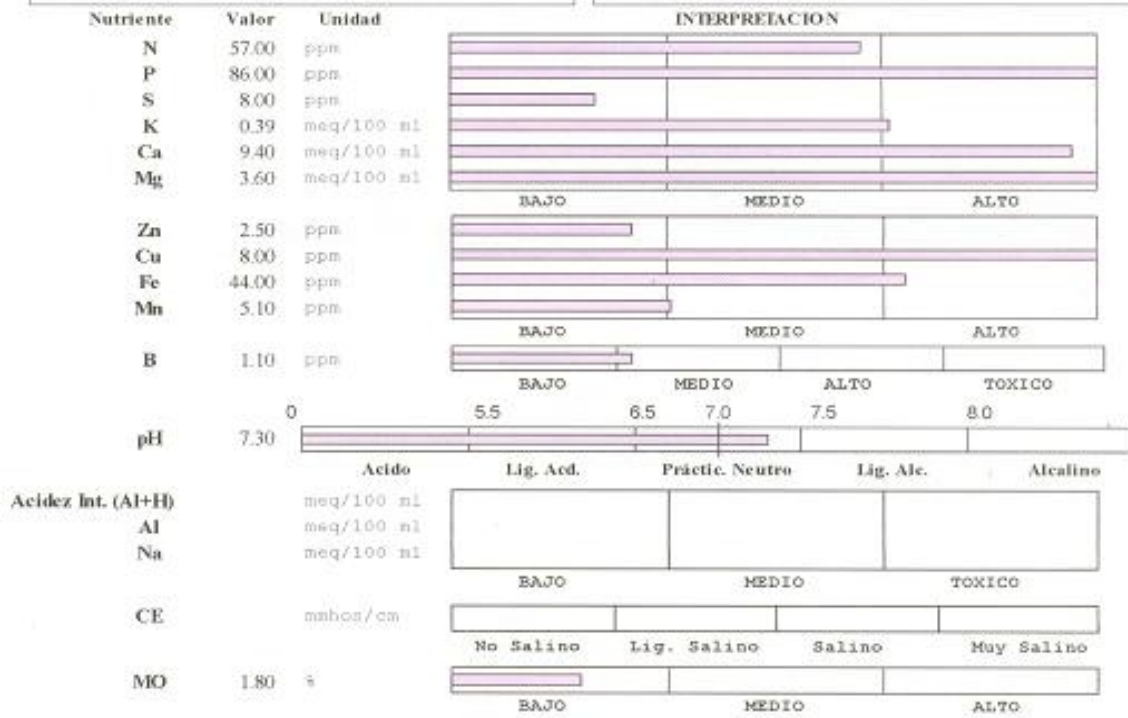
ANEXO 4

Análisis de suelo para el cultivo de Maíz

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur. Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador - Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
--	--	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> Nombre : U T N Dirección: CHALTURA Ciudad : Teléfono : Fax :	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> Nombre : LA PRADERA Provincia : IMBABURA Cantón : ANTONIO ANTE Parroquia : CHALTURA Ubicación :
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> Cultivo Actual : Maíz Cultivo Anterior : Descanso Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : LOTE AS	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> N° Reporte : 2.769 N° Muestra Lab. : 43088 Fecha de Muestreo : 10/11/2003 Fecha de Ingreso : 13/11/2003 Fecha de Salida : 20/11/2003



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	%			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
2,6	9,2	33,3	13,4						

 RESPONSABLE LABORATORIO	 LABORATORISTA
---	---

ANEXO 5

Datos recopilados durante la investigación

HUMEDAD GRAVIMÉTRICA

Cuadro 86. Humedad gravimétrica a la siembra, floración y cosecha de 0 a 15 cm. de profundidad

