

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

ESCUELA DE POSTGRADO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MASTER

EN CIENCIAS especialidad

AGRICULTURA SUSTENTABLE

TEMA:

“EFECTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE LABRANZA Y
FERTILIZACIÓN SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO
DE LENTEJA EN EL CANTÓN ALAUSÍ”

AUTOR:

FRANCISCO MEDARDO LOBATO MORENO

TUTOR:

Ing. FRANKLIN VALVERDE, M.Sc.

Riobamba – 2005

AGRADECIMIENTO

Expreso mi eterno agradecimiento a la escuela Superior Politécnica de Chimborazo “ ESPOCH “, institución académica que con mística otorga a la sociedad ecuatoriana carreras profesionales con visión de futuro y profundidad científica, lo cual nos ubica con distinción singular en el competitivo mundo de la investigación agrícola.

Al INIAP “Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias”, en las personas de Juan Córdova (+) y Franklin Valverde, tutores del presente trabajo de investigación, quienes proporcionaron abiertamente su conocimiento y experiencia y con su profesional orientación fueron la guía para la ejecución de esta investigación.

A los laboratorios de suelos de la Facultad de Recursos naturales de la ESPOCH y especialmente a su titular Ing. Mario Oñate; y del INIAP por ofrecer su contingente en la ejecución de la misma, constituyéndose este trabajo en el resultado de un extenso período de entrega al análisis, estudio y aplicación de innovaciones agrícolas como aporte para el logro del desarrollo del agro ecuatoriano.

DEDICATORIA

A Dios, por haber permitido llenar mi vida de los frutos de la ciencia y humildemente contribuir con una estrella en el amplio cielo de la investigación

A mis padres, cimientos y pilares de mi existencia

A mi esposa, compañera, amiga y apoyo en horas de entrega y sacrificio

A mis hijos, fortaleza y motivo para ser

PADEC E PROFESIONAL

RESUMEN

En la parroquia Sibambe, cantón Alausí, provincia de Chimborazo, ubicada a 2.456 m.s.n.m., 2° 11' de Latitud Sur y 78° 50' Longitud Oeste, con una temperatura media de 14°C, 428 mm de precipitación anual y 73.2 % de humedad relativa; se evaluó el efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización sobre la productividad del cultivo de lenteja. La zona corresponde a la formación ecológica estepa espinosa-Montano Bajo (ee-MB), con una textura del suelo franco limoso, de estructura Migajosa bloques sub-angulares, topografía ligeramente inclinada, drenaje bueno y la existencia de riego, teniendo el suelo 8.15 ug/ml de N, 19.76 ug/ ml de P, 1.53 meq/100 g de K, un pH de 6.47 y un contenido de materia orgánica de 2 %. Las unidades experimentales se distribuyeron bajo un diseño de Bloques Completos al Azar, en arreglo de parcelas divididas, donde el área total del ensayo fue de 1800 m² (45 m x 40 m), el área total de la parcela pequeña de 53 m² y el área neta de la parcela pequeña de 42 m², en las que se evaluó el efecto de dos factores: los sistemas de labranza (Convencional y Cero) y los tipos de fertilizantes (químico, orgánico y sin fertilización).

Los resultados determinan que el sistema de labranza cero, permitió alcanzar mejores respuestas productivas, registrándose alturas de planta de 41.39 cm, peso de 1000 semillas de 57.61 g y la mayor producción de grano por hectárea (618.94 kg).

Por efecto de los tipos de fertilizantes, se obtuvo respuestas superiores con la aplicación de abono orgánico, ya que las plantas llegaron a la madurez fisiológica a los 120 días, presentando 15.56 vainas por planta, con 2.0 semillas por vaina y un peso de 62.16 g las 1000 semillas, con un rendimiento por hectárea de 649.37 kg/ha.

Por efecto de la interacción, la aplicación del sistema de labranza cero con abono orgánico, se obtuvo mejores respuestas, acortándose el período de la madurez fisiológica de la planta a 117 días, con 15.69 vainas por planta, cada vaina con 2.15 semillas, un peso de 1000 semillas de 70.93 g, la producción de grano alcanzada fue de 742.48 kg/ha.

Al utilizar la fertilización orgánica con el sistema de labranza cero, se mantiene las características presentadas por el suelo antes de la siembra, la densidad del suelo se reduce, la capacidad de infiltración del agua se incrementa cuando se utiliza el sistema de labranza convencional, la aplicación de abonos orgánicos permiten elevar el pH del suelo, el nitrógeno proporcionado mediante la fertilización química; no es aprovechado en su totalidad por la planta, la aplicación de abono orgánico mediante el sistema de labranza cero incrementó la disponibilidad de fósforo, así como la capacidad de intercambio catiónico y relación de Carbono/Nitrógeno, obteniéndose una relación de 16.87, con el cual además se alcanzó el mayor Beneficio Neto (\$307.30), con una Tasa de Retorno Marginal de 638.11 %.

SUMMARY

In the parish Sibambe, canton Alausí, province of Chimborazo, located 2.456 m.a.l.s., 2° 11 ' of South Latitude and 78° 50 ' Longitud Oeste, with a half temperature of 14 °C, 428 mm of annual precipitation and 73.2% of relative humidity; it was evaluated the effect of different farm systems and fertilization about the productivity of the lentil cultivation. The area corresponds to the formation ecological thorny steppe - Montano Under (ee-MB), with a texture of the oozy frank floor, of structure Migajosa sub-angular blocks, lightly inclined topography, good drainage and the watering existence, having the floor 8.15 ug/ml of N, 19.76 ug/ml of P, 1.53 meq/100 g of K, a pH of 6.47 and a content of organic matter of 2%. The experimental units were distributed at random under a design of Complete Blocks, in arrangement of divided parcels, where the total area of the rehearsal was of 1800 m² (45 m x 40 m), the total area of the small parcel of 53 m² and the net area of the small parcel of 42 m², in those that the effect of two factors was evaluated: the farm systems (Conventional and Zero) and the types of fertilizers (chemical, organic and without fertilization).

The results determine that the system of farm zero, allowed to reach better productive answers, registering heights of plant of 41.39 cm, weight of 1000 seeds of 57.61 g and the biggest grain production for hectare (618.94 kg).

For effect of the types of fertilizers, it was obtained superior answers with the application of organic payment, since the plants arrived to the physiologic maturity to the 120 days, presenting 15.56 sheaths for plant, with 2.0 seeds for sheath and a weight of 62.16 g the 1000 seeds, with a yield for hectare of 649.37 kg/ha.

For effect of the interaction, the application of the system of farm zero with organic

payment, was obtained better answers, shortening the period of the physiologic maturity from the plant to 117 days, with 15.69 sheaths for plant, each sheath with 2.15 seeds, a weight of 1000 seeds of 70.93 g, the reached grain production was of 742.48 kg/ha.

When using the organic fertilization with the system of farm zero, it stays the characteristics presented by the floor before the sow, the density of the floor decreases, the capacity of infiltration of the water is increased when the system of conventional farm, the application of organic payments is used they allow to elevate the pH of the floor, the proportionate nitrogen by means of the chemical fertilization is not taken advantage of in its entirety by the plant, the application of organic payment by means of the system of farm zero increased the match readiness, as well as the capacity of exchange cationic and relationship of C/N, being obtained a relationship of 16.87, with which the biggest net profit was also reached (\$307.30), with a Rate of Marginal Return of 638.11%.

CONTENIDO

		Página
CAPITULO	LISTA DE CUADROS	vi
	LISTA DE GRÁFICOS	vii
	LISTA DE ANEXOS	viii
I.	TITULO	1
II.	INTRODUCCIÓN	15
III.	REVISIÓN DE LITERATURA	17
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	45
V.	RESULTADOS Y DISCUSION	54
VI.	CONCLUSIONES	93
VII.	RECOMENDACIONES	96
VIII.	RESUMEN	2
IX.	SUMMARY	7
X.	BIBLIOGRAFIA	97
XI.	ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE CUADROS

Nº	Descripción	Página
1.	Tratamientos en estudio	32
2.	Análisis de varianza para porcentaje de emergencia en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización	39
3.	Prueba de Tukey al 5 % para porcentaje de emergencia del cultivo de lenteja por efecto del sistema de labranza	40
4.	Análisis de varianza para tiempo de floración (días) en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización	41
5.	Prueba de tukey al 5 % para tiempo de floración (días) del cultivo de lenteja por efecto de diferentes tipos de fertilización	41
6.	Análisis de varianza para tiempo a la madurez fisiológica (días) en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización	42
7.	Prueba de Tukey al 5 % para tiempo de madurez fisiológica (días) del cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización	43
8.	Análisis de varianza para la altura de las plantas (cm) en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización	43
9.	Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las plantas (cm) del cultivo de lenteja por efecto del sistema de labranza	44
10.	Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las plantas (cm) del cultivo de lenteja por efecto de diferentes tipos de fertilización	44
11.	Análisis de varianza para numero de vainas por planta en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización	46

		11
12.	Prueba de Tukey al 5 % para número de vainas por planta del cultivo de lenteja por efecto de diferentes tipos de fertilización	46
13.	Prueba de Tukey al 5 % para numero de vainas por planta en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización	47
14.	Análisis de varianza para largo de la vaina (cm) en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización	48
15.	Prueba de Tukey al 5 % para largo de la vaina (cm) del cultivo de lenteja por efecto de diferentes tipos de fertilización	48
16.	Análisis de varianza para número de semillas por vaina en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización	49
17.	Análisis de varianza para peso de 1000 semillas (g) en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización	50
18.	Prueba de Tukey al 5 % para peso de 1000 semillas (g) del cultivo de lenteja por efecto de diferentes tipos de fertilización	50
19.	Prueba de Tukey al 5 % para peso de 1000 semillas (g) en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización	51
20.	Análisis de varianza para rendimiento de grano (kg/ha) en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización	52
21.	Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento de grano (kg/ha) del cultivo de lenteja por efecto de diferentes tipos de fertilización	53
22.	Efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización en el cultivo de lenteja sobre la textura, estructura y estabilidad estructural del suelo	55
23.	Efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización en el cultivo de lenteja sobre la consistencia del suelo	57

		12
24.	Color del suelo en diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización (Tabla Munsell) en el cultivo de lenteja	59
25.	Densidad real y densidad aparente (g/cc) del suelo por efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización en el cultivo de lenteja	61
26.	Contenido de nitrógeno, fósforo y materia orgánica del suelo por efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización en el cultivo de lenteja	66
27.	Efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización en el cultivo de lenteja sobre la capacidad de intercambio catiónico del suelo	70
28.	Efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización en el cultivo de lenteja sobre la relación C/N.	74
29.	Análisis económico de costos variables y beneficios netos (dólares/ha)	76
30.	Análisis de dominancia	76
31.	Tasa de Retorno Marginal de los tratamientos en estudio	76

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Descripción	Página
1.	Efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización sobre la altura de plantas (cm) del cultivo de lenteja	45
2.	Efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización sobre el número de vainas por planta (Nº) del cultivo de lenteja	47
3.	Efecto de diferentes tipo de fertilización sobre el rendimiento de grano (kg/ha) del cultivo de lenteja	53
4.	Efecto de diferentes sistemas de labranza sobre el rendimiento de grano (kg/ha) del cultivo de lenteja	54
5.	Efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización en el cultivo de lenteja sobre la densidad aparente del suelo	62
6.	Efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización en el cultivo de lenteja sobre la compactación del suelo a 30 cm de profundidad	63
7.	Efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización en el cultivo de lenteja sobre la Infiltración del agua en el suelo	64
8.	Efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización en el cultivo de lenteja sobre el pH del suelo	65
9.	Efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización sobre el contenido de materia orgánica en el suelo en el cultivo de lenteja	69
10.	Efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización sobre el contenido de calcio en el suelo del cultivo de lenteja	72
11.	Efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización sobre la relación C/N en el suelo del cultivo de lenteja	75
12.	Curva de beneficio neto	77

LISTA DE ANEXOS

Nº	Descripción
1.	Disposición de los tratamientos en el campo
2.	Análisis químico del estiércol bovino utilizado como abono orgánico
4.	Porcentaje de emergencia (%)
5.	Tiempo a la floración (días)
6.	Altura de planta a la madurez (cm)
7.	Número de semillas por vaina
8.	Peso de 1000 semillas (g)
7.	Número de vainas por planta
8.	Largo de la vaina (cm)
9.	Tiempo a la madurez fisiológica (días)
10.	Rendimiento de grano por planta (g)
11.	Rendimiento de grano por parcela neta (kg)
12.	Rendimiento de grano por ha (kg)

**EFFECTO DE DIFERENTES SISTEMAS DE LABRANZA Y FERTILIZACIÓN
SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE LENTEJA EN EL CANTÓN
ALAUÍ**

II. INTRODUCCIÓN

Los agricultores han practicado cero labranza y labranza mínima desde hace siglos, la agricultura migratoria de corte y quema constituye un ejemplo de esta práctica y también la preparación apenas superficial del suelo que con frecuencia realizan algunos productores. La razón de la práctica del sistema de no labranza es que solo requiere de implementos simples y energía humana, sin embargo la práctica tiene la limitación de reducir el área cultivada por agricultor a lo que el y su familia puedan manejar, tanto en la preparación del terreno, como en el combate de malezas.

La concentración de la población en ciudades creó la necesidad de aumentar la cantidad de alimentos producidos y esto condujo al diseño de máquinas agrícolas que permitieran trabajar un área más extensa en menor tiempo, lo que ha traído como consecuencia la utilización de técnicas, que si bien cumplieron demandas durante un período, luego ha ocasionado un desequilibrio irreversible al medio ambiente.

Un suelo erosionado desprovisto de vegetación, facilita el escurrimiento del agua y no permite la infiltración, las aguas lluvias corren sobre su superficie y los suelos al no contar con una capa vegetal que evite el escurrimiento y facilite la infiltración se secan rápidamente impidiendo el establecimiento de una capa vegetal. Una de las principales causas que provoca la erosión, es la labranza excesiva de los suelos. Este problema es más visible en la serranía ecuatoriana, debido a que la mayor parte de las

tierras cultivables se encuentra en pendientes que van del 15 al 35 %, por lo que en este sentido es necesario indicar lo que señala la FAO (1998), que el arado común con tractores y roturadores compacta el suelo y lo degrada desde el punto de vista biológico. Incluso los sistemas de tracción animal, aunque en menor grado, erosionan la tierra, siendo necesario modificar drásticamente la forma en que se labran hoy las tierras. Con respecto al cultivo de la lenteja existió una producción mundial en 1996 de 2984 mil toneladas (FAO, 1997), siendo los mayores productores los países de Turquía y Canadá con 645 y 438 mil toneladas, respectivamente, determinándose que esta producción, no cubre la demanda alimenticia de la población.

En el cantón Alausí, el cultivo de la lenteja es tradicional y ocupa un lugar primordial en la economía del agricultor. Las condiciones climáticas son ideales para la explotación de esta leguminosa, pero el agricultor de la zona no tiene conocimiento de las técnicas más adecuadas, es así que apenas logra cosechar cantidades muy bajas (542 kg/ha), con relación al promedio nacional que es de 600 a 1.200 kg/ha (INEC, 1995).

Por lo anteriormente expuesto a fin de encontrar alternativas para un manejo apropiado del suelo se plantearon los siguientes objetivos:

1. Evaluar la respuesta del cultivo de lenteja a los diferentes sistemas de labranza y fertilización aplicados al suelo.
2. Evaluar el efecto de dos sistemas de labranza y fertilización sobre las características físicas y químicas del suelo y la sustentabilidad agrícola de la zona en estudio.
3. Realizar un análisis económico para determinar el sistema de labranza y

fertilización del suelo más recomendable.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

A. LA DEGRADACIÓN DEL SUELO

1. Generalidades

El suelo es el recurso más importante para el hombre, ya que de él se nutren las plantas e indirectamente los animales. No siempre el suelo permanece en su lugar de formación, en ocasiones puede ser transportado por acción del agua y del viento, pero también cuando existe la intervención directa del hombre, que es la más peligrosa, ya que con ella se elimina la cobertura vegetal espontánea que brindaba protección al suelo, y los agentes erosivos pueden acelerar su acción hasta sobrepasar límites críticos, las pérdidas de suelo pueden adquirir enormes proporciones en el transcurso de pocos años y ocurrir a un ritmo muy superior a la formación del nuevo material, reduciéndose rápidamente la capa útil de los terrenos afectados (Córdova, 1998).

Espinoza (1993) citado por Córdova (1998), manifiesta que las áreas activas y potencialmente afectadas por la erosión en el Ecuador ocupan alrededor del 47,9 % de la superficie total del país. Se puede considerar que la erosión actual corresponde a las clases de intensidad erosiva muy activa y a la asociación activa - potencial, o sea el 12.1 % de la superficie del país. Los 35.8 % sobrantes son procesos erosivos de intensidad potencial.

Para mejorar la producción, los agricultores realizan el uso indiscriminado de la maquinaria agrícola y productos químicos, sin considerar que esta práctica trae como

consecuencia daños al suelo y al ambiente. Se considera que mientras más labores se hacen, se mejora las cualidades del suelo para los cultivos; esto puede ser verdad en parte, pero en la actualidad está demostrado que no es así, el suelo puede tener una estructura favorable que la maquinaria pesada y las labores excesivas pueden destruir facilitando la erosión.

El uso de prácticas agronómicas, constituye una alternativa viable y económica, que en la actualidad es implementada exitosamente por algunos agricultores en grandes extensiones. Las prácticas agronómicas consideran el desarrollo de plantas o cultivos, con la finalidad de conservar y mejorar la capacidad productiva de los suelos y ayudar a disminuir la erosión, ya que la gran mayoría de campesinos solo dedican su producción para beneficio personal y nunca piensan en devolver aquella satisfacción que les brindó la tierra (Córdova, 1998).

La utilización de prácticas de conservación de suelos dependen principalmente de la correcta selección y utilización que se haga de ellas, por lo tanto, estas prácticas pueden ser una solución para el agricultor, en virtud de mejorar la situación ecológica, social y económica de la zona que se encuentra en desbalance agro ecológico, debido a la mala utilización de la maquinaria, insumos agrícolas e inadecuado manejo del suelo, mediante la integración de prácticas agronómicas experimentadas y recomendadas para la región (MAG - PROTECA, 1988).

El aplicar prácticas de conservación de suelos, es una necesidad si se quiere mantener una agricultura eficiente y duradera, puesto que la mala utilización de este recurso, no solo afecta a la agricultura sino a toda la población, además el uso racional del suelo permite preservarlo en el tiempo para el beneficio de las futuras

generaciones (Gliessman, 1981).

Con la mala utilización del suelo se está provocando la erosión inducida o acelerada, que se presenta cuando a la acción de los agentes naturales se le agrega la acción del hombre. Este tipo de erosión es proporcionado por el mal manejo del suelo y en términos generales es más peligrosa y rápida que la geológica. Estos dos grandes tipos de erosión son contrastantes. La diferenciación que de ellos se hace es con miras a controlar las causas de su ocurrencia. La mayor dificultad para distinguir estos tipos de erosión, han resultado a menudo en indiferencia a reconocer la gravedad de la erosión causada por el hombre (INIAP, 1995).

En trabajos llevados a cabo en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP en el año de 1979, en suelos de textura franca, clasificados como Typic-Udic-Eutrandep, sin cobertura vegetal y bajo condiciones de labranza convencional, se llegó a estimar una pérdida de suelo de 80 t/ha/año. Posteriormente, en el año de 1985, se estimó la pérdida de suelo superficial bajo diferentes sistemas de labranza, con cultivo de maíz y se obtuvo los siguientes datos: Con labranza mecánica convencional del suelo 2.22 t/ha/año; con labranza cero del suelo 1.56 t/ha/año.

