



UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**



TRABAJO DE TITULACIÓN

COMPONENTE PRÁCTICO PRESENTADO A LA UNIDAD DE TITULACIÓN COMO
REQUISITO PREVIO PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Evaluación de algunas características físicas de un suelo
dedicado a la siembra directa y convencional de maíz en la
zona de Babahoyo, Los Ríos.”

AUTOR:

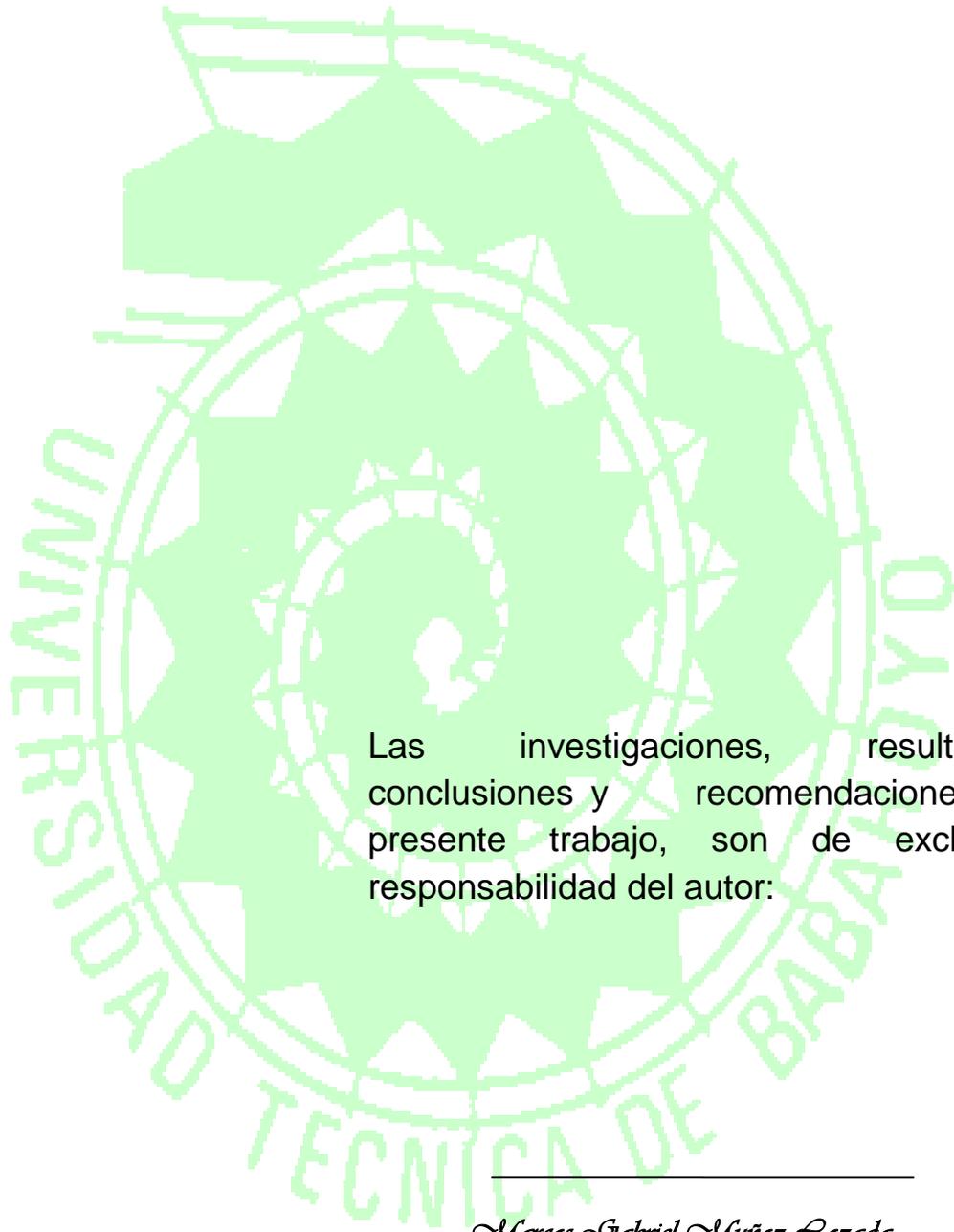
MARCOS GABRIEL MUÑOZ LOZADA

TUTOR:

Ing. Agr. EDUARDO COLINA NAVARRETE

BABAHOYO – LOS RIOS – ECUADOR

2016



Las investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor:

Marcos Gabriel Muñoz Lozada

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico primordialmente a Dios por darme vida, salud, a mi familia y amigos.

A mis padres Marcos Jaime Muñoz y Josefa María Lozada

A mi esposa Ruth Saucedo Logroño

A todos mis familiares por todo el apoyo brindado.

Marcos Gabriel Muñoz Lozada

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, por haberme instruido profesionalmente.

Al Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, por su orientación, ayuda y gran colaboración prestada para el desarrollo del trabajo de titulación.

Al Ing. Agr. Joffre León Paredes, por darme la oportunidad de realizar este trabajo de titulación en tan prestigiosa institución.

Al personal Administrativo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica De Babahoyo

A mis pocos amigos y compañeros que empezamos con nuestro desarrollo profesional y hoy siguen presente.