TRATAMIENTOS		SIEMBRA			FLORACIÓN			COSECHA		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
T1	CON - Fa	10,20	12,50	12,35	9,22	12,75	11,47	7,92	9,83	9,94
T2	CON - Fb	10,52	12,35	13,14	12,41	13,20	12,44	8,20	8,58	8,25
T3	CON - Fc	12,50	13,68	13,56	11,58	12,26	10,25	8,25	9,25	8,65
T4	CON - Fd	11,25	11,52	12,45	12,77	9,71	11,47	7,15	9,35	9,21
T5	MIN - Fa	13,80	13,54	16,12	15,40	13,58	13,18	9,09	13,49	15,25
T6	MIN - Fb	13,50	15,68	15,40	17,14	10,39	11,83	8,99	14,25	16,50
T7	MIN - Fc	13,50	14,58	16,25	17,54	12,61	14,40	8,85	12,45	14,58
T8	MIN - Fd	12,45	16,02	16,52	17,00	14,20	17,93	9,52	13,49	16,80
T9	CERO - Fa	14,15	14,52	16,80	15,60	15,20	11,47	11,29	14,95	14,36
T10	CERO - Fb	15,20	15,00	15,69	16,33	17,50	14,15	12,50	16,20	14,25
T11	CERO - Fc	14,50	16,20	15,59	17,18	14,43	15,62	11,20	14,50	13,54
T12	CERO - Fd	14,15	16,35	16,80	15,60	16,57	12,69	11,85	14,25	14,36

Cuadro 87. Humedad gravimétrica a la siembra, floración y cosecha de 16 a 30 cm. de profundidad

TRATAMIENTOS		SIEMBRA			FLORACIÓN			COSECHA		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
T1	CON - Fa	14,37	21,27	15,98	17,69	17,57	13,12	8,90	14,08	14,50
T2	CON - Fb	15,10	18,25	14,58	14,82	17,57	14,50	9,50	14,08	16,42
T3	CON - Fc	15,45	22,15	16,24	13,74	19,90	17,40	10,20	14,55	15,20
T4	CON - Fd	14,37	21,51	14,25	16,49	14,69	13,12	9,58	14,08	14,85
T5	MIN - Fa	15,20	17,80	19,38	22,91	17,59	20,99	11,31	13,93	22,00
T6	MIN - Fb	14,58	18,59	19,35	19,17	16,69	15,99	12,50	15,28	19,36
T7	MIN - Fc	15,80	21,54	20,05	22,16	21,50	20,87	11,62	13,93	19,52
T8	MIN - Fd	15,25	22,14	21,36	20,17	16,82	24,74	11,45	15,25	22,30
T9	CERO - Fa	17,50	21,68	20,10	15,23	18,05	20,56	12,62	16,13	16,42
T10	CERO - Fb	16,80	20,52	21,24	20,35	19,50	18,49	13,50	17,25	17,35
T11	CERO - Fc	17,10	22,62	19,15	18,16	18,65	17,89	12,85	16,13	19,38
T12	CERO - Fd	17,14	22,05	20,45	18,77	21,20	21,50	12,76	16,13	18,50

DENSIDAD APARENTE

Cuadro 88. Densidad aparente a la siembra y cosecha de 0 a 15 cm. de profundidad

TRATAMIENTOS		SIEMBRA			COSECHA		
		I	II	III	I	II	III
T1	CON - Fa	0,95	0,92	0,89	1,18	1,21	1,24
T2	CON - Fb	0,95	0,92	0,89	1,18	1,21	1,24
T3	CON - Fc	0,95	0,92	0,89	1,18	1,21	1,24
T4	CON - Fd	0,95	0,92	0,89	1,18	1,21	1,24
T5	MIN - Fa	1,38	1,32	1,26	1,34	1,38	1,35
T6	MIN - Fb	1,38	1,32	1,26	1,34	1,38	1,35
T7	MIN - Fc	1,38	1,32	1,26	1,34	1,38	1,35
T8	MIN - Fd	1,38	1,32	1,26	1,34	1,38	1,35
T9	CERO - Fa	1,22	1,28	1,19	1,29	1,34	1,26
T10	CERO - Fb	1,22	1,28	1,19	1,29	1,34	1,26
T11	CERO - Fc	1,22	1,28	1,19	1,29	1,34	1,26
T12	CERO - Fd	1,22	1,28	1,19	1,29	1,34	1,26

Cuadro 89. Densidad aparente a la siembra y cosecha de 16 a 30 cm. de profundidad