B. LA LABRANZA

Todo tipo de arado produce disturbios en el equilibrio del suelo. El arado, las rejas y el cultivo pueden dar como resultado pérdidas de materia orgánica a través de la oxidación. Las condiciones de humedad y textura del suelo durante la labranza son muy importantes para la eficiencia del arado. La compactación y la oxidación de la materia orgánica es un problema particular debido a la gran fluctuación en el contenido de agua en los suelos (Fournier, 1975).

Foster (1990) manifiesta que un sistema apropiado de labranza es aquel que incorpora los residuos de cultivos y otros materiales orgánicos en la capa superior del suelo. Con la presencia de macro y microorganismos la materia orgánica tiene la capacidad de reforzar la disponibilidad de nutrientes y ayuda a obtener un suelo saludable.

Por labranza se entiende las varias manipulaciones mecánicas que se realizan en el terreno, a fin de proporcionar las condiciones más favorables para el establecimiento del cultivo. Un hecho antiquísimo representa la constatación de que las plantas nacen y producen mejor si el terreno es labrado o preparado; de tal manera, la operación de labranza del suelo se deben considerar como algo previsto en cualquier actividad agrícola propiamente dicha y como la base indispensable de la producción. El objetivo común de la labranza es el de constituir o mantener en el suelo las mejores condiciones de habitabilidad para las plantas cultivadas, modificando una o más propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo (Romero, 1991).

El arado es utilizado en la mayoría de granjas para crear un ambiente apropiado que permite el adecuado desarrollo de los cultivos. Se requiere de un buen manejo, así como la incorporación de abonos verdes y/o residuos orgánicos de origen vegetal y animal, por lo tanto, una labor apropiada de labranza debe promover el movimiento libre del aire (dióxido de carbono, oxígeno y nitrógeno) y del agua a través del suelo, para facilitar el proceso biológico dentro del mismo (Suquilanda, 1996).

La FAO (1998) exhorta a labrar menos la tierra para detener la erosión de los suelos, ya que indica que "Arar puede perjudicar los suelos", así lo ha estado afirmando durante muchos años una minoría de agrónomos y la FAO actualmente se suma a la

exhortación a reducir drásticamente la labranza para detener la degradación de las tierras en todo el mundo, por cuanto con la invención de los tractores, se incrementó la labranza y los agricultores comenzaron a pensar que mientras más se arase la tierra, los rendimientos serían mayores. La verdad es que a mayor labranza, la erosión y la degradación de los suelos aumentan, sobre todo en las zonas calientes donde la capa superior del suelo es más delgada. Los métodos comunes de labranza que se utilizan actualmente producen una grave pérdida de suelos y desertificación en muchos países y se calcula que cerca del 40 % de la degradación de las tierras en todo el mundo se debe a la erosión de los suelos.

Por esta razón la FAO ha lanzado una impresionante advertencia a todos los agricultores: “Hay partes de América Latina y de África que podrían quedar inutilizables si los agricultores no modifican sus prácticas. Cada vez que estos aran las tierras para eliminar las malas hierbas el suelo se vuelve más vulnerable a la erosión y su estructura se destruye. El arado común con tractores y roturadores compactan el suelo y lo degradan desde el punto de vista físico, afectando indirectamente la parte biológica. Incluso los sistemas de tracción animal, aunque en menor grado, erosionan la tierra. Siendo necesario modificar drásticamente la forma en que se labran hoy las tierras”.

En 1992 se creó en América Latina la RELACO, una red que fomenta la labranza ecológica, y actualmente hay más de 14 millones de ha de tierras agrícolas sin labrar, donde solo se interviene en la tierra donde se siembran las semillas. Una de las herramientas creadas especialmente con este propósito es el arado de cincel.

De acuerdo con el experto de la FAO José Benítez del Servicio de Recursos, Manejo y

Conservación de Suelos, los suelos de los países tropicales normalmente no requieren labranza. La forma de surcar más conveniente es la ecológica, siembra directa (labranza mínima o reducida) que deja una capa protectora de follaje y tallos de la cosecha anterior en la superficie. Esta capa protege la superficie del suelo del calor, el viento y lluvia, y mantiene el suelo más fresco, además de que reduce la pérdida de humedad por evaporación.

C. CERO LABRANZA

Primavesi (1984) indica que el laboreo excesivo del suelo contribuye a que se acelere el proceso de erosión, y produzca además otros daños tales como la compactación y pérdidas indebidas de la humedad del suelo. La labranza cero, es el método de sembrar cultivos sin realizar la preparación de la cama de siembra y sin disturbar el suelo excepto lo necesario para poder colocar las semillas en el suelo a la profundidad deseada, la cual permite que todos los residuos del cultivo sean retenidos en la superficie del suelo y cuando estos están presentes en cantidades adecuadas, proveen un excelente control de la erosión, tanto por la acción del agua como por la del viento. A pesar de existir una pequeña reducción de residuos superficiales debido a su descomposición, meteorización, incorporación por la fauna del suelo, transporte por agua y aire, etc.; generalmente permanece una cantidad suficiente de residuos para proteger el suelo de la erosión hasta que se establezca bien el otro cultivo.

Según esta forma de labranza cero, luego de realizar la cosecha se dejan en el suelo todos los residuos de la cosecha anterior (rastreo), en el mismo terreno y se procede a la siembra nuevamente. La idea es que los microorganismos del suelo puedan seguir realizando sus interacciones sin que exista interrupción, y que se realicen las

prácticas de descomponer los rastrojos, aflojar el suelo, mantener la humedad. Esta práctica solo puede funcionar en suelos que aún conservan su fertilidad; no en los que están en proceso de degradación (Duran y Ocaña, 1997).

El suelo se considera como un sistema biológico formado por diversos componentes, arreglados y distribuidos en forma específica que le otorgan su estructura característica, este sistema se mantuvo balanceado en la naturaleza hasta que el hombre comenzó a remover el suelo y cultivarlo y someterlo a la acción de los elementos de labranza. Muchas de las áreas desérticas de la tierra fueron creadas por el hombre como consecuencia del uso indebido de los suelos y de los implementos utilizados en la labranza de los mismos (Córdova, 1998).

Clarín Digital (1998), reporta las siguientes recomendaciones para iniciarse en labranza cero en suelos degradados:

- Iniciar con cultivos que produzcan gran cobertura (trigo de ciclo largo, maíz o sorgo, bien fertilizados).
- Si existieran compactaciones subsuperficiales (pisos de arado), es conveniente que para el primer cultivo se utilice cincel o escarificador a fin de romper la capa compactada.
- Mantener en el tiempo una secuencia de cultivos con alta proporción de gramíneas (trigo, maíz o sorgo).
- Aplicar fertilizantes no solamente para la obtención de respuestas económicas (subdosis), sino para producir grandes volúmenes de materia orgánica y elevar gradualmente los contenidos de nutrientes en el suelo.
- Tomar todas las precauciones para evitar la compactación con el tránsito de

maquinarias. Ello implica no realizar operaciones con excesiva humedad, evitar el tránsito de las tolvas en la cosecha, usar neumáticos anchos de baja presión y, en general, planificar el tránsito por las mismas zonas (tráfico controlado).

- Los lotes degradados suelen tener alta infestación de malezas perennes. Se requiere un programa de control cuidadoso antes de iniciar la siembra directa y durante los primeros años de la misma.

D. LA MECANIZACIÓN

Por lo general los pequeños y medianos agricultores con el único propósito de acelerar la preparación de sus tierras para la siembra de los cultivos, utilizan maquinaria agrícola a mediana escala, sin medir la consecuencia que trae consigo el uso inadecuado de este sistema de laboreo del suelo, debido en especial a la topografía irregular de la sierra ecuatoriana (Cáceres, 1988).

La mecanización puede reducir el trabajo de las personas que se dedican a las tareas agrícolas. Si bien, todos los factores relacionados para la amplia mecanización de la agricultura, como el adecuado mantenimiento y reparación de la maquinaria, no se encuentran presentes, es posible que se produzca un fracaso agrícola. Igualmente, si la mano de obra desplazada por la mecanización, no pueden encontrar empleo en otra parte las condiciones no mejoraran para muchas personas (USDA, 1973).

Para que la mecanización tenga éxito, se requieren ciertos cambios internos del país en desarrollo, pues las máquinas que se importan, con frecuencia son demasiado complejas y los agricultores carecen de adiestramiento en su funcionamiento, sin olvidar que estas máquinas no se adaptan a las condiciones locales (Hopfen, 1980).

Para que la mecanización sea eficaz, se requiere un buen abastecimiento y organización de mantenimiento, siendo indispensable disponer de un surtido completo de piezas de repuesto, se necesita además investigación sobre prácticas agrícolas apropiadas en el uso de la maquinaria (PROCOSA, 1993).

Existe maquinaria para reducir la labranza del suelo antes de la siembra. Estas máquinas fueron diseñadas como resultado de experimentos exitosos en los cuales se observó que no solo es posible proteger al suelo reduciendo su labranza, sino que también mantienen o aumentan los rendimientos de los cultivos (Sims, 1981).

El uso de la maquinaria agrícola se hace nocivo cuando se utiliza el tractor en el mismo sentido de la pendiente, ya sea por facilidad o en otros casos porque es la única manera de realizar el laboreo del suelo. Se realiza el laboreo desde la parte inicial de la pendiente, siguiendo pendiente abajo, originando la erosión mecánica y dejando los surcos en la misma dirección de la pendiente como ideales caminos por donde el agua bajará erosionando al suelo en forma acelerada (COMSA, 1981).

E. ABONOS ORGÁNICOS Y FERTILIZANTES QUÍMICOS

En la última década a escala mundial y bajo los principios biotecnológicos, se han estado introduciendo en la práctica agrícola, numerosos productos de origen animal, vegetal o microbiano, para sustituir en gran medida los productos químicos, abaratar la producción agrícola y reducir los riesgos de contaminación ambiental. El ingrediente activo por así decirlo de estos productos son restos o excreciones vegetales o animales, que con su acción, mejoran la nutrición de las plantas y estimulan su

crecimiento, con el consecuente incremento en los rendimientos agroindustriales, sin dañar en gran medida el equilibrio entre los componentes bióticos y abióticos de los agro ecosistemas. La aplicación de biofertilizantes a los cultivos es una estrategia importante para mejorar o preservar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos y por consiguiente su potencial agro productivo, a la vez se incrementa el nivel de sanidad y productividad del cultivo (Rodríguez, 1999).

Dentro de la agricultura deben emplearse diferentes fuentes alternativas tanto de origen animal (estiércol, orina y subproductos), vegetal (restos de plantas, abonos verdes) o microbiano (metabolitos o biomasa) para la nutrición de las plantas; pero deben conducirse experimentos sobre dosis, modo y momento de aplicación, en dependencia del tipo de suelo o planta y acompañarse de estudios sobre impacto ecológico para corroborar sus efectos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (FAO, 1995)

Padilla (2000), reporta que si se quiere obtener el máximo aprovechamiento de los cultivos no queda otro remedio que suministrarles los elementos que precisen para completar su nutrición; éste y no otro es el objeto de los fertilizantes. Además manifiesta que se considera abonos en general, aquellas sustancias químicas, minerales u orgánicas que contienen uno o varios de los elementos nutritivos que necesitan las plantas. Estos elementos nutritivos deben estar, por supuesto, en forma asimilable y en cantidad apreciable.

Grijalva (1995), argumenta que el mantenimiento de la fertilidad del suelo depende del empleo adecuado de fertilizantes y del manejo del cultivo. El propósito principal de la fertilización es aumentar el rendimiento, procurando minimizar el costo por unidad de

producción. Realizando aplicaciones de fertilizante de acuerdo a los requerimientos del cultivo en base al análisis de suelo; lo que permite el uso de fertilización mediante un manejo adecuado del cultivo.

En los agricultores existe la creencia de que al adicionar fertilizantes inorgánicos al suelo, este se vuelve adicto a estos, tornándose infértil, cuando no se realizan aplicaciones regulares del mismo. Esto es totalmente falso. El agricultor puede dejar de adicionar fertilizantes químicos cuando el lo desee, sin causar ningún perjuicio en la naturaleza misma del suelo. Y se puede decir que al manejar o integrar estos abonos inorgánicos con orgánicos se obtienen mejores resultados en el rendimiento de cultivos y en las propiedades del suelo (Desde el surco, 1996).

Además señala que está comprobado que la materia orgánica incorporada al suelo contiene elementos esenciales para el crecimiento de las plantas y mejora las condiciones físicas de este. Entonces porque no utilizar solamente los abonos orgánicos, obteniendo así un doble beneficio; más aún si estos cuestan menos que los fertilizantes químicos. Si bien es cierto el estiércol tiene un costo bastante bajo por unidad de peso, el de su aplicación puede ser alto y muchas veces antieconómico. Cuando comparamos los abonos orgánicos con los fertilizantes inorgánicos en iguales cantidades de nutrientes aplicados los resultados en el rendimiento de los cultivos son similares, con la diferencia de que para lograr una paridad entre uno y otro se requiere pocos quintales de inorgánicos y algunas toneladas de orgánicos.

1. **Materia orgánica**

De acuerdo con Fomenta (2000), materia orgánica son todos los residuos de origen

biológico en diferente grado de descomposición. Un suelo típico cultivado contiene un 2 a 5% de materia orgánica por peso. A pesar de esta proporción minúscula, las aplicaciones constantes juegan un rol clave en mantener y mejorar la capacidad productiva sostenible del suelo, por lo que de la materia orgánica se obtienen los siguientes beneficios:

a. Mejoramiento de la condición física del suelo

El humus ayuda a la formación de los agregados de los suelos que producen una estructura granulada, aumenta la infiltración de agua, la aireación y reduce la erosión. Además el humus facilita la labranza y el enraizamiento del cultivo, también regula la temperatura del suelo (evita cambios bruscos de temperatura) y mejora la capacidad de retención de agua.

b. El mejoramiento de la fertilidad del suelo

El mejoramiento de la fertilidad se obtiene por medio de:

- La materia orgánica como fuente de nutrientes, es rica en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y otros nutrientes, que se liberan paulatinamente.
- La acción del humus aumenta la disponibilidad del fósforo en el suelo, pues la mayor parte de este nutriente se encuentra en forma de compuestos insolubles.
- Se reduce el lixiviado de nutrientes, ya que el humus posee una alta carga negativa que actúa como imán, al retener los nutrientes de carga positiva como son el nitrógeno amónico, potasio, calcio y magnesio; es decir, la materia orgánica incrementa la capacidad de intercambio catiónico del suelo.

- Estimulante de la vida biológica benéfica del suelo, por cuanto las lombrices terrestres y muchos tipos de insectos y microorganismos principalmente bacterias, hongos y actinomicetos, desempeñan funciones benéficas como la descomposición, formación de humus, fijación de nitrógeno y control biológico.

c. Cómo aprovechar al máximo la materia orgánica

La nueva estrategia para aprovechar la materia orgánica contiene las siguientes acciones:

1. Continuar con la práctica de no quemar la vegetación del suelo.
2. Agregar varias clases de materia orgánica, como residuos vegetales y estiércol.

Existen dos clases de residuos con distintos beneficios:

- Los residuos suculentos y frescos son los abonos verdes entre los que tenemos la mezcla avena-vicia y en la actualidad pueden ser utilizados como abonos verdes los residuos de la cosecha en tierno de fréjol, habas, arveja, vainitas, etc.; estos residuos liberan sus nutrientes y estimulan a los organismos benéficos del suelo. Por otra parte, un mulch de estos materiales es de corta permanencia, debido a la rápida descomposición y la baja producción de humus.
- Los residuos maduros y fibrosos, como rastrojos de maíz y sorgo, son bajos en nitrógeno pero altos en lignina. Un mulch de tales residuos permanece mucho más tiempo, gracias a su alto contenido de lignina, que a la larga formará más humus que los tipos suculentos.

3. Promover la conservación y renovación continua de la materia orgánica, haciendo aplicaciones seguidas de las dos clases de residuos, para favorecer el crecimiento y sanidad de los cultivos.

2. Fertilización química

Ruiz (1976) indica que el uso de fertilizantes debe estar de acuerdo con las recomendaciones emanadas por un análisis de suelo. La aplicación de fertilizantes al voleo no es una práctica recomendable, ya que puede ser aprovechado también por las malezas; la dosis total de fósforo (P) y potasio (K), debe aplicarse en banda, al momento de la siembra abajo de la semilla y ligeramente a un lado del surco. La fertilización nitrogenada constituye un medio determinante para estimular el crecimiento abundante de las plantas y sus rebrotes, lo cual se ve reflejado en el aumento del rendimiento de semilla.

White y Cooper (1975) citados por Padilla (2000), señalan que la aplicación de fertilizantes nitrogenados debe ser fraccionada para evitar las pérdidas por lavado o arrastre; una parte se aplica a la siembra y el resto en dos o más fracciones dependiendo del ciclo vegetativo del cultivo.

Según Fomenta (2000), el uso de fertilizantes nitrogenados en leguminosas afecta negativamente la nodulación (número y peso de nódulos) y en consecuencia, la fijación de nitrógeno. La magnitud de este efecto depende de:

- El nitrógeno disponible en el suelo;
- El tipo, dosis, época y forma de aplicación del fertilizante nitrogenado;

Juscafresa (1983) manifiesta que el fósforo, después del nitrógeno, es uno de los elementos más importantes para fomentar el vigor, crecimiento y desarrollo de las plantas.

Según Gross (1986), una deficiencia de fósforo se manifiesta con un retraso del crecimiento, fecundación defectuosa, movimiento anormal de las reservas, retraso de la maduración, presenta un follaje de color verde oscuro, casi azulado y por el amarillamiento y secado de la punta de hoja, estas presentan una ondulación característica. Los iones fosfóricos son capaces de recibir energía luminosa captada por la clorofila y transportarla a través de la planta. El ácido fosfórico es uno de los fertilizantes más importantes para el agricultor debido a su interacción con el nitrógeno, actúa específicamente en la primera parte del crecimiento, del desarrollo radicular, en particular se ve favorecido por una buena disponibilidad de fósforo al principio del ciclo vegetativo.

En el Manual de fertilizantes del National Plant Food Institute (1984), se manifiesta que el fertilizante fosforado se presenta en la forma de pentóxido, óxido de fósforo y la planta lo absorbe en forma de ortofosfatos primarios y secundarios; las funciones del fósforo son las siguientes:

- Estimula la pronta formación de raíces y su crecimiento, debido a que favorece la división celular.
- Acelera la maduración
- Estimula la lozanía y ayuda a la formación de la semilla
- Le da vigor para el invierno a los granos sembrados en el otoño

En cambio, las deficiencias de fósforo determinan los siguientes síntomas:

- Hojas, ramas y tallos purpúreos de color violáceo; púrpura en el maíz.
- Produce enanismo en las plantas.
- Carencia de germinación en granos pequeños.
- Bajos rendimientos de frutos y semillas.

F. LAS PROPIEDADES DEL SUELO

Frecuentemente se indica que la práctica de cero labranza permite mantener el contenido de materia orgánica más alto que mecanizado, asociado con la materia orgánica está el fenómeno de la Capacidad de intercambio catiónico (CIC) que puede tener mayores valores sin labranza, además hay una relación entre el contenido de materia orgánica y la porosidad, permeabilidad y productividad del suelo. La acción de las lombrices que es mayor con cero labranza, contribuye a la mayor porosidad, permeabilidad, fertilidad e infiltración del agua en el suelo (Burgos, 1981).

En algunos casos se han citado cantidades mayores de varios nutrimentos en el suelo con cero labranza como fósforo, potasio, calcio y magnesio, y se atribuye mayores cantidades de nitrógeno después de 2 a 3 años de no labranza, a más de esto se observaron que el pH de algunos suelos con este sistema de labranza tiende a bajar. Aunque los cambios físicos del suelo son lentos y necesitan varios años para verificarse, ensayos realizados de 12 a 18 meses indican que la densidad aparente del suelo es menor a la porosidad, y el espacio poroso capilar fue mayor con cero labranza (Maldonado, 1980).