Marcos Gabriel Muñoz Lozada

INDICE

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

1.1.2. Objetivos específicos

II. REVISIÓN DE LITERATURA

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del sitio experimental

3.2. Material de siembra

3.3. Métodos

3.4. Factores estudiados

3.5. Tratamientos

3.6. Diseño Experimental

3.7. Manejo del Ensayo.

3.7.1 Preparación del terreno

3.7.2 Siembra

3.7.3 Control de malezas

3.7.4 Control fitosanitario

3.7.5 Riego

3.7.6 Fertilización

3.7.7 Cosecha

3.8. Datos a evaluados.

3.8.1 Profundidad del suelo

3.8.2 Color del suelo

3.8.3 Granulometría-Textura de suelo

3.8.4 Estructura de suelo

3.8.5 Densidad de suelos

3.8.6 Porosidad de suelo

3.8.7 Retención de humedad

3.8.8 Infiltración de agua en el suelo

- 3.8.9 Análisis químico de suelo
- 3.8.10 Análisis de pH
- 3.8.11 Altura de planta
- 3.8.12 Número de granos por mazorca
- 3.8.13 Días a floración
- 3.8.14 Longitud de mazorca
- 3.8.15 Días a la cosecha
- 3.8.16 Peso de 100 semillas
- 3.8.17 Rendimiento por hectárea

IV. RESULTADOS

- 4.1. Profundidad del suelo
- 4.2. Color del suelo
- 4.3. Granulometría
- 4.4. Estructura de suelo
- 4.5. Densidad de suelo
- 4.6. Porosidad de suelo
- 4.7. Retención de Humedad
- 4.8. Infiltración
- 4.9. Análisis de suelos
- 4.10. Análisis de pH
- 4.11. Altura de planta
- 4.12. Días a floración
- 4.13. Días a cosecha
- 4.14. Longitud de mazorcas
- 4.7. Número de granos por mazorca
- 4.16. Peso de 100 semillas
- 4.17. Rendimiento por hectárea

V. DISCUSIÓN

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

VII. RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*) es originario de América tropical, siendo considerado un bien de producción primaria de gran importancia a nivel mundial por la amplitud en su cadena de valor. La misma se da para la alimentación humana, animal y piscícola hasta su procesamiento en plantas de alto nivel tecnológico. El producto final de este cultivo puede ser un alimento, combustible o materia prima para elaborar productos químicos como los biomateriales.

El 4 % de la producción mundial de maíz es comercializada, lo cual indica que la mayoría de la producción es para el consumo interno. Los mayores importadores de esta gramínea son Japón, México y Corea, en su conjunto captan el 28% del comercio mundial; gran parte de la demanda es abastecida por Estados Unidos¹.

En el Ecuador el maíz es el segundo grano mas importante en la alimentación humana después del arroz, en donde se emplean alrededor de 60.000 personas que corresponden el 11 % de la población económicamente activa dedicada a la agricultura, actualmente se siembran 262913 hectáreas aproximadamente, estando su producción repartida, en el 90 % en el Guayas, Los Ríos, El Oro y Loja².

El país se caracteriza por la gran variedad y la riqueza de sus recursos naturales, dentro de los cuales se puede destacar en particular la presencia de suelos volcánicos con un potencial agrícola elevado y una amplia gama de climas sobre distancias cortas. Muy temprano, el hombre supo aprovechar estas condiciones favorables y desarrollar una agricultura floreciente que se distingue por sus producciones de una notable diversidad de donde alternan productos tropicales y de clima templado.

¹ Fuente: Organización de las naciones unidas para la alimentacion y la agricultura-FAO. 2015. www.fao.org.

² Fuente: MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). 2012. www.magap.gob.ec

El sistema de siembra directa (SD) modifica el ambiente físico y químico del suelo respecto de los sistemas agrícolas conducidos con labranza convencional (LC), y a su vez induce modificaciones en la biología del suelo y en el desarrollo del sistema radicular de las plantas. Los efectos sobre el ambiente edáfico modifican la dinámica de los nutrientes, en especial del nitrógeno (N) y por lo tanto la disponibilidad de los mismos para los cultivos. La mala estructura del suelo debido a la excesiva labranza, así como el encharcamiento y la compactación del mismo por idéntico problema reducen en gran cantidad la absorción de minerales especialmente potasio, debido a que reducen la cantidad de oxígeno en el suelo.

La degradación de las características y propiedades físicas del suelo es una de las principales limitaciones en los suelos agrícolas, por lo que hace necesario implementar prácticas de manejo orientadas a su recuperación. Con la finalidad de determinar la respuesta del suelo, expresada en sus propiedades físicas. La agricultura intensiva ha conllevado al deterioro del recurso natural más importante, el suelo, producto a tecnologías de labranza tradicionales que alteran sus propiedades físicas y elevan los costos de producción.

La evaluación de suelos tiende a enfocarse en los requerimientos específicos del suelo y manejo de tierras y el encuadre entre ambos. La mayoría de las evaluaciones de suelos han sido implementadas para manejos de sistemas agrícolas y sistemas de cultivos, aunque los mismos principios se pueden aplicar a otras medidas.

Dentro del manejo de las tierras se integra el manejo del suelo y tiende a enfocarse en las diferencias de tipos de suelos y sus características para definir intervenciones específicas con el ámbito de mejorar su calidad para el seleccionado uso de la tierra. Prácticas específicas de manejo del suelo son necesarias para la protección y conservación de los recursos del suelo. Además,

existen intervenciones específicas para aumentar el almacenamiento de carbono en el suelo y mitigar el cambio climático (FAO, 2015)³.

Por este motivo se hace necesaria la implementación de practicas que ayuden a evaluar las propiedades físicas del suelo en sistemas de siembra directa y convencional del cultivo de maíz.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Evaluar las propiedades físicas de un suelo dedicado a la siembra de maíz directa y convencional, en la zona de Babahoyo, Los Ríos.

1.1.2. Objetivos específicos

1. Determinar las principales características y propiedades físicas de un suelo, en un sistema de siembra directa y convencional.
2. Evaluar el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz bajo las condiciones de siembra directa.

³ Fuente: FAO. Disponible en <http://www.fao.org/soils-portal/manejo-del-suelo/es/>

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. PROPIEDADES DEL SUELO

Para Oldeman (1994) la degradación del suelo es un problema que ha crecido con el paso del tiempo, generando problemas ambientales de tipo global, regional y local como, por ejemplo, el cambio climático global, y la compactación del suelo. La capacidad de la tierra para producir alimentos a disminuido 16% en los últimos años debido a que 40 % de los suelos agrícolas del mundo están siendo afectados por la degradación (física, química y biológica), lo cual ha reducido su capacidad productiva por los problemas de salinidad, acidificación, compactación, anegamiento y contaminación.

