



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA: INGENIERÍA AGRÍCOLA

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA**

TEMA:

**LABRANZA MECANIZADA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL
CULTIVO DE MAÍZ H. TRUENO.**

AUTORES:

**MAGNO RAFAEL MENDOZA ALCÍVAR
MARIA GREGORIA VALDEZ RODRÍGUEZ**

TUTOR:

ING. ANGEL GUZMAN CEDEÑO, Mg. As

CALCETA, ABRIL 2015

DERECHOS DE AUTORÍA

Magno Rafael Mendoza Alcívar y María Gregoria Valdez Rodríguez, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su reglamento.

Magno Rafael Mendoza Alcívar

María Gregoria Valdez Rodríguez

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ángel Guzmán Cedeño, certifica haber tutelado la tesis LABRANZA MECANIZADA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE MAÍZ H. TRUENO, que ha sido desarrollada por Magno Rafael Mendoza Alcívar y María Gregoria Valdez Rodríguez, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. Ángel Guzmán Cedeño, Mg. As

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** la tesis LABRANZA MECANIZADA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE MAÍZ H. TRUENO, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por Magno Rafael Mendoza Alcívar y María Gregoria Valdez Rodríguez, previa la obtención del título de Ingeniero Agrícola, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. Oswaldo Valarezo Beltrón, M.Sc

MIEMBRO

Ing. Javier Mendoza Vargas, M.Sc

MIEMBRO

Ing. Enrique Párraga Muñoz

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López por darnos la oportunidad de formarnos con una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos día a día en el ámbito profesional.

A la dirección de la carrera de Ingeniería Agrícola que tiene a su cargo el Ing. Leonardo Vera Macías

Al Ing. Ángel Guzmán Cedeño, por el apoyo brindado durante este trabajo de investigación en calidad de tutor.

A los señores ingenieros miembros del tribunal de tesis por aportar con sus conocimientos en la adecuación y desarrollo de la presente investigación.

A nuestras familias por el constante apoyo durante toda la vida y más aún durante la vida académica, siendo los artífices de nuestros momentos exitosos.

Magno Rafael Mendoza Alcívar

María Gregoria Valdez Rodríguez

DEDICATORIA

Este trabajo investigativo lo dedico primeramente a Dios por ser el principal eje en mi vida y quien me impulsa a ser cada día mejor en toda mi familia.

A mi madre Gimny Alcívar y a mi padre Magno Mendoza, por ser quienes me han guiado por el camino del bien y me inculcaron desde pequeño el sentido de la responsabilidad y el esfuerzo para alcanzar las metas propuestas.

A mis abuelos Milceades Alcívar, Elina Gómez y Vírgida Giler por sus sabios consejos en los momentos más importantes y necesarios de mi vida, que me han servido para seguir luchando cada día.

A mi esposa Mayra Burgos, mi fiel compañera, quien ha sido testigo del esfuerzo en todo este tiempo de estudio y quien ha sido mi apoyo incondicional para lograr este objetivo.

A todos mis amigos y compañeros que de una u otra manera han contribuido para la culminación de la carrera y de este proyecto investigativo.

Magno Rafael Mendoza Alcívar

DEDICATORIA

Primeramente a Dios, por ser mi guía por el camino del éxito y bendecirme en cada una de mis acciones.

A mis padres, Pedro Valdez R, y María Rodríguez M. quienes con sabiduría y valores me guiaron por el buen camino y me dieron todo su apoyo, comprensión y amor, para hoy ser una persona realizada tanto en mi vida personal, como en mi vida profesional, por el gran esfuerzo y sacrificio que realizaron para poder alcanzar esta meta propuesta.

A mis hermanos Wilson, Diana, y Julio, por el apoyo incondicional que me brindaron.

A mí abuelita Nieve Rodríguez, a mis tíos por brindarme la fortaleza necesaria para no desmayar en mi camino y seguir adelante con esmero.

A mis amigos que de una u otra manera me estuvieron dando el apoyo cuando más los necesitaba por ser ejemplo de amor, unión, dedicación, responsabilidad y sinceridad, por la confianza brindada durante toda mi vida profesional.

María Gregoria Valdez Rodríguez

CONTENIDO GENERAL

Página

DECLARACIÓN.....	ii
CERTIFICACIÓN.....	iii
APROBACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
RESUMEN Y PALABRAS CLAVES.....	xii
ABSTRACT AND KEY WORDS.....	xiii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos.....	3
1.4. Hipótesis.....	3
 CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	 4
2.1. Historia de la labranza.....	4
2.2. Operaciones básicas en la labranza.....	4
2.3. Tipos de implementos.....	6
2.4. Efectos que produce la mecanización agrícola.....	7
2.5. Sistemas de labranza.....	8
2.5.1. Labranza convencional.....	8
2.5.2. Labranza reducida o mínima.....	10
2.5.3. Labranza cero.....	11
2.6. Propiedades físicas del suelo.....	12
2.6.1. La estructura.....	13
2.6.2. La porosidad.....	14
2.6.3. La densidad aparente.....	15
2.7. Generalidades del cultivo de maíz.....	15

2.7.1. Origen.....	15
2.7.2. Taxonomía.....	16
2.7.3. Morfología.....	16
2.8. Agroecología del cultivo.....	17
2.9. Sistema de producción.....	18
2.10. Característica del material de siembra.....	19
2.11. Requerimiento nutricional del cultivo.....	19
2.12. Mecanización agrícola.....	20
2.13. Mecanización indispensable en la agricultura moderna.....	21
2.14. Mecanización en Ecuador.....	23
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	25
3.1. Ubicación.....	25
3.2. Características climáticas.....	25
3.3. Delineamiento experimental.....	25
3.4. Diseño experimental.....	26
3.5. Características del área experimental.....	26
3.6. Características generales de la parcela experimental.....	26
3.7. Manejo del cultivo.....	27
3.8. Datos y métodos de evaluación.....	29
3.8.1. Análisis de suelo.....	29
a. Análisis de suelo en pre siembra.....	29
b. Análisis de suelo en post cosecha.....	29
3.8.2. Altura de planta.....	30
3.8.3. Diámetro del tallo.....	30
3.8.4. Altura de inserción de la mazorca	30
3.8.5. Rendimiento: peso de mazorcas en kg/hectárea.....	30
3.8.6. Peso de 100 semillas secas (gramos).....	31
3.8.7. Número de hileras por mazorca	31
3.8.8. Diámetro y longitud de mazorca	31
3.9. Análisis económico.....	31
CAPÍTULO IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	32

4.1. Condiciones físico-químico y biológico del suelo antes de la siembra.	32
4.2. Condiciones físico-químico y biológico del suelo post siembra.....	33
4.3. Variables sobre el cultivo.....	36
4.4. Análisis económico.....	44
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47
5.1. Conclusiones.....	47
5.2. Recomendaciones.....	48
BIBLIOGRAFÍAS.....	49
ANEXOS.....	55

CONTENIDO DE CUADROS

	Página
3.1. Parámetros climáticos en la ESPAM MFL entre octubre del 2010 y enero 2013.....	25
3.2. Características generales de la unidad experimental.....	26
4.1. Condiciones físicas-químicas y biológicas antes de la preparación del suelo.....	33
4.2. Condiciones físicas-químicas y biológicas de suelo después de la cosecha.....	34
4.3. Altura de planta a los 15 días.....	36
4.4. Altura de planta a los 30 días.....	37
4.5. Diámetro de tallo a los 15 días.....	38
4.6. Diámetro de tallo a los 30 días.....	38
4.7. Altura de inserción de mazorca.....	39
4.8. Número de hilera por mazorca.....	40
4.9. Peso de 100 semillas.....	41
4.10. Rendimiento Kg/ha.....	42
4.11. Longitud de mazorca.....	43
4.12. Diámetro de mazorca.....	43
4.13. Cálculo de presupuesto parcial.....	44
4.14. Análisis de dominancia.....	44
4.15. Tasa de retorno marginal.....	45

RESUMEN

Entre los meses de enero a mayo del 2013 se llevó a cabo la presente investigación que tuvo como objetivo validar sistemas de labranza sobre el impacto a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y la influencia en la productividad del cultivo de maíz H. Trueno en el sitio El Bejucal, parroquia Canuto del cantón Chone-Manabí; los tratamientos estudiados fueron: labranza convencional, labranza mínima, labranza cero (testigo). Para la implementación en campo se utilizó el diseño sistemático Zade con principio dácilto de distribución de variantes y cuatro replicas. Los resultados experimentales se sometieron a la prueba t al 5% de probabilidad de error. Los resultados sobre las características del suelo indican que los parámetros físicos no varían entre tratamientos y se mantienen con el nivel de calidad del análisis de presiembra, en cuanto a los parámetros químicos hubo un incremento de valores en la variante labranza convencional, respecto al componente biológico no se vio afectada por los diferentes sistemas de laboreo. Las variables vegetativas del cultivo presentaron diferencias estadísticas no significativas entre los tratamientos estudiados; sin embargo, en las variables productivas si hubo diferencias estadísticas significativas tanto la labranza convencional y mínima presentaron un rendimiento superior frente al testigo.

PALABRAS CLAVE

Sistemas de labranza, maíz H. Trueno, labranza cero.

ABSTRACT

The present research aimed to validate tillage systems and their impact on the physical, chemical, and biological properties of the soil, and their influence on the productivity of H. Trueno corn crop. This study was carried out in “El Bejucal”, parish of Canuto in the canton of Chone–Manabí from January to May 2013; the treatments over study were as follow: conventional tillage, minimum tillage, and zero tillage (control). For the implementation in field the systematic design Zade with a control treatment was carried out over four replicates. Significance was determined using a T-test at $P < 0.05$; the results on soil physical characteristics showed no statistical differences among treatments, keeping the same preplant values, in terms of chemical characteristics conventional tillage showed the highest values, regarding the biological component, it was not affected by the different tillage systems. The vegetative crop variables showed no significant statistical differences among treatments; however, in the productive variables, there were statistical significant differences for both conventional and minimum tillage which showed superior performance compared to the control.

Key Words: Tillage systems, H. Trueno corn, Zero tillage

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La degradación o alteración de los suelos es uno de los principales efectos de la labranza convencional; la cual perjudica las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, la pérdida de fertilidad, compactación y por ende la disminución de los rendimientos de los cultivos de la zona del valle del río Carrizal (Jaramillo, 2005).

El desarrollo de la agricultura, principalmente en Manabí, ha tenido una tecnificación inadecuada, razón por la cual es común observar a los agricultores cultivar sus tierras en forma convencional sin un mínimo de técnicas avanzadas para la producción y productividad; con escasos estudios para mejorar el rendimiento de los cultivos, siendo esto una limitante para la toma de decisiones, además que perjudica la productividad del suelo en un futuro no muy lejano, de manera que no se está practicando la conservación de los suelos con la práctica agraria establecida.

En la actualidad, la práctica de preparación de suelo con arado, rastra y surcada está generalizada en toda la provincia de Manabí y por ende en el valle del río Carrizal, es muy común observar a los agricultores preparar el suelo no solo para la siembra del maíz, sino para otros cultivos de ciclo corto, esta preparación se realiza empleando un arado que penetra el suelo y voltea la tierra arrancando las malas hierbas, removiendo y aflojando las capas superficiales del suelo sin tomar en cuenta factores como: las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, su conservación, y el cultivo a establecer.

Por lo expuesto surge la interrogante ¿De qué forma se puede minimizar el impacto de la labranza sobre el suelo agrícola sin afectar la productividad del cultivo de maíz H. TRUENO?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La importancia generada, en la actualidad, sobre la conservación del medio ambiente conlleva a la revisión de los sistemas de labranza de suelo en relación al nivel de afectación de este recurso. La labranza mecanizada no debe constituir la única alternativa que poseen los agricultores a la hora de preparar los terrenos para sus cultivos. Dada esta preocupación se han desarrollado sistemas de labranza de conservación: (reducida, mínima); los cuales ayudan a disminuir los costos de producción y mantener las características del suelo, que son favorables para el desarrollo y producción de los cultivos.

La finalidad de este estudio consistió en validar alternativas de labranza mecanizada para minimizar los efectos causados por el sistema de labranza, sin que esto implique disminuir los rendimientos en el cultivo de maíz. Esta intención tiene una implicación de vinculación muy fuerte con el sector agrícola del área de influencia de la Politécnica de Manabí; se estima que alrededor de 13 000 hectáreas son beneficiarias del sistema de riego Carrizal-Chone y por ende es considerada una zona mecanizable que debe ser atendida con criterio conservacionista.