TRATAMIENTOS		SIEMBRA			COSECHA		
		I	II	III	I	II	III
T1	CON - Fa	1,28	1,31	1,22	1,38	1,37	1,30
T2	CON - Fb	1,28	1,31	1,22	1,38	1,37	1,30
T3	CON - Fc	1,28	1,31	1,22	1,38	1,37	1,30
T4	CON - Fd	1,28	1,31	1,22	1,38	1,37	1,30
T5	MIN - Fa	1,53	1,40	1,48	1,49	1,51	1,42
T6	MIN - Fb	1,53	1,40	1,48	1,49	1,51	1,42
T7	MIN - Fc	1,53	1,40	1,48	1,49	1,51	1,42
T8	MIN - Fd	1,53	1,40	1,48	1,49	1,51	1,42
T9	CERO - Fa	1,45	1,38	1,47	1,43	1,43	1,54
T10	CERO - Fb	1,45	1,38	1,47	1,43	1,43	1,54
T11	CERO - Fc	1,45	1,38	1,47	1,43	1,43	1,54
T12	CERO - Fd	1,45	1,38	1,47	1,43	1,43	1,54

COMPACTACIÓN

Cuadro 90. Compactación a la siembra, tomada entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad

TRATAMIENTOS		SIEMBRA ENTRE PLANTAS														
		0 - 10 cm			11 - 20 cm.			21 - 30 cm.			31 - 40 cm.			41 - 50 cm.		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
T1	CON - Fa	25	45	50	135	90	135	165	105	200	190	130	175	145	210	130
T2	CON - Fb	25	40	65	145	165	90	165	195	85	180	135	120	225	220	135
T3	CON - Fc	35	35	35	85	120	115	85	110	170	225	165	130	225	180	145
T4	CON - Fd	40	55	40	85	120	130	135	115	165	165	100	135	180	195	150
T5	MIN - Fa	60	115	100	115	160	100	165	180	130	175	195	135	210	218	160
T6	MIN - Fb	50	110	95	165	220	130	150	130	130	210	120	195	160	145	210
T7	MIN - Fc	65	115	115	85	145	120	195	220	120	135	175	130	165	165	100
T8	MIN - Fd	85	105	95	105	135	115	120	160	135	135	160	165	160	175	115
T9	CERO - Fa	90	70	115	130	90	150	145	125	220	165	160	135	190	160	145
T10	CERO - Fb	88	85	95	125	100	100	150	95	130	220	135	135	195	225	220
T11	CERO - Fc	70	55	95	90	100	145	100	160	180	160	135	150	190	105	165
T12	CERO - Fd	75	85	105	115	120	130	120	115	140	135	140	145	145	195	145

Cuadro 91. Compactación a la siembra, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad

TRATAMIENTOS		SIEMBRA ENTRE SURCOS														
		0 - 10 cm			11 - 20 cm.			21 - 30 cm.			31 - 40 cm.			41 - 50 cm.		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
T1	CON - Fa	60	115	85	205	120	130	180	165	125	190	210	165	150	225	185
T2	CON - Fb	75	75	55	145	105	90	150	100	130	160	130	105	195	190	115
T3	CON - Fc	70	50	70	175	85	105	115	105	165	160	145	180	225	210	195
T4	CON - Fd	85	100	85	190	180	120	160	145	128	175	150	165	225	175	210
T5	MIN - Fa	95	115	70	135	160	140	130	180	165	160	195	150	225	220	128
T6	MIN - Fb	101	95	65	105	130	85	160	160	130	175	90	115	225	105	225
T7	MIN - Fc	85	110	100	100	220	110	135	105	115	115	135	90	210	195	210
T8	MIN - Fd	65	90	95	135	135	113	145	113	105	175	175	180	180	195	130
T9	CERO - Fa	125	55	100	135	101	115	185	170	160	200	120	150	225	90	220
T10	CERO - Fb	100	90	70	125	105	90	175	70	105	195	215	160	225	225	105
T11	CERO - Fc	55	55	115	65	85	120	165	175	130	145	130	175	160	190	195
T12	CERO - Fd	110	65	25	120	110	105	160	180	100	180	200	165	225	225	135