Luna *et al.* (2002) mencionan que las características físicas, químicas y biológicas del suelo, así como la presencia de plantas, influyen de manera notable sobre el número y la actividad de las poblaciones microbianas. Para elucidar las intrincadas interrelaciones y mecanismos de control del flujo de nutrientes y de energía en el ecosistema suelo, se requiere de una cuantificación realista de la biomasa microbiana.

La degradación del suelo se debe a diversos factores: a) la operación de prácticas agropecuarias en las que se utiliza el suelo como sustrato, sin considerar sus propiedades, funciones y potencial intrínseco; b) la escasez de estudios edafológicos (debido al alto costo y a la escasa cantidad de profesionistas que trabajen en el área); c) la dificultad de la comprensión de los conocimientos edafológicos generados; d) la insuficiente planeación en el uso del suelo; e) la poca cantidad de profesionistas en el área y f) la falta de conciencia ambiental al desconocer la importancia del suelo (Zinck 1990; Valenzuela, 1994).

La Pedología o Edafología es la subdisciplina de las ciencias del suelo que se encarga de integrar y cuantificar la distribución, morfología, genesis y clasificación de los suelos como cuerpo natural del paisaje (Ibañez y Boixadera, 2002).

Para Zinck (2005), Esta ciencia estuvo en crisis en los países desarrollados por diversas causas, entre ellas, la terminación de los inventarios de suelo en escalas detalladas; sin embargo, ya que se constituyó la Unión Europea, en este momento se trabaja para hacer compatibles los diversos esquemas de clasificación que se usan, además de generar inventarios y mapas de suelos comunes. En estos países, las preocupaciones principales en cuanto a la degradación del suelo son la erosión y la contaminación por los usos industrial y urbano.

2.2. Estudios de suelos

FAO (2001), manifiesta que la clasificación de suelos tiene como finalidad su ordenamiento según las características principales, de tal manera que el nombre proporciona información sintetizada con base en conceptos previamente acordados y entendibles entre el grupo de personas que la conoce y maneja. La clasificación es necesaria para la propagación de técnicas con éxito en los ámbitos agrícola, pecuario, forestal, urbano, ambiental y de salud. Así, por ejemplo, el servicio de extensión agrícola requiere el manejo de la clasificación edafológica o el nombre vernáculo del suelo para propagar las dosis de fertilizante, herbicida, abono, etcétera; otros casos son las recomendaciones sobre: a) técnicas de manejo de cultivos de cobertera, b) tipo y forma de labranza, c) técnicas de remediación de suelos contaminados y d) técnicas de construcción, entre otras. Todas ellas requieren del conocimiento del tipo de suelo.

En las regiones secas del mundo, por ejemplo, los suelos son particularmente vulnerables al uso y, como consecuencia, cerca de 70% de los 52 millones de km² de su extensión se encuentra afectado por algún tipo de degradación o por una combinación de procesos de degradación (Dregne y Chou, 1994).

Ghassemi *et al.* (1995) afirman que en las mismas regiones secas, cerca de diez millones de km² corresponden a suelos afectados por salinidad primaria en condiciones naturales, en una extensión que representa 7.7 % de la superficie global de tierras, o sea 20 veces la superficie de un país como Francia, y que equivale a 33 % de las tierras potencialmente arables a nivel mundial. Además, 0.8 millones de km² sufren salinización secundaria causada por el manejo inadecuado de tierras agrícolas, con 58 % de éstas en áreas de regadío. Aproximadamente 20 % de todas las tierras regadas se encuentra afectado por sales, y esta cifra incrementa constantemente.

Wöhl-Coelho (2005) opina que frecuentemente los procesos de degradación de suelos operan en cadena. Por ejemplo, el agotamiento de la materia orgánica contribuye a debilitar la estructura del suelo, una situación que a su vez favorece la compactación de la capa arable y, como consecuencia, se presenta la erosión laminar. El uso de indicadores para monitorear estos procesos en el tiempo, junto con mapas multi-temporales de uso de las tierras, permitió construir modelos de degradación continua del suelo en un dominio combinado tiempo-profundidad, en un área de producción de soya de la provincia de Río Grande do Sul, en el sur de Brasil.

Noni *et al.* (1984) dicen que desde hace menos de 10 años, las autoridades del país tomaron conciencia de la importancia, sobre todo para las futuras generaciones, de luchar contra la erosión. Un gran esfuerzo se realizó en este campo y se puede felicitar al Ministerio de Agricultura y Ganadería: en particular al Programa Nacional de Conservación de los Suelos (PRONACOS) ahora

departamento de suelos de la Dirección Nacional Agrícola, y al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

FAO (1993) expresa que el suelo almacena nutrimentos, participa en la liberación moderada de los mismos y otros elementos para el crecimiento de las plantas. Mediante los ciclos biogeoquímicos, los nutrimentos pueden ser transformados a formas disponibles para las plantas y convertirse en bioma.

Bautista (1999) considera que también, a nivel local, los suelos mediante sus cargas negativas y positivas en sus partículas minerales y orgánicas tienen la capacidad para filtrar el agua, limpiándola de impurezas y protegiendo la calidad del agua, el aire. De la misma manera, las comunidades microbianas, y por la macrofauna del suelo, pueden transformar los compuestos orgánicos, ya sea por mineralización o por humificación.

Lal (1998) menciona que el deterioro o la pérdida total de la capacidad productiva del suelo a corto y largo plazo, la cual es propiciada por los cambios que afectan el estado y la función del suelo dentro de los ecosistemas lo cual implica una reducción de la capacidad del suelo de producir bienes económicos y llevar a cabo funciones ambientales de regulación, que son dos directamente relacionadas con el bienestar del ser humano (productividad agrícola y mantenimiento de la calidad del agua y el aire).