El cultivo del maíz es uno de los más diversificados en el mundo y en Ecuador es utilizado tanto para la alimentación humana como en la de animales de interés zootécnico por lo que es importante conocer sobre la práctica de cómo labrar la tierra moderadamente para los principales cultivos y obtener rendimientos adecuados en los agricultores beneficiarios del sistema de riego Carrizal-Chone y promover la práctica de labranza conservacionista como una opción en favor de la estructura de los suelos y la rentabilidad de los cultivos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Validar sistemas de labranza con menor impacto negativo a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo e influencia positiva sobre la productividad del cultivo de maíz H. Trueno.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el sistema de labranza que incida favorablemente en las propiedades: físicas, químicas y biológicas del suelo y la productividad del cultivo de maíz H. Trueno.

- Realizar un análisis económico de las variantes en estudio.

1.4. HIPÓTESIS

La labranza cerotendrá menor impacto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y por ende mayor influencia en la productividad del cultivo de maíz H. Trueno.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. HISTORIA DE LA LABRANZA

Según Alvarado (2004) la humanidad en sus inicios se constituyó en pequeñas poblaciones nómadas, las cuales aprovechaban los recursos naturales para alimentarse y desarrollarse. Una vez que cambiaron su forma de vida de nómadas a sedentario, iniciaron la actividad que hoy se conoce como agricultura, comenzó con ello una parte muy importante de la evolución humana, con base en la evolución de la agricultura misma. En su inicio se tuvo una agricultura muy incipiente, los primeros agricultores tenían que trabajar la tierra con las manos, hasta que inventaron las primeras herramientas, que fueron evolucionando de una forma muy lenta.

Más tarde se domesticaron algunos animales, tales como caballos y bueyes entre otros, que ayudaron a las personas en el doble trabajo de labrar la tierra y producir alimentos. Con el trabajo animal llegó la invención de herramientas más sofisticadas, operadas siempre con la ayuda de animales. Fueron apareciendo inventos como el arado y muchos implementos más que en los últimos años han venido variando en cuanto a los materiales constitutivos. Otro de los factores que han influido para que se hayan dado cambios importantes en la agricultura, es la gran diversidad de cultivos, que ha hecho que el hombre tuviera que diseñar y construir maquinas especializadas de acuerdo con el tipo de cultivo, una de las áreas de la agricultura con grandes innovaciones en las últimas décadas es la mecanización o introducción de máquina para la realización de labranza agrícola.

2.2. OPERACIONES BÁSICAS EN LA LABRANZA

FAO (2003) dice que se pueden distinguir 5 operaciones básicas en la labranza y que cada implemento tiene un aspecto específico de operaciones que realiza como:

Voltear. Esta operación voltear el suelo en el horizonte labrado, es decir incorpora las capas superficiales y lleva capas inferiores a la superficie. Las necesidades de meter materiales de la superficie dentro del suelo y llevar horizonte profundo a la superficie son más limitadas a casos muy especiales. El argumento, que el arado controla malezas no es válido, cuando se aplica la aradura cada año; de esta forma se lleva la misma cantidad de semilla de malezas a la superficie que se incorpora. El uso del arado se justificó en situaciones de limitada fuerza de tracción y con equipos sencillos para la siembra, se necesitaba una superficie limpia del suelo.

Mezclar. Esta operación homogeniza y mezcla todos los materiales de suelo hasta una profundidad determinada. En algunas circunstancias puede ser justificada, por ejemplo para facilitar la descomposición de rastrojos en zonas de clima templado. La profundidad de mezcla es generalmente poca, alrededor de 10 cm.

Roturar. Esta operación rotura suelos compactos abriendo grietas y soltando terrones sin removerlos. En situaciones de suelo compactado por maquinaria o de suelo con una estructura no estable esta operación abre suficientes poros en el suelo para permitir la infiltración de agua. Sin embargo, el efecto residual de la roturación varía mucho dependiendo de las características del suelo y los tratamientos siguientes.

Pulverizar. Esta operación desmenuza terrones y grumos más grandes al formar un horizonte de gránulos finos del tamaño de la semilla; es necesaria para preparar la cama de semilla. De esta forma tiene sentido solamente en una superficie muy delgada. Por ningún motivo se justifica la pulverización de horizontes profundos, como se hace con el rotavatorso las gradas de disco. Hoy existe la tecnología para sembrar la mayoría de los cultivos agrícolas sin necesidad de pulverizar la cama de semilla. Solo en muy pocos casos en horticultura, sobre todo, se requiere todavía una preparación fina de la cama de semilla.

Compactar. Esta operación es necesaria después de una labranza profunda realizada poco tiempo antes de la siembra. Se compacta el suelo para garantizar el contacto capilar al agua subterránea. En menor escala se compacta en el proceso de la siembra después de meter la semilla en la hilera para asegurar el contacto de la semilla al agua.

Con la grada de discos se está haciendo siempre todas las cinco operaciones al mismo tiempo: se voltea el suelo, aunque no tan completamente como lo hace la vertedera, se mezcla, se rotura, se pulveriza por la rotación del disco todo el horizonte de roturación y se compacta el horizonte debajo de los discos. El resultado a largo plazo es un suelo degradado con una fuerte compactación debajo. La preparación de la cama de siembra se puede hacer tanto mediante labranza convencional como labranza reducida en todas las alternativas o en siembras directas.

2.3. TIPOS DE IMPLEMENTOS

Según Membreño (2007) las rastra de disco fueron implementos de labranza muy aceptados por los agricultores que la utilizaban para preparar la tierra bajo cualquier condición del suelo. Actualmente las rastras de discos se utilizan principalmente para la labranza secundaria del suelo; sin embargo aquellas rastras de discos de gran peso y tamaño tipo Romplow se utilizan en la labranza primaria.

Las rastras de disco son de formas muy diversas cuya finalidad es allanar el terreno en su capa superficial. Con este tipo de implemento se consigue, además de eliminar las malas hierbas existentes, romper la costra y mullir la capa superficial, provocando su aireación.

Los rotocultores o rotavators constituyen un tipo de maquinaria muy empleada en las fincas. Las labores que se realizan son muy variadas pero en síntesis, puede decirse que airean el terreno, lo deshacen en partículas de diverso tamaño y la mezcla de una forma intensa en una sola pasada. Generalmente la

rotación de las cuchillas cortan las capas del suelo con un movimiento cicloidal y la profundidad de trabajo no sobrepasa los 15 cm. El arado rotativo se utiliza para:

- a. Formar una cama de semilla de textura fina.
- b. Reemplazar el arado de vertedera o de disco y a la rastra de disco.
- c. Obtener una excelente mezcla de residuos vegetales con el suelo.
- d. Realizar labores de cultivos entre hileras.
- e. Preparar el suelo para la siembra en forma rápida, eliminando las labores convencionales de arada y rastrada.
- f. Crear condiciones físicas ideales para la rápida descomposición de la materia orgánica.

2.4. MECANIZACIÓN AGRÍCOLA

Al pasar los años la agricultura ha ido evolucionando debido a la integración de la tecnología en los procesos. La utilización de máquinas y equipos modernos y eficientes representa un factor importante en la agricultura ya que generan un aumento en el rendimiento.

Para Peralvo (2010) la mecanización consiste en usar diferentes máquinas, equipos y sistemas en la producción agrícola, con el objetivo de aumentar la productividad y buscar un desarrollo sostenible de las actividades agropecuarias.

Otros tipos de mecanización es la utilización de fuentes de energía como la fuerza muscular que usa el hombre para manejar herramientas y el uso de equipos accionados con la energía de animales. También se considera como mecanización al manejo del agua para los cultivos a través de sistemas de riego y drenajes, además de la utilización de equipos para el procesamiento de productos agropecuarios.

Se entiende por mecanización agrícola al componente de la ingeniería aplicado en todos sus aspectos al desarrollo agrícola y rural. En muchos países

industrializados la investigación en ciencias agrícolas ha posibilitado que la producción agrícola exceda los requerimientos nacionales de alimentos; los avances complementarios en ingeniería agrícola (especialmente en mecanización agrícola) han ayudado a que ello fuera una realidad (Smith *et al.*, 1994).

Ulloa (1989) manifiesta que la mecanización agrícola, en su sentido más amplio, implica cualquier herramienta usada para producir o procesar un cultivo). El mismo autor menciona que una definición más técnica señala que la mecanización agrícola permite mejorar la eficiencia del trabajo agrícola, para producir más y mejores productos, mediante el empleo de herramientas y/o máquinas (manuales, de tracción animal o motorizada) con el menor tiempo, costo y esfuerzo físico posibles.

Sigue manifestando que las máquinas agrícolas motorizadas constituyen uno de los principales medios de trabajo y bienes de capital de la producción agrícola moderna; su importancia es comparable a la que se atribuye a los recursos naturales como clima, suelo y agua, pues en la actualidad resultaría inconcebible sostener actividades de producción agrícola significativas en nivel nacional cuyas únicas fuentes de energía fueran la fuerza del hombre y la tracción animal.

Sin embargo, resultaría desastrosa la aplicación indiscriminada de máquinas motorizadas que han sido desarrolladas, a través de varias décadas, conforme a las condiciones naturales y socioeconómicas de otros países. La motorización agrícola aplicada en su justa dimensión, es decir, acorde con las características del medio físico, requerimientos de los cultivos y procesos de producción, tiene una importancia social y económica fundamental para el aumento de la productividad en el campo (Anónimo, 1995).

Así, no hay duda que la motorización generalizada y la intensificación de la producción, constituyen el camino fundamental para el desarrollo de la agricultura en las áreas con las condiciones físicas para ello, y de esta manera

contribuir a alcanzar la satisfacción de la creciente demanda de productos agrícolas en el país (Durán, 2000).

La mecanización es un proceso mediante el cual se incorporan diferentes clases y tipos de máquinas, equipos y herramientas en el proceso productivo de los cultivos, con el propósito de lograr una mayor eficiencia técnica y económica, que permita al agricultor una mayor producción y productividad de sus predios. La mecanización agrícola comprende toda la maquinaria agrícola accionada por medios mecánicos que utilizan fuerza motriz proveniente de motores de combustión de elementos líquidos (Diésel, gasolina, alcohol), gas (Biogás, gas natural, propano etc.) o combustibles sólidos (Carbón, leña, desechos vegetales, etc.), siendo el motor Diésel el que se ha convertido en la principal fuente de fuerza motriz en la maquinaria agrícola, gracia a su gran eficiencia y menores costos operativos con respectos a los otros motores (Donaire, 2014)

Por tanto la mecanización agrícola incluye la incorporación de todos aquellos aparatos que se utilizan para el aprovechamiento de las tierras agrícolas, desde las fases de adecuación de los terrenos, siembra, producción, cosecha, post cosecha y transformación de las materias primas, permitiendo en muchos casos la incorporación de nuevas tierras a la producción de alimentos, como la obtención de más de una cosecha al año. Se puede concluir, que el uso eficiente de maquinaria agrícola moderna adecuada, teniendo en cuenta el relieve del terreno, como la disponibilidad de recursos financieros, integrada a otras tecnologías de producción racional, promueve el crecimiento económico al aumentar la productividad de los predios, sin causar mayor impacto al ambiente y sin causar desempleo en zonas donde la mano de obra es abundante.

Según Donaire (2014) La selección de maquinaria para una finca o terreno agrícola, implica que el usuario potencial analice la información relacionada con:

- ✓ Situación económica actual del agricultor y los cambios a que se verá sometido.
- ✓ Información relacionada con el rendimiento probable de las máquinas.
- ✓ La rentabilidad, compatibilidad y uso sostenible.
- ✓ Riesgos mínimos dentro de la infraestructura técnica, económica y social ya existente o que pueda mejorarse

2.5. MECANIZACIÓN INDISPENSABLE EN LA AGRICULTURA MODERNA

La producción de alimento para la creciente población hace que cada día sea mayor el aprovechamiento de los adelantos científicos y técnicos para lograr nuevas tecnologías, variedades de productos agrícolas y medios de mecanización, a fin de obtener mayor productividad y eficiencia en el campo. Todas las actividades económicas que abarca el sector agrícola, tienen su fundamento en la explotación de los recursos que la tierra origina, favorecida por la acción del hombre: alimentos vegetales como cereales, frutas, hortalizas, pastos cultivados y forrajes; fibras utilizadas por la industria textil; cultivos energéticos y tubérculos (Friedrich, 1980).