Cuadro 92. Compactación a la cosecha, tomada entre plantas de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad

TRATAMIENTOS		COSECHA ENTRE PLANTAS														
		0 - 10 cm			11 - 20 cm.			21 - 30 cm.			31 - 40 cm.			41 - 50 cm.		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
T1	CON - Fa	35	60	65	180	120	180	220	140	250	250	170	230	190	280	170
T2	CON - Fb	30	55	85	190	220	270	220	260	110	240	180	160	300	290	180
T3	CON - Fc	45	45	45	110	160	150	110	145	225	300	220	170	300	240	160
T4	CON - Fd	50	75	50	110	220	175	180	150	220	220	130	180	240	260	160
T5	MIN - Fa	80	150	135	150	210	130	220	240	170	230	260	180	280	290	210
T6	MIN - Fb	65	145	175	220	290	240	200	170	170	280	160	260	210	190	280
T7	MIN - Fc	85	190	185	110	195	210	260	290	140	180	230	170	220	220	130
T8	MIN - Fd	110	140	125	140	180	155	160	210	180	180	150	220	210	230	150
T9	CERO - Fa	120	95	150	210	290	265	190	165	290	220	210	180	250	215	190
T10	CERO - Fb	160	115	125	230	130	130	200	125	170	290	180	180	260	300	290
T11	CERO - Fc	90	75	125	120	130	255	135	210	240	210	180	170	250	140	220
T12	CERO - Fd	145	110	140	150	230	230	160	150	185	180	130	170	190	260	190

Cuadro 93. Compactación a la cosecha, tomada entre surcos de 0 - 10 cm., 11 - 20 cm., 21 - 30 cm., 31 - 40 cm. y 41 - 50 cm. de profundidad

TRATAMIENTOS		COSECHA ENTRE SURCOS														
		0 - 10 cm			11 - 20 cm.			21 - 30 cm.			31 - 40 cm.			41 - 50 cm.		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
T1	CON - Fa	80	150	115	270	160	175	240	220	165	250	280	220	200	300	245
T2	CON - Fb	100	100	75	190	140	120	200	130	170	210	175	140	260	250	150
T3	CON - Fc	95	65	95	230	115	140	150	140	220	210	190	240	300	280	260
T4	CON - Fd	110	130	110	255	240	160	210	190	170	230	200	220	300	230	280
T5	MIN - Fa	125	150	95	180	210	210	170	240	220	210	260	200	300	290	170
T6	MIN - Fb	135	125	190	140	170	110	210	210	170	230	120	155	300	140	300
T7	MIN - Fc	110	145	135	135	290	160	180	140	155	150	180	120	280	260	280
T8	MIN - Fd	85	120	125	180	180	150	190	150	140	230	230	240	240	260	170
T9	CERO - Fa	180	75	135	210	135	150	245	225	210	265	160	200	300	120	290
T10	CERO - Fb	130	120	95	220	140	120	230	90	140	260	285	210	300	300	140
T11	CERO - Fc	75	75	165	85	115	250	220	230	170	190	175	230	210	250	260
T12	CERO - Fd	190	85	35	160	145	140	210	240	110	240	265	220	300	300	180

PORCENTAJE DE EMERGENCIA

Cuadro 94. Porcentaje de emergencia del maíz

TRATAMIENTOS		I	II	III
T1	CON - Fa	0,95	0,92	0,89
T2	CON - Fb	0,95	0,92	0,89
T3	CON - Fc	0,95	0,92	0,89
T4	CON - Fd	0,95	0,92	0,89
T5	MIN - Fa	1,38	1,32	1,26
T6	MIN - Fb	1,38	1,32	1,26
T7	MIN - Fc	1,38	1,32	1,26
T8	MIN - Fd	1,38	1,32	1,26
T9	CERO - Fa	1,22	1,28	1,19
T10	CERO - Fb	1,22	1,28	1,19
T11	CERO - Fc	1,22	1,28	1,19
T12	CERO - Fd	1,22	1,28	1,19