Para FAO (2000) la degradación Natural es un proceso dado por los factores y procesos formadores que actúan sobre los suelos, desarrollándose estos con características que son limitantes para determinados usos. Así, por ejemplo, se reconocen, para Latinoamérica y el Caribe, siete limitantes importantes en la fertilidad de los suelos y que se describen brevemente en orden decreciente de importancia.

OECD (1994) menciona que los procesos de degradación del suelo pueden deberse a: a) deterioro interno del suelo, proceso cuyo resultado es la pérdida de la calidad del suelo, que se refiere a una reducción de la fertilidad, o de la habilidad del suelo de mantener el crecimiento de las plantas, debido a cambios químicos, físicos o biológicos y b) procesos cuya consecuencia es la pérdida de cantidad de suelo, a consecuencia de la disgregación y transporte de material del suelo y se considera un cambio físico.

Kabata y Pendias (1989) afirman que la fuente principal de materia orgánica del suelo son los tejidos vegetales y, bajo condiciones naturales, la vegetación aporta estos residuos orgánicos. Las ganancias de materia orgánica se deben, principalmente, a la cantidad y tipo de residuos orgánicos adicionados, mientras que las pérdidas se generan por todas aquellas actividades que impiden la entrada de materia orgánica, que favorecen su oxidación (aireación, aumento de la temperatura, poca humedad) y/o provocan una pérdida del horizonte orgánico (erosión).

Bautista (2000), indica que las actividades que ocasionan aumentos de la materia orgánica en el suelo son la conservación de la vegetación natural, el uso de abonos orgánicos y los cultivos de cobertura, prácticas para evitar la erosión, reciclamiento de nutrientes, propiciar las bajas temperaturas y la retención de humedad, pastoreo controlado, aplicación de composta y la conservación de los niveles de nitrógeno. Por el contrario, las que la disminuyen son la deforestación, erosión, agricultura intensiva, cosecha completa (planta con todo y raíz), exposición a altas temperaturas, exposición al sol, fuego, sobrepastoreo, propiciar una humedad baja, fertilización inorgánica solamente y favorecer concentraciones excesivas de nitrógeno mineral.

Para Hoefler *et al.* (2001) dicen que hay otras actividades que afectan a la fauna y microbiota del suelo son el arado y el sobrepastoreo . El primero es una actividad que afecta severamente a todos los organismos tanto por el efecto directo de la manipulación mecánica sobre las lombrices como por los daños indirectos de la modificación de las condiciones físicas del suelo (mayor aireación y exposición de las lombrices a la luz ultravioleta, lo cual es letal).

Roehring *et al.* (1998), mencionan que la compactación es un proceso inducido por estrés mecánico causado, sobre todo, por el peso de la maquinaria utilizada en la agricultura y por el pisoteo del ganado en pastizales, lo cual influye en forma negativa sobre la densidad aparente, reduce el espacio poroso y homogeneiza la estructura del suelo, destruyendo la geometría y conectividad de los poros. Esto resulta en una reducción del transporte de gases, agua y nutrientes, además de una disminución de los procesos biológicos. También, aumenta la resistencia a la penetración de raíces y de la macrofauna edáfica.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del sitio experimental

La presente investigación se realizó en los predios de la granja experimental “San Pablo” perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Kilómetro 7 ½ de la Vía Babahoyo-Montalvo. La zona presenta un clima tropical húmedo según clasificación de Holdribge, con temperatura anual de 25,4° C, una precipitación de 1743,11 mm/año, humedad relativa de 80,3% y 777,9 horas de heliofanía de promedio anual. Coordenadas geográficas de longitud Oeste 79° 32', latitud sur 01°49', altitud 8 msnm⁴.

3.2. Material de siembra

La variedad de semilla que se empleó en este trabajo de investigación es el híbrido de maíz 7088⁵, con las siguientes características agronómicas:

Características	Detalle
Ciclo vegetativo (Días)	145
Altura de planta(cm)	220 - 232
Color del grano	amarillo-anaranjado
Potencial de rendimiento (kg/ha)	6160

3.3. Métodos

Para realizar la presente investigación se utilizó los métodos Inductivo-Deductivo, Deductivo-Inductivo y Experimental.

⁴ Datos tomados de la estación experimental meteorológica UTB- INAHMI. 2015

⁵ ECUAQUIMICA-S.A. 2015. Catálogo de productos y servicios. Disponible en www.ecuaquimica-sa.com.ec.pdf_semillas/ARROZ%20

3.4. Factores estudiados

Variable dependiente: Comportamiento agronómico del maíz en siembra directa y convencional.

Variable independiente: Características y Propiedades físicas del suelo.

3.5. Tratamientos

La evaluación del estado estructural se realizó mediante el método del perfil cultural (Calicata), que consiste en la descripción morfológica de la estructura a distintos estratos evaluados. Esta descripción se basó en una zonificación de la variabilidad del estado estructural, ponderando en cada zona del ensayo, mediante su porosidad visible, la forma en que se agrupan y asociándolos al mismo tiempo, con el sistema de porosidad estructural y textural.

Se describió el perfil cultural de cada uno de los lotes del ensayo seleccionado. Las unidades experimentales fueron de 4 y 5 metros de longitud. La descripción se hizo en calicatas de 2 m³ de volumen en algunos casos y 1 m³ en otros. Se hicieron tres bloques con 10 muestreos.

3.6. Diseño Experimental

Para la realización de este trabajo se empleó, estadística descriptiva, inferencial y paramétrica para la medición de las variables a evaluar. Se realizó estratificación de muestra, por lo tanto no se aplicaran biodiseños, en las variables edáficas.

Para las variables agronómicas se utilizó el diseño de parcelas divididas con dos bloques grandes y tres subtratamientos, con cuatro repeticiones, según el siguiente cuadro:

Tabla 1. Tratamientos.

		Profundidad de medición (m)
T1	Siembra directa	0,10
T2		0,20
T3		0,30
T4	Siembra Convencional	0,10
T5		0,20
T6		0,30

Para la evaluación y comparación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de significancia estadística.