También menciona que esta actividad es de gran importancia estratégica como base fundamental para el desarrollo autosuficiente y riqueza de las naciones, y lo más importante brinda alimento para el mundo. Con la llegada de la revolución industrial y del desarrollo de máquinas más complejas, los métodos de cultivo dieron un gran paso adelante. En vez de cosechar el grano a mano con una hoja afilada, las máquinas con ruedas hacían una siega continua, y en vez de trillar el grano batiéndolo con rastrillos, las máquinas trilladoras separaban las semillas de las cabezas y de los tallos.

La agricultura campesina en su interacción con los factores de producción muestra sus limitaciones fundamentalmente en reducidas superficies de producción, formas de dominio de la tierra y baja calidad del suelo de que

disponen los campesinos. Además, y como lo señala Friedrich (1980), el factor capital se encuentra muy distante de las necesidades mínimas de la familia, pudiendo constatarse en forma generalizada la escasez de bienes de capital físico, como equipos agrícolas e infraestructura. En este sentido, predomina la utilización de instrumentos agrícolas rústicos y una escasa o nula capacidad de ahorro. Junto con esto, se puede apreciar un bajo acceso al crédito (IICA, 1980).

La relación existente entre el uso de mecanización agrícola y los factores socioeconómicos que determinan un proceso de desarrollo rural, quedan de manifiesto en lo citado por Ibáñez (1986), quien aludiendo a un estudio realizado por FAO señala: La mecanización agrícola es parte integral del desarrollo técnico, económico y social de las áreas rurales. Los países en desarrollo tratan de aumentar la producción de alimentos para mantenerla concordante con el rápido crecimiento de la población, utilizando la mecanización como uno de los más importantes recursos de producción.

Sin embargo, la producción agrícola por sí sola no puede ser el único objetivo que persigue el desarrollo rural. La introducción de un grado adecuado de mecanización debe propender a crear nuevas posibilidades de empleo y a mejorar el nivel y distribución de los ingresos.

Es normal que al hablar de mecanización agrícola para la pequeña agricultura se piense inmediatamente en la introducción de equipos apropiados de tracción animal, descartando la alternativa automotriz por su elevado nivel de inversión, complejidad técnica de manejo, requerimiento de potencia y gestión administrativa. Lo anterior, acompañado de las limitaciones para la introducción de mecanización agrícola en Chile señaladas por Ibáñez (1986), representan los problemas fundamentales que impiden una modernización real de la pequeña agricultura campesina.

2.6. MECANIZACIÓN EN ECUADOR

Estudiosos en el tema señalan que Ecuador es deficiente en el uso de maquinarias en la agricultura. El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), ha creado la Dirección de Mecanización Agrícola, mediante Acuerdo Ministerial 281, del 29 de julio de 2011; quienes están a cargo del impulso de esta actividad en el Ecuador. Según estudio realizado por Reina y Hetz, en el 2004 existía un déficit de 2 613 tractores agrícolas, considerando en el plan 2 397 446 ha, correspondientes a cultivos transitorios y permanentes y si se incluían las superficies de pastos cultivados y descanso, el déficit se incrementaba a 6 501 tractores agrícolas.

Estos dos expertos sostienen, que el índice de mecanización agrícola recomendado para países en vías de desarrollo es de 0,75 a 1,0 Kw/ha, y en el Ecuador alcanza 0,30 Kw/ha, con la superficie de cultivos transitorios y permanentes y si se incluye los pastos cultivados y en descanso sólo llega a 0,12kW/ha, frente a otros países como: México, 0,77 kw/ha; Chile 0,56 kw/ha; Argentina 0,60 Kw/ha; Venezuela 0,79 Kw/ha, por lo que estamos más cercanos a los índices de Colombia y Perú (0,23 y 0,14 kw/ha).

A criterio de Reina (2004), la mecanización agrícola en el Ecuador es incipiente y merece que se preste mucha atención, por lo que aconseja que la Dirección de Mecanización Agrícola del MAGAP, realice estudios actualizados, sobre el estado de la mecanización en el Ecuador así como proponer políticas que fomenten el uso adecuado de los equipos e implementos agrícolas con principios de conservación de los recursos naturales.

El autor arriba mencionado insiste que se debería conformar un equipo de expertos en mecanización agrícola nacionales e internacionales, en las que se involucren organizaciones campesinas, agricultores medianos y pequeños, la Corporación Financiera Nacional, Banco Nacional de Fomento y universidades para plantear la elaboración de un Plan Estratégico que implique fomento de la mecanización agrícola, zonificación de conformidad a las características de cada región (clima, topografía, clases de cultivos, suelo, etc.), capacitación y

proponer la clase de maquinaria e implementos adecuados y requeridos para cada lugar del Ecuador.

De acuerdo a los resultados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria la provincia de Manabí ocupa el primer puesto de todas las provincias del Ecuador en lo relacionado a la superficie de labor agrícola, en la que logró obtener 1 156 941 ha, que representa el 15,84% del total nacional (7 303674 ha); seguido de Guayas y Loja con el 11,84 y 7,6% respectivamente (INEC, 2010).

2.7. EFECTOS QUE PRODUCE LA MECANIZACIÓN AGRÍCOLA

Black, *et al.* (1962) señalan que con laboreo permanente del suelo se provoca la aireación, lo que determina que los elementos nutritivos se destruyen con mayor rapidez dando origen a la erosión por poca que sea la pendiente del suelo, además sostiene que el labrado continuo y la exageración de las labores del cultivo son la causa del empobrecimiento de la tierra.

Dencker (1966) menciona que los efectos que producen la mecanización agrícola son:

- a. A mayor mecanización corresponde mayor proporción de tiempo gastado en preparación, equipos y pérdidas, de tal manera que para las mayorías de las máquinas se puede esperar un rendimiento normal en días de empleo favorable.
- b. El volumen de producción crece con la solución técnica y biológica, bien sea incrementando los rendimientos o ya sea implantando cultivos más productivos.
- c. Acorta las jornadas de trabajo y alivia el esfuerzo físico de los trabajadores agrícolas.
- d. El costo de mano de obra aumenta mucho al intensificarse la mecanización.

La labranza del suelo es crucial para el crecimiento de las plantas y el rendimiento de los cultivos. Los beneficios de una buena labranza incluyen adecuada aireación para el desarrollo de las raíces, buen movimiento del agua en el suelo (infiltración, percolación y drenaje), adecuada regulación de la temperatura del suelo para el desarrollo de las raíces y el crecimiento de las plantas, y adecuada retención de humedad para uso de éstas. Quizás el atributo más importante del suelo, que podría asegurar estos beneficios, es su espacio poroso (Alukoy Koolen, 2001).

Las propiedades físicas del suelo son factores dominantes que determinan la disponibilidad de oxígeno y movimiento de agua en el mismo, condicionando las prácticas agrícolas a utilizarse y la producción del cultivo. Sin embargo, estas propiedades no escapan de los efectos producidos por los distintos tipos de labranza originándose cambios en el ambiente físico del suelo, con importantes repercusiones en su calidad bioquímica y, por tanto, en su fertilidad (Hernández, 2000).

EFFECTOS ECOLÓGICOS DE MECANIZACIÓN AGRÍCOLA.

La utilización de maquinaria agrícola así sea con labranza cero causa perjuicios en el suelo, como son, la pérdida de este por erosión, y degradación física que terminan en daño de su estructura produciendo costras en la superficie, capas compactas en su interior que reducen las tasas de infiltración de agua y circulación de gases, afectando directamente el crecimiento de las plantas. La afectación de la labranza depende directamente del tipo del suelo, sus características físicas (Textura, estructura, porosidad, etc.) y de los contenidos de humedad en el suelo, por eso cada vez que se requiere una intervención tipo labranza, se debe preguntar, cuál es el problema y como se puede controlar en la forma que menos afecte al suelo (Donaire, 2014)

Donaire (2014) menciona algunos de los problemas que se pueden ocasionar al medio por el mal uso de la maquinaria agrícola.

- a. Alteración del equilibrio natural del suelo de sus componentes físicos, químicos y biológicos, que disminuye su capacidad productiva.
- b. Cuando se deja descubierto el suelo entre la cosecha y la siembra de un nuevo cultivo, las radiaciones solares directas matan la macro y micro flora y fauna del suelo, el impacto directo de las gotas lluvias rompe los agregados del suelo en finas partículas que taponan los poros causando encostramiento superficial que impide la circulación del aire y la infiltración del agua.
- c. La falta de infiltración del agua en el suelo causa escorrentía, produciendo pérdida de suelo por erosión hídrica y problemas muchos más graves, como la reducción de los niveles freáticos o la formación de cárcavas por mencionar solo algunos.

2.8. SISTEMAS DE LABRANZA

2.8.1. LABRANZA CONVENCIONAL

La labranza convencional se entiende como un conjunto de prácticas que habitualmente se realizan en determinada zona que va de 25-30 cm de profundidad (Ortiz, 2003).

Según Jaramillo (2005) la práctica de preparación de suelo con arado, rastrada y surcada está generalizada en toda la provincia de Manabí, es muy común observar a los agricultores preparar el suelo empleando un arado que penetra en el suelo y voltea la tierra, arrancando o eliminando las malas hierbas que crecen en el terreno, removiendo y aflojando las capas superficiales del suelo y dejando un lecho con la humedad suficiente para que germinen las semillas sembradas.

Aunque la labranza de suelo trae consigo algunos efectos favorables a la agricultura; hoy en día se conoce que la roturación del suelo para la siembra acarrea más perjuicio que beneficios; entre ellos se puede mencionar:

promueve la erosión del suelo, acelera la pérdida de humedad y la oxidación de la materia orgánica que son muy importantes para la producción agrícola (Lees, 2000).

Según Violic (1989) la labranza convencional puede causar al suelo las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas

- El suelo alcanza la temperatura de siembra más rápidamente.
- Mayor fertilidad actual.
- Mayor control mecánico de malezas.
- Simplifica el control de los insectos del suelo.

Desventajas

- El suelo desnudo queda expuesto a la erosión.
- Se forma piso de arado.
- Puede encontrarse por lluvias después de la siembra, dificultando la emergencia.
- Mayor requerimiento de potencia por hectáreas.
- Prevalencia de las malezas anuales.

Quarles (2000) en un estudio realizado para determinar los efectos de sistemas de labranza sobre la producción de maíz en suelos arcillosos del Noreste de Missouri (USA), encontró una clara tendencia de mayor producción en cero labranza que en los tratamientos: labranza reducida y convencional; este autor reportó también que no se encontraron efectos de niveles de labranza sobre los valores de pH del suelo ni en la concentración de fósforo en la parte superficial del suelo. Así mismo no observó diferencias en la disponibilidad de potasio. Por otra parte se detectó una mayor cantidad de materia orgánica (4,1%) en cero labranza con respecto a otros niveles de labranza (de 2,5 a 3,5%) y reporta también mayor velocidad de infiltración del agua en cero labranza.

Marcano *et al.* (1998) en un experimento en la Estación Experimental Yaracuy determinó el efecto que producían diferentes tratamientos de labranza en la

producción de maíz y los mejores resultados se lograron con el tratamiento arado de discos más rastra (4 241 kg/ha) en comparación con solo rastra (3 350 kg/ha).

2.8.2. LA LABRANZA REDUCIDA O MÍNIMA

Se refiere al cultivo de toda el área del suelo pero con la eliminación de uno o más laboreos en comparación con los sistemas convencionales de labranza. Esto se refiere a un rango amplio de sistemas distintos, como por ejemplo:

- Rastra de discos o cultivadora, luego sembrar;
- Arado de cinceles o cultivadora, luego sembrar;
- Rotocultor, luego sembrar.

Dependiendo de los implementos utilizados y el número de pasadas, la labranza reducida puede ser clasificada como un sistema conservacionista o no conservacionista según la cobertura de rastrojos que queda al momento de la siembra. Por lo tanto, no todos los sistemas de labranza reducida son sistemas conservacionistas. De los tres ejemplos citados anteriormente, es probable que solamente el arado de cincel o cultivadora pudiera ser clasificado como un sistema conservacionista (Leiva y Guerrero, 1998).

Studdert (2001) manifiesta que labranza reducida, es la reducción del número de operaciones de laboreo respecto a la labranza convencional. Bajo cubierta se caracteriza por el uso de implementos que mantienen en superficie la mayor cantidad de rastrojo posible. La labor principal se realiza generalmente con cincel y para las labores complementarias se emplean cultivador de campo y/o rastra de discos doble acción.