Cuadro 95. Porcentaje de emergencia del fréjol

TRATAMIENTOS		I	II	III
T1	CON - Fa	70,00	66,67	73,33
T2	CON - Fb	83,33	80,00	86,67
T3	CON - Fc	76,67	90,00	66,67
T4	CON - Fd	86,67	83,33	83,33
T5	MIN - Fa	66,67	66,67	86,67
T6	MIN - Fb	70,00	93,33	80,00
T7	MIN - Fc	66,67	86,67	73,33
T8	MIN - Fd	70,00	66,67	76,67
T9	CERO - Fa	60,00	80,00	70,00
T10	CERO - Fb	83,33	86,67	66,67
T11	CERO - Fc	63,33	73,33	80,00
T12	CERO - Fd	86,67	90,00	76,67

ALTURA DE PLANTA

Cuadro 96. Altura de planta a los 45 días y a la floración del maíz

TRATAMIENTOS		45 DÍAS			FLORACIÓN		
		I	II	III	I	II	III
T1	CON - Fa	54,6	58,7	52,0	185,0	180,0	214,0
T2	CON - Fb	56,8	62,2	68,4	226,0	268,0	281,0
T3	CON - Fc	78,8	68,3	72,5	265,0	257,0	246,0
T4	CON - Fd	71,1	57,0	57,8	251,0	245,0	255,0
T5	MIN - Fa	45,9	49,6	48,9	175,0	210,0	198,0
T6	MIN - Fb	62,1	58,7	33,1	241,0	276,0	284,0
T7	MIN - Fc	67,9	58,9	67,5	271,0	252,0	252,0
T8	MIN - Fd	66,3	76,0	66,7	269,0	267,0	256,0
T9	CERO - Fa	48,1	52,5	48,3	200,0	219,0	190,0
T10	CERO - Fb	58,4	59,9	59,5	244,0	251,0	228,0
T11	CERO - Fc	58,8	60,1	65,8	221,0	299,0	264,0
T12	CERO - Fd	55,1	68,7	63,5	235,0	285,0	235,0

Cuadro 97. Altura de planta a los 45 días y a la floración del fréjol

TRATAMIENTOS		45 DÍAS			FLORACIÓN		
		I	II	III	I	II	III
T1	CON - Fa	37,70	37,80	25,50	134,00	192,00	105,00
T2	CON - Fb	38,50	39,00	25,00	152,00	174,00	165,00
T3	CON - Fc	32,20	33,90	37,50	190,00	154,00	165,00
T4	CON - Fd	43,80	30,20	29,70	157,00	121,00	170,00
T5	MIN - Fa	40,50	32,40	26,80	137,00	158,00	134,00
T6	MIN - Fb	37,90	29,20	37,20	161,00	201,00	221,00
T7	MIN - Fc	48,10	33,60	30,60	210,00	169,00	159,00
T8	MIN - Fd	43,20	44,20	38,70	178,00	191,00	189,00
T9	CERO - Fa	42,80	29,20	31,30	208,00	170,00	150,00
T10	CERO - Fb	44,90	40,10	35,20	224,00	146,00	131,00
T11	CERO - Fc	37,50	38,50	39,30	133,00	219,00	182,00
T12	CERO - Fd	36,10	40,10	31,80	110,00	223,00	116,00

Cuadro 98. Altura de inserción de la mazorca

TRATAMIENTOS		I	II	III
T1	CON - Fa	115,00	115,00	130,00
T2	CON - Fb	132,50	145,00	137,50
T3	CON - Fc	132,50	120,00	130,00
T4	CON - Fd	132,50	120,00	127,50
T5	MIN - Fa	118,00	125,00	117,50
T6	MIN - Fb	122,00	143,80	130,00
T7	MIN - Fc	126,30	130,00	147,50
T8	MIN - Fd	125,00	132,50	135,00
T9	CERO - Fa	110,00	119,00	110,00
T10	CERO - Fb	127,50	132,50	125,00
T11	CERO - Fc	125,00	137,50	135,00
T12	CERO - Fd	130,00	135,00	130,00

DESARROLLO RADICULAR**Cuadro 99.** Desarrollo radicular, radio y profundidad en el maíz