Andeva

Fuente de variación	GL
Tratamientos	5
Repeticiones	3
Error experimental	15
Total	23

3.7. Manejo del Ensayo.

Durante el desarrollo del ensayo se utilizó las prácticas agrícolas que requirió el cultivo.

3.7.1 Preparación del terreno

La preparación de suelo se realizó pasando el romplow con un pase y 2 pases de rastra en sentido cruzado, para dejar el suelo listo y así obtener una buena

germinación de la semilla. En el lote de siembra directa solo se hizo una limpieza manual del mismo.

3.7.2 Siembra

La siembra se realizó manualmente con un espeque colocando una semilla por cada golpe, en ambos sistemas de siembra. La semilla fue protegida con Todicarb en dosis de 10 cc/ kg semilla. El distanciamiento de siembra fue 0,8 m entre hileras y 0,2 m entre planta.

3.7.3 Control de malezas

El control de malezas se hizo a la siembra, en pre-emergencia aplicando Pendimetalin en dosis de 3 L/ha, Atrazina 1,0 kg/ha y Paraquat 1 L/ha. A los 30 días después de la siembra se aplicó Nicosulfuron en dosis de 40 g/ha para el control de malezas en las calles. Complementario al trabajo de herbicidas se hicieron tres desyerbas manuales con rabón a los 45, 60 y 90 días después de la siembra.

3.7.4 Control fitosanitario

El control de plagas se realizó aplicando Cipermetrina (0.3 L/ha) a los 25 días después de la siembra por la aparición de daños de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). A los 45 días después de la siembra se aplicó Clorpirifos (1 L/ha) para el control de gusano ejercito (*Esasmopalpus sp.*) y Diazinon 1 L/ha para el control de *Dalbolus* en la misma fecha.

Para el control de mancha de asfalto (*Monographella*) se aplicó 0.3 L/ha de Amistar top a los 50 días después de la siembra.

3.7.5 Riego

El ensayo se lo realizó en la época lluviosa por tanto no fueron necesarias aplicaciones de riegos suplementarias.

3.7.6 Fertilización

La aplicación de fertilizantes químicos fue en función de los resultados del análisis de suelo realizado antes de la siembra.

Para el efecto se aplicó a los 5, 20 y 40 días después de la siembra Urea (140 kg/ha de nitrógeno) en partes iguales. La aplicación de azufre se realizó utilizando Sulfato de amonio a los 20 y 40 días después de la siembra (30 kg/ha de azufre). Para la aplicación del potasio se utilizó muriato de potasio, el cual se colocó en partes iguales a la siembra y posteriormente a los 20 días después (60 kg/ha de potasio). La aplicación de Boro se realizó a los 20 días después de la siembra de manera foliar (Metalosato Multimineral 0,3 L/ha) con una bomba de aspersión calibrada. Las aplicaciones de fertilizantes edáficos se realizaron en horas de la tarde para evitar estrés en las plántulas y con suelo húmedo, para favorecer su asimilación.

3.7.7 Cosecha

La cosecha se realizó en cada parcela experimental de forma manual cuando los granos alcanzaron la madurez (color amarillo cristalino).

3.8. Datos a evaluados.

3.8.1 Profundidad del suelo

Se evaluó al inicio y final del ensayo en cinco muestreos al azar por tratamiento, registrando este valor en centímetros, midiendo desde el nivel del suelo hasta cuando el barreno llegue a un cambio de perfil y/o perfil C de suelo.

3.8.2 Color del suelo

Se midió al inicio y al final del ensayo en 5 muestreos por tratamiento al azar, tomando la lectura en los 20 primeros centímetros de suelo con las tablas de coloración de Munsell.

3.8.3 Granulometría-Textura de suelo

La evaluación se realizó tomando una muestra de suelo de cada unidad experimental, al inicio y final de la investigación. La misma se llevó al laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTB, en donde se procedió a la extracción de las partículas y determinar con el cuadro de texturas el tipo de suelo.

3.8.4 Estructura de suelo

Se tomó en cinco muestras de cada unidad experimental, observando con la ayuda de una lupa las características de cada muestra y trabajando con la tabla de estructuras de suelos de la USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), al inicio y final de la investigación.

3.8.5 Densidad de suelos

Tomando una muestra de suelo por cada unidad experimental al inicio y final de la investigación, con un cilindro de Uhland, se procedió a llevar al laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTB, donde se midió expresando el valor en g/cm³.

3.8.6 Porosidad de suelo

Se evaluó conociendo el parámetro anterior, con los valores de densidad del cuarzo de 2,65 g/cm³. Para esto se empleo la fórmula:

$$\% \text{ Espacio Poroso} = \left(1 - \frac{D_a}{D_r} \right) 100$$

3.8.7 Retención de humedad

En cinco lecturas por unidad experimental se procedió a medir la retención hídrica a través de un potenciómetro, evaluando esta variable cada mes.

3.8.8 Infiltración de agua en el suelo

Se evaluó escogiendo cinco muestras por tratamiento, para posteriormente llevarlas al laboratorio de suelo y a través de la prueba de desplazamiento en probeta se determinó el tiempo de avance del agua. Se expresó en cm/hora y se tomó al inicio y final del ensayo.

3.8.9 Análisis químico de suelo

Previo al establecimiento del ensayo y al final del mismo, se tomó muestras de suelo en el área de cada unidad experimental, para proceder al análisis químico, con el fin de determinar los nutrientes presentes en el mismo.

3.8.10 Análisis de pH

Se evaluó al inicio y final del ensayo con un pHmetro para suelos digital.

3.8.11 Altura de planta

Se evaluó lecturas de diez plantas al azar y se registró en centímetros. Se muestreó a los 60 días después de la siembra y cosecha.

3.8.12 Número de granos por mazorca

Se evaluó colectando diez mazorca al azar por unidad experimental, contando todos los granos que en ella estuvieran y que no tuvieran defectos de forma.

3.8.13 Días a floración

Se tomó cuando el cultivo presentó el 50 % de panículas emergidas en las plantas, por unidad experimental.