Con la cobertura vegetal que se deja sobre el suelo con cero labranza, se reduce la pérdida de agua por escurrimiento y se aumenta la infiltración, reduciéndose la pérdida por evaporación, lo que resulta en una mayor humedad del suelo, a la vez se reduce la erosión hídrica y eólica.

Esta mayor humedad en el suelo frecuentemente es la causa de mayores rendimientos. Con mayor humedad en la superficie del suelo, existe un desarrollo de raíces laterales superficiales las cuales aprovechan mejor los fertilizantes incluyendo el fósforo que se hace soluble y es entonces absorbido en mayor cantidad por la planta (Shenk, 1983).

G. EL CULTIVO DE LENTEJA

1. Antecedentes

Este cultivo en el país genera alimento e ingresos económicos a pequeños, medianos y grandes agricultores, que tratan de satisfacer la demanda interna y externa, de consumidores de grano seco, tierno o de productos de la agroindustria artesanal o convencional. El INIAP a través de sus programas locales de investigación y del Programa Nacional de Leguminosas, considerando la importancia económica, ecológica y social de estos rubros para el desarrollo sostenible del país y en cumplimiento de su misión, ha generado mediante la investigación participativa, muchas tecnologías, acordes a las necesidades del mercado y de los clientes (Villasis,1991).

2. Características botánicas

InfoAgro (2000) indica que la lenteja (*Lens culinaris L*), es una planta anual y herbácea, con tallo débil, corto y ramificado. Tiene las hojas paripinnadas, con zarcillos; los folíolos son pequeños, ovales y alargados. Las flores están en racimos axilares de color blanquecino. Las vainas aplastadas, anchas y cortas. Normalmente cada una tiene dos semillas, y terminan en un corto apéndice en forma de gancho. Las lentejas principalmente son utilizadas para la alimentación humana por tener un 25% de proteínas aproximadamente y un alto contenido en hierro, aunque también se pueden aprovechar como forraje en estado verde. La paja luego de la cosecha también se utiliza como forraje o fuente de abono orgánico.

3. Exigencias del cultivo

InfoAgro (2000), señala que el cultivo de la lenteja presenta las siguientes exigencias:

- La lenteja es un cultivo de invierno en aquellas áreas donde los inviernos son suaves; si los inviernos son extremadamente duros se cultiva en primavera. En general, la planta está adaptada para climas frescos.
- La temperatura óptima de germinación se sitúa entre los 15 y 25 °C, siendo más lenta a más baja temperatura. Es más segura y rápida la emergencia cuando la siembra se hace a profundidades de 4-5 cm y se obtiene mayor producción de materia seca que con otras siembras más superficiales o más profundas.
- Por lo general, los suelos con buenas aportaciones de materia orgánica y

abundancia de óxido de hierro, dan lentejas de mejor calidad.

- Prefiere suelos sueltos y profundos, perjudicándole bastante el exceso de humedad.
- Si el terreno es demasiado fértil se producirá un excesivo desarrollo de la planta en detrimento de la fructificación.
- La lenteja por lo general es un cultivo de secano, aunque se ha demostrado que con los riegos, las áreas foliares y la producción de materia seca aumentan.
- La producción, sin embargo es sensible al exceso de agua, produciendo una merma en la producción. El momento crítico de crecimiento más importante en la lenteja para las necesidades de agua es la floración, y un retraso de esta agua produce reducción de la cosecha.
- Las lentejas toleran bien la sequía, pero tienen limitada la tolerancia a la salinidad cuando sobrepasa los 5 mmhos/cm. A partir de esta conductividad empieza a haber reducción en la producción de materia seca.

4. Fertilización

La fertilización se realiza de acuerdo al análisis de suelo, pero por lo general en las zonas donde no se lo puede realizar y de acuerdo a las exigencias del cultivo se recomienda aplicar a la siembra 4 sacos/ha de 18-46-0; que corresponde a 36 y 92 kg/ha de N - P₂O₅, respectivamente (Villacís, 1991).

Tay y Vega (2000), indican que se debe aplicar Superfosfato triple en el surco de siembra debajo de la semilla, las cantidades utilizadas deben estar en función del análisis de suelo. Si no lo tiene, aplique al menos 160 kg/ha en suelos trumaos y 120

kg/ha en suelos rojos arcillosos. Debiendo inocularse la semilla siempre que en siembras anteriores de lenteja, haba, chícharo y arveja no se haya observado una buena nodulación.

En cambio, InfoAgro (2000) señala que el cultivo de la lenteja requiere del siguiente manejo de fertilización:

Una cosecha de lentejas de unas 2 tm de grano/ha puede consumir alrededor de 95-100 kg de nitrógeno por hectárea. Aproximadamente el 75% de las necesidades de N quedan con la fijación simbiótica del *Rhizobium*.

En España, la lenteja actualmente no se abona, aunque la opinión de algunos técnicos de Cuenca y Albacete es que sería buena una aportación de fósforo.

5. Combate de malezas

InfoAgro (2000), indica que la lenteja es susceptible a la competencia por malezas y la reducción del rendimiento a la cosecha puede llegar a ser cuantiosa, por lo que recomienda aplicar los siguientes herbicidas:

a. Contra gramíneas

Trialato: A dosis de 3-4 litros/ha. Presiembra o preemergencia. Controla avena loca y otras monocotiledóneas.

Quizalofop-etil: Se usa a dosis de 1,25-1,75 l/ha. Es sistémico.

Diclofop-metil-36: Se usa a dosis de 3 l/ha. Se utiliza en postemergencia del cultivo,

en cualquier momento de su ciclo biológico.

Fluazifop: Se utiliza en postemergencia precoz de las malas hierbas a dosis que no sobrepasen los 1,5 litros/ha.

Cicloxidim: Se utiliza a dosis de 2-4 l/ha. Es un herbicida sistémico de postemergencia respecto del cultivo y las malas hierbas.

b. Contra dicotiledóneas y algunas monocotiledóneas:

Benfluralina: Dosis siempre menores de 5,5 l/ha. Se utiliza en presembrado.

Metolaclo + prometrina: Se utiliza en postemergencia a dosis de 4-7 l/ha.

Prometrina: Se utiliza en preemergencia en dosis de 2-3 l/ha.

Trifluralina + linurón: Se utiliza en preemergencia del cultivo

Tay y Vega (2000), señalan que se pueden aplicar los siguientes herbicidas en el cultivo de la lenteja:

Pre-sembrado incorporado : Trifluralina. Controla malezas de hoja ancha y gramíneas

Pre-emergencia : Linurón, Simazina. Controla malezas de hoja ancha y gramíneas

Post-emergencia : Galant, Assure, Poast. Controlan sólo malezas gramíneas.

A nivel nacional Villasis (1991), señala que para el control de las malezas se puede aplicar las siguientes actividades:

Manual : Una deshierba y un medio aporque.

Químico : En preemergencia, aplicar 1 Kg de Afalon (Linuron) en 400 l de agua,

en suelo húmedo.

6. Combate de plagas

Villacís (1991) recomienda aplicar pesticidas solamente cuando el nivel de población de las plagas pueda causar daño al cultivo, así, para pulgón o áfidos (*Macrosphum sp.*), se debe usar Lorsban (Clorpirifos), 400 cc en 200 l de agua.

Según InfoAgro (2000), la principal plaga que ataca al cultivo de la lenteja es el Gorgojo (*Bruchus sp.*), efectuando la puesta sobre las legumbres en el campo y penetrando las larvas en el interior de los granos. Con los granos van los insectos al granero de donde salen de nuevo los adultos en primavera y se dirigen otra vez al campo. En el campo se les puede tratar con Rogor. En el granero se pueden tomar medidas preventivas como colocar telas metálicas en las ventanas para dificultar la salida de los adultos del granero en la primavera. También da muy buenos resultados tratar el granero con Fostoxín.

7. Combate de enfermedades

InfoAgro (2000), indica que de todas las leguminosas, las lentejas son las que menos se ven afectadas por las enfermedades. De todas maneras siempre pueden verse algo perjudicadas por la presencia de podredumbre de raíz, Mildiu, Roya o Ascochyta. Para roya, se puede utilizar Oxicarboxin, 200 g/200 l de agua (Villacís, 1991).

8. Zonas de cultivo

El cultivo de lenteja se halla distribuido en cinco provincias de la república del Ecuador;

Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura y Pichincha, debido a que presentan zonas aptas para el cultivo de esta leguminosa, destacándose en producción las provincias de Chimborazo, Bolívar y Cotopaxi, y en Chimborazo el cantón Alausí (INIAP, 1988).

9. Manejo del cultivo

Según el Manual Agrícola de Leguminosas (INIAP, 1998), los indicadores más importantes para zonificar y hacer que el cultivo de la lenteja presente los mejores resultados productivos, se requiere el siguiente manejo:

a. Siembra

Cantidad:	90 a 120 kg por ha (voleo)
Sistema:	monocultivo
Distancia entre surcos:	20 a 30 cm
Semillas por metro lineal:	30 (a chorro continuo)
Hileras por surco:	una

b. Fertilización

De acuerdo al análisis del suelo y a las exigencias del cultivo; si no se dispone del análisis del suelo, se recomienda una fertilización con 4 sacos de 18-46-0 por ha a la siembra (36 – 92 kg/ha de N – P₂O₅).

c. Riegos

El cultivo de lenteja es de temporal o secano. No resiste el exceso de precipitación. En áreas con disponibilidad de riego, el volumen de entrada (gasto) del agua no debe ser abundante. El riego debe hacerse con énfasis en floración y llenado de vainas.

d. Cosecha y trilla

La cosecha se la realiza en forma manual, especialmente cuando las condiciones ambientales son favorables, se hace una vez que el grano ha perdido humedad (16 a 18%), al cosechar se tiende en las eras que son pedazos de terreno limpio y se construyen parvas, la trilla se realiza especialmente con el uso de animales y aprovechando el viento, también trillan utilizando varas para golpear.

e. Rendimiento

El rendimiento de la lenteja oscila entre 600 y 1.200 kg/ha, esto dependiendo de la variedad, manejo, condiciones ambientales y tipo de cultivo, mientras que la producción nacional estimada a nivel rural es de 542 kg/ha (Villacís, 1991).

10. Requisitos indispensables para obtener buenos rendimientos

Tay y Vega (2000), señalan que para obtener buenos rendimientos en el cultivo de la lenteja, se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- No siembre en potreros que presentan gran cantidad de malezas o han estado por varios años sin cultivos. Estos potreros se caracterizan por tener una gran cantidad de malezas que dificultan la realización de un eficiente control aunque

se utilicen picas manuales o herbicidas.

- Uso de fertilización fosfatada en base al análisis químico del suelo.
- Control de malezas. Los herbicidas han demostrado ser más eficientes y económicos que las picas manuales.
- Use semillas de buena calidad de variedades de grano grande.
- No comercialice su lenteja revuelta, hágalo limpia y por calibres separados 6 y 7 milímetros, así se pueden obtener mejores precios.

11. Valor nutritivo de la lenteja

Según Villacís (1991), al citar a Box y Canadian, reporta que la lenteja presenta el siguiente valor nutritivo:

Humedad, %	12,50
Proteínas totales, %	25,00
Proteínas digestibles, %	19,10
Grasas, %	2,50
Extracto no nitrogenado, %	55,70
Celulosa, %	2,10
Cenizas, %	2.20
Calcio, %	0,08
Fósforo, %	0,30
Niacina, mg/kg	20,00
Riboflamina, mg/kg	2,20
Tiamina, mg/kg	3,70

H. CARACTERÍSTICAS DE LA LENTEJA VARIEDAD INIAP 406

Según el INIAP (1998), la variedad de lenteja INIAP-406 presenta las siguientes características:

1. Características generales

Hábito de crecimiento:	Semi erecta
Color de la flor:	Blanco con estrías lilas
Altura de la planta:	30 a 35 cm
Nº de semillas por vaina:	1 a 2
Tamaño del grano:	Mediano
Calibre del grano:	5 a 6 mm
Color del grano:	Crema amarillento
Forma del grano:	Redondeado
Peso de 100 semillas:	6.8 g
Porcentaje de proteína:	18 %
Rendimiento promedio:	1.000 kg/ha
Pisos altitudinales:	2.000 a 2.800 m de altitud

2. Ciclo vegetativo

Días a la emergencia:	5 a 7
Días a la floración:	58 a 65
Días a la madurez:	125 a 140

3. Reacción a enfermedades

Pudriciones radiculares:	Tolerante
Mancha de Ascoquita:	Tolerante
Roya:	Susceptible

4. Densidad y población de siembra

La densidad de población varía de acuerdo al método de siembra, pero se ubica entre 60 y 90 kg de semilla por hectárea. El programa de Leguminosas recomienda la siembra en hileras separadas entre sí a 25 y 40 cm.

5. Manejo del cultivo

Para un mejor aprovechamiento de las cualidades de esta variedad se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Selección del terreno apropiado
- Fertilización de acuerdo al análisis del suelo
- Buena preparación del suelo
- Desinfección de la semilla
- Época adecuada de siembra
- Control químico de malezas o deshierbas oportunas
- Control de plagas y enfermedades
- Cosecha oportuna

IV. **MATERIALES Y MÉTODOS**

A. **CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL**

1. **Localización**

El presente trabajo de investigación se realizó en los terrenos del predio denominado Yocón, perteneciente a la parroquia Sibambe, cantón Alausí, provincia de Chimborazo, ubicada a una altitud de 2.456 m.s.n.m., 2° 11' 47" de Latitud Sur y 78° 50' 45" Longitud Oeste.

a. **Condiciones climáticas***

Temperatura media anual:	14 °C
Precipitación media anual:	428 mm
Humedad relativa:	73,2 %

b. **Clasificación ecológica**

Según Cañadas (1983) la zona corresponde a la formación ecológica estepa espinosa-Montano Bajo (ee-MB).

* INHAMI Anuarios meteorológicos

c. Características del suelo**Físicas:**

- Textura: Franco limoso
- Estructura: Migajosa bloques subangulares
- Topografía: Ligeramente inclinada
- Pendiente: 15 - 25 %
- Drenaje: Bueno
- Riego: No existe
- Cultivo anterior: Trigo

Químicas**

- Nitrógeno: 8.15 ug/ ml (Bajo)
- Fósforo: 19.76 ug/ ml (Medio)
- Potasio: 164 ug/ ml (Alto)
- pH: 6.47 (Ligeramente ácido)
- Materia orgánica: 2.0 % (Bajo)

2. Material experimental

- Semillas de lenteja variedad INIAP-406, precoz (grano crema)
- Fertilizante químico (18-46-0)
- Abono orgánico (estiércol bovino)

** Dpto. de suelos de la Facultad de Recursos Naturales-ESPOCH

B. METODOLOGÍA

1. Factores en estudio

Sistemas de labranza (Factor A).

- Labranza convencional con tractor agrícola; arado y rastra (A1).
- Cero labranza (A2).

Fertilización (Factor B).

- Fertilización química, 200 kg/ha de 18-46-0 a la siembra (B1).
- Fertilización orgánica, 10 t/ha de abono orgánico bien descompuesto (B2).
- Testigo, sin fertilizante (B3).

2. Tratamientos experimentales

En el cuadro 1 se reportan los tratamientos estudiados según los factores de estudio.

Cuadro 1. Tratamientos en estudio

Nº tratamientos	Factor A Sistema de Labranza	Factor B Fertilización	Código
1	Convencional	Química	A1B1
2	Convencional	Orgánica	A1B2
3	Convencional	Sin fertilización	A1B3
4	Cero	Química	A2B1
5	Cero	Orgánica	A2B2
6	Cero	Sin fertilización	A3B3

3. Diseño experimental

Las unidades experimentales se distribuyeron bajo diseño de Bloques Completos al Azar, en un arreglo de parcelas divididas, con 4 repeticiones cada uno. El diseño de los tratamientos fue un factorial 2x3, para los factores labranza y fertilización, respectivamente.

4. Características de la unidad experimental

Forma	: Rectangular
Área total del ensayo	: 1800 m ² (45 m x 40 m)
Área total de la parcela grande	: 212 m ²
Área neta de la parcela grande	: 168 m ²
Área total de la parcela pequeña	: 53 m ²
Área neta de la parcela pequeña	: 42 m ²
Distancia de calles entre bloques	: 3 m
Distancia de calles entre parcelas	: 2 m
Longitud del surco	: 20 m

5. Esquema del Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad
Bloques	3
Factor A (Sistema de Labranza)	1
Error A	3
Factor B (Tipo de fertilización)	2
A X B (Interacción)	2
Error B	12
TOTAL	23

6. Análisis estadístico y pruebas de significación

Los resultados experimentales fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de Varianza (ADEVA)
- Coeficiente de variación, %
- Comparación de medias de acuerdo a la prueba de significación de Tukey al nivel de $P \leq 0.05$

7. Métodos de evaluación y datos a registrarse

Las observaciones se las realizó dentro de la parcela neta, evaluándose las siguientes variables:

a. **Evaluación agronómica del cultivo**

- Porcentaje de emergencia, se evaluó a los 15 días de realizada la siembra, dentro de la parcela neta.
- Tiempo a la floración, se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 % de plantas presentaron esta condición.
- Tiempo a la madurez fisiológica, se contabilizó el número de días transcurridos desde la siembra hasta la maduración y cosecha de las plantas.
- Altura de la planta a la madurez fisiológica, medida en cm desde la base del tallo al ápice.

- Número de vainas por planta, se contabilizó el número de vainas de 10 plantas de la parcela neta.
- Largo de la vaina, con una regla graduada en cm se midió el largo de cada una de las vainas
- Semillas por vaina, se contabilizaron el número de semillas por vaina
- Peso de 1000 semillas, mediante la balanza analítica se pesó muestras de 1000 semillas por cada tratamiento y repetición.
- Rendimiento del cultivo, se estableció el rendimiento en kg por parcela neta y se transformó a kg/ha

b. Caracterización físico - química de los suelos

Esta caracterización se la realizó al inicio y al final de la investigación, lo cual permitió determinar los cambios que se operaron por efecto de los sistemas de labranza y fertilización al suelo.

Análisis físico de los suelos

No.	Determinación	Método
1	Textura	Hidrómetro de Bouyoucos
2	Estructura	Savinov
3	Color	Tabla de colores Munsell
4	Estabilidad estructural	Estabilidad de los agregados al agua
5	Consistencia	Kohnke
6	Densidad aparente	Picnómetro
7	Compactación	Penetrómetro
8	Infiltración	Anillos concéntricos

Análisis químicos del suelo

Determinación	Método
PH	Potenciométrico, relación suelo agua 1:2, 2.5
Materia orgánica	Ignición
Nitrógeno total	Modificado de Kjeldahl
Fósforo (P)	Olsen Modificado, extracción con bicarbonato de sodio
Potasio (K)	Determinación por absorción atómica
Carbono total	Wackley – Black
CIC	Determinación por Absorción atómica. Extraer con acetato de amonio 1N a pH 8.2
Bases cambiables (K, Ca, Mg)	Determinación por Absorción atómica.
Relación C/N	Relación carbono orgánico y Nitrógeno total

c. Evaluación económica

Se realizó el análisis de presupuesto parcial según el CIMMYT (1988).

8. Manejo del experimento

Previo a la instalación del experimento se tomaron muestras de suelos para su caracterización física y química.

a. Preparación del terreno

En el sistema de labranza convencional (tractor), se utilizó la labranza tradicional que se practica en la zona y que consiste en realizar 2 pasadas del arado de 4 discos, 1 pasada de rastra de 24 discos y una cruz en las parcelas correspondientes.