En un trabajo de investigación realizado por Ohepet *al.*, (2001) mencionan que el mejor rendimiento del cultivo de maíz lo presentó el tratamiento T6 (LC con *Canavalia* incorporada más residuos de gramíneas), con un valor de 7 544,4 kg/ha, seguido por los tratamientos T5 (LC con *Canavalia* incorporada más

residuos de gramíneas), T3 (LC con *Canavalia* en cobertura más residuos de gramíneas) con valores en rendimiento en grano de 6 095,5 y 5 885,0 kg/ha. En otro ensayo efectuado en Manabí por Santos *et al.*, (2000) al hacer una comparación de sistemas de labranza, utilizando para ello el rotavators con una sola pasada y siembra manual, y por otro lado el cultivador de escardillo y siembra manual, así como también el sistema tradicional y cero labranza, los resultados indican que al reducir la labranza, tiene el valor en la conservación del suelo y agua, por la reducción de la erosión y escurrimiento, en cambio en su producción no se obtuvieron mayores rendimientos en comparación con los demás sistemas. Pero sin embargo se evitó un excesivo laboreo y por consiguiente una mayor conservación del suelo.

2.8.3. LABRANZA CERO

La labranza cero o siembra directa es una tecnología que permite efectuar la siembra del cultivo sin realizar ninguna labor de preparación al suelo, efectuándose solo control químico de las malezas a través de una aplicación de glifosato u otros herbicidas similares (Lahuathe, 2001).

Se reporta también que en el Litoral ecuatoriano desde 1985 hasta 1990 se han realizado varios estudios sobre labranza cero en la Estación Experimental Pichilingue manifestándose, entre las experiencias recopiladas sobre este sistema de siembra que puede ayudar a mantener la capacidad productiva del suelo y por ende a solucionar o evitar los problemas causados por erosión hídrica en la época lluviosa, a la vez que optimiza el uso de la humedad residual del suelo para los cultivos en la época seca (INIAP, 1990).

Según Urquiaga (2002) inicialmente el sistema de siembra directa fue recibido como una tecnología para conservar el suelo. La rápida expansión de la frontera agrícola, basada en el uso intensivo de mecanización ha provocado daños por erosión, especialmente en los Estados del sur de Brasil, un ejemplo de efecto negativo del exagerado uso del arado en la preparación del suelo fue reportado por el Instituto Agronómico de Paraná (IAPAR) en Brasil en 1980 el

informe indicaba que del 50 al 60% de las áreas cultivadas con cereales por más de 10 años en la región norte y noreste del Estado de Paraná, presentaron una reducción en el contenido de materia orgánica del suelo, alrededor del 60% con relación del contenido inicial.

Violic *et al.* (1990) mencionan que en una serie de experimentos que se desarrollaron durante seis años, por el CIMMYT, en el trópico del Estado de Veracruz, México, encontraron que al comparar el sistema de labranza cero, con el tradicional, resultó que los rendimientos fueron similares bajo ambos sistemas, pero que el sistema de labranza cero combinado con herbicidas apropiados, constituye un sistema efectivo de manejo para el maíz. Comparada con la labranza convencional, la labranza cero permite operaciones oportunas, en especial la siembra, prácticamente independientes de las condiciones climáticas, además de conservar agua, suelo, y energía y al parecer presentar un menor ataque de insectos. Además, permite efectuar las labores con mayor rapidez, menor costo y con mayor rentabilidad.

2.9. PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

Las propiedades físicas de un suelo constituyen parte del conjunto de características que determinan el medio ambiente que permite el desarrollo de la vida vegetal. Estas tienen relación con las partículas elementales, con su agrupamiento, compactación o densidad, porosidad, temperatura y color (Buckman y Brady, 2003).

La vida de la planta depende de la relación de la raíz con el suelo. La raíz debe disponer de un medio que permita su desarrollo para cumplir con el objetivo de obtener soporte y provisión de los macro y micronutrientes necesarios para el buen desarrollo de la planta. Si las propiedades físicas son limitadas, se obtienen plantas con un desarrollo radicular restringido, de crecimiento lento, con escasa cantidad de tallos, hojas pequeñas, marchitez temporal, madurez temprana de la planta y rendimiento limitado. Las características físicas no son independientes, sino que se afectan unas con otras, estableciendo las

relaciones suelo, aire, luz, agua, y con las características químicas, determinando la calidad del suelo como medio de cultivo (Honorato, 1997).

La capacidad productiva de los suelos puede ser modificada aplicando una tecnología adecuada, dicha tecnología debe velar por otorgar a la planta las condiciones físicas más favorables posibles. El método de labranza tradicional, opta por descompactar el suelo, produciendo mayor porosidad a fin de crear las condiciones óptimas para alojar la semilla. El método de cero labranza, opta por las condiciones naturales, más la participación del rastrojo sobre la superficie del suelo y la materia orgánica con sus componentes microbiológicos que afectan considerablemente las propiedades físicas. Estas características resultan en un notable mejoramiento de las cualidades físicas del suelo (Crovetto, 2002).

2.9.1. LA ESTRUCTURA

Según Brack y Mendiola (s.f.) la estructura es la forma en que las partículas del suelo se reúnen para formar agregados. De acuerdo a esta característica se distinguen suelos de estructura esferoidal (agregados redondeados), laminar (agregados en láminas), prismática (en forma de prisma) blocosa (en bloques), y granular (en granos).

Los mismos autores describen a continuación la forma de los agregados:

- **LAMINAR.** Los agregados tienen forma aplanada, con predominio de la dimensión horizontal. Las raíces y el aire penetran con dificultad.
- **EN BLOQUES.** Angulares o sub angulares. Los agregados tienen forma de bloque sin predominio de ninguna dimensión
- **PRISMÁTICA.** Los agregados tienen forma de prisma, de mayor altura que anchura. Este tipo de suelo tiene mucha arcilla.
- **COLUMNAR.** semejante a la estructura prismática, pero con la base redondeada. Esta estructura es típica de los suelos viejos.

- **GRANULAR.** Los agregados son esferas imperfectas, con tamaño de 1 a 10 mm de grosor. Es la estructura más ventajosa, al permitir la circulación de agua y aire.

2.9.2. POROSIDAD

Aproximadamente el 50% de un suelo mineral se encuentra ocupado por aire y agua. La porosidad es importante por ser la característica del suelo que equilibra la relación entre el aire y el agua con las plantas y se relaciona con su desarrollo radicular. Al aplicar agua al suelo (riego) los macro y micro poros se llenan de agua, desplazando de ellos el aire. Terminado esto, se inicia la infiltración del agua al interior del suelo, permitiendo nuevamente el ingreso del aire, primero a los macroporos y luego a los microporos (Buckman y Brady, 2003).

La porosidad se relaciona con otras propiedades físicas del suelo como son la conductividad térmica, la estructura y la densidad; La porosidad total está inversamente relacionada con la densidad aparente (Honorato, 1997).

Según Cerisola *et al.* (2005) el estudio de la evolución de la estructura de un suelo sometido a acciones mecánicas y climáticas pueden abordarse a partir de un seguimiento de las propiedades física que lo caracterizan. Entre estas propiedades, la más importante es la porosidad, ya que relaciona el volumen de suelo que exploran las raíces con el volumen disponible para el agua y el aire que requieren en su desarrollo.

De este modo, al comparar diferentes estados estructurales, cuando el contenido del agua y la textura del suelo son variables, resulta más adecuado realizar una distinción entre el espacio poroso del origen textural y el origen estructural que a la simple determinación de la porosidad total. Desde el punto de vista agronómico, procesos como la compactación conducen a una modificación del volumen de poros del suelo que afectan en mayor o menor medida, el desarrollo del cultivo (Buckman y Brady 2003).

2.9.3. DENSIDAD APARENTE

La densidad aparente (D_a) del suelo es la relación de la masa al volumen macroscópico ocupado por las partículas del suelo más el espacio poroso. La masa se determina pesando la muestra desecada a 105°C y el volumen corresponde al de la muestra que se haya tomado. Este es un índice que ayuda a determinar el nivel de compactación presente en el suelo. Así, los suelos que son sueltos y porosos tendrán pesos por unidad de volumen bajos, mientras los suelos con partículas de arena, que están en estrecho contacto, tendrán altos valores de D_a .

(Buckman y Brady, 2003) continúa manifestando que la D_a está relacionada a algunas características del suelo tales como: textura, materia orgánica, estructura y el contenido de arena. Las alternativas de cultivos y el sistema de laboreo empleado sobre el suelo influyen su D_a , especialmente en las capas superiores. La adición de residuos en grandes cantidades tiende a disminuir el peso de los suelos superficiales. Un cultivo intensivo, por otro lado, actúa en dirección opuesta.

2.10. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE MAÍZ

En el nuevo mundo es considerado el principal cereal domesticado y fue la base alimenticia de las civilizaciones Maya, Azteca e Inca. Es actualmente uno de los cereales más cultivados, las principales zonas de cultivo son; EEUU, América central, Argentina y Brasil (Ospina y Aldana, 1995).

2.10.1. ORIGEN

Garduño (2000) menciona que el cultivo del maíz tuvo su origen en América Central, específicamente en México, de donde se difundió hacia el norte hasta Canadá y hacia el sur hasta la Argentina y se cultiva desde hace unos diez mil años. FAO (2003) expresa que a finales del siglo XV, después del

descubrimiento al continente americano, el grano fue introducido a Europa. Hoy en día se encuentra cultivado prácticamente en todas las zonas del mundo.

Según Adames (1995) dentro del grupo de cereales, el maíz ocupa alrededor del 54% del área y el 30% de la producción en Ecuador, le corresponde el segundo lugar en producción después del arroz. El total del área sembrada, aproximadamente es de 790000 ha, el 90% son cultivos tradicionales y solo el 10% corresponde a siembra tecnificada.

2.10.2. TAXONOMÍA (Wikipedia. 2007)

NOMBRE COMÚN:	Maíz.
REINO:	Vegetal.
CLASE:	Angiosperma.
SUBCLASE:	Monocotiledónea.
ORDEN:	Glumiflorae.
FAMILIA:	Gramínaceae.
GÉNERO:	<i>Zea</i> .
ESPECIE:	<i>mays</i> L.
NOMBRE CIENTÍFICO:	<i>Zea mays</i> L.

2.10.3. MORFOLOGÍA

El maíz forma un tallo erguido y macizo, una peculiaridad que diferencia a esta planta de casi todas las demás gramíneas. La altura es muy variable, y oscila entre poco más de 60 cm en ciertas variedades enanas y 6 m o más; la media es de 2,4 m. Las hojas, alternas, son largas y estrechas. El tallo principal termina en una inflorescencia masculina; ésta es una panícula formada por numerosas flores pequeñas llamadas espículas. La inflorescencia femenina es una estructura única llamada mazorca, que agrupa hasta un millar de semillas dispuestas sobre un núcleo duro (Bartolini, 1999).

2.11. AGROECOLOGÍA DEL CULTIVO

- **SUELO**

Se desarrolla bien en suelo fértil con texturas medias y bien drenadas; con un pH entre 5,5 y 7,2. Se recomienda abonar los suelos pobres y de poca fertilidad. El maíz se adapta a todos los pisos térmicos, especialmente los medios y cálidos (Ospina, 2002).

- **CLIMA**

El maíz se cultiva en regiones con temperatura que oscilan entre temperatura: 12 a 24,5°C y con una pluviosidad: 1000-2000mm durante el ciclo. Esta planta requiere aproximadamente una buena luminosidad mínimo 2,2 horas de sol diarios (MAG/IICA, 2001).

2.12. SISTEMA DE PRODUCCIÓN

INIAP, (2009) describe a continuación el siguiente sistema de producción en el cultivo de maíz.

- **PREPARACIÓN DEL SUELO**

En la preparación del suelo es necesaria una labor de arado, rastrado y surcado en época seca; en loma y en plano roza y limpia ligera para siembra sobre el rastrojo del cultivo anterior durante la época lluviosa.

- **SEMILLA**

Utilización de semilla que debe tener la categoría de certificación proveniente del INIAP. Para una hectárea se necesita 15 kg de semillas.

- **SIEMBRA**

La siembra en época lluviosa en el trópico seco debe realizarse con las primeras lluvias, cuando el suelo tenga suficiente humedad y permita una germinación normal. Las distancias adecuadas para terreno planos y laderas es de 1,0 m entre hileras y de 0,40 m entre planta, sembrando 2 semillas por sitio. En época seca bajo riego, la distancia es de 1,60 m entre hileras y 0,20 m entre planta, colocando una semilla por sitio, sembrando a ambos lados del surco.