TRATAMIENTOS		RADIO			PROFUNDO		
		I	II	III	I	II	III
T1	CON - Fa	14,2	13,7	15,2	15,8	11,8	13,0
T2	CON - Fb	30,5	31,0	31,1	17,9	17,5	19,0
T3	CON - Fc	22,5	23,0	23,8	15,0	14,5	16,6
T4	CON - Fd	17,5	18,5	18,5	13,8	15,0	16,5
T5	MIN - Fa	17,0	17,0	18,0	13,0	13,0	13,0
T6	MIN - Fb	28,5	28,5	27,0	11,5	13,5	14,5
T7	MIN - Fc	25,5	23,5	23,5	14,2	14,2	15,2
T8	MIN - Fd	24,5	23,0	23,0	13,5	13,5	14,8
T9	CERO - Fa	15,0	20,0	16,0	12,0	13,0	14,5
T10	CERO - Fb	18,5	19,5	18,0	14,2	15,2	13,5
T11	CERO - Fc	21,8	23,0	22,8	12,3	12,5	15,0
T12	CERO - Fd	15,5	23,5	23,5	16,2	15,0	16,6

Cuadro 100. Desarrollo radicular, radio y profundidad en el fréjol

TRATAMIENTOS		RADIO			PROFUNDIDAD		
		I	II	III	I	II	III
T1	CON - Fa	10,60	10,60	10,90	10,70	11,20	12,00
T2	CON - Fb	38,00	32,00	33,50	12,90	14,50	17,50
T3	CON - Fc	20,30	20,00	21,50	13,00	11,50	13,00
T4	CON - Fd	12,50	12,60	12,00	11,70	12,00	12,10
T5	MIN - Fa	20,00	20,00	18,50	10,80	11,00	10,50
T6	MIN - Fb	25,00	23,80	22,50	11,50	11,40	12,00
T7	MIN - Fc	20,00	20,00	21,60	8,50	10,00	12,00
T8	MIN - Fd	26,50	26,50	26,40	10,00	10,50	10,50
T9	CERO - Fa	23,00	22,20	20,50	8,50	10,00	11,00
T10	CERO - Fb	18,00	17,00	18,00	9,00	10,30	12,30
T11	CERO - Fc	29,00	30,00	28,50	9,60	13,00	12,50
T12	CERO - Fd	23,00	21,70	21,10	10,50	11,00	12,30

INCIDENCIA DE MALEZAS**Cuadro 101.** % de recubrimiento de malezas predominantes, secundarias y totales

TRATAMIENTOS		PREDOMINANTES			SECUNDARIAS			TOTALES		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
T1	CON - Fa	45	20	53	5	15	5	50	35	58
T2	CON - Fb	30	20	65	10	3	5	40	23	70
T3	CON - Fc	35	60	48	5	5	5	40	65	53
T4	CON - Fd	40	40	39	5	5	10	45	45	49
T5	MIN - Fa	53	30	45	7	10	5	60	40	50
T6	MIN - Fb	47	50	30	8	5	5	55	55	35
T7	MIN - Fc	42	20	25	5	10	3	47	30	28
T8	MIN - Fd	27	30	30	10	5	5	37	35	35
T9	CERO - Fa	41	20	42	6	10	5	47	30	47
T10	CERO - Fb	35	40	35	8	10	5	43	50	40
T11	CERO - Fc	28	30	30	5	5	10	33	35	40
T12	CERO - Fd	26	20	25	8	5	5	34	25	30

RENDIMIENTO DE GRANO

Cuadro 102. Rendimiento de grano de maíz

TRATAMIENTOS		I	II	III
T1	CON - Fa	0,81	0,90	0,85
T2	CON - Fb	1,66	1,88	1,97
T3	CON - Fc	1,99	1,30	1,84
T4	CON - Fd	2,37	1,73	2,21
T5	MIN - Fa	0,47	1,21	0,66
T6	MIN - Fb	1,16	1,45	2,10
T7	MIN - Fc	2,01	1,78	1,69
T8	MIN - Fd	1,42	2,16	1,71
T9	CERO - Fa	1,03	0,73	0,76
T10	CERO - Fb	1,94	2,07	2,13
T11	CERO - Fc	1,64	2,15	2,24
T12	CERO - Fd	2,40	2,40	0,59