Mientras que la labranza cero se la realizó sin disturbar el suelo, para realizar la siembra y la fertilización se utilizó un espeque de hierro con doble punta, lo cual permitió hacer dos hoyos el uno para depositar las semillas y el otro para depositar los fertilizantes a un costado. Al momento de la preparación del suelo, el porcentaje de humedad del mismo fue de 14,98%.

b. Fertilización

La fertilización se la realizó antes de efectuar la siembra; para el caso de la labranza convencional, la fertilización se incorporó al pasar la rastra utilizando 200 kg./ha de fertilizante químico 18-46-0, de acuerdo al análisis del suelo, mientras que el abono orgánico (estiércol bovino) se incorporó directamente al suelo 10 t/ha, que corresponde a: 0,28kg.N/ha; 11,26kg.P/ha; 249,60kg.K/ha; 45kg.Ca/ha; 47kg.Mg/ha.

Mientras que para el caso de labranza cero se la realizó al mismo tiempo de la siembra, utilizando 10 t./ha de estiércol bovino bien descompuesto en el caso del abono orgánico y de 200kg./ha de fertilizante químico 18-46-0 para el caso de la fertilización química, mientras que en las parcelas testigo no se realizó esta labor.

c. Siembra

La siembra para el caso de labranza convencional se la realizó como es costumbre en la zona, en hileras, separadas entre si a 25 cm, utilizando 100 kg./ha de semilla, y para el caso de cero labranza se depositó los fertilizantes y las semillas en la forma como se indicó anteriormente, utilizando la misma cantidad y distancia de semilla para los dos sistemas de labranza.

d. Combate de malezas

En todo el ciclo de cultivo se realizó una deshierba manual y un medio aporque para el caso del sistema de labranza convencional, mientras que para el sistema que corresponde a labranza cero se realizó un control químico en preemergencia de malezas con la aplicación de Afalon (Linuron) en una solución de 1 kg en 400 litros de agua, en suelo húmedo.

e. Cosecha y trilla

La cosecha se la realizó manualmente una vez que el cultivo llegó a la madurez fisiológica comercial y la humedad del grano contenida era entre el 16 al 18 %, luego se procedió a la trilla utilizando animales.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

A. **COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE LA LENTEJA**

1. Porcentaje de emergencia

Las medias establecidas del porcentaje de emergencia de las plantas por efecto del tipo de fertilización empleado, así como por efecto de la interacción entre sistemas de labranza y tipo de fertilizante no existió influencia estadística, como se observa en el Cuadro 2 (ADEVA), mientras que las respuestas por los sistemas de labranza, fueron estadísticamente diferentes entre sí.

Cuadro 2. Análisis de varianza para porcentaje de emergencia en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización

F.V.	GI	C.M.
Bloques	3	12.577 ns
Factor A	1	68.344 *
Error	3	6.279
Factor B	2	73.811 ns
AB	2	13.261 ns
Error	12	34.519
Coeficiente de Variación		6.67%
Media general		88.11 %

ns: P>0.05

*: P<0.05

De acuerdo al Cuadro 3, la prueba de Tukey al 5 %, para sistemas de labranza empleados, determinó que con labranza cero se obtuvo el mayor número de plantas emergidas (89.8 %) a diferencia del sistema convencional que fue de 86.4 %; esto se

debe posiblemente a que con el laboreo convencional se contribuye a acelerar el proceso de erosión e incrementar la compactación y pérdida de la humedad del suelo; mientras que con labranza cero el suelo mantiene la humedad, que favorece los primeros estadios de desarrollo de las plantas.

Cuadro 3. Prueba de Tukey al 5 % para porcentaje de emergencia del cultivo de lenteja por efecto del sistema de labranza

SISTEMA DE LABRANZA	PORCENTAJE DE EMERGENCIA (%)
Convencional	86.4 b
Cero	89.8 a

2. Tiempo a la floración (días)

Los tiempos promedios de floración de las plantas de lenteja por efecto del sistema de labranza aplicado no influyó en el tiempo que requirieron las plantas para alcanzar la etapa de floración, así como también por efecto de la interacción entre sistemas de labranza y tipo de fertilizante (Cuadro 4), en cambio que por efecto de los tipos de fertilizantes empleados presentaron diferencias altamente significativas

En el Cuadro 5, de la prueba de Tukey al 5 %, de acuerdo a los tipos de fertilizantes, las plantas sembradas con fertilización orgánica presentan en un menor tiempo la floración (69 días), seguidas de las plantas que se las cultivo con fertilización química (75 días); mientras que las que requirieron de un mayor tiempo fueron las que no recibieron fertilización, lo que denota que las plantas se desarrollan mejor cuando se aplica fertilización orgánica, cuyos elementos nutricionales que se aportan son mejor aprovechados por la planta, para presentar un rápido desarrollo, que se aproxima al que señala el INIAP (1988), que es entre 58 a 65 días después de la siembra, en

cambio cuando se utiliza fertilización química este período es mayor y aún más sin fertilización.

Cuadro 4. Análisis de varianza para tiempo de floración (días) en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización

F.V.	GI	C.M.
Bloques	3	28.708
Factor A	1	30.375 ns
Error	3	37.819
Factor B	2	264.500 **
AB	2	31.500 ns
Error	12	31.722
Coeficiente de Variación		7.50 %
Media general		75 días

ns: P>0.05

** : P<0.01

Cuadro 5. Prueba de tukey al 5 % para tiempo de floración (días) del cultivo de lenteja por efecto de diferentes tipos de fertilización

TIPOS DE FERTILIZACIÓN	TIEMPO DE FLORACIÓN (DÍAS)
Química	75.1 b
Orgánica	69.4 c
Sin fertilización	80.9 a

3. Tiempo a la madurez fisiológica (días)

El tiempo a la madurez fisiológica en las plantas presentaron diferencias estadísticas por efecto de los factores evaluados, así como para la interacción (Cuadro 6).

De acuerdo al Cuadro 7, de la prueba de Tukey al 5 %, en la interacción sistema de labranza y tipo de fertilización, se observa que las plantas que recibieron labranza cero con fertilización orgánica fueron las que aprovecharon de mejor manera los nutrientes,

Cuadro 6. Análisis de varianza para tiempo a la madurez fisiológica (días) en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización

F.V.	Gl	C.M.
Bloques	3	66.042
Factor A	1	165.375 *
Error	3	15.486
Factor B	2	306.500**
AB	2	219.500*
Error	12	40.889
Coeficiente de Variación		5.03 %
Media general		127.125 días

*: P<0.05

** : P<0.01

pues se desarrollaron y alcanzaron la madurez fisiológica en un menor tiempo (117.00 días), seguidas en orden de importancia por las que recibieron un sistema de labranza convencional con los diferentes tipos de fertilización empleados que requirieron entre 123.25 días a 125.50 días con fertilización orgánica y sin fertilización, respectivamente, en cambio que la plantas que requirieron un mayor tiempo fueron aquellas que se cultivaron con labranza cero y fertilización química, que alcanzaron la madurez fisiológica a los 139.00 días después de la siembra, estas respuestas guardan relación al reporte del INIAP (1998), en el que se señala que las plantas de lenteja presentan la madurez fisiológica entre los 125 a 140 días, pero por encontrarse el menor tiempo con la utilización de fertilizante orgánico, se concuerda con lo que manifiesta Rodríguez (1999), quien señala que las excreciones animales, utilizadas como fertilizante mejoran la nutrición de las plantas y estimulan su crecimiento, con el consecuente incremento en los rendimientos agroindustriales, sin dañar el equilibrio entre los componentes bióticos y abióticos de los agro ecosistemas.

Cuadro 7. Prueba de Tukey al 5 % para tiempo de madurez fisiológica (días) del cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización

SISTEMA LABRANZA	TIPO FERTILIZACIÓN	TIEMPO MADUREZ FISIOLÓGICA (DÍAS)
Convencional	Química	124.750 c
Convencional	Orgánica	123.250 c
Convencional	Sin fertilización	125.500 c
Cero	Química	139.000 a
Cero	Orgánica	117.000 d
Cero	Sin fertilización	133.250 b

4. Altura de planta a la madurez (cm)

Las alturas que alcanzaron las plantas por efecto de los sistemas de labranza, así como para el tipo de fertilizante presentaron diferencias estadísticas, pero sin establecer influencia estadística para el efecto de la interacción (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis de varianza para la altura de las plantas (cm) en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización

F.V.	GI	C.M.
Bloques	3	23.331
Factor A	1	98.699 *
Error	3	8.855
Factor B	2	737.590 **
AB	2	48.629 ns
Error	12	15.605
Coeficiente de Variación		10.04 %
Media general		39.361 cm

ns: P>0.05

*: P<0.05

** : P<0.01

En el Cuadro 9, de la prueba de Tukey al 5 %, para sistemas de labranza las mayores

alturas alcanzadas fueron las sometidas a labranza cero (41.389 cm), no así por efecto de la labranza convencional, que alcanzaron una altura media de 37.33 cm, estableciéndose que la labranza cero favorece el desarrollo de las plantas.

Cuadro 9. Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las plantas (cm) del cultivo de lenteja por efecto del sistema de labranza

SISTEMA DE LABRANZA	ALTURA DE PLANTA (cm)
Convencional	37.333 b
Cero	41.389 a

En el Cuadro 10, de la prueba de Tukey al 5 %, para el efecto de los tipos de fertilización las mayores alturas de plantas se tienen con la aplicación de fertilización química y orgánica, 45.636 y 44.140 cm, respectivamente, en cambio la menor respuesta se registra cuando no se aplica fertilización (28.308 cm), por lo que estas respuestas ratifican lo señalado por Padilla (2000), en que si se quiere obtener el máximo aprovechamiento de los cultivos no queda otro remedio que suministrarles los elementos que precisen para completar su nutrición, este y no otro es el objeto de los fertilizantes, argumento que es corroborado por Grijalva (1995), quien indica que el mantenimiento de la fertilidad del suelo depende del empleo adecuado de fertilizantes y del manejo del cultivo, siendo el propósito principal de la fertilización aumentar el rendimiento, de ahí que las alturas de planta con la aplicación de fertilizantes superan a los que señala el INIAP (1988), que la planta presenta alturas entre 30 a 35 cm.

Cuadro 10. Prueba de Tukey al 5 % para la altura de las plantas (cm) del cultivo de lenteja por efecto de diferentes tipos de fertilización

TIPOS DE FERTILIZACIÓN	ALTURA DE LAS PLANTAS (cm)
Química	45.636 a
Orgánica	44.140 a
Sin fertilización	28.308 b

En el Gráfico 1 se observa las alturas de planta alcanzadas por efecto de los sistemas de labranza y el efecto del tipo de fertilizante utilizado.

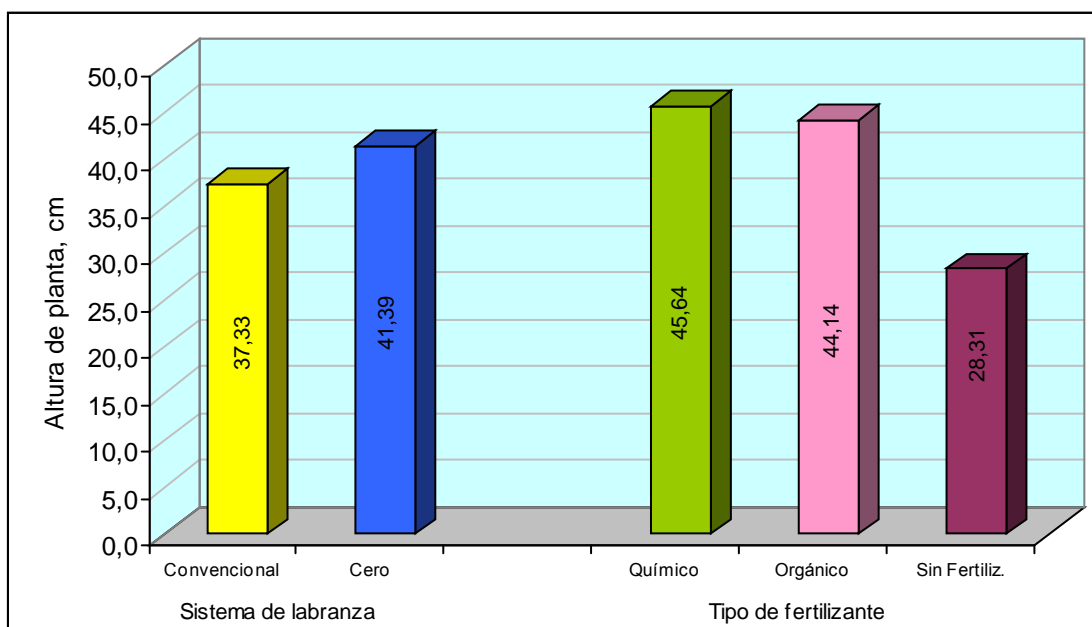


Gráfico 1. Efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización sobre la altura de plantas (cm) del cultivo de lenteja

5. Número de vainas por planta

El número de vainas por planta de lenteja no fueron diferentes estadísticamente entre sí por efecto de los sistemas de labranza; en cambio difieren estadísticamente por efecto del tipo de fertilizante, así como también por efecto de la interacción entre factores en estudio (Cuadro 11).

En el Cuadro 12, de la prueba de Tukey al 5 %, por efecto de los tipos de fertilizante, la mayor cantidad de vainas por planta se obtuvo con fertilización orgánica (15.560 vainas/planta), reduciéndose a 12.669 con la fertilización química y a apenas 11.266 cuando no se aplicó fertilización.

Cuadro 11. Análisis de varianza para número de vainas por planta en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización

F.V.	Gl	C.M.
Bloques	3	3.359
Factor A	1	0.138 ns
Error	3	0.631
Factor B	2	38.350**
AB	2	14.287 **
Error	12	1.155
Coeficiente de Variación		8.16 %
Media general		13.165 vainas/planta

ns: P>0.05

** : P<0.01

Cuadro 12. Prueba de Tukey al 5 % para número de vainas por planta del cultivo de lenteja por efecto de diferentes tipos de fertilización

TIPOS DE FERTILIZACIÓN	VAINAS POR PLANTA (Nº)
Química	12.669 b
Orgánica	15.560 a
Sin fertilización	11.266 c

En el Cuadro 13, de la prueba de Tukey al 5 %, para la interacción entre sistemas de labranza y tipo de fertilizante se obtiene las mejores respuestas cuando se utilizó fertilización orgánica con los sistemas de labranza cero y convencional, con 15.435 y 15.685 vainas/planta, respectivamente, en cambio que las menores respuestas se consiguieron cuando se aplicó el sistema de labranza convencional sin fertilización química (10.118 vainas/planta) y labranza cero con fertilización química (11.168 vainas/planta), lo que indica que al manejar o integrar abonos orgánicos se pueden obtener mejores resultados en el rendimiento de cultivos (Desde el Surco, 1996), además la materia orgánica incorpora al suelo los elementos esenciales para el crecimiento de las plantas y mejoran las condiciones físicas de éste.

Cuadro 13. Prueba de Tukey al 5 % para número de vainas por planta en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización

SISTEMA LABRANZA	TIPO FERTILIZACIÓN	VAINAS POR PLANTA (Nº)
Convencional	Química	14.170 ab
Convencional	Orgánica	15.435 a
Convencional	Sin fertilización	10.118 d
Cero	Química	11.168 cd
Cero	Orgánica	15.685 a
Cero	Sin fertilización	12.415 bc

En el Gráfico 2 se observa que el mayor número de vainas por planta de lenteja, correspondió al abono orgánico con los dos sistemas de labranza.

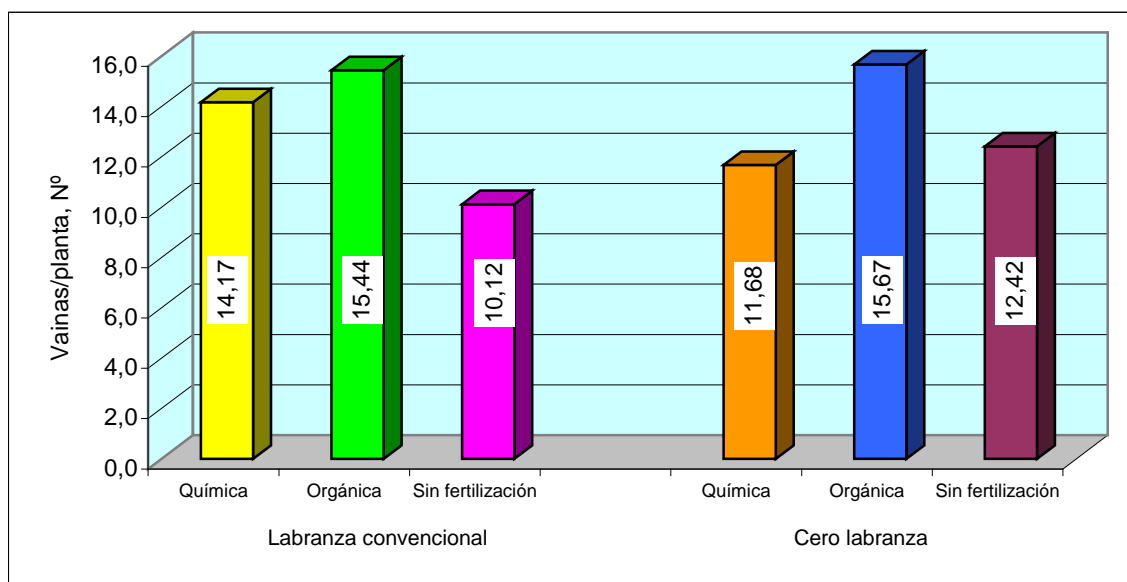


Gráfico 2. Efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización sobre el número de vainas por planta (Nº) del cultivo de lenteja

6. Largo de la vaina

El análisis de varianza del largo de la vaina de las plantas de lenteja no presentó diferencias significativas para los sistemas de labranza ni para la interacción entre sistemas de labranza y tipo de fertilizante, en cambio se registró influencia estadística por el efecto del tipo de fertilizante (Cuadro 14).

Cuadro 14. Análisis de varianza para largo de la vaina (cm) en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización

F.V.	GI	C.M.
Bloques	3	0.044
Factor A	1	0.840 ns
Error	3	0.158
Factor B	2	1.279 **
AB	2	0.341 ns
Error	12	0.146
Coeficiente de Variación		17.05 %
Media general		2.243 cm

ns: P>0.05

** : P<0.01

De acuerdo al Cuadro 15, de la prueba de Tukey al 5 %, por efecto del tipo de fertilizante empleado, el mayor largo de vaina se observa con la utilización del abono orgánico (2.654 cm), que es superior al efecto de la fertilización química (2.220 cm), mientras que el menor largo de la vaina (1.855 cm) se determinó en las plantas que no recibieron fertilización, lo que denota que la aplicación de biofertilizantes a los cultivos es una estrategia importante para mejorar o preservar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos y por consiguiente mejorar el potencial agro productivo (Rodríguez, 1999).

Cuadro 15. Prueba de Tukey al 5 % para largo de la vaina (cm) del cultivo de lenteja por efecto de diferentes tipos de fertilización

TIPOS DE FERTILIZACIÓN	LARGO DE LA VAINA (cm)
Química	2.220 ab
Orgánica	2.654 a
Sin fertilización	1.855 b

7. Semillas por vaina (Nº)

El análisis de varianza para el número de semillas por vaina no presentó diferencias significativas para ningún factor en estudio (Cuadro 16).