- **CONTROL DE MALEZAS**

Se debe hacer un control eficiente de malezas en los primeros 35 días, para evitar la competencia por agua, luz y nutrientes.

- **RIEGO**

El número de riegos por hectárea, depende de las características del suelo siendo por surco el más utilizado, se debe regar cada 8-12 días hasta que la planta tenga aproximadamente 85 días.

- **FERTILIZACIÓN**

Los suelos de la zona maicera varían en fertilidad, se debe aplicar fertilizantes con base nitrogenadas a los 15, 30 y 45 días después de la siembra (dds), y en la floración. El fertilizante se debe colocar en bandas a un costado de las plantas cuando exista suficiente humedad en el suelo.

- **CONTROL DE INSECTOS PLAGAS**

El cogollero (*Spodopterafrugiperda. Smith*) es la plaga más perjudicial, en el cultivo de maíz que tengan entre 30-35 días, se puede controlar con aplicaciones de dilución de Nim en dosis de 100 mL en 20 litros de agua.

- **COSECHA**

La cosecha se realiza a los 120 días después de la siembra. Las variedades tienen un potencial de rendimiento de 4000 kg por hectárea (88 quintales) y los híbridos a partir de 5000 kg por hectárea (110 quintales).

2.13. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DE SIEMBRA

AGRIPAC (2012), indica que el maíz H Trueno NB-7443 es un híbrido simple modificado de maíz amarillo, con líneas de alto rendimiento y una extraordinaria estabilidad productiva. Este híbrido presenta las siguientes características agronómicas: altura de planta y de mazorca es de 2,1 y 1,1 m respectivamente; los días promedio a la floración femenina es de 32 días. Su ciclo de siembra a cosecha es de 120 días.

El color del grano es anaranjado semicristalino de tamaño grande. La mazorca es cilíndrica, tiene 16 cm, presenta 16 hileras de granos promedio por mazorca y una excelente cobertura. Trueno es muy tolerante a enfermedades foliares como *Curvularia*, mancha de asfalto y cinta roja. El rendimiento promedio es de 8687 kg/ha de grano con 13% de humedad.

2.14. REQUERIMIENTO NUTRICIONAL DEL CULTIVO

El maíz es muy exigente en elementos comparado con otros cultivos. En un plan de fertilización se debe tomar en cuenta, el análisis químico del suelo, la época más apropiada para abonar, la colocación del abono en el suelo y las formas y cantidades del fertilizante (Bonilla, 2009).

El mismo autor afirma que en zonas muy lluviosas y de suelos muy arenosos, es aconsejable fraccionar esta fertilización en dos partes, una a las dos semanas después de sembrar y la otra, tres o cuatro semanas luego de la siembra.

Esta aplicación de nitrógeno, debe efectuarse sobre la superficie del terreno y cerca de la base de la planta. Las cantidades de abono a usar variarán de acuerdo a la fertilidad natural del suelo. Finalmente concluye que para suelos de media a alta fertilidad se recomienda de 100 a 160 kg de nitrógeno por hectárea, en donde se deben aplicar los abonos nitrogenados en dos fracciones

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS DE LA ZONA OBJETO DE ESTUDIO

El presente trabajo se realizó en época lluviosa del 2013 en el sitio El Bejucal parroquia Canuto, Chone-Manabí, situada geográficamente entre las coordenadas 00°49'23" Latitud, Sur 80°11'01" de Longitud Oeste; y una altitud de 15 msnm.¹

3.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

En el cuadro 3.1 se presenta el promedio de las características agroclimáticas en el período comprendido entre octubre del 2010 y enero del 2013¹.

Cuadro 3.1. Parámetros climáticos registrados en la estación meteorológica de la ESPAM MFL

Parámetro	Promedio
Precipitación media anual	1043 mm
Humedad relativa	82,5%
Temperatura media anual	25,3°C
Heliofanía anual	1178,3 (horas/sol)
Evaporación	1492,8 mm

3.3. DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL

3.3.1. FACTOR EN ESTUDIO

Sistema de mecanización:

- T1= Labranza convencional (arado de disco + dos pases de rowplow)
- T2= Labranza mínima (cincel)
- T3= Labranza cero (testigo)

¹Estación Meteorológica de las ESPAM MFL 2013

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento unifactorial se condujo con un diseño sistemático Zade (principio dáctilo de distribución), con 4 réplicas.

3.5. CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Para el desarrollo del estudio se utilizó un área total de 1615 m² la cual se dividió en 12 parcelas experimentales de 12,8m de largo x 5m de ancho, constituidas por 5 hileras de maíz sembradas a un distanciamiento de 1m x 0,4m entre plantas considerando como efecto borde 0,8 m x 0,8 m por cada extremo de la parcela experimental.

3.6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PARCELA EXPERIMENTAL

Estas características se presentan en el cuadro 3.2.

Cuadro 3.2. Características generales de la unidad experimental

a) Total de unidad experimental	12
b) Número de lotes:	4
c) Tamaño de la unidad experimental:	(12,8 m x 5m)
d) Área total de la unidad experimental:	64 m ²
e) Área útil de la unidad experimental:	33,6 m ²
f) Distancia entre plantas:	0,4 m
g) Distancia entre hileras:	1,0 m
h) Distancia entre parcelas:	3 m
i) Número de hileras por parcela:	5
j) Número de hileras útiles:	3
k) Muestreo:	240 plantas
l) Muestreo por réplica:	20 plantas

m) Población total del ensayo:	3.840 plantas
n) Población útil del ensayo:	2.304 plantas
o) Población por parcela:	320 plantas
p) Población útil por parcela:	192 plantas

3.7. MANEJO DEL CULTIVO

a. PREPARACIÓN DEL TERRENO

La preparación del suelo se realizó de acuerdo a los diferentes tratamientos en estudio (labranza convencional, labranza mínima, labranza cero). Las mismas que se detallan a continuación:

Labranza convencional (T1): Siguiendo el sistema que comúnmente emplean los agricultores de la zona del Carrizal, se realizó un pase de arado de disco longitudinalmente a una profundidad de 25 cm, y dos pases de romplow (El primero longitudinalmente y el segundo transversalmente a una profundidad de 20 cm)

Labranza mínima (T2): consistió en dos pases de arado cincel, el primero longitudinalmente y el segundo transversalmente a una profundidad de 25 cm.

Labranza cero (T3): se procedió a la limpieza del terreno con machete y luego se delimitaron las parcelas.

b. SIEMBRA

Primero se realizó la implementación de las unidades experimentales, para ello se procedió a dividir 12 parcelas de 12,8 m de largo x 5 m de ancho. Luego se realizó la siembra en forma manual, a un distanciamiento de 1 m entre hileras y 0,4 m entre plantas utilizando para el efecto un espeque, depositando tres semillas por sitio para dejar 2 al raleo. La semilla utilizada fue el híbrido de maíz

Trueno y se la trató con insecticida Thiodicard en dosis de 7 mL/Kg de semilla para protegerla del daño inicial de los insectos.

c. RALEO

Se realizó a los 10 días de germinada la semilla.

d. CONTROL DE MALEZA

A los dos días de la siembra se aplicó 150 mL de Alaclor+ 60 mL de terbutrina/bomba de 20 litros de agua; además se realizaron tres controles mecánicos con machete a los 15, 40 y 60 días de edad del cultivo.

e. FERTILIZACIÓN

Se realizaron aplicaciones a los 8 días de emergido el cultivo; la colocación del fertilizante se hizo de manera manual con espeque a 10cm de las plantas.

El nitrógeno se lo aplicó utilizando urea a los 20 y 40 días después de la siembra (80 Kg/ha N + 95 Kg/ha K) y para la aplicación del potasio se utilizó muriato de potasio aplicándose en partes iguales en cada tiempo establecido (Agripac, 2012)

f. CONTROL DE INSECTOS PLAGAS

En el cultivo se presentó problemas de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y arrieras cortadoras (*Attacephalotes*); para el control se aplicó clorpirifos en dosis de 2 mL/L de agua, dirigido al cogollo y pie de la planta a los 15, 30 y 45 dds.

g. COSECHA

La recolección de las mazorcas se dio a los 120 dds y se apreció una baja humedad en el grano.

3.8. DATOS TOMADOS Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

3.8.1. ANÁLISIS DEL SUELO

a. Análisis de suelo presiembra

Se tomó una muestra representativa en forma de zigzag a lo largo del área del ensayo, para esta labor se utilizó 20 submuestras a una profundidad de 20 cm; las mismas que se mezclaron, luego se pesó una muestra de 1 kg, la cual se envió al laboratorio de suelos de la Estación Pichilingue del INIAP para su respectivo análisis químico (N, P, K, y M.O), físico (textura, pH), mientras que la densidad aparente, densidad real y la humedad se lo realizó en el laboratorio de suelo de la ESPAM; a excepción del análisis biológico que se lo ejecutó de forma visual en el área de estudio.

Para determinar los mesoorganismos, se tomó 20 submuestras de suelo a una profundidad de 15 cm; de las cuales se obtuvo una muestra representativa de 1 kg para proceder al conteo de lombrices y hormigas encontradas en el suelo.

b. Análisis de suelo postcosecha

Se efectuó un análisis de suelo una vez culminado el ensayo, para esta actividad se realizó 1 calicata por cada uno de los tratamientos, el área de cada calicata es de 1 m de ancho por 2 m de largo y 1,50 m de profundidad, tomando muestras en cada horizonte de la capa arable del suelo, para realizar los análisis físicos-químicos; y determinar los parámetros en cada horizonte.

Esto se lo realizó mediante el método del cilindro y los parámetros químicos, tomando una muestra representativa de 1 Kg de suelo de cada calicata por cada uno de los tratamientos en estudio, el mismo que fue enviado al laboratorio de suelo de la ESPAM, a excepción del análisis biológico que se lo ejecutó mediante observación.

Para el caso de los mesoorganismos, se consideraron cada uno de los tratamientos en estudio y se obtuvo una muestra representativa de 1 Kg de suelo por cada uno, procediendo al conteo de lombrices y hormigas encontradas en el mismo.

3.8.2. ALTURA DE PLANTA

Esta variable de crecimiento se determinó a los 15 y 30dds, y se midió la altura desde el nivel de suelo hasta el punto de inserción de la última hoja, y se expresó en centímetro (cm).

3.8.3. DIÁMETRO DEL TALLO

Esta variable se la tomó a la altura de la inserción de la primera hoja a los 15 y 30 dds, y se expresó en centímetro (cm).

3.8.4. ALTURA DE INSERCIÓN DE LA MAZORCA

Este dato se lo determinó al momento de aparecer la flor femenina de la planta, se tomaron 10 plantas al azar de cada parcela útil, midiendo la altura entre la base del tallo y la inserción de la mazorca, para luego expresarla en metro.

3.8.5. RENDIMIENTO: PESO DE MAZORCAS EN Kg/ha

Se determinó pesando en una balanza 20 mazorcas tomadas al azar en cada parcela, esta cantidad se expresó en kilogramos. Estos datos permitieron realizar el cálculo del rendimiento por hectárea de los diferentes tratamientos en estudio, lo cual se realizó obteniendo el peso de las veinte mazorcas multiplicadas por el número total de plantas/ha, dividido para el número de plantas tomadas por réplicas).

3.8.6. PESO DE 100 SEMILLAS SECAS (GRAMOS)

Para este parámetro se tomaron al azar 100 semillas secas provenientes de cada parcela útil para luego pesarlas en una balanza electrónica.

3.8.7. NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA

Se procedió a tomar 10 mazorcas al azar del área útil de cada parcela, luego se procedió a contabilizar el número de hileras por mazorca.

3.8.8. DIÁMETRO Y LONGITUD DE MAZORCA

Las 10 mazorcas utilizadas en la variable anterior fueron medidas con una cinta métrica, para luego obtener su promedio en centímetros.

3.9. ANÁLISIS ECONÓMICO

Se empleó el cálculo del presupuesto parcial, utilizando la metodología propuesta por el CIMMYT (1988), considerando los costos variables y beneficios netos de cada uno de los tratamientos en estudio. Inicialmente se determinaron los beneficios brutos, netos y totales; de los costos variables por tratamientos. Se realizó un análisis de dominancia, mediante el cual se eliminaron los tratamientos con beneficios netos menores o iguales al de un tratamiento con costo variable más bajos.