3.8.14 Longitud de mazorca

Se contabilizó en diez mazorcas al azar por unidad experimental, midiendo desde la base hasta la punta apical de las mismas.

3.8.15 Días a la cosecha

Se evaluó desde el inicio de siembra hasta la realización de cosecha total por tratamiento.

3.8.16 Peso de 100 semillas

Se pesó 100 granos de cada unidad experimental, teniendo cuidado de que los mismos no tuvieran dañados por insectos o enfermedades; luego se expresaron en gramos.

3.8.17 Rendimiento por hectárea

Se pesó los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental, el porcentaje de humedad se ajustará al 14 % y su peso se transformó a kilogramos por hectárea. Se empleó la siguiente fórmula para ajustar los pesos.

$$Pu = Pa (100 - ha) / (100 - hd)$$

Pu= Peso uniformizado

Pa= Peso actual

ha= Humedad actual

hd= Humedad deseada

IV. RESULTADOS

4.1. Profundidad del suelo

En el Cuadro 1, se observa la profundidad del suelo obtenida en los análisis realizados. No se encontró significancia estadística, con un coeficiente de variación fue de 1.72 %.

Se encontró que el sistema de siembra directa presentó una profundidad de 1,85 m, obteniendo el menor valor la siembra convencional con 1,83 m.

Cuadro 1. Profundidad de suelo con la evaluación de características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Altura de muestreo	Profundidad (m)	Profundidad (m)
Siembra directa	0,10	1,85	1,85 ^{ns}
	0,20	1,87	
	0,30	1,83	
Siembra Convencional	0,10	1,83	1,83 ^{ns}
	0,20	1,82	
	0,30	1,84	
Promedio		1,84 ^{ns}	
Significancia Estadística		Ns	
Coeficiente de Variacion		1,72	

N.s: No significancia.

4.2. Color del suelo

El Cuadro 2 muestra la variable color del suelo, el mismo encontró tonalidades en la evaluación antes de la siembra 10 YR-6-6 (amarillo parduzco ligero) en los primeros 10 cm, 10 YR-5-6 (amarillo parduzco) en los 20 cm, y la coloración presentada a partir de los 30 cm fue Amarillo oliva (2,5 Y-6-6).

En la evaluación después de cosecha se encontraron valores similares a los encontrados en la previa del ensayo.

Cuadro 2. Color de suelo con la evaluación de características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Altura de muestreo	Tonalidad	Tonalidad
Siembra directa	0,10	10 YR-6-6	
	0,20	10 YR-5-6	10 YR-5-6
	0,30	2,5 Y-6-6	
Siembra Convencional	0,10	10 YR-6-6	
	0,20	10 YR-5-6	10 YR-5-6
	0,30	2,5 Y-6-6	
Promedio		N.A.	
Significancia Estadística		N.A.	
Coefficiente de Variación		N.A.	

N.s: No significancia.

N.A.: no aplica

4.3. Granulometría

Los valores de la granulometría registrados en el ensayo, se observan en el Cuadro 3.

La textura encontrada en los primeros 10 cm de suelo correspondió a la Franco arcillo limosa, siendo diferente ésta a la encontrada a partir de los 20 cm posteriores que fue Franco arcillosa. La variable se presentó igual en ambos sistemas de siembra.

La evaluación a los 30 cm posteriores determinó una textura franco arcillo arenosa, en ambos casos y para ambas evaluaciones.

Cuadro 3. Textura de suelo con la evaluación de características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Altura de muestreo	Textura	Textura
Siembra directa	0,10	Franco arcillo Limoso	Franco Arcillo Limoso
	0,20	Franco arcilloso	
	0,30	Franco arenoso	
Siembra Convencional	0,10	Franco arcillo Limoso	Franco Arcillo Limoso
	0,20	Franco arcilloso	
	0,30	Franco arenoso	
Promedio		N.A.	
Significancia Estadística		N.A.	
Coefficiente de Variacion		N.A.	

N.s: No significancia.

N.A.: no aplica

4.4. Estructura de suelo

La estructura determinada en los primeros 10 cm de suelo pertenecio al grupo de las blocosa subangular, siendo igual a la hallada a los 20 cm posteriores, la cual

fue blocosa subangular. A los 30 cm posteriores se obtuvo estructuras pertenecientes al grupo de la blocosa angular. La evaluación hecha al finalizar el ensayo en campo determinó para todas las profundidades estudiadas una estructura tipo blocosa subangular (Cuadro 4).

Cuadro 4. Estructura de suelo con la evaluación de características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Altura de muestreo	Estructura Inicial	Estructura Final
Siembra directa	0,10	Blocosa subangular	Blocosa angular
	0,20	Blocosa subangular	Blocosa angular
	0,30	Blocosa angular	Blocosa angular
Siembra Convencional	0,10	Blocosa subangular	Blocosa angular
	0,20	Blocosa subangular	Blocosa angular
	0,30	Blocosa angular	Blocosa angular
Promedio		N.A.	
Significancia Estadística		N.A.	
Coefficiente de Variacion		N.A.	

N.s: No significancia.

N.A.: no aplica

4.5. Densidad de suelo

Los promedios de la densidad de suelo se presentan en el Cuadro 5. No se encontró significancia estadística para los tratamientos en ninguna de las evaluaciones. Los coeficientes de variación fue de 6.39 y 3,45 %.

La densidad inicial encontrada mostró valores similares en la siembra directa y convencional con 1,35 g/cm³. En la profundidad de 30 cm se encontró mayor densidad 1,38 g/cm³, con relación a la densidad encontrada a 10 y 20 cm (1,34 g/cm³). En las interacciones entre tratamientos y subtratamientos se notó mayor densidad en siembra directa con un muestreo a 30 cm con 1,38 g/cm³.