Cuadro 16. Análisis de varianza para número de semillas por vaina en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización

F.V.	GI	C.M.
Bloques	3	0.024
Factor A	1	0.003ns
Error	3	0.178
Factor B	2	0.188 ns
AB	2	0.168 ns
Error	12	0.125
Coeficiente de Variación		19.43 %
Media general		1.823 semillas/vaina

ns: $P > 0.05$

La media general del número de semillas por vaina (1.82) de las plantas de lenteja guarda relación con el reporte del INIAP (1988), en el que se establece que la variedad de lenteja INIAP-406, presenta de 1 a 2 semillas por vaina, por lo que el tipo de abono y sistema de labranza empleados no afectan la producción de número de semillas por vaina.

8. Peso de 1000 semillas (g)

Según el análisis de varianza del peso de 1000 semillas, no hay significancia para el sistema de labranza, pero si para tipos de fertilizante así como para la interacción entre sistemas de labranza con tipos de fertilizante empleados (Cuadro 17).

Cuadro 17. Análisis de varianza para peso de 1000 semillas (g) en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización

F.V.	Gl	C.M.
Bloques	3	12.690
Factor A	1	89.243 ns
Error	3	11.835
Factor B	2	1000.208 **
AB	2	313.528 **
Error	12	39.738
Coeficiente de Variación		11.32 %
Media general		55.680 g

ns: P>0.05

** : P<0.01

En el Cuadro 18, de la prueba de Tukey al 5 %, por efecto de los tipos de fertilizante, los mayores pesos de 1000 semillas corresponden a las obtenidas de las plantas que se aplicó fertilización orgánica y química (62.163 y 62.109 g/mil semillas), mientras que sin fertilización el peso es de 42.769 g para la misma cantidad, lo que denota que la utilización de abonos orgánicos e inorgánicos (químicos) pueden producir iguales resultados en el rendimiento de los cultivos, con la diferencia de que para lograr una paridad entre uno y otro se requiere poca cantidad de inorgánicos y algunos quintales de orgánicos, pero con la consideración que estos son de muy bajo costo (Desde el Surco, 1996).

Cuadro 18. Prueba de Tukey al 5 % para peso de 1000 semillas (g) del cultivo de lenteja por efecto de diferentes tipos de fertilización

TIPOS DE FERTILIZACIÓN	PESO DE 1000 SEMILLAS (g)
Química	62.109 a
Orgánica	62.163 a
Sin fertilización	42.769 b

Cuadro 19. Prueba de Tukey al 5 % para peso de 1000 semillas (g) en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización

SISTEMA LABRANZA	TIPO FERTILIZACIÓN	PESO DE 1000 SEMILLAS (g)
Convencional	Química	65.638 a
Convencional	Orgánica	53.400 b
Convencional	Sin fertilización	42.217 c
Cero	Química	58.580 b
Cero	Orgánica	70.925 a
Cero	Sin fertilización	43.320 c

De acuerdo al Cuadro 19, de la prueba de Tukey al 5 %, por efecto de la interacción entre sistemas de labranza y el tipo de fertilizante empleado, los mayores pesos de 1000 semillas, se obtienen con labranza cero y fertilizante orgánico (70.925 g), así como con labranza convencional y fertilización química (65.638 g/1000 semillas), en cambio los menores pesos de las semillas son de las plantas que no recibieron fertilización en los dos sistemas de labranza (convencional y cero), que registraron pesos de 42.217 y 43.320 g/1000 semillas, respectivamente, determinándose que la adición al suelo de los nutrientes necesarios para las plantas a través de los procesos de fertilización, independientemente del sistema de labranza que se aplique, favorecen el desarrollo de las plantas y grano de lenteja.

9. Rendimiento de grano

El análisis de varianza para rendimiento de grano por ha no presentó diferencias significativas para los sistemas de labranza, ni para la interacción entre sistemas de labranza y tipo de fertilizante, en cambio se registró influencia estadística por el efecto del tipo de fertilizante empleado (Cuadro 20).

Cuadro 20. Análisis de varianza para rendimiento de grano (kg./ha) en el cultivo de lenteja por efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización

F.V.	Gl	C.M.
Bloques	3	0.070
Factor A	1	0.353 ns
Error	3	0.036
Factor B	2	0.468 **
AB	2	0.007 ns
Error	12	0.058
Coeficiente de Variación		3.81 %
Media general		6.307 kg./ha

ns: $P > 0.05$

** : $P < 0.01$

En el Cuadro 21, de la prueba de Tukey al 5 %, por efecto de los tipos de fertilizantes, los mejores rendimientos de grano por ha se consiguen con fertilización orgánica y química (649.368 kg y 610.941 Kg./ha), mientras que sin fertilización es de 415.715 Kg./ha, lo que denota que cuando se fertiliza al cultivo de la lenteja los rendimientos son superiores a los obtenidos sin fertilizante, comportamiento que ratifica con lo que señala Padilla (2000), quien reporta que si se quiere obtener el máximo rendimiento de los cultivos se debe suministrar los elementos que precisen para completar su nutrición a través de la fertilización, estos elementos nutritivos deben estar, por supuesto, en forma asimilable y en cantidad apreciable. A pesar de que las respuestas de rendimientos se elevan con la aplicación de fertilización, estas son notoriamente inferiores a las que señala el INIAP (1998), que establece que la lenteja de la variedad INIAP-406, tiene un rendimiento de 1000 kg/ha, diferencias que pueden deberse a varios factores climáticos y de manejo del cultivo, que posiblemente influyeron en los resultados obtenidos.

Cuadro 21. Prueba de Tukey al 5 % para rendimiento de grano (kg/ha) del cultivo de lenteja por efecto de diferentes tipos de fertilización

TIPOS DE FERTILIZACIÓN	RENDIMIENTO GRANO (kg/ha)
Química	610.941 a
Orgánica	649.368 a
Sin fertilización	415.715 b

En el Gráfico 3 se observa que al utilizar fertilización sea química u orgánica se obtiene una mayor producción de lenteja que cuando no se aplica fertilización.

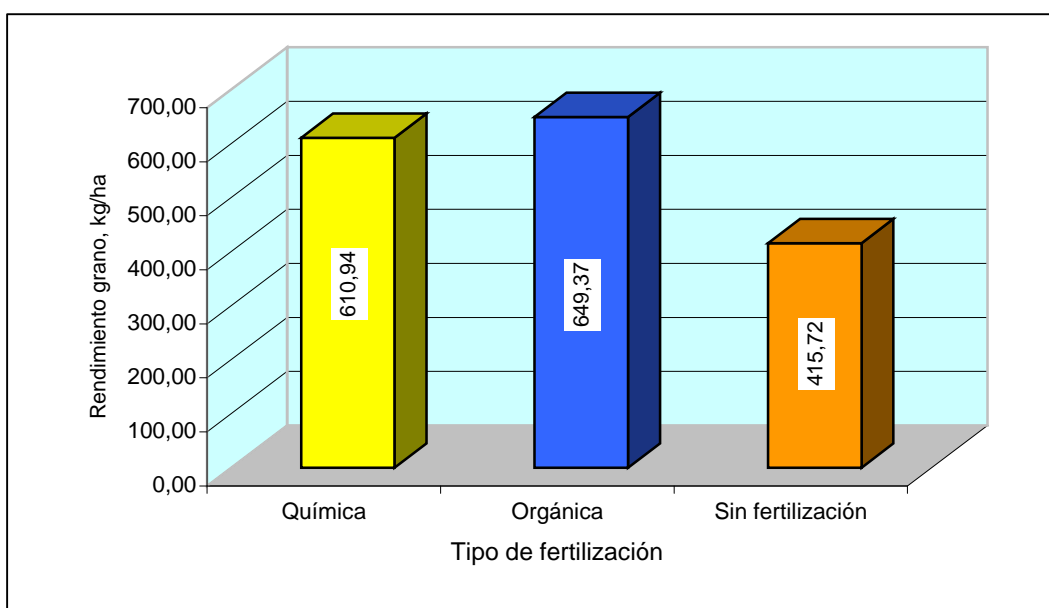


Gráfico 3. Efecto de diferentes tipo de fertilización sobre el rendimiento de grano (kg/ha) del cultivo de lenteja

En el Gráfico 4 se observa que al emplear la labranza cero numéricamente se alcanzó mayores rendimientos que al utilizar la labranza convencional, pues los valores establecidos fueron de 618.93 kg/ha frente a 485.90 kg/ha, respectivamente, aunque estas respuestas son estadísticamente diferentes.

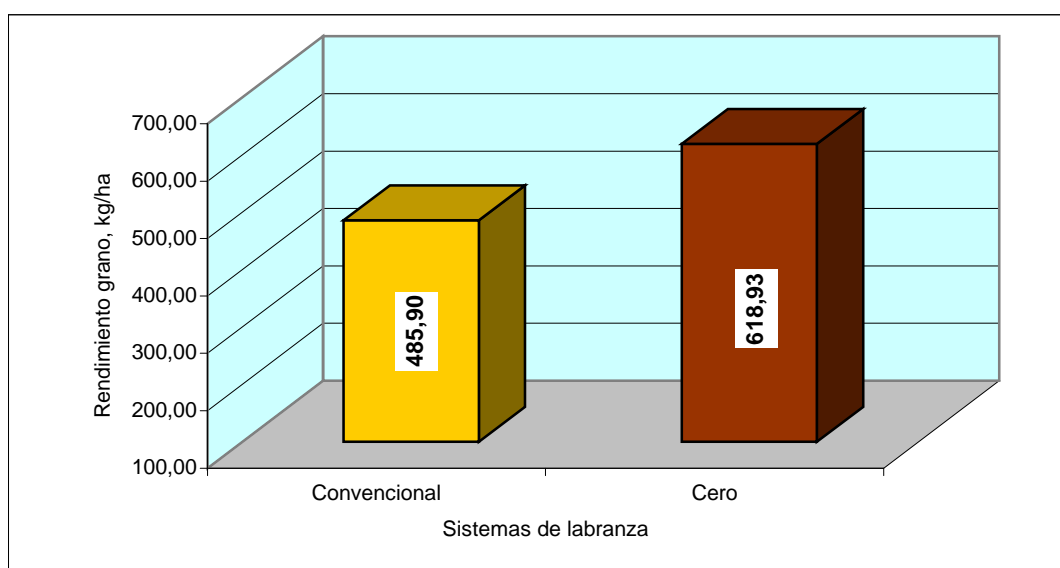


Gráfico 4. Efecto de diferentes sistemas de labranza sobre el rendimiento de grano (kg/ha) del cultivo de lenteja

B. ANÁLISIS FÍSICO DEL SUELO

1. Determinación de la textura, estructura y estabilidad estructural

De acuerdo con el análisis de la textura realizado en las muestras de suelos provenientes de los diferentes tratamientos (Cuadro 22), se determinó que la textura del suelo es franco limoso al inicio del experimento, para luego de realizada la cosecha presentar la misma textura cuando se aplicó tanto la labranza convencional como la labranza cero, con fertilización química, orgánica y sin fertilización; sin embargo estos suelos se encuentran en pendientes fuertes, por lo que al ser preparados con maquinaria agrícola, se produce erosión por labranza y el suelo removido queda expuesto a la erosión hídrica; por tanto, hay que considerar lo que señala FAO (1998), que exhorta a labrar menos la tierra para detener la erosión de los suelos y ha lanzado una impresionante advertencia a los agricultores: “Hay partes de América Latina y de África que podrían quedar inutilizables si los agricultores no modifican sus prácticas”.

Cuadro 22. Efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización en el cultivo de lenteja sobre la textura, estructura y estabilidad estructural del suelo

Sistemas labranza	Fertilización	Clase textural	Estructura	Estabilidad estructural
Estado inicial		Franco limoso	Bloques sub-angulares	Moderada
Convencional	Química	Franco limoso	Bloques sub-angulares	Débil a moderada
Convencional	Orgánica	Franco limoso	Bloques sub-angulares	Débil a moderada
Convencional	Sin fertilización	Franco limoso	Bloques sub-angulares	Débil a moderada
Cero	Química	Franco limoso	Bloques sub-angulares	Débil a moderada
Cero	Orgánica	Franco limoso	Bloques sub-angulares	Moderada
Cero	Sin fertilización	Franco limoso	Bloques sub-angulares	Moderada

Como la estructura y la estabilidad estructural dependen de la textura del suelo, en las muestras analizadas se pudo apreciar que en los tratamientos donde la textura es franco y franco limoso su estructura se mantuvo en bloques sub-angulares, mientras que la estabilidad estructural fluctuó de Débil - moderada a Moderada, lo cual se atribuye a la presencia de arena, limo y arcilla en cantidades más o menos equilibradas, lo que se debe a los contenidos altos de ceniza volcánica, la baja cantidad de limo y arcilla u otro material cementante como el sílice o carbonato de calcio, entre los principales.

2. Consistencia del suelo

En lo que se refiere a la consistencia del suelo (Cuadro 23), se realizaron determinaciones en tres estados de suelo: mojado, húmedo y seco, esto es, antes de la siembra el terreno presentó una consistencia en mojado de adherente a plástica, friable en húmedo y ligeramente duro en seco, características que se mantienen cuando se aplicó la labranza cero con la aplicación de fertilizantes orgánicos y sin fertilización, lo que concuerda en que la consistencia del suelo tiene una relación directa con la textura del suelo; mientras que al aplicar la labranza convencional, estas características tienden a cambiar de ligeramente adherente a ligeramente plástico, en mojado, muy friable en húmedo y blando en seco, por lo que se concluye que la labranza cero mantiene las consistencia del suelo, situación que concuerda con lo que manifiesta Shenk (1983), al señalar que la cobertura vegetal que se deja sobre el suelo con cero labranza, reduce la pérdida de agua por escurrimiento y aumenta la infiltración, reduciéndose la pérdida por evaporación, lo que genera una mayor humedad del suelo; a la vez se reduce la erosión hídrica y eólica. Esta mayor humedad en el suelo frecuentemente es la causa de mayores rendimientos. Con ma-

Cuadro 23. Efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización en el cultivo de lenteja sobre la consistencia del suelo

Sistemas labranza	Fertilización	CONSISTENCIA		
		MOJADO	HUMEDO	SECO
Estado inicial		Adherente a plástico	Friable	Ligeramente duro
Convencional	Química	Ligeramente adherente a plástico	Muy friable	Blando
Convencional	Orgánica	Ligeramente adherente a plástico	Muy friable	Suelto
Convencional	Sin fertilización	Ligeramente adherente a plástico	Muy friable	Suelto
Cero	Química	Ligeramente adherente a plástico	Muy friable	Blando
Cero	Orgánica	Adherente a plástico	Friable	Ligeramente duro
Cero	Sin fertilización	Adherente a plástico	Friable	Ligeramente duro

yor humedad en la superficie del suelo, existe un desarrollo de raíces laterales y superficiales, las cuales aprovechan mejor los fertilizantes incluyendo el fósforo que se hace soluble y es entonces absorbido en mayor cantidad por la planta.

3. Color del suelo

Al realizar la determinación del color en las muestras de suelo (Cuadro 24), por medio de la tabla de Munsell, se observó que antes del cultivo, la tonalidad del suelo fue de pardo oscuro en seco y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo, manteniéndose las características del color luego de la cosecha en las parcelas que no se aplicaron fertilización tanto con labranza convencional como labranza cero, igualmente cuando se aplicó abono orgánico con labranza convencional; en tanto que con la fertilización química el suelo presentó un cambio de color a pardo con los dos sistemas de labranza y a pardo grisáceo oscuro con la aplicación de abono orgánico con labranza cero, debiéndose este último aspecto a la presencia predominante de la materia orgánica proporcionada, la misma que no se mezcló por el tipo de labranza empleado, lo que corrobora con lo indicado por Oñate (1999), en que la aplicación de materia orgánica influye en la coloración del suelo, dándole una coloración pardo oscura.

El color del suelo en húmedo al inicio del experimento fue pardo grisáceo muy oscuro, manteniéndose esta apariencia luego de la cosecha cuando se aplicó la labranza cero sin fertilización; en cambio, cuando se aplicó los diferentes tipos de fertilización y sistemas de labranza los cambios de color del suelo fueron en su mayoría pardo muy oscuro, situación que se atribuye principalmente a los fertilizantes que se mezclaron con el suelo, dando la apariencia anotada, así como también a varios factores, sean estos físicos, químicos o biológicos que participaron en el cultivo de la lenteja.

Cuadro 24. Efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización en el cultivo de lenteja sobre el color del suelo (Tabla Munsell)

Sistemas labranza	Fertilización	COLOR	
		Seco	Húmedo
Estado inicial		10YR 4/3 Pardo oscuro	10 YR 3/2 Pardo grisáceo muy oscuro
Convencional	Química	10YR 5/3 Pardo	10 YR 2/2 Pardo muy oscuro
Convencional	Orgánica	10YR 3/3 Pardo oscuro	10 YR 2/2 Pardo muy oscuro
Convencional	Sin fertilización	10YR 3/3 Pardo oscuro	10 YR 2/2 Pardo muy oscuro
Cero	Química	10YR 5/3 Pardo	10 YR 2/2 Pardo muy oscuro
Cero	Orgánica	10YR 4/3 ² Pardo grisáceo oscuro	10 YR 3/1 Gris muy oscuro
Cero	Sin fertilización	10YR 4/3 Pardo oscuro	10 YR 3/2 Pardo grisáceo muy oscuro

4. Densidad real y aparente

En lo que se refiere a la densidad real y aparente (Cuadro 25), se observa que la densidad real del terreno antes de la siembra fue de 2.55 g/cc, y una densidad aparente de 1.38 g/cc, para luego de la cosecha de lenteja obtener valores inferiores al aplicar abono orgánico tanto con la labranza convencional como con labranza cero, presentándose densidades reales de 1.798 y 1.408 g/cc, respectivamente, y con densidades aparentes de 1.5 y 1.4 g/cc en el mismo orden, lo que se debe a lo indicado por Buckman y Bradi (1970), en que la materia orgánica modifica con frecuencia la forma originaria en una cierta extensión al formar un débil agregado; pero cuando se empleó la labranza convencional con fertilización química la densidad real del suelo se incrementó a 2.127 g/cc.

En el Gráfico 5 se observa que la densidad del suelo se eleva cuando se utiliza la labranza convencional, esto provoca disminución de la infiltración del agua de lluvia y por consiguiente produce un mayor escurrimiento superficial, incrementando de esta manera la erosión hídrica del suelo, lo que conlleva a una degradación del suelo, situación que concuerda con Maldonado (1980), quien señala que los cambios físicos del suelo son lentos y necesitan varios años para verificarse, indica además que en ensayos realizados de 12 a 18 meses la densidad aparente del suelo es menor a la porosidad, y el espacio poroso capilar fue mayor con cero labranza.