CAPÍTULO IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CONDICIONES FÍSICO-QUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL SUELO ANTES DE LA SIEMBRA

Los resultados del análisis físico-químico y biológico se pueden observar en el cuadro 4.1.

De acuerdo a los resultados del análisis físico y la interpretación de los valores en el triángulo de textura se determinó que el suelo donde se realizó el experimento es de tipo franco arenoso. La densidad aparente (DA) varió de $1,32 \text{ g/cm}^3$ en el horizonte A hasta $1,21 \text{ g/cm}^3$ en el horizonte D. Se observa claramente que la tendencia es el decrecimiento de los valores a medida que aumenta la profundidad del suelo, dada la menor porosidad de los mismos. En cuanto a la densidad real (DR) el valor es de $3,93 \text{ g/cm}^3$. Respecto a humedad del suelo presentó 86%. En cuanto a los macroelementos (N, F, K, Ca, Mg) el contenido fue óptimo.

Los valores de los parámetros químicos determinan:

- pH = Potencial hidrógeno 6,5 corresponde a un suelo ligero ácido.
- CE = Conductividad eléctrica 13,52 dS/m. Suelo sin probabilidad de salinidad.
- M.O = El contenido de materia orgánica dio como resultado 1,7%. En el parámetro biológico se encontró 7 hormigas y 2 lombrices en la muestra evaluada.

CUADRO 4.1: Condiciones físico-químico y biológico del suelo antes de la preparación del suelo.

Parámetros	Unidades	Valores
ANÁLISIS FÍSICO:		
Arena	%	49
Limo	%	31
Arcilla	%	20
Densidad aparente	g/cm ³	1,32
Densidad real	g/cm ³	3,93
Humedad	%	86
ANÁLISIS QUÍMICO:		
pH		6,5
CE	dS/m	13,52
M.O	%	1,7
N	%	0,0015
P	ppm	64
K	meq/100 mL	1,62
Ca	meq/100 mL	14
Mg	meq/100 mL	4,8
ANÁLISIS BIOLÓGICO:		
Hormigas	#	7
Lombriz	#	2

4.2. CONDICIONES FÍSICO-QUÍMICOY BIOLÓGICO DEL SUELO DESPUÉS DE LA COSECHA

Los parámetros físicos sometidos al triángulo de textura determinaron que el suelo de esta área en estudio es franco arenoso (cuadro 4.2).

En lo referente a las condiciones físico-químicas del suelo antes y después del cultivo, se puede notar que en el aspecto físico tuvo un mejoramiento en la labranza convencional frente a las otras dos. Esto concuerda con Benítez y Friedrich (2009), señalan que un suelo agrícola es aquel que tiene condiciones edafológicas favorables: tamaño de agregados, humedad y temperatura que favorezcan la germinación de las semillas buen crecimiento de los cultivos, emergencia de plantas jóvenes, crecimiento de las raíces, la formación del grano y la cosecha.

El análisis químico también muestra una mejora considerable del suelo con la labranza convencional al igual que el análisis biológico. Rico (2009), manifiesta que un suelo agrícola con buenas propiedades físicas-químicas se caracteriza por tener una buena aireación, un buen drenaje, una buena textura, buena consistencia y un color oscuro aptos para el desarrollo de los cultivos.

Miranda (2009), señala que la existencia, en los suelos agrícolas, de macro y microorganismos vivos cumplen como función principal descomponer la materia orgánica y convertirla en humus, el cual se combina con la parte mineral del suelo y forma los compuestos órgano-minerales, de alta actividad química y físico-química. Los organismos vivos del suelo necesitan de aire, agua y calor, los cuales son proporcionados, en dependencia de las propiedades físicas del suelo.

CUADRO 4.2: Condiciones físico-químico y biológico del suelo después de la cosecha

Parámetros	Tratamientos			Unidades
	T1 L. convencional	T2 L. mínima	T3 L. cero	
Análisis Físico:				
Arena	56	48	48	%
Limo	39,32	32	40	%
Arcilla	4,68	20	12	%
Densidad aparente	1,40	1,32	1,35	g/cm ³
Densidad real	3,93	3,93	3,26	g/cm ³
Humedad	88	88	90	%
Análisis Químico:				
pH	6,6	6,4	8,9	
CE	14,53	25,3	22,2	dS/m
M.O	1,8	3,6	3,16	%
N	0,25	0,33	0,29	%
P	29,0	16,0	27,0	ppm
K	4,80	3,80	4,20	ppm
Análisis Biológico:				
Hormigas	5	8	7	#
Lombriz	1	1	2	#

4.3. VARIABLES SOBRE EL CULTIVO

4.3.1. ALTURA DE PLANTAS A LOS 15 DDS

El análisis estadístico de esta variable mostró diferencias no significativas, según la prueba de "t" al 5% y 1% de probabilidades de error comparadas con el testigo. Se pudo notar que el mejor promedio lo alcanzó el tratamiento; labranza convencional con 41,25 cm, el menor valor fue para labranza cero (T) con 38,25 cm. (Cuadro 4.3).

En la labranza convencional se presentó el mejor vigor comparado con los sistemas de labranza mínima y cero; por lo que se deduce que brinda mejor aireación al suelo permitiendo mejor circulación de oxígeno y agua, gracias a una mayor cantidad de espacios porosos que mejoran las condiciones para el óptimo desarrollo de sus raíces, como lo indica Stone (2005), quien afirma que la aireación en las partículas del suelo mejoran el desarrollo de las plantas al, proporcionarle más oxígeno a los cultivos, humedad aprovechable y mejor uso de los nutrientes existentes

Cuadro 4.3. Análisis estadístico para altura de planta a los 15 dds

Tratamiento		\bar{X} Original Cm	\bar{X} Transformada cm	Sd	Tc	Tt	
						5 %	1 %
T1	Labranza convencional	41,25	117,45	7,88	0,73 NS	2,44	3,70
T2	Labranza Mínima	41,5	101,52	4,14	0,12 NS		
T3	Labranza Cero	38,25	100				

La \bar{X} original= promedio absoluto de la unidad experimental \bar{X} transformada =promedio relativo entre la media original y el testigo.

4.3.2. ALTURA DE PLANTA A LOS 30 DIAS

Efectuado el análisis estadístico se encontró diferencias estadísticas no significativas entre los tratamientos; sin embargo, el mayor promedio de altura de planta, se registró en el tratamiento de labranza convencional, con un valor de 1,07 m. El menor promedio de altura de planta se encontró en el tratamiento de la labranza cero (testigo) con 1,04 m de altura (Cuadro 4.4).

Se puede inferir que las pequeñas diferencias encontradas se deban a otros factores, entre ellos la fertilidad del suelo, como señala Leiva (1998) que el aumento del enraizamiento en las capas superiores, las plantas pueden utilizar de manera eficiente los nutrimentos concentrados en la superficie, no obstante, la absorción depende de que haya un grado adecuado de humedad en el suelo para que se den el flujo masal y la difusión. Los resultados de altura de planta en el presente ensayo coinciden con los trabajos realizados por

Tanguila(2005), quien encontró que la variación en la altura no fue significativa en los métodos de labranza usados (labranza convencional y labranza mínima).

Cuadro 4.4. Análisis estadístico para altura de planta a los 30 dds

Tratamiento		\bar{X} Original	\bar{X} Transformada	Sd	Tc	Tt	
		M	M			5%	1%
T1	Labranza Convencional	1,07	105,11	2,56	0,02NS	2,44	3,70
T2	Labranza Mínima	1,06	100,01	0,77	0,01NS		
T3	Labranza Cero	1,04	100				

La \bar{X} original= promedio absoluto de la unidad experimental; \bar{X} transformada =promedio relativo entre la media original y el testigo.

4.3.3. DIÁMETRO DE TALLO A LOS 15 DIAS

La variable diámetro de tallo a los 15 días no tuvo diferencias significativas entre las variantes estudiadas; sin embargo, el mejor promedio lo alcanzó el tratamiento de la labranza mínima con un diámetro de 1,48 cm, siendo la labranza cero (testigo) la de menor diámetro con 1,35 cm (Cuadro 4.5).

Cuadro 4.5. Análisis estadístico para diámetro de tallo a los 15 dds

Tratamiento		\bar{X} Original	\bar{X} Transformada	Sd	Tc	Tt	
		Cm	Cm			5 %	1 %
T1	Labranza Convencional	1,41	105,61	4,26	0,016NS	2,44	3,70
T2	Labranza Mínima	1,48	109,26	0,1	1,3NS		
T3	Labranza Cero	1,35	100				

La \bar{X} original= promedio absoluto de la unidad experimental; \bar{X} transformada=promedio relativo entre la media original y el testigo.

4.3.4. DIÁMETRO DEL TALLO A LOS 30 DIAS

El análisis estadístico para esta variable no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos; aunque se evidenciaron diferencias numéricas en donde se destaca la labranza cero con 2,34 cm, seguido de labranza mínima con 2,30 cm y por último labranza convencional que tuvo 2,24 cm de diámetro de tallo (Cuadro 4.6). De acuerdo con lo observado se puede indicar que las labranzas conservacionistas mejoran ligeramente en diámetro del tallo del maíz frente a la labranza mecanizada. Se conoce que el diámetro del tallo influye en el rendimiento óptimo del maíz, tal como asevera Pasturas (2011).

Cuadro 4.6. Análisis estadístico para diámetro de tallo a los 30dds

Tratamiento		\bar{X} Original Cm	\bar{X} Transformada Cm	Sd	Tc	Tt	
						5 %	1 %
T1	Labranza Convencional	2,24	104,32	5,27	0,01NS	2,44	3,70
T2	Labranza Mínima	2,30	91,82	6,60	1,03NS		
T3	Labranza Cero	2,34	100				

La \bar{X} original= promedio absoluto de la unidad experimental; \bar{X} transformada=promedio relativo entre la media original y el testigo

4.3.5. ALTURA DE INSERCIÓN DE LA MAZORCA

Efectuado el análisis estadístico para la prueba de media utilizando “t” al 5% y 1% no mostró diferencias estadísticas significativas, sin embargo el mayor promedio de altura de inserción de la mazorca se registró en el tratamiento de labranza convencional, con un valor de 1,12 m; en tanto que el menor número lo comparten la labranza mínima y el testigo con 1,07 m, cada uno (Cuadro 4.7).

Los valores encontrados en esta característica fenológica corresponden con las características agronómicas del cultivar, lo cual es muy importante por la facilidad al momento de la cosecha y que repercute en la mayor rapidez de recolección y menor mano de obra.

Cuadro 4.7. Análisis estadístico para altura de inserción de la mazorca

Tratamiento		\bar{X} Original	\bar{X} Transformada	Sd	Tc	Tt	
		M	M			5 %	1%
T1	Labranza Convencional	1,12	101,52	2,79	0,007NS	2,44	3,70
T2	Labranza Mínima	1,07	76,29	3,21	0,012NS		
T3	Labranza Cero	1,07	100				

La \bar{X} original= promedio absoluto de la unidad experimental; \bar{X} transformada=promedio relativo entre la media original y el testigo

4.3.6. NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA.

En esta variable, los tratamientos no presentaron diferencias significativas según la prueba de "t" al 5% y 1% de probabilidades de error. El mayor número de hileras por mazorca fue para el testigo con 17,02.

Cuadro 4.8. Análisis estadístico para número de hileras por mazorca

Tratamiento		\bar{X} Original	\bar{X} Transformada	Sd	Tc	Tt	
		#	#			5 %	1%
T1	Labranza Convencional	16,20	94,26	2,15	0,46NS	2,44	3,70
T2	Labranza Mínima	16,55	98,39	1,6	0,18NS		
T3	Labranza Cero	17,02	100				

La \bar{X} original= promedio absoluto de la unidad experimental; \bar{X} transformada=promedio relativo entre la media original y el testigo

4.3.7. PESO DE 100 SEMILLAS.

Realizado el análisis estadístico se observa que la variante labranza convencional presentó diferencias significativas para la variable peso de 100 semillas, cuando se comparó el laboreo convencional frente al testigo, en tanto

que la labranza mínima mostró diferencia altamente significativa, según la prueba de “t” al 5% y 1% de probabilidades de error comparadas con el testigo (Cuadro 4.9).

Lo encontrado coincide con lo que manifiesta Figueroa (1983) quien sostiene que al ser mayor la profundidad del rastreo en labranza mínima, éste aumenta la velocidad de infiltración del agua en el suelo en 20% en comparación con los otros sistemas, atribuyó esto al rompimiento de estratos duros y, al mismo tiempo, a una mayor disponibilidad de agua para la planta, considera además que la densidad aparente puede reducirse con la labranza conforme se dan más pasos de maquinaria al inicio del cultivo, y ser ligeramente menor al final del ciclo con menos pasos de maquinaria.