La densidad final obtenida demostro valores inferiores en la siembra directa (1,34 g/cm³) y mayores en siembra convencional con 1,42 g/cm³. La profundidad de 30 cm dio mayor densidad 1,42 g/cm³, con relación a la densidad encontrada a 20 cm (1,40 g/cm³). En las interacciones entre tratamientos y subtratamientos se notó mayor densidad en siembra convencional con un muestreo a 30 cm (1,44 g/cm³).

Cuadro 5. Densidad de suelo con la evaluación de características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Altura de muestreo	Densidad Inicial g/cm³	Densidad Final g/cm³
Siembra directa ^{Ns}	0,10	1,35	1,34
	0,20	1,33	1,35
	0,30	1,38	1,34
		1,35	1,34
Siembra Convencional ^{Ns}	0,10	1,34	1,41
	0,20	1,35	1,40
	0,30	1,37	1,44
		1,35	1,42
Promedio		1,35 ^{Ns}	1,38 ^{Ns}
Significancia Estadística		Ns	Ns
Coefficiente de Variacion		6,39	3,45

N.s: No significancia

4.6. Porosidad de suelo

La porosidad de suelo se observa en el Cuadro 5, el análisis no reportó significancia estadística en ninguna de las evaluaciones. Los coeficientes de variación fue de 1,38 y 1,44 %.

La porosidad inicial hallada fue igual en los sistemas de siembra directa y convencional con 48,93 %. En la profundidad de 20 cm se dio mayor porosidad 49,81 %, comparado con 30 cm (48,11 g/cm³). Las interacción del sistema de siembra directa con el muestreo a 20 cm dio mayor porosidad (49,81 %).

La porosidad final mostró un aumento en el sistema de siembra directa con 49,31 %, en comparación a la siembra convencional (46,54 %). La porosidad a 10 cm y 20 cm fue igual con 48,11 %. El sistema de labranza convencional tuvo disminución en la porosidad total en todos las profundidades de muestreo.

Cuadro 6. Porosidad del suelo con la evaluación de características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Altura de muestreo	Porosidad Inicial %	Porosidad Final %
Siembra directa ^{Ns}	0,10	49,06	49,43
	0,20	49,81	49,06
	0,30	47,92	49,43
		48,93	49,31
Siembra Convencional ^{Ns}	0,10	49,43	46,79
	0,20	49,06	47,17
	0,30	48,30	45,66
		48,93	46,54
Promedio		48,93	47,92
Significancia Estadística		Ns	Ns
Coeficiente de Variacion		1,38	1,44

N.s: No significativo

4.7. Retención de Humedad

En el Cuadro 7 se muestran los valores de retención de humedad encontrada en las evaluaciones. No se reportó significancia estadística, siendo los coeficientes de variación de 2,42 y 3,11 %, en su orden.

La retención calculada en el primer muestreo fue igual en los sistemas de siembra directa y convencional con 18,93 %. Con la profundidad de 20 cm se halló mayor retención 19,81 %, diferente a 30 cm (18,11 g/cm³). Las interacción sistema de siembra directa con el muestreo a 20 cm dio mayor porosidad (19,81 %).

La porosidad final mostró un aumento en el sistema de siembra directa con 19,31 %, en comparación a la siembra convencional (16,54 %). La porosidad a 10 cm y 20 cm fue igual con 18,11 %. El sistema de labranza convencional disminuyó la retención de humedad en las profundidades muestreadas.

Cuadro 7. Retencion de humedad en el suelo con la evaluación de características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Altura de muestreo	Agua retenida inicial %	Agua retenida Final %
Siembra directa ^{Ns}	0,10	19,06	19,43
	0,20	19,81	19,06
	0,30	17,92	19,43
		18,93	19,31
Siembra Convencional ^{Ns}	0,10	19,43	16,79
	0,20	19,06	17,17
	0,30	18,30	15,66
		18,93	16,54
Promedio		18,93	17,92
Significancia Estadística		Ns	Ns
Coeficiente de Variacion		2,42	3,11

N.s: No significativo

4.8. Infiltración

En el Cuadro 8 se indican los valores de infiltración hallados en las evaluaciones realizadas, no habiendo significancia estadística en el reporte. Los coeficientes de variación fueron 1,11 y 2,22 %, en su orden.

El valor de infiltración en el sistema de siembra convencional fue mayor (8,86 cm/H) encontrado en siembra directa (8,86 cm/H). La profundidad de 20 cm tuvo mayor infiltración 9,50 cm/H, siendo más que la encontrada a 30 cm (7,83 cm/H). Las interacción sistema de siembra convencional con el muestreo a 10 cm mostró mayor infiltración (9,21 %).

La porosidad infiltración en la evaluación final dio en el sistema de siembra directa con 9,20 cm/H mayor valor, comparado a la siembra convencional (7,09 cm/H). La infiltración en 20 cm de muestreo fue mayor con 8,42 cm/H. El sistema de siembra directa en muestreo a 30 cm aumentó la infiltración en comparación con las demás lecturas (9,33 cm/H).

Cuadro 8. Infiltración de agua con la evaluación de características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Altura de muestreo	Infiltración inicial cm/H	Infiltración Final cm/H
Siembra directa ^{Ns}	0,10	9,05	9,21
	0,20	9,82	9,07
	0,30	7,44	9,33
		8,77	9,20
Siembra Convencional ^{Ns}	0,10	9,21	6,81
	0,20	9,17	7,77
	0,30	8,21	6,68
		8,86	7,09
Promedio		8,82	8,15
Significancia Estadística		Ns	Ns
Coeficiente de Variación		1,11	2,22

N.s: No significativo

4.9. Análisis de suelos

El Cuadro 9 presenta el resultado de los análisis de suelos realizados antes de la aplicación de los tratamientos y al final del ensayo.

Realizando el análisis se determinó que las aplicaciones de fertilizantes, presentaron incrementos en el valor de nutrientes en las muestras, con excepción de P, Mg, Zn, Fe y Cu, que presentaron descensos en sus cantidades encontrados con relación al primer análisis.

Cuadro 9. Comparativo del análisis químico de suelos con la evaluación de características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional. Babahoyo, 2016.