Cuadro 25. Efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización en el cultivo de lenteja sobre la Densidad real y densidad aparente del suelo (g/cc)

Sistemas labranza	Fertilización	DENSIDAD	
		Real	Aparente
Estado inicial		1.992	1.784
Convencional	Química	1.968	1.809
Convencional	Orgánica	1.798	1.582
Convencional	Sin fertilización	2.127	1.685
Cero	Química	1.773	1.643
Cero	Orgánica	1.408	1.496
Cero	Sin fertilización	1.824	1.652

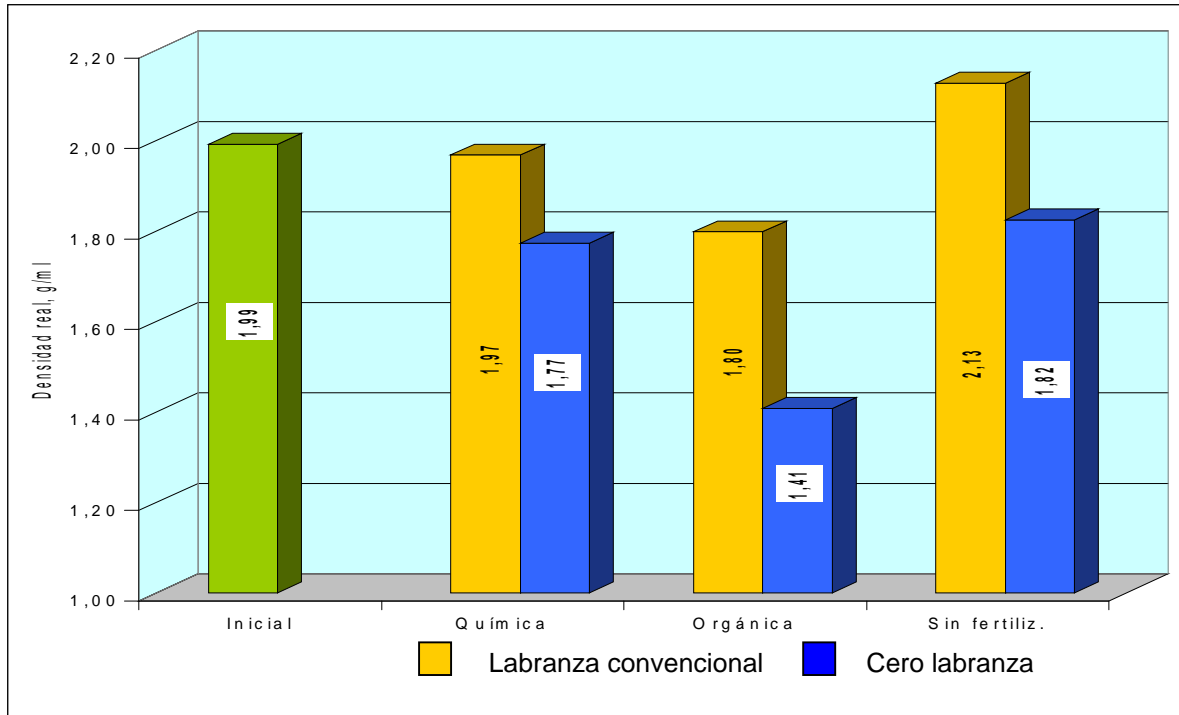


Gráfico 5. Efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización en el cultivo de lenteja sobre la densidad aparente del suelo.

5. Compactación

Al medir la compactación del suelo en las parcelas de los diferentes tratamientos, a profundidades de 10, 20, y 30 cm, se puede deducir que los mayores valores se dieron en los tratamientos donde se utilizó el sistema de labranza convencional, especialmente a 20 cm, donde se desarrolla este cultivo, presentándose antes de la siembra valores de 30, 50 y 82 kgf/cm², a 10, 20 y 30 cm de profundidad, respectivamente. Por otro lado en el sistema de cero labranza se observan los valores más altos de compactación a los 30 cm de profundidad (Gráfico 6).

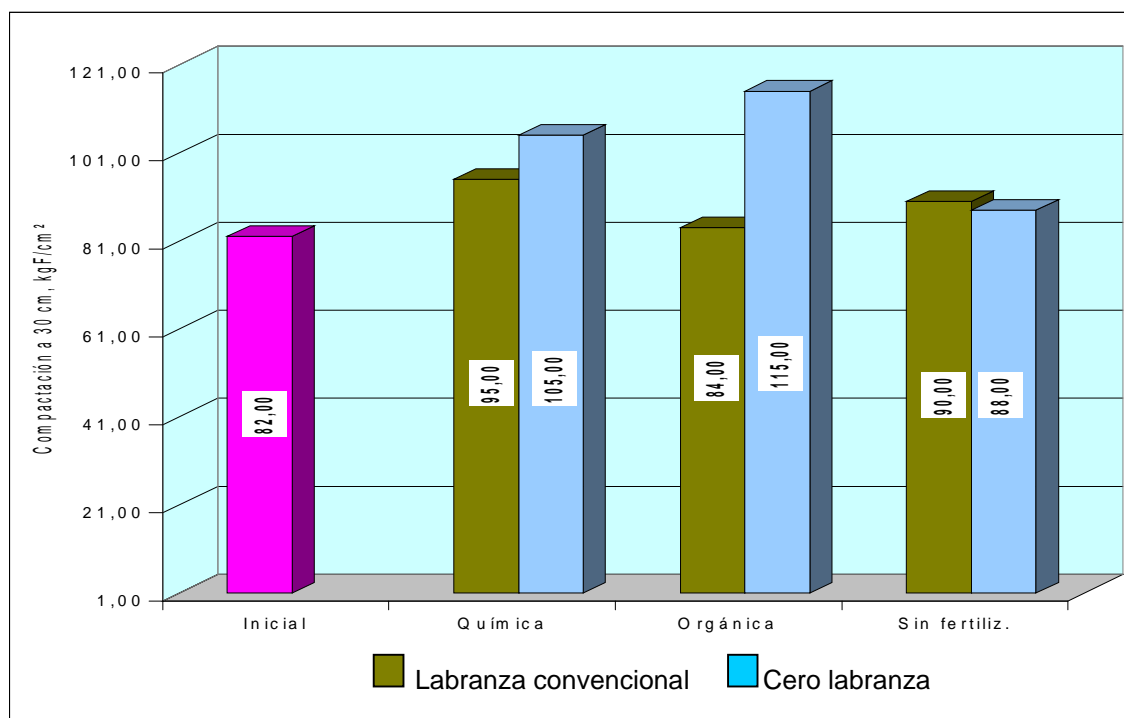


Gráfico 6. Efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización en el cultivo de lenteja sobre la compactación del suelo a 30 cm de profundidad.

6. Infiltración

El Gráfico 7, muestra que el valor de la infiltración antes de la siembra fue de 6.05 cm/hora con un nivel de infiltración moderado; cuando se aplicó labranza cero sin fertilización estas características se mantienen, no así con labranza convencional con fertilización orgánica y sin fertilización que presentó valores de 17.10 y 16.94 cm/hora, respectivamente, con un nivel de infiltración rápida, pero cuando se aplicó labranza convencional con fertilización química y labranza cero con fertilizantes químicos y orgánicos la infiltración fue moderadamente rápida, con valores de 12.46, 12.24 y 11.52 cm/h, en su orden, lo que denota por una parte que la labranza convencional por la remoción del suelo este se vuelve más apto a la absorción de agua, situación que permite un mejor aprovechamiento de los fertilizantes incluyendo el fósforo que se hace soluble y es entonces absorbido en mayor cantidad por la planta (Shenk, 1983).

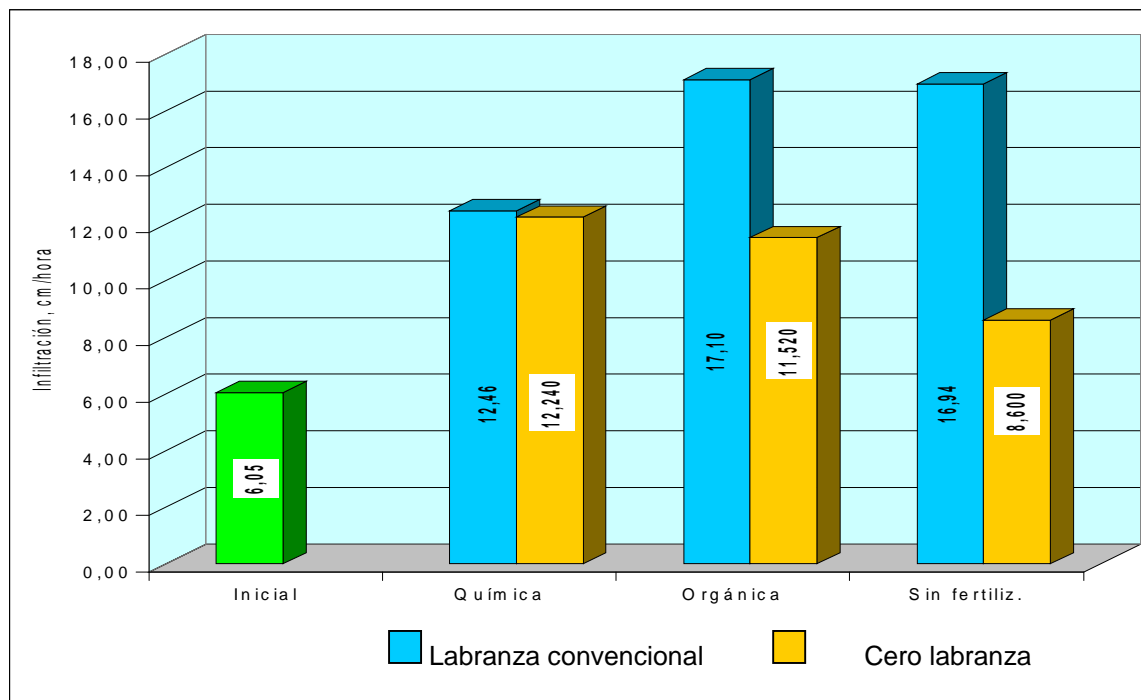


Gráfico 7. Efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización en el cultivo de lenteja sobre la Infiltración del agua en el suelo

7. pH

De acuerdo al Gráfico 8, donde se representa los valores de pH determinados antes y después de la cosecha, se observa que el nivel del pH del suelo antes de la siembra fue de 6.47; es decir, ligeramente ácido, este valor se mantiene al aplicar el sistema de labranza convencional con fertilización química y sin fertilización, estos valores fluctúan entre 6.24 a 6.28, en general el fertilizante químico nitrogenado acidifica el suelo; cuando se utilizó la fertilización orgánica con labranza convencional y fertilización química con labranza cero, este valor tiende a llegar a la neutralidad, siendo ligeramente alcalino con la aplicación del abono orgánico en labranza cero, por lo que se establece que la adición de abono orgánico eleve el pH del suelo, debido especialmente a la conductibilidad eléctrica (0.45 Mmhos/cm) y el porcentaje de materia orgánica (70.56) del estiércol bovino utilizado; siendo necesario realizar antes de la siembra este control para poder aplicar la cantidad necesaria de abono orgánico,

ya que su incorporación favoreció a los parámetros productivos del cultivo, así como a lo que señala Shenk (1983), en que el abono orgánico reduce la erosión hídrica y eólica del suelo.

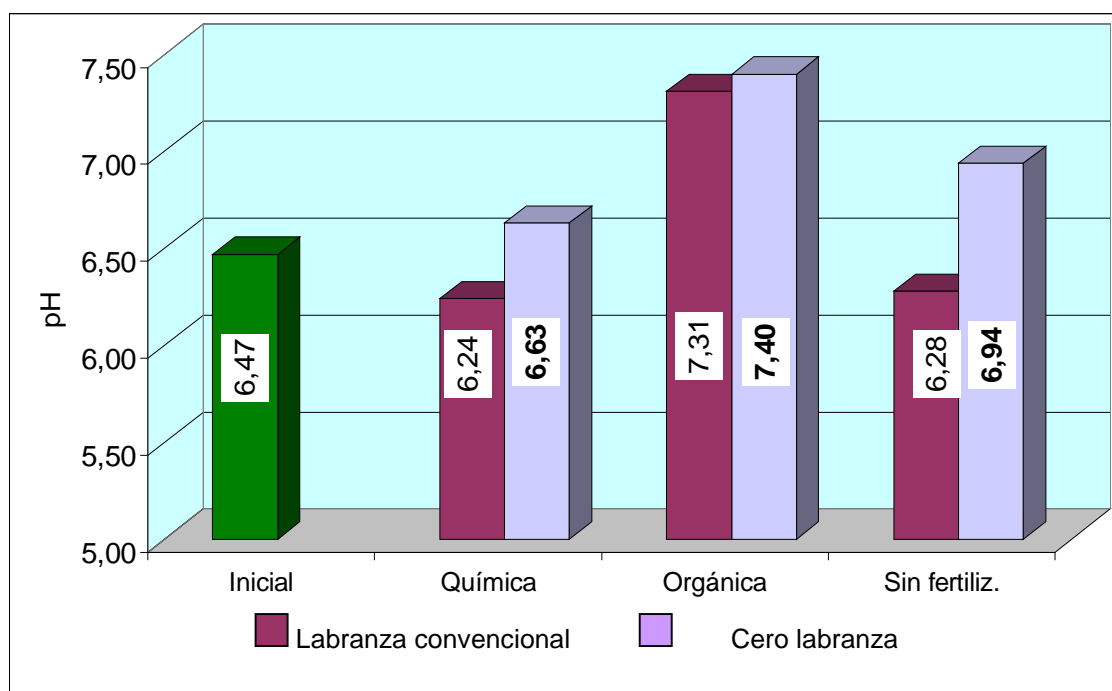


Gráfico 8. Efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización en el cultivo de lenteja sobre el pH del suelo

8. Nitrógeno

Con respecto al contenido de N del suelo (Cuadro 26), se puede apreciar que antes de la siembra su contenido fue de 8.15 ugN/ml, que corresponde a un nivel bajo, a la cosecha de lenteja se mantienen estos niveles cuando se utilizó labranza convencional con fertilización orgánica y sin fertilización; al utilizar cero labranza, los valores de N fueron de 29.76, 11,66 y 28.83 ugN/ml en su orden, este incremento explica el porque el cultivo de lenteja al fijar el N atmosférico en su sistema radicular a través de la simbiosis incrementa la cantidad de N en comparación con el estado inicial del ensayo. Con labranza convencional y cero, con la fertilización química ocurrió un incremento en el contenido de N en el suelo alcanzando valores de 160.58, 114.26 ugN/ml, que se

Cuadro 26. Efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización en el cultivo de lenteja sobre el contenido de nitrógeno, fósforo y materia orgánica del suelo

Sistemas labranza	Fertilización	Nitrógeno		Fósforo		Materia orgánica	
		ugN/ml	Nivel	ugP/ml	Nivel	%	Nivel
Estado inicial		8.15	B	19.76	M	2.0	B
Convencional	Química	160.58	A	5.38	B	2.6	B
Convencional	Orgánica	29.76	B	16.98	M	5.6	M
Convencional	Sin fertilización	11.66	B	16.98	M	3.0	B
Cero	Química	114.26	A	7.24	B	5.0	M
Cero	Orgánica	34.49	A	23.93	M	9.0	A
Cero	Sin fertilización	28.83	B	12.80	B	5.4	M

atribuye a que los fertilizantes químicos utilizados no fueron muy bien aprovechados en su totalidad por las plantas debido a la falta de humedad en el suelo, lo que no permitió que se disuelvan, ocasionando que se mantengan presentes durante todo el ciclo del cultivo sin ser absorbidos. Si bien es cierto que la aplicación de N a través de la fertilización utilizada que es de 36 kg/ha a la siembra y conociendo que los requerimientos de estos cultivos son bajos (20 kg/ha), el incremento de ugN/ml/ha se atribuye al porcentaje de N del abono orgánico (28.25 ugN/ml) y de los fertilizantes químicos aplicados, que a pesar de su volatilidad el cultivo de lenteja incorpora cantidades de N en forma continua al suelo a través de la fijación del nitrógeno atmosférico.

9. Fósforo

En cuanto tiene que ver al contenido de P (Cuadro 26), se determinó que antes de la siembra el suelo contenía 19.76 ugP/ml, que corresponde a un nivel medio, manteniéndose este nivel luego de la cosecha cuando se utilizó labranza convencional con la adición de fertilización orgánica y sin fertilización, con la labranza cero con fertilización orgánica, se registraron contenidos de 16.98, 16.98 y 23,93 ugP/ml, respectivamente; en cambio cuando se aplicó fertilización química con labranza convencional y labranza cero, así como también cuando no se aplicó fertilización se presentaron valores de 5.38, 7.24 y 12.8 ugP/ml, que corresponde a niveles bajos, lo que pone de manifiesto que el P incorporado al suelo a través del fertilizante químico, que es fijado en el suelo constituyendo el P no aprovechable o no labil, así mismo puede atribuirse el bajo contenido de este elemento a un error de muestreo, tomando en consideración que son varios los factores que afectan la obtención de una muestra representativa, o en su defecto se puede colegir que la planta aprovechó en óptimas

condiciones el P por el sinergismo que existe con otros elementos, lo que concuerda con lo que manifiesta el Manual de fertilizantes del National Plant Foot Institute (1984), donde se indica que el P en el fertilizante se lo establece en forma de fosfatos aprovechables y cumple funciones tales como: estimular la pronta formación de las raíces y su crecimiento, dar un rápido y vigoroso comienzo a las plantas, acelerar la maduración y ayudar a la formación de la semilla.

10. Materia orgánica

En el Gráfico 9, se reporta el contenido de materia orgánica, que presenta un valor inicial de 2.0 % antes de la siembra, que corresponde a un contenido bajo, una vez concluido el ensayo se tomaron muestras de cada tratamiento en los que se observó que únicamente cuando se aplicó labranza convencional con fertilización química mantiene niveles bajos de materia orgánica, existen ligeros incrementos con labranza convencional de 2.0 a 2.6% con respecto al inicial esto se puede atribuir a la tasa de mineralización de la materia orgánica; con cero labranza los residuos quedan en la superficie y al no ser incorporados la mineralización de la materia orgánica es más lenta por lo cual se incrementa su contenido a 5%, cuando se utilizó labranza convencional con la incorporación de fertilizante orgánico y sin fertilizante, así como con la aplicación de la labranza cero con fertilización química y sin fertilización se observó un incremento en el contenido de materia orgánica con valores de: 5.6, 3.0, 5.0 y 5.4 % respectivamente, valores que corresponden a un nivel medio. Por otro lado se produjo un incremento de la materia orgánica cuando se aplicó labranza cero con la incorporación de abono orgánico, alcanzando un valor de 9.0 %, respuesta lógica, ya que la aplicación de materia orgánica va a incrementar su contenido ya que la misma no es mezclada con el suelo como en los sistemas de labranzas convencionales, por

otra parte se deduce que el contenido de materia orgánica se debe más a la presencia de los residuos incorporados por parte de las plantas durante su crecimiento, maduración y cosecha, lo que es corroborado por Cáceres (1988), quien señala que incorporaciones periódicas o continuas de materia orgánica incrementan su contenido en los suelos, permitiendo un mejor aprovechamiento de los fertilizantes químicos y manteniendo niveles adecuados de materia orgánica en el suelo.

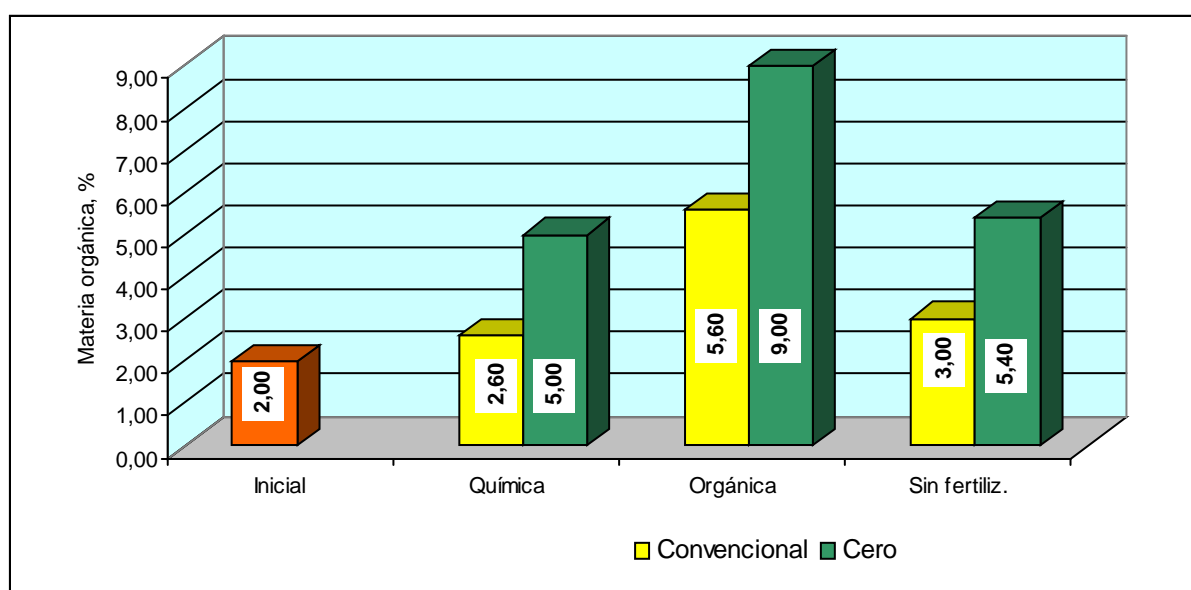


Gráfico 9. Efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización sobre el contenido de materia orgánica en el suelo en el cultivo de lenteja.