Cuadro 103. Rendimiento de grano de fréjol

TRATAMIENTOS		I	II	III
T1	CON - Fa	0,17	0,31	0,04
T2	CON - Fb	0,44	0,41	0,32
T3	CON - Fc	0,49	0,16	0,57
T4	CON - Fd	0,69	0,67	0,76
T5	MIN - Fa	0,13	0,14	0,19
T6	MIN - Fb	0,30	0,46	0,38
T7	MIN - Fc	0,52	0,60	0,58
T8	MIN - Fd	0,22	0,70	0,74
T9	CERO - Fa	0,24	0,29	0,11
T10	CERO - Fb	0,29	0,48	0,50
T11	CERO - Fc	0,40	0,55	0,43
T12	CERO - Fd	0,45	0,49	0,64

Cuadro 104. Materia seca de rastrojo

TRATAMIENTOS		I	II	III
T1	CON - Fa	1,43	2,44	1,53
T2	CON - Fb	1,93	3,29	3,70
T3	CON - Fc	2,19	3,57	3,84
T4	CON - Fd	2,48	3,52	4,13
T5	MIN - Fa	1,16	1,69	1,14
T6	MIN - Fb	2,99	2,51	3,47
T7	MIN - Fc	2,77	2,40	2,96
T8	MIN - Fd	3,07	3,47	2,64
T9	CERO - Fa	2,07	2,28	1,06
T10	CERO - Fb	2,80	2,84	3,05
T11	CERO - Fc	2,04	3,25	3,23
T12	CERO - Fd	4,05	3,69	3,08

Cuadro 105. Porcentaje de acame a la cosecha

TRATAMIENTOS		I	II	III
T1	CON - Fa	19,57	6,12	15,22
T2	CON - Fb	22,00	31,11	19,61
T3	CON - Fc	19,15	40,43	23,08
T4	CON - Fd	19,57	48,84	43,18
T5	MIN - Fa	23,26	31,11	22,45
T6	MIN - Fb	23,91	33,33	17,39
T7	MIN - Fc	25,00	35,71	28,26
T8	MIN - Fd	28,26	31,11	25,00
T9	CERO - Fa	23,91	16,33	14,89
T10	CERO - Fb	25,49	34,09	29,17
T11	CERO - Fc	34,04	29,79	36,17
T12	CERO - Fd	27,66	19,15	23,91

FOTOGRAFÍAS



Fotografía 1. Instalación del ensayo



Fotografía 2. Aplicación de herbicida pre-emergente



Fotografía 3. Rayado en Labranza mínima



Fotografía 4. Hoyado en Labranza cero



Fotografía 5. Surcado en Labranza convencional



Fotografía 6. Preparación y desinfección de la semilla



Fotografía 7. Medida de fertilizante por sitio de siembra



Fotografía 8. Fertilización por surco



Fotografía 9. Siembra



Fotografía 10. Fertilización complementaria



Fotografía 11. Aporques



Fotografía 12. Aplicación de herbicida con pantalla



Fotografía 13. Aplicación de aceite vegetal para control de gusanos de la mazorca (*Heliothis zea* y *Euxesta eluta*)



Fotografía 14. Riegos por aspersión



Fotografía 15. Prueba de infiltración



Fotografía16. Maíz desarrollado fisiológicamente previo a la etapa de cosecha



Fotografía 17. Cosecha



Fotografía 18. Labranza convencional
+ Fertilización cero



Fotografía 19. Labranza convencional
+ Fertilización foliar completa



Fotografía 20. Labranza mínima
+ Fertilización cero



Fotografía 21. Labranza mínima
+ Fertilización edáfica



Fotografía 22. Labranza mínima
+ Fertilización Quelato de Zn



Fotografía 23. Labranza mínima
+ Fertilización foliar completa



Fotografía 24. Labranza cero +
Fertilización edáfica



Fotografía 25. Labranza cero +
Fertilización Quelato de Zn



Fotografía 26. Labranza cero +
Fertilización foliar completa