Cuadro 4.9. Análisis estadístico para peso de 100 semillas

Tratamiento		\bar{X} Original G	\bar{X} Transformada G	Sd	Tc	Tt	
						5 %	1%
T1	Labranza Convencional	35,93	117,59	1,42	3,82*	2,44	3,70
T2	Labranza Mínima	37,80	106,34	0,69	3,12**		
T3	Labranza Cero	33,08	100				

La \bar{X} original= promedio absoluto de la unidad experimental; \bar{X} transformada=promedio relativo entre la media original y el testigo

4.3.8. LONGITUD DE MAZORCA

Al analizar los valores promedios para la variable longitud de mazorca utilizando la prueba de “t” a un 5% y 1% de significación, demostraron que los tratamientos de labranzas convencional, mínima y cero son iguales estadísticamente, pudiéndose notar que el mejor promedio lo alcanzó el tratamiento de la labranza convencional con una longitud de mazorca de 17,6 cm, siendo la labranza cero (testigo) la de menor longitud con 16,68 cm. (Cuadro 4.11).

Cuadro 4.11. Análisis estadístico para longitud de mazorca

Tratamiento		\bar{X} Original Cm	\bar{X} Transformada Cm	Sd	Tc	Tt	
						5 %	1%
T1	Labranza Convencional	17,6	106,18	0,8	1,37NS	2,44	3,70
T2	Labranza Mínima	17,45	103,61	1,15	0,52NS		
T3	Labranza Cero	16,68	100				

La \bar{X} original= promedio absoluto de la unidad experimental; \bar{X} transformada=promedio relativo entre la media original y el testigo

4.3.9. DIÁMETRO DE MAZORCA

En esta variable, los tratamientos no presentaron diferencias significativas según la prueba de “t” al 5% y 1 % de probabilidades de error, solo reportaron diferencias numéricas, siendo el de mayor valor el testigo con 4,8 cm. Mientras que la labranza mínima apenas alcanzó 4,5 cm por lo que se ubicó en último. (Cuadro 4.12).

Cuadro 4.12. Análisis estadístico para diámetro de mazorca

Tratamiento		\bar{X} Original Cm	\bar{X} Transformada Cm	Sd	Tc	Tt	
						5 %	1%
T1	Labranza Convencional	4,7	105,80	2,87	0,08NS	2,44	3,70
T2	Labranza Mínima	4,55	89,57	5,84	0,11NS		
T3	Labranza Cero	4,8	100				

La \bar{X} original= promedio absoluto de la unidad experimental; \bar{X} transformada=promedio relativo entre la media original y el testigo

4.3.10. RENDIMIENTO EN Kg/ha

Elaborado el análisis estadístico de esta variable se obtuvieron diferencias altamente significativas cuando se comparan por separado las variantes con el testigo. El mejor promedio lo alcanzó el tratamiento labranza convencional, con 7 275,00 Kg/ha, el menor valor fue para labranza cero (T) con 6 581,00 Kg/ha (Cuadro 4.10).

Esta situación es similar a lo manifestado por Bravo (1995), quien alcanzó rendimientos de maíz significativamente más altos en labranza convencional que con la siembra directa. Mientras Villalba (1995), trabajando sobre el efecto de los sistemas de labranza convencional y siembra directa sobre las características biológicas del cultivo de maíz, encontró que la labranza convencional obtuvo mejores valores que en la labranza mínima

Cuadro 4.10. Análisis estadístico para rendimiento en kg/ha

Tratamiento		\bar{X} Original Kg	\bar{X} Transformada Kg	Sd	Tc	Tt	
						5 %	1%
T1	Labranza Convencional	7275,00	120,73	12,28	95,68**	2,44	3,70
T2	Labranza Mínima	6731,00	102,96	7,16	20,95**		
T3	Labranza Cero	6341,0	100				

La \bar{X} original= promedio absoluto de la unidad experimental; \bar{X} transformada=promedio relativo entre la media original y el testigo

4.4. ANÁLISIS ECONÓMICO

Análisis de presupuesto parcial.- se tomó en cuenta para los costos variables la mecanización del suelo. De los beneficios brutos se restó los costos variables en cada tratamiento y se obtuvo el beneficio neto (cuadro 4.13)

Análisis de dominancia.- Los resultados obtenidos muestran como tratamiento no dominado a la labranza convencional (cuadro 4.14)

Análisis de la tasa de retorno marginal.-De acuerdo al tratamiento no dominado, el análisis marginal reportó que el tratamiento labranza convencional, alcanzo 2,7 % de TRM, lo que equivale a que por cada dólar invertido en la preparación del suelo con maquinarias se obtiene una rentabilidad de 0,27 centavos de dólar.

Cuadro 4.13. Cálculo del presupuesto parcial.

Tratamientos	Rendimiento promedio (kg/ha)	Rendimiento ajustado (10%) (Kg/ha)	Beneficio bruto (USD/ha)	Costo variables (USD/ha)	Beneficio neto (USD/ha)
Labranza convencional	7275	6547,5	1964,25	80,00	1884,25
Labranza mínima	6731	6057,9	1817,37	40,00	1777,37
Labranza cero	6341	5706,9	1712,07	0,00	1712,07

Precio del Kg de maíz en el campo \$0,30

Cuadro 4.14. Análisis de dominancia

Tratamientos	Costo variables (USD/ha)	Beneficio neto (USD/ha)
Labranza convencional	80,00	1884,25*
Labranza mínima	40,00	1777,37 D
Labranza cero	0,00	1712,07 D

Cuadro 4.15. Análisis de tasa de retorno marginal.

N°	Tratamientos	Costo variables totales (USD/ha)	IMCV (USD/ha)	Beneficio neto (USD/ha)	IMBN (USD/ha)	TRM (%)
2	Labranza mínima	40,00		1777,37		
1	Labranza convencional	80,00	40	1884,25	106,88	2,7

IMCV Incremento Marginal de Costo Variables;

IMBN Incremento Marginal de Beneficio Neto.

TRM Tasa de Retorno Marginal.

Desde el punto de vista económico la labranza convencional tiene un impacto contrario a lo que sostiene Guida (1998) respecto a los sistemas de labranza

conservacionistas, quien manifiesta que al decrecer el número de labores, el tiempo operativo y el combustible consumido, disminuyen los costos de labores por hectárea. Si a esto se suma lo expresado por Fuentes (1992), quien reconoce que no se puede ignorar los efectos a largo plazo en términos de conservación de suelos y manutención de la capacidad productiva, los beneficios se vuelven incalculables.

HIPÓTESIS

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación, la hipótesis planteada “La labranza cero tendrá menor impacto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y por ende mayor influencia en la productividad del cultivo de maíz H. Trueno.” se rechaza en las variables productivas peso de semillas y rendimiento en Kg/ha porque en labranza convencional y mínima aumentó el rendimiento en el cultivo de maíz.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo no se alteraron con las variantes de mecanización del suelo
- Las variables vegetativas del cultivo de maíz H. Trueno no estuvieron influenciadas por el tipo de labranza.
- De las variables productivas solo tuvieron diferencia estadística el peso y el rendimiento (kg/ha) siendo la labranza convencional la de mayor rendimiento.
- En términos económicos, aunque no existieron pérdidas económicas en ninguno de los tratamientos en estudio, la labranza convencional obtuvo un mayor beneficio neto.

5.2. RECOMENDACIONES

- En próximos estudios evaluar los niveles de compactación, infiltración, estructura, entre otros parámetros que evidencien los efectos de la labranza convencional.
- De ser necesario el uso de la labranza convencional esta debe ser con manejo técnico.
- Realizar nuevos ensayos estudiando los tipos de labranza en diferentes tipos de suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Adames, J.1995. Producción de cultivo arroz, algodón sorgo, plátano, frijol, yuca, maíz y soya. Ed. por Universidad Santo Tomas-USTA. Ediciones Monserrate-Quito.EC. Vol.1, p 350.
- Agripac, S.A. 2012. Semilla. (En línea) Dirección. URL: <http://www.agripacsa.com>(Consultado el 10 de enero del 2013)
- Aluko, O. y Koolen, A. 2001. Dynamics and characteristics of pore space during the crumbling on drying of structured agricultural soils. *Soil&TillageResearch*. Vol. 58, p 45 - 54
- Alvarado, A. 2004. Maquinaria y mecanización Agrícola. Editorial Universidad Estatal a Distancia San José. 1ed. Costa Rica. p 34
- Anónimo. 1995. Palma africana: un cultivo con grandes promesas. *Rev. Agropecuaria Sector 2* (7):p 20-21.
- Bartolini, R. 1999. El maíz. Taxonomía y morfología. Ediciones. Mundi Prensa. Madrid España.Vol.1, p 20.
- Benítez J. y Friedrich T. 2009. Manual de prácticas Integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de Tierras y aguas de la FAO. En línea: <http://www.plusformacion.com/Recursos/r/Cambios-físicos-químicos-biológicos-del-suelo-nutricionales-plantas>
- Black, Book, J., Anglero, J. y Soto, T. 1962. Dirección de Exportaciones agrícolas. Barcelona España.Reverter.p 10-30.
- Bonilla N. 2009.Evaluación Agronómica de cuarenta genotipos de papa para condiciones de estrés hídrico en tres localidades de la provincia de Chimborazo. Escuela Superior Politécnica deChimborazo, Riobamba, Ecuador. p153
- Brack, A. Mendiola, C. (S.f) Enciclopedia del Perú. (En línea). Formato htm... consultado 10 junio del 2012. Disponible en: http://www.peruecologico.com.pe/lib_c18_to3.htm
- Bravo, B. 1995. Curso de fertilización, Facultad de Ingeniería Agronómica, Universidad Técnica de Manabí.EC. p 72

- Buckman, H. Brady, N. 2003. Naturaleza y propiedades de los suelos. 5ª Ed. México. U.T.E.H.A. p 590. Consultado 10 de junio del 2012. Disponible en: http://www.peruecologico.com.pe/lib_c18_to3.htm
- CIMMYT (Centro Internacional de mejoramiento de Maíz y Trigo).1988. La formulación de recomendación a partir de datos. Un manual metodológico de evaluación económico. CIMMYT. México D.F., Mx. p 13
- Cerisola, I. García, I. Figuera, F. 2005. Distribución de la porosidad de un suelo. (En línea). Formato PDF. Consultado el 10 de junio del 2012. Disponible en <http://www.scielo.org.ar/pdf/cds/v23n2/v23n2a07.pdf>.
- Crovetto, C. 2002. Rastrojo sobre el suelo una introducción a la cero labranza. Santiago, Chile, Editorial Universitaria San Francisco. p 301.
- Dencker, C. 1966. Manual de Técnica Agrícola. Ediciones Omega. Barcelona España. p 12-51
- Donaire, J. 2014. Mecanización agrícola mecanización agrícola aia 223. Universidad nacional autónoma de honduras centro universitario regional del litoral atlántico departamento de ingeniería agrícola. p 7
- Durán, J. 2000.El problema agrario de Galicia (otro proceso de cambio por derribo). Agricultura y sociedad.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2003. Manual de sistemas de labranzas para América Latina. Boletín de suelos de la FAO 66. INTA FAO. p 193.
- Figueroa, S. 1983. La investigación en labranza en México. Terra 1. p 37.
- Friedrich, T. 1980. Manual de prácticas Integradas de manejo y conservación de suelos. p 58
- Fuentes G.1992. Opciones al uso unilateral de plaguicidas en Costa Rica: pasado-presente-futuro. Euned. p.149
- Garduño, G. 2000. El origen del maíz. En línea consultado 22/01/2012. Formato html. Disponible en la web: www.uaemex.mx.
- Guida, 1998.Evaluación de sistemas de labranza de conservación de suelos y fertilización fosfórica en maíz. INIAP

- Hernández, R. 2000. Efectos de la siembra directa y la labranza convencional en la estabilidad estructural y otras propiedades físicas del suelo en el Estado de Guárico - Venezuela. *Agronomía Tropical*. 50:1. p 9 – 29.
- Honorato, R. 1997. Manual de edafología. Santiago de Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. 3 ed. p 196.
- Ibáñez, M. 1986. Mecanización y desarrollo. Segundo Seminario Nacional de Mecanización Agrícola. Universidad de Concepción. Departamento de Ingeniería Agrícola. Chillán. p 201
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura).1980 En busca de tecnología para el pequeño agricultor. Serie Institucional N°9. San José Costa Rica. p 500
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos Agropecuario, EC).2010. Encuesta de superficie y producción agropecuaria continúa. p 320.
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de la Estación Experimental Tropical Pichilingue).1990. Departamento Nacional de manejo de suelo y agua. Informe anual Quevedo EC. p 53-61.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. 2009. Tecnologías disponibles para arroz, maíz, maní, caupi y yuca. Boletín técnico N° 132. Portoviejo-Manabí.EC. p 12-15.
- Jaramillo, J. 2005. Estudio de cuatro sistemas de labranzas sobre el rendimiento en el cultivo del maíz (*Zea mays L.*) en el valle del río Portoviejo. Tesis. Ingeniero. Agrícola. Portoviejo-Manabí.EC
- Lahuathe, B. 2001. Determinación de la dinámica poblacional de Insectos y malezas en la rotación arroz, maíz, soya, bajos los sistemas de labranza cero y convencional. Tesis. Ing. Agrícola. Portoviejo, Manabí. EC Universidad Técnica de Manabí. p 103.
- Lees, P. 2000. Es hora de enterrar el arado agricultura de las Américas 49(3); p 4-6-8-10.
- Leiva, F y Guerrero, L. 1998. La labranza de conservación en el desarrollo de la agricultura sostenible. In Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Sociedad Colombia. Vol. 9, p. 69.
- MAG/IICA (Ministerio de agricultura y ganadería e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2001. Maíz Identificación de mercados y

tecnología para productos agrícolas tradicionales de exportación. Quito, EC. p 3.