11. Bases cambiables (K, Ca, Mg, Na)

En lo referente al contenido de K se puede observar (Cuadro 27), que antes de la siembra el contenido inicial de este elemento fue de 1.53 meq/100 g, que corresponde a un nivel alto, para luego de la cosecha presentar un mismo rango de K. Cuando se aplicó abono orgánico con los sistemas de labranza convencional y cero los valores alcanzados de K fueron de 7.09 y 6.76 meq/100 g de suelo, respectivamente; valores inferiores se obtuvo al aplicar fertilizante químico y sin fertilizante en labranza conven-

Cuadro 27. Efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización en el cultivo de lenteja sobre la Capacidad de intercambio catiónico del suelo

Sistemas labranza	Fertilización	Miliequivalentes/100g de suelo				Suma de bases	% saturación de bases	CIC Meq/100g
		K	Ca	Mg	Na			
Estado inicial		1.53	13.61	4.51	1.12	20.77	87.49	23.74
Convencional	Química	1.79	10.52	1.69	0.38	14.38	60.67	20.64
Convencional	Orgánica	7.09	22.97	4.69	0.79	35.54	Saturado	26.32
Convencional	Sin fertilización	1.84	12.27	3.98	0.26	18.35	80.84	22.70
Cero	Química	3.24	10.26	1.18	0.72	15.40	49.74	20.96
Cero	Orgánica	6.76	18.67	4.08	0.56	30.07	Saturado	28.70
Cero	Sin fertilización	3.02	12.85	3.63	0.63	20.13	95.13	21.16

cional con contenidos de 1.79 y 1.84 meq/100 g de suelo, en su orden, de igual manera se pudo observar que los mayores valores de este elemento se obtuvieron en el sistema de labranza cero, lo que concuerda con lo que señala Maldonado (1980), en que existe cantidades mayores de varios nutrimentos en el suelo con cero labranza debido a que estos se incorporan por efecto de los residuos vegetales durante el período de desarrollo, crecimiento y cosecha de los cultivos, así como también con lo señalado por Yépez (1995), en que el material del cual se origina este suelo son rocas volcánicas, las mismas que tienen un alto contenido de K.

Los contenidos altos de K en los tratamientos de materia orgánica a la cosecha del cultivo se debe al efecto residual del abono orgánico el mismo que presenta contenidos altos (2.08%) de este elemento, mientras no se observa incremento en el contenido de Mg, esto según los resultados del análisis de suelo provoca balances nutrimentales entre las bases; así para la relación Mg/K en los dos sistemas de labranza presentan valores inferiores al rango óptimo de 1.6/14.

Así: relación Mg/K = 4.69/7.09 para labranza convencional y 4.08/6.76 cero labranza. Estos desbalances nutrimentales afectan el rendimiento por lo cual es importante considerar estos aspectos para seleccionar la fuente de materia orgánica adecuada y la dosis de la misma.

El contenido de Ca del suelo al inicio del experimento es alto con 13.61 meq/100 g, incrementándose en las parcelas donde se aplicó abono orgánico a 22.97 y 18.67 meq/100 g, con los sistemas de labranza convencional y cero, en su orden, en tanto que en el resto de parcelas experimentales, los contenidos de Ca encontrados fueron menores que los existentes antes de la siembra (Gráfico 10), situación que se debe a

que a través de la fertilización química no se incorporó este nutriente, por lo que la disponibilidad de este nutriente se debe más a los residuos vegetales y meteorización de los minerales primarios que se incorporan en forma natural al suelo.

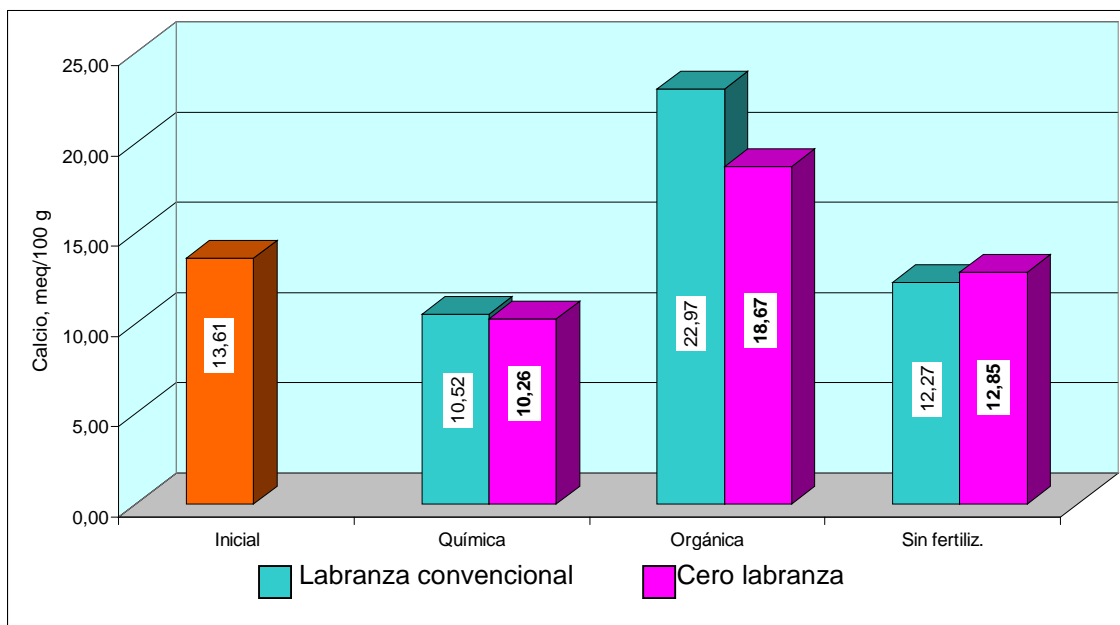


Gráfico 10. Efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización sobre el contenido de calcio en el suelo del cultivo de lenteja

El contenido de Mg en el suelo antes de la siembra fue alto con 4.51 meq/100 g, incrementándose este contenido a 4.69 meq/100 g, únicamente cuando se aplicó abono orgánico a través del sistema de labranza convencional. Igualmente un alto valor (4.08 meq/100 g) se logró al incorporar el mismo abono orgánico pero con labranza cero, mientras que los valores más bajos se registraron como resultado de la fertilización química utilizando los dos sistemas de labranza, alcanzando valores de 1.69 y 1.18 meq/100 g, respectivamente, situación que permite deducir que los suelos de Alausí son altos en este nutriente, por lo que se debe propender a emplear una fertilización orgánica a efecto de abastecer en cantidades suficientes este macronutriente secundario que requieren las plantas en pequeñas cantidades.

Con relación al contenido de Na, en las parcelas experimentales se determinó que en

todos los tratamientos evaluados su contenido fue menor después de la cosecha con relación a la cantidad encontrada antes de la siembra, tomando en cuenta que la cantidad inicial fue de 1.12 meq/100 g, y luego de la cosecha se obtuvo valores de 0.79 meq/100 g al aplicarse la fertilización orgánica con el sistema de labranza convencional. Esto se explica debido a la lixiviación o lavado del sodio por efecto de las precipitaciones, así como por la incorporación de materia orgánica al suelo.

Al realizar la determinación de la suma de bases, se obtienen los valores más altos cuando se aplica la materia orgánica por medio de los sistemas de labranza cero y convencional, dando valores de 35.54 y 30.07 meq/100 g, respectivamente, que son superiores al resto de tratamientos evaluados, por lo que se considera que al aplicar abono orgánico independientemente del sistema de labranza que se aplique, se consigue la saturación de bases que necesita el suelo para obtener un mejor rendimiento de lenteja o de cualquier otro cultivo.

12. Capacidad de intercambio catiónico

La mayor capacidad del suelo para retener e intercambiar cationes (Cuadro 27), se observa cuando se aplicó una fertilización orgánica mediante los sistemas de labranza cero y convencional, con valores de 26.32 y 28.70 meq/100 g, cumpliéndose así con lo que manifiesta Córdova (1998), al señalar que como regla general, suelos con grandes cantidades de arcilla y materia orgánica tendrán una mayor capacidad de intercambio catiónico que suelos arenosos y con bajo contenido de materia orgánica. Todo esto con relación al valor de 23.74 meq/100 g, que corresponde al valor inicial antes de la siembra. Por otro lado, cuando se utilizó fertilización química mediante el sistema de labranza convencional, la CIC fue la mas baja, con 20.64 meq/100 g.

Es necesario tomar en cuenta lo manifestado por Burgos (1981), quien indica que frecuentemente la práctica de cero labranza permite mantener los niveles de materia orgánica más alto en comparación con el sistema mecanizado. Asociado con la materia orgánica está el fenómeno de la CIC que puede tener mayores valores sin labranza, existiendo una relación entre contenido de materia orgánica y porosidad, permeabilidad y productividad del suelo, por lo que al analizar el comportamiento productivo de la lenteja por efecto de los sistemas de labranza, mejores respuestas se consiguieron con el sistema de labranza que indica este investigador.

13. Relación C/N

Antes de la instalación del ensayo la relación C/N fue de 6:82 (Cuadro 28), posterior a la aplicación de fertilizantes químicos por medio de sistemas de labranza convencional y labranza cero la relación C/N se redujo a 2.15 y 3.55 respectivamente; lo cual está en relación directa con el contenido de N; el mismo que se incrementa con la fertilización química, mientras que por efecto de la fertilización orgánica los valores de la relación C/N se incrementan notablemente, llegando a 11.22 cuando se lo aplicó mediante labranza convencional y a 16.87 con labranza cero (Gráfico 11).

Cuadro 28. Efecto de diferentes sistemas de labranza y fertilización en el cultivo de lenteja sobre la relación C/N.

Sistema labranza	Fertilización	Materia Orgánica %	Carbono, %	N total, %	C/N
Estado inicial		2.0	1.16	0.17	6.83
Convencional	Química	5.6	1.51	0.70	2.15
Convencional	Orgánica	3.0	3.26	0.29	11.22
Convencional	Sin fertilización	5.0	1.74	0.22	7.93
Cero	Química	9.0	2.91	0.82	3.55
Cero	Orgánica	5.4	5.23	0.31	16.87
Cero	Sin fertilización	2.6	3.14	0.26	12.08

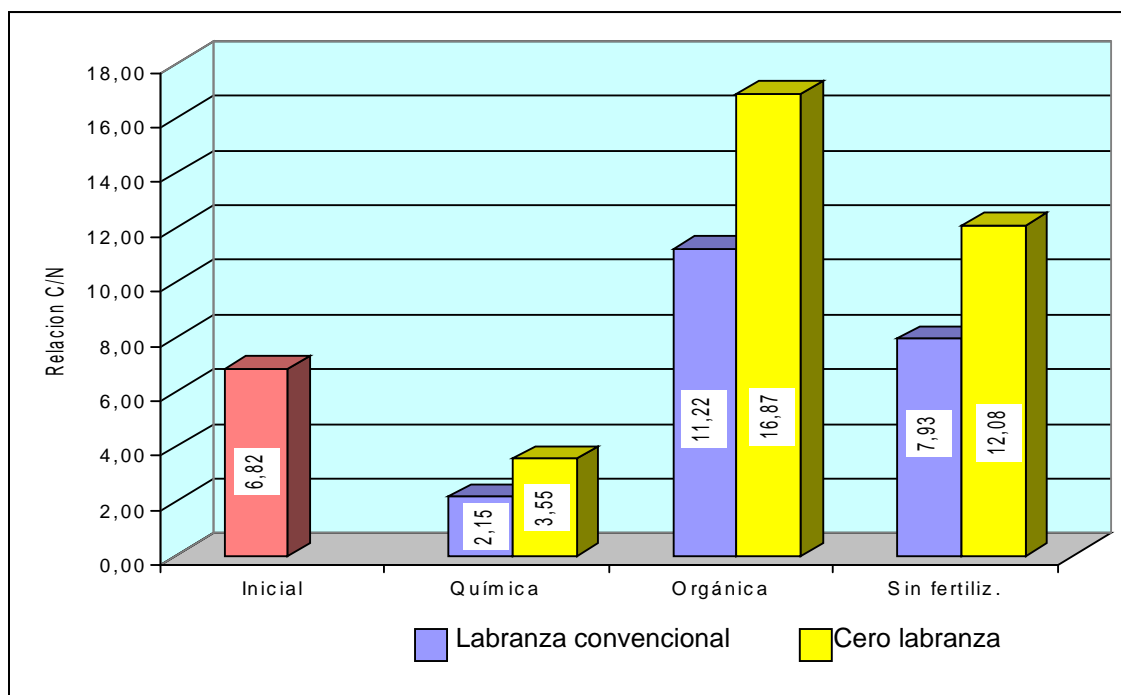


Gráfico 11. Efecto de diferentes sistemas de labranza y tipos de fertilización sobre la relación C/N en el suelo del cultivo de lenteja.

C. ANÁLISIS ECONÓMICO

Del análisis económico de costos variables y beneficios netos en dólares/ha, efectuado al finalizar el ensayo, para los seis tratamientos realizados en esta investigación (Cuadro 29), obteniéndose con el sistema labranza cero con fertilización orgánica, el mejor beneficio neto (307.30 dólares); y el menor beneficio neto al aplicar el sistema de labranza convencional sin fertilización (76.40 dólares), que son los dos casos extremos, notándose que al aplicar el sistema de labranza cero los beneficios económicos alcanzados son mayores que con el sistema de labranza convencional.

De acuerdo con el análisis de dominancia (Cuadro 30), se obtienen tres tratamientos no dominados, que son cuando se empleó labranza cero con los fertilizantes químico, orgánico y sin fertilización, de entre los cuales el sistema de cultivo más recomendable para el agricultor es la aplicación de abono orgánico a través del sistema de labranza

cero, puesto que presenta una tasa de retorno marginal (TRM) de 638.11 % (Cuadro 31) mientras que con el mismo sistema de labranza pero con fertilización química la tasa se redujo a 222.97.

Cuadro 29. Análisis económico de costos variables y beneficios netos (dólares/ha)

Tratamientos	Rendimientos	Beneficio/bruto	Total costos que varían	Beneficio
A1B1	574,81	344,89	152,00	192,89
A1B2	579,50	347,70	145,60	202,10
A1B3	303,33	182,00	105,60	76,40
A2B1	666,80	400,08	134,64	265,44
A2B2	747,50	448,50	141,20	307,30
A2B3	486,80	292,08	101,20	190,88

Cuadro 30. Análisis de dominancia

Tratamientos	Total costos varían	Beneficio neto	Análisis de Dominancia
A2B3	101,20	190,88	ND
A1B3	105,60	76,40	D
A2B1	134,64	265,44	ND
A2B2	141,20	307,30	ND
A1B2	145,60	202,10	D
A1B1	152,00	192,89	D

Cuadro 31. Tasa de Retorno Marginal de los tratamientos en estudio

Tratamientos	Total costos que varían	Beneficio neto	CVM	BNM	TMR
A2B3	101,20	190,88			
A2B1	134,64	265,44	33,44	74,56	222,97
A2B2	141,20	307,30	6,56	41,86	638,11

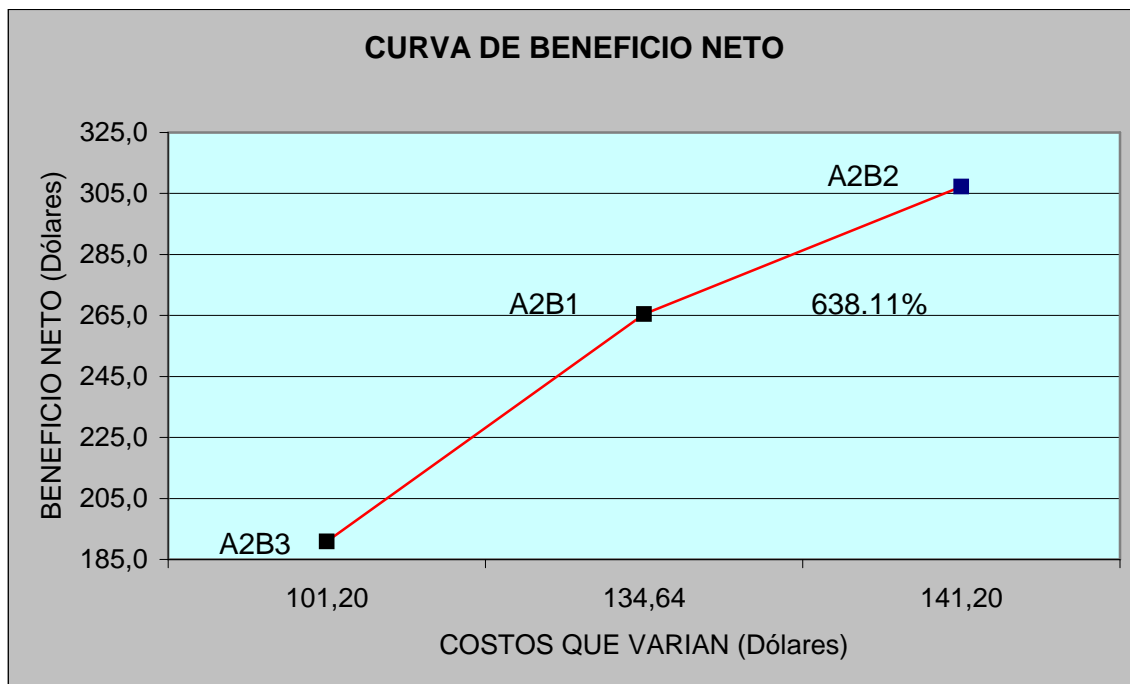


Gráfico 12. Curva de beneficio neto

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados analizados se pueden emitir las siguientes conclusiones:

A. DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA LENTEJA

1. Con la utilización de abono orgánico, se obtuvieron 15.86 vainas por planta que es superior que cuando se utilizó fertilización química (12.67 vainas/planta), y aun más sin fertilización (11.27 vainas/planta), guardando el mismo comportamiento en el peso de 1000 semillas de lenteja, pues presentaron pesos de 62.16 y 62.11 g cuando se aplicó el abono orgánico y el químico (que estadísticamente son iguales), y de apenas 42.77 g sin fertilización.
2. El rendimiento por hectárea; fué numéricamente mayor con la utilización de abono orgánico (649.368 kg/ha), que la fertilización química (610.941kg/ha) pero son diferentes estadísticamente con los rendimientos cuando no se utilizó fertilización (415.715 kg/ha).
2. Al emplear la labranza cero; se alcanzó mayores rendimientos que al utilizar la labranza convencional, pues los valores establecidos fueron de 618.93 kg/ha frente a 485.90 kg/ha, respectivamente, aunque estas respuestas no son estadísticamente diferentes.

B. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO

1. Al utilizar la fertilización orgánica con el sistema de labranza cero, se mantiene las características presentadas por el suelo antes de la siembra, con respecto a la textura (franco limoso), estructura (bloques sub-agulares) y estabilidad estructural (moderada), al igual que la consistencia en suelo mojado (adherente a plástico), húmedo (friable) y seco (ligeramente duro).
2. La densidad del suelo se reduce con la aplicación del abono orgánico independiente del sistema de labranza.
3. La capacidad de infiltración del agua al suelo; se incrementa cuando se utiliza el sistema de labranza convencional, con fertilización orgánica y sin fertilización, teniendo niveles de infiltración rápidos, lo que se debe a que el suelo se voltea o afloja.
4. La aplicación de materia orgánica independientemente del sistema de labranza, en general incrementa el pH del suelo.
5. El nitrógeno proporcionado mediante la fertilización química; no es aprovechado en su totalidad por la planta, ya que según el análisis del suelo luego de la cosecha presentó niveles altos en este nutriente bajo los sistemas de labranza cero y labranza convencional (114.26 a 160.58 ugN/ml, respectivamente).
6. La aplicación de abono orgánico mediante el sistema de labranza cero incrementó la disponibilidad de fósforo, debido a que este elemento de la

materia orgánica se va mineralizando, por cuanto se determinó un alto contenido de este nutriente en el suelo luego de la cosecha (23.93 ugP/ml).

7. La mayor capacidad de intercambio catiónico del suelo; se consiguió con la aplicación de abono orgánico, alcanzándose valores de 26.32 y 28.70 meq/100 g, por efecto de los sistemas de labranza convencional y cero, respectivamente.
8. La mayor relación Carbono/Nitrógeno, se propició al fertilizar el suelo con abono orgánico bajo el sistema de labranza cero, obteniéndose una relación de 16.87, con respecto al testigo que fue de 6.83.

C. DEL ANÁLISIS ECONOMICO

1. Con la aplicación del sistema de labranza cero con abono orgánico, se alcanzó el mayor Beneficio Neto (\$307.30) y una Taza de Retorno Marginal de 638.11 %, seguido por el fertilizante químico con un Beneficio Neto de \$265.44 y una TMR de 222.97 %, superiores en los dos casos a una Tasa Mínima de Retorno (TAMIR) del 100 %.

VII. RECOMENDACIONES

Por la importancia que reviste el proveer alimentos a la población humana y que a su vez deje altos réditos económicos a la actividad agrícola del sector y en especial del catón Alausí, se pueden emitir las siguientes recomendaciones:

1. Validar y difundir entre los agricultores dedicados al cultivo de lenteja, la utilización de labranza cero, que es una tecnología que permite obtener altos rendimientos y reducir la erosión del suelo.
2. Aplicar 10 tn/ha de materia orgánica en el cultivo de la lenteja para mejorar los rendimientos de este cultivo.
3. De acuerdo con el efecto encontrado por la interacción entre sistemas de labranza y tipo de fertilización se recomienda emplear la labranza cero con abono orgánica, ya que a más de presentar las mejores respuestas productivas y económicas en el cultivo de la lenteja (TRM de 638 %), se controla la erosión y mejora las características físico-químicas del suelo.
4. Evaluar estos sistemas de labranza y la aplicación de fertilización orgánica en otros cultivos de leguminosas y cereales, pero en diferentes regiones, para establecer cual sistema de labranza producirá mejores réditos económicos por la gran variedad de suelos presentes en nuestro país.

X. BIBLIOGRAFIA

1. Buckman, H. Y Bradi, N. 1970. Naturaleza de las propiedades de los suelos. Traducido por R. Solar. Barcelona, España.
2. Cáceres, J. 1988. Curso de Conservación de Suelos. Editorial Politécnica. ESPOCH. Riobamba Ecuador.
3. Cañadas, L. 1983. El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. Primera edición. Quito Ecuador. 210 p.
4. Clarín Digital. 1998. Clarín Rural. Cómo llegar a cero. <http://www.clarin.com.ar/Rural/Suplemento/98-10-10/c-00402r.htm>
5. COMSA. 1981. Conservación Y Manejo de Aguas y Suelos. Quito Ecuador.
6. Córdova, J. 1998. Conservación y Manejo Ecológico de los Suelos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Quito Ecuador. 127 p.
7. Desde el Surco, 1996. Manual de Fertilización Orgánica y Química. Diagnóstico Nutricional de Plantas. Ed. Fraktal. Quito Ecuador. 88 p.
8. Durán, E. Ocaña, G. 1996. Proyecto de Agricultura Orgánica. Manual de Aprendizaje. ERPE. Ediciones Efecto Gráfico. Quito Ecuador. 44 p.

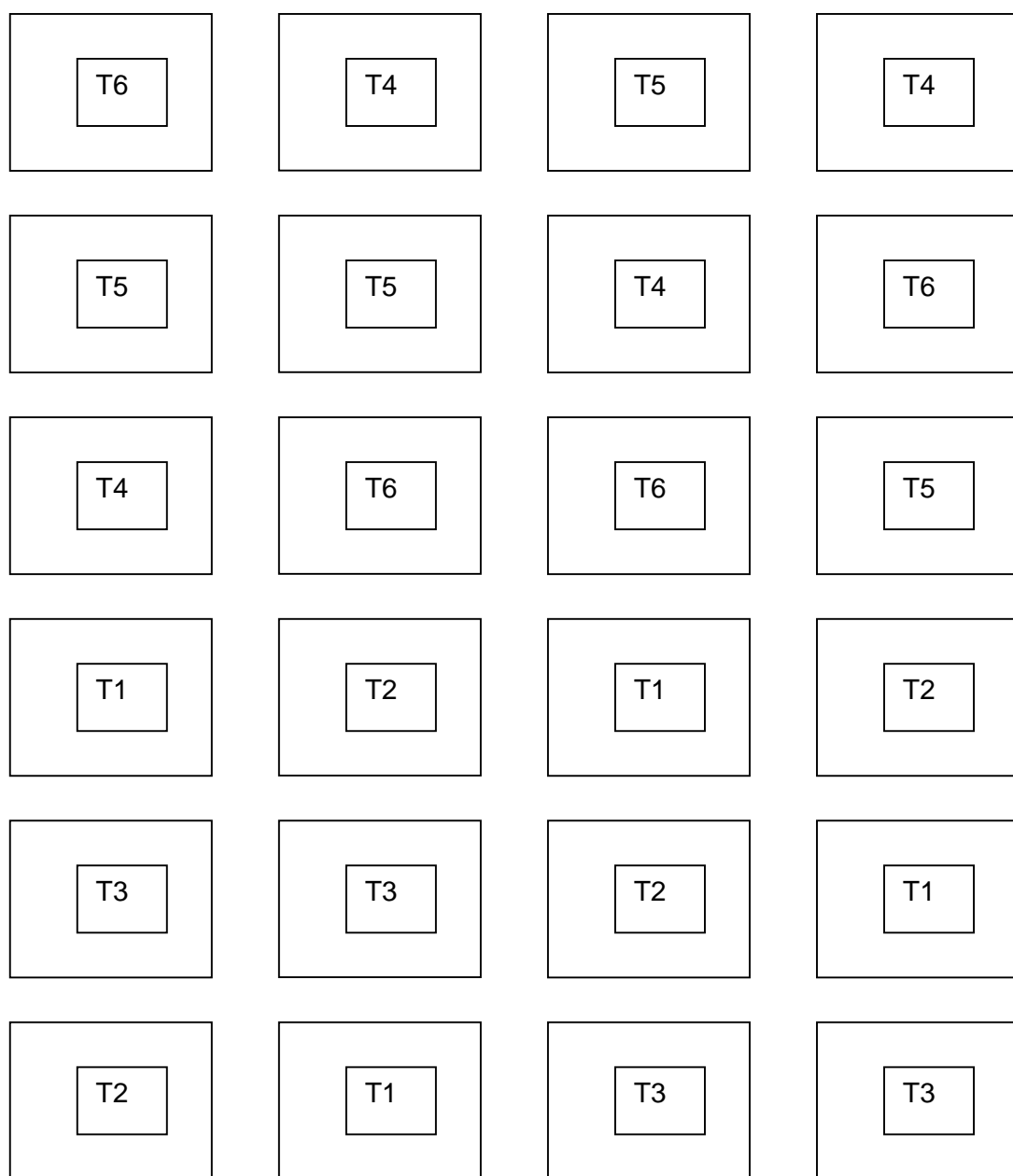
9. ESPOCH. 1998. Estación Agrometeorológica, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
10. FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 1995. Anuario de Producción. http://from.mapya.es/pags/info/anuar_99/cap07_leguminosa/02legu%20grano_2.htm
11. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 1998. Labranza. <http://www.fao.org/NOTICIAS/1998/980607-s.htm>
12. Fomenta. 2000. Manejo de suelos en laderas. <http://www.relata.org.ni/Fomen/Fomenta/Novedades/texto/suelos.htm>
13. Foster, A. 1990. Métodos Aprobados de Conservación de Suelos. Editorial Trillas. Sexta Reimpresión. Méjico. 409 p.
14. Fournier, F. 1975. Conservación de Suelos. Ediciones Mundi - prensa. Primera Edición. Madrid España. 254 p.
15. Gliessman, S. 1981. The Ecological basis for the application of traditional agricultural technology in the management of tropical agroecosystems.
16. Grijalva, J. 1995. Producción de pastizales en la Región Interandina del Ecuador. Manual N° 30. INIAP. Quito, Ecuador.
17. Gross, A. 1986. Guía práctica de fertilización. 7ª ed. Madrid, España.

18. Hopfen, H. 1980. Aperos de Labranza para las Regiones Aridas y Tropicales. Edit. FAO. Cuaderno de Fomento Agropecuario. Primera Edición. Roma Italia. 148 p.
19. INEC. 1995. Encuesta Nacional de Superficie y Producción Agropecuaria. Sistemas Estadísticos Agropecuarios Nacionales (SEAN). Quito. 53 p.
20. InfoAgro. 2000. Cultivo de la lenteja. Toda la agricultura en Internet. <http://www.infoagro.com/herbaceos/legumbres/lenteja.asp>
21. INHAMI. 1992. Anuario Meteorológico. Ministerio de RRNN y Energéticos. N. 32. Quito Ecuador.
22. INIAP. 1988. INIAP-406. variedad de lenteja precoz. Estación Experimental Santa Catalina INIAP. Quito Ecuador.. Folleto divulgativo N° 95.
23. INIAP. 1995. Informe Anual del Departamento de Manejo de Suelos y agua. Estación Experimental Santa Catalina INIAP. Quito Ecuador.
24. INIAP. 1998. Memorias del I Simposio para el Desarrollo Agrícola Sustentable. Riobamba - Ecuador. 159 p.
25. Juscafresa, B. 1983. Forrajes, fertilizantes y valor nutritivo. 2ª ed. Edit. Aedos. México, México.
26. MAG - PROTECA. 1988. Erosión y Conservación de Suelos en Ecuador. Editores Agropecuarios Desde el Surco. Quito Ecuador. 106 p.

27. Magdoff, F. 1993. Suelos, pH, Materia Orgánica. Universidad de Nebraska. Estados Unidos.
28. Maldonado, F. 1980. Forest and soil. Conservación in Ecuador a report prepared for AID/Ecuador. Quito, Ecuador.
29. National Pland Food Institute. 1974. Manual de Fertilizantes. 6ª reimpresión. Edit. Limusa, México, México.
30. Oñate, M. 1999. Fundamentos de geología, edafología. Departamento de Suelos. Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Centro de Reproducción Digital. Riobamba, Ecuador.
31. Padilla, A. 2000. Producción de semilla de dos ecotipos de *stipa plumeris* con diferentes niveles de fertilización, a base de nitrógeno y fósforo. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
32. Primavesi, A. 1984. Manejo Ecológico del Suelo. La Agricultura en regiones Tropicales. Quinta edición. Traducido por Lareonulgui. S. Editorial El Ateneo. Argentina. 499 p.
33. PROCOSA. 1993. Bienvenidos a Nuestro Huerto Orgánico. Editorial Alborada. Primera Edición. Quito Ecuador. 30 p.

34. Rodríguez, P. 1999. Agricultura Orgánica y Biofertilización. Curso para Maestros. Universidad de Granma. Cuba. 43 p.
35. Romero, F. 1991. Laboreo del Suelo. In Aspectos Tecnológicos del Cultivo de la Papa en Ecuador. Proyecto Kellogg papa Fundagro. Documento Técnico No. 4. Quito Ecuador. 71 - 79 p.
36. Ruiz, R. 1976. Aspectos Básicos para la producción de semillas de pastos. Boletín Divulgativo Nº 83, INIAP. Ecuador.
37. Suquilanda, M. 1996. Agricultura Orgánica. Alternativa Tecnológica del Futuro. Ediciones UPS - FUNDAGRO. Quito - Ecuador. 654 p.
38. Tay, J. y Vega A. 2000. Obtenga Alto Porcentaje de Granos de 7 mm. Producción de lenteja chilena o lentejón. http://tamelaike.inia.cl/quilamapu/informativo/info_12.htm
39. USDA. 1973. Manual de Conservación de Suelos. Servicio de Conservación de Suelos. Editorial Limusa Willey S.A. Segunda Edición. Méjico. 332 p.
40. Villasis, C. 1991. INIAP 406, Variedad de lenteja precoz. Plegable # 95. Programa de Leguminosas. INIAP. Quito Ecuador.
41. Yépez, H. 1995. Análisis del material volcánico. Escuela Politécnica Nacional. 2ª edición. Edit. Politécnico. Quito, Ecuador.

Anexo 1. Disposición de los tratamientos en el campo



Anexo 3. Porcentaje de emergencia(%)

Tratamientos	Bloques				Sumatoria.	X
	I	li	lii	Iv		
T1	92.0	93.5	75.0	82.7	343.2	85.8
T2	92.5	93.5	75.0	82.7	343.7	85.9
T3	84.0	93.5	75.0	82.7	343.7	83.8
T4	88.7	93.5	75.0	82.7	393.9	85.0
T5	91.0	93.5	75.0	82.7	342.2	85.6
T6	91.0	93.5	75.0	82.7	342.2	85.6
Sumatoria	539.2	561.0	450.0	496.2	2046.4	511.6

Anexo 4. Tiempo a la floración(días)

Tratamientos	Bloques				Sumatoria.	X
	I	li	lii	Iv		

T1	87.0	71.0	90.0	74.0	322.0	80.5
T2	67.0	78.0	74.0	62.0	281.0	70.3
T3	85.0	81.0	64.0	78.0	308.0	77.0
T4	67.0	81.0	81.0	75.0	304.0	76.0
T5	72.0	79.0	68.0	71.0	290.0	72.5
T6	78.0	75.0	67.0	78.0	298.0	74.5
Sumatoria	456.0	465.0	444.0	438.0	1803.0	450.8

Anexo 5. Altura de la planta a la madurez(cm)

Tratamientos	Bloques				Sumatoria.	X
	I	li	lii	lv		
T1	43.00	41.00	24.33	39.60	147.93	36.98
T2	40.93	31.20	48.13	42.60	162.86	40.72
T3	26.60	44.60	52.70	29.20	153.10	38.28
T4	44.67	44.13	20.23	48.87	157.90	39.48
T5	39.27	37.47	48.32	41.06	166.12	41.53
T6	23.93	47.90	51.43	33.50	156.76	39.19
Sumatoria	218.40	246.30	245.10	234.80	944.70	236.20

Anexo 6. Número de semillas por vaina

Bloques						
Tratamientos	I	li	lii	Iv	Sumatoria.	X
T1	2.04	1.36	1.68	2.20	7.28	1.28
T2	2.40	1.64	2.00	2.00	8.04	2.01
T3	2.00	1.74	2.10	1.28	7.12	1.78
T4	2.12	2.16	1.64	1.04	6.96	1.74
T5	1.88	2.04	1.24	1.84	7.00	1.75
T6	1.92	1.76	2.23	1.44	7.35	1.84
Sumatoria	12.36	10.70	10.90	9.80	43.80	10.90

Anexo 7. Peso de 1000 semillas (g)

Bloques						
Tratamientos	I	li	lii	Iv	Sumatoria.	X
T1	66.54	55.36	43.25	59.80	224.05	56.01
T2	75.80	44.90	71.52	49.44	241.66	60.42
T3	45.44	47.84	67.46	51.20	211.94	52.99
T4	64.10	54.60	39.60	51.80	210.10	52.53
T5	71.90	43.30	59.40	54.20	229.80	57.45

T6	40.58	67.78	68.54	32.88	209.78	52.45
Sumatoria	364.36	314.80	349.80	298.40	1327.30	331.80

Anexo 8. Número de vainas por planta

Tratamientos	Bloques					Sumatoria.	X
	I	li	lii	lv			
T1	13.88	15.40	10.27	10.00	49.55	12.39	
T2	15.00	11.33	12.60	14.20	53.13	13.28	
T3	10.47	9.73	14.87	12.80	47.87	11.97	
T4	14.67	14.87	9.60	12.27	51.41	12.85	
T5	17.20	12.60	15.53	14.27	59.60	14.90	
T6	10.13	12.67	15.67	12.93	51.40	12.85	
Sumatoria	81.35	76.60	78.50	76.50	313.00	78.20	

Anexo 9. largo de la vaina(cm)

Tratamientos	Bloques					Sumatoria.	X
	I	li	lii	lv			

T1	2.16	2.93	1.58	2.23	8.90	2.23
T2	1.95	2.26	1.62	2.41	8.24	2.06
T3	2.33	2.95	3.09	1.80	10.17	2.54
T4	1.56	2.70	1.85	2.86	8.97	2.24
T5	2.76	1.67	1.85	2.43	8.71	2.18
T6	1.25	2.53	2.96	2.10	8.84	2.21
Sumatoria	12.01	15.00	13.00	13.80	53.80	13.50

Anexo 10. tiempo a la madurez fisiológica(días)

Tratamientos	Bloques				Sumatoria.	X
	I	li	lii	Iv		
T1	121	123	135	134	513	128.25
T2	120	139	120	118	497	124.25
T3	127	134	106	128	495	123.75
T4	125	127	123	143	518	129.50
T5	127	130	133	125	515	128.75
T6	117	145	115	136	513	128.25
Sumatoria	737	798	732	784	3051	762.75

Anexo 11. Rendimiento por planta(g)

Tratamientos	Bloques				Sumatoria.	X
	I	li	lii	lv		
T1	6.00	8.40	4.32	6.20	24.92	6.23
T2	7.95	3.42	9.63	8.45	29.45	7.36
T3	6.36	8.16	10.78	4.04	29.34	7.34
T4	10.46	6.25	2.17	7.73	26.61	6.65
T5	8.24	6.47	8.70	10.30	33.89	8.47
T6	6.80	6.10	10.36	7,71	30.97	7.74
Sumatoria	45.99	38.80	46.00	44.40	175.20	43.80

Anexo 12. Rendimiento por parcela neta(kg)

Tratamientos	Bloques				Sumatoria.	X
	I	li	lii	lv		
T1	2.40	2.26	1.25	2.08	7.99	2.00
T2	2.14	1.64	3.09	2.32	9.19	2.30
T3	1.26	2.51	3.22	1.66	8.65	2.16
T4	2.32	2.77	1.22	3.18	9.49	2.37
T5	2.29	1.95	2.83	2.60	9.67	2.42

T6	1.44	2.78	3.06	1.89	9.17	2.29
Sumatoria	11.85	13.90	14.70	13.70	54.20	13.50

Anexo 13. Rendimiento de grano por há(kg)

Tratamientos	Bloques				Sumatoria.	X
	I	li	lii	lv		
T1	600.00	701.51	209.30	617.09	2127.90	531.98
T2	762.09	385.18	685.93	585.18	2418.38	604.60
T3	414.07	639.65	894.84	454.77	2403.33	600.83
T4	372.61	421.86	396.98	644.47	1835.92	458.98
T5	618.84	612.61	641.70	609.30	2482.45	620.61
T6	492.96	775.88	714.07	494.74	2477.65	619.41
Sumatoria	3260.57	3536.69	3542.82	3405.55	13745.63	3436.41