MAGAP (Ministerio de agricultura y ganadería, acuicultura y pesca). 2011. Producción de Frutas en Ecuador-Quito. p1.

Marcano, F; Ohep, C; Rangel, L; 1998. Efecto de la labranza sobre algunas características físicas del suelo y la producción del maíz en el Yaracuy Medio. Bioagro. Vol.3, p 77-96.

Membreño, J. 2007. Manual de maquinaria agrícola. Implementos de labranza primaria y secundaria. Departamento de Curriculum. México. p 4-5.

Miranda, E. 2009. Física de los suelos. Su impacto en la productividad agrícola. Universidad de Pinar del río "Hnos. Saiz Montes de Oca", Cuba. En línea: http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/200671991737_Materia%20organica%20y%20lombricultura.pdf

Ohep, C; Marcano, F; Pudzzar, S; Colmenares, C; 2001. Efecto de la labranza Conservacionista en los atributos físicos del suelo que influyen sobre el rendimiento Del maíz. Universidad Centroccidental Lizandro Alvarado. Facultad de Agronomía. Caracas Venezuela.

Ospina, J. y Aldana, H. 1995. Enciclopedia agropecuaria Terranova, Terranova Editores, Santa Fe de Bogotá D.C. CO. v.1, p 110- 112.

----- 2002. Manual Agropecuario. Biblioteca del Campo. Fundación hogares juveniles campesinos. Bogotá – Co. Primera Edición. "cereales". Vol. 7, p 922.

Ortiz, J. 2003. Las Máquinas Agrícolas y su aplicación. 6 ed. España. Grupo Mundi-Prensa. p 35.

Pasturas de América, 2011, Dirección URL <http://www.pasturasdeamerica.com>. Consultado, 12 oct. 2014

Peralvo, L. 2010. Mecanización en la Agricultura. Tomado de: Agrytec.com

Quarles, D. 2000. Effects of ten years of continuous conservation tillage crop production and infiltration for Missouri clay pan soils. M.v. Agronomy technical report Vol.12, Consultado, 12 diciembre. 2012.

Reina y Hetz. 2004. Mecanización indispensable en la agricultura moderna. Revista El agro.

- Rico, A. 2009. Principios básicos de Agricultura Orgánica. Artículo principal. En línea:http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/200671991737_Materia%20organica%20y%20lombricultura.pdf
- Santos, P; Reyna, L; y Yugcha, A; 2000. Estudio de los efectos de diferentes tipos de labranza del suelo en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.), tesis, Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Técnica de Manabí – Portoviejo.EC
- Smith, M; Shugart,.H;Woodward, F.I.1994. Plant functional types. Cambridge University Press.Cambridge
- Stone, A; Gulvin, H. 2005.MaquinariaAgrícola. Traducido por José Luis Lape. México, compañía; editorial continental. p 17.
- Studdert, G. 2001. Labranza convencional. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad del Mar de Plata. p 29.
- Tanguila, C. 2005. Evaluación agronómica de una variedad y cuatro híbridos de maíz duro (*Zea Mays* L.), Tesis Ingeniero Agrónomo, Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica.
- Ulloa, M. 1989. Propuesta de reforma de la educación. México: Centro de Estudios Educativos
- Urquiaga, S; Sisti, C; Alves, B; Boodey, R; 2002.Importancia del nitrógeno en la acumulación de Materia Orgánica del suelo en sistemas agrícolas bajo siembra directa y labranza convencional (Boletín Informativo) Vol. 23. p 4.
- Villalba, C., 1995. Efectos de los sistemas de labranza convencional y siembra directa sobre algunas características físicas de un suelo franco arenoso y biológicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Trabajo de Grado Ingeniero Agrónomo. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Maracay, Venezuela.
- Violic, A. 1989. Labranza convencional y labranza de conservación: Definición de conceptos. In Barreto, H. *et al*eds. Labranza de conservación del maíz. El Batán, México CIMMYT-PROCIANDINO. p 5-11.
- Violic, A; Kocher, F; Palmer, E; y Nibe, T; 1990. Experimentación sobre labranza cero en maíz en la región costera del norte de Veracruz. En:

Simposium sobre cultivos múltiples de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Agrícolas (ALCA), Chapingo, México.

Wikipedia. 2007. "cultivo de maíz". En línea Formato hotmail. Disponible en la página web www.wikipedia.com.

ANEXO

ANEXO N° 1: Análisis físico-químico antes de la siembra



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empulso; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : Valdez María Srta.
 Dirección :
 Ciudad : Caiceta
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : ESPAM
 Provincia : Manabí
 Cantón : Caiceta
 Parroquia :
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual :
 N° Reporte : 003294
 Fecha de Muestreo : 22/01/2013
 Fecha de Ingreso : 22/01/2013
 Fecha de Salida : 01/02/2013

N° Muestr. Laborat.	Datos del Lote		ppm										
	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
66019	Muestra 1 (ESPAM)		15	64	1.62	1.4	4.8	4	3.4	2.6	129	15.4	0.12



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INV. AGR. PICHILINGUE
 LABORATORIO DE SUELOS Y TEJIDOS
 QUEVEDO

INTERPRETACION		Elementos de Na a B	
MAc - Muy Acido	LAc - Ligero Acido	BC - Requiere Cal	B - Bajo
Ac - Acido	PN - Prac Neutro		M - Medio
MAc - Media Acido	N - Neutro		A - Alto

METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH	- Suelo agua (1:2.5)	Obscn Modificado
N,P,B	- Colorimetría	N,P,K,Cu,Mg,Ca,Fe,Mn,Zn
S	- Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	- Absorción atómica	RS

(Signature)

LIDER DPTO./NAC/SUELOS Y AGUAS

(Signature)

RESPONSABLE LABORATORIO

La responsabilidad de los resultados de los análisis de suelos, tejidos vegetales y aguas, corresponde al usuario de los resultados.

ANEXO 3: Análisis químico después de la siembra

	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA AGROPECUARIA DE MANABI "MFL"	No. 1114
		CODIGO: F-G-SGC-007
		REVISION: 0
		FECHA: 06/04/2005
		CLAUSULA: 4.6
INFORME DE RESULTADOS		PAGINA 1 DE 1
NOMBRE DEL CLIENTE:		MARIA GREGORIA VALDÉZ RODRÍGUEZ
SOLICITADO POR:		MARIA GREGORIA VALDÉZ RODRÍGUEZ
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:		CANUTO
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:		SUELOS
TIPO DE MUESTREO:		CLIENTE
ENSAYOS REQUERIDOS:		NITRÓGENO, FOSFATO, POTASIO
FECHA Y HORA DE RECEPCION DE LA MUESTRAS:		28-01-14 11H56
FECHA DE REALIZACION DE LOS ENSAYOS:		30-01-14
LABORATORIO RESPONSABLE:		QUIMICA AMBIENTAL
TECNICO QUE REALIZÓ EL ANALISIS:		ING. YESSENIA ZAMBRANO

ITEM	PARAMETROS	METODO	UNIDAD	RESULTADOS		
				LABRANZA CERO	LABRANZA CONVENCIONAL	LABRANZA MINIMA
1	NITROGENO	KJELDAHL	%	0.29	0.25	0.33
2	FOSFATO	ESPECTROFOTOMÉTRICO	mg/l	269,91	289,92	159,95
3	POTASIO	ESPECTROFOTOMÉTRICO	mg/l	4145	4800	3825

OBSERVACIONES:



FIRMA DEL JEFE DE LABORATORIO

Fecha: 06-02-2014



FIRMA DEL GERENTE DE CALIDAD

Fecha: 06-02-2014

NOTA: Los resultados reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibida(s) por Laboratorios ESPAM. Este informe de resultados no debe ser reproducido parcial o totalmente sin autorización expresa del laboratorio.

Manabí – Bolívar - Calceta: Campus Politécnico, Km. 2.7 Via El Morro
 Teléfono (593) 05 685676 Telefax (593) 05 685156 - 685134 Email: espan@mnbsatnet.net
 Visite nuestra página web www.espan.edu.ec

ANEXO N° 4: Análisis físico-químico del suelo después de cosecha

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ



CARRERA DE AGRÍCOLA LABORATORIO DE SUELOS

Manabí – Cantón Bolívar - Calceta: Campus Politécnico Km. 2.7 Vía El Limón
Teléfono: 2686-101

DATOS INFORMATIVOS:

Nombre del alumno: María Gregoria Valdez Rodríguez
Semestre: Egresada
Carrera: Agrícola
Tutor: Ing. Ángel Guzmán Cedeño Mg.

DATOS DE LA PROPIEDAD:

Provincia: Manabí
Cantón: Chone
Parroquia: Canuto
Ubicación: Sitio Bejucal

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICO DE SUELO

Número Muestras	PH			
	PH	HG	d.A	d.R
3				
L.O	8.9	90	1.35g/cm ³	3.26 g/cm ³
L.C	6.6	88	1.40g/cm ³	3.93 g/cm ³
L.M	6.4	88	1.32g/cm ³	3.93 g/cm ³


Lic. Katty Ormaza Cedeño
TÉCNICO B LABORATORIO DE SUELOS



ANEXO N° 5: Análisis físico del suelo después de la cosecha

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**



**CARRERA DE AGRÍCOLA
LABORATORIO DE SUELOS**

Manabí – Cantón Bolívar - Calceta: Campus Politécnico Km. 2.7 Vía El Limón
Teléfono: 2686-101

DATOS INFORMATIVOS:
Nombre del alumno: María Gregoria Valdez Rodríguez
Semestre: Egresada
Carrera: Agrícola
Tutor: Ing. Ángel Guzmán Cedeño Mg.

DATOS DE LA PROPIEDAD:
Provincia: Manabí
Cantón: Chone
Parroquia: Canuto
Ubicación: Sitio Bejuical

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO DE SUELO

Número Muestras	ds/m	(%)	Textura (%)			Clase Textural
	C.E.	M.O.	Arena	Limo	Arcilla	
3						
L.O	22.2	3.16	48	40	12	Franco
L.C	14.53	1.8	56	39.32	4.68	Franco arenoso
L.M	25.3	3.6	48	32	20	Franco


Lic. Katty Ormaza Cedeño
TÉCNICO B LABORATORIO DE SUELOS



Dirección: Av.10 de AGOSTO N° 82 y GRANDA CENTENO. Telefaxes 593-052 685 134/156/035/048
CALCETA - ECUADOR

ANEXO N° 6: Preparación del suelo de cada uno de los tratamientos



ANEXO N° 7: Aplicación de fertilizantes a los 8 días posteriores a la siembra.



ANEXON°8: Realizando control del gusano cogollero (*Spodopterafrugiperda*)



ANEXO N° 9: Recolección de frutos en diferentes tratamientos



ANEXO N°10: Medición de diámetro de fruto**ANEXO N°11: Peso del fruto**

ANEXO N° 12: Toma de datos para ver los horizontes A-B-C-D