Identificación de la muestra	NH4	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
	µg / mL										
LOTE 1	24	56	42	1567	2324	14	2.1	15.7	367	23	0.23
Rango	M	A	B	A	A	M	M	A	A	A	B

4.10. Análisis de pH

En el Cuadro 10, se registran los valores de potencial hidrógeno (pH), evaluados a los 0 y 120 días después de la siembra, estos valores mostraron variabilidad por las profundidades de muestreo, no reportándose diferencias significativas con coeficientes de variación de 1,23 y 3,47 %.

Con la evaluación inicial el sistema de siembra directa el pH fue mayor (5,60), al hallado en siembra convencional (5,50). Las profundidades de 10 y 20 cm,

tuvieron mayor pH 5,60, siendo mayores que 30 cm (5,50). La interacción sistema de siembra directa, con el muestreo a 20 cm dio más pH (5,70 %).

El pH en la evaluación final mostró en el sistema de siembra convencional con 6,10 mayor registro, en comparación a la siembra directa (6,07). El pH en 10 y 30 cm de muestreo fue mayor con 6,15. El sistema de siembra convencional los muestreos a 10 y 30 cm tuvo pH de 6,2, respectivamente.

Cuadro 10. Potencial hidrógeno de suelo con la evaluación de características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Altura de muestreo	pH Inicial	pH Final
Siembra directa ^{Ns}	0,10	5,6	6,1
	0,20	5,7	6,0
	0,30	5,5	6,1
		5,60	6,07
Siembra Convencional ^{Ns}	0,10	5,6	6,2
	0,20	5,5	5,9
	0,30	5,4	6,2
		5,50	6,10
Promedio		5,55	6,08
Significancia Estadística		Ns	Ns
Coeficiente de Variacion		1,23	3,47

N.s: No significante

4.11. Altura de planta

En el Cuadro 11, se observan los promedios de altura de planta obtenidos a los 60 días después de la siembra. No se encontró significancia estadística para tratamientos, subtratamientos e interacción. El coeficiente de variación fue de 7.42 %.

Se encontró que el sistema de siembra directa presentó la mayor altura (189,33 cm), obteniendo el menor valor siembra convencional con 196,55 cm.

En los subtratamientos se registró que el muestreo en 10 cm (192,71 cm) tuvo la mayor altura. El menor valor se encontró con 30 cm (182,67 cm). En las interacciones entre tratamientos y subtratamientos, se observó la mayor altura en el sistema de siembra convencional a 30 cm de muestreo (202 cm).

Cuadro 11. Altura de planta a los 60 días después de la siembra con la evaluación de características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Subtratamientos Altura de plantas (cm)			Tratamientos ^{Ns}
	10 cm	20 cm	30 cm	
Siembra Directa	195.33	186.00	180.00	189.33
Siembra Convencional	190.33	193.67	202.00	196.55
Subtratamientos ^{Ns}	192.71	189.55	182.67	
Coeficiente de variación (%)			7.42	

N.s: No significativo

4.12. Días a floración

El Cuadro 12 muestra los promedios de días a floración obtenidos en las evaluaciones. No hubo significancia estadística para tratamientos, subtratamientos e interacciones. El coeficiente de variación fue de 1,81 %.

Se encontró que el sistema de siembra convencional (59,55 días) tuvo el mayor promedio, el menor promedio se dio con siembra directa (57,33 días).

En los subtratamientos se registró que el muestreo a 20 cm presentó el mayor número de días (58,84 días), teniéndose el menor número de días con el muestreo a 10 cm (57,83 días).

En las interacciones, se observó que el mayor número de días se encontró siembra convencional con muestreo a 20 cm con 60,67. La floración más temprana se registró en siembra directa con muestreo en 10 y 20 cm (57,00 días).

Cuadro 12. Días a la floración con la evaluación de características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Subtratamientos Días			Tratamientos ^{Ns}
	10 cm	20 cm	30 cm	
Siembra Directa	58,00	57,00	57,00	57,33
Siembra Convencional	57,66	60,67	60,33	59,55
Subtratamientos ^{Ns}	57,83	58,84	58,67	
Coeficiente de variación (%)			1,81	

N.s: No significativa

4.13. Días a cosecha

El Cuadro 13 muestra los promedios de días a cosecha registrados en el ensayo. Se encontró alta significancia estadística al 5 % de significancia para tratamientos, subtratamientos e interacciones. El coeficiente de variación fue de 1.06 %.

Se presentó el mayor número de días con el sistema de siembra convencional (123,77 días), el mismo fue estadísticamente superior a siembra directa (118,00 días) que tuvo el menor promedio.

El muestreo a los 30 cm obtuvo mayor número de días (124,50 días), el cual fue estadísticamente superior a las demás mediciones, el menor promedio se presentó con 10 cm de muestreo con 118,50 días. La interacción Siembra convencional a 30 cm de muestreo se cosechó más tardíamente con 127,0 días; en comparación a siembra directa en 10 y 20 cm de muestreo, que se recolectó más temprano con 116,0 días.

Cuadro 13. Días a la cosecha con la evaluación de características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Subtratamientos			Tratamientos ^{Ns}
	Días			
	10 cm	20 cm	30 cm	
Siembra Directa	116,00	116,00	122,00	118,00 b
Siembra Convencional	121,00	123,30	127,00	123,77 a
Subtratamientos ^{Ns}	118,50 b	119,65 b	124,50 a	
Coeficiente de variación (%)	1,06			

Valores promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5%.

** : Altamente significativa.

4.14. Longitud de mazorcas

Los promedios de longitud de mazorcas encontrados en el ensayo se observan en el Cuadro 14. No se encontró significancia estadística para tratamientos, subtratamientos e interacciones. El coeficiente de variación fue de 1.02 %.

Se encontró que el sistema de siembra convencional (18,00 cm) fue el que presentó la mayor longitud, obteniéndose menor promedio en siembra directa con 16,34 cm.

El muestreo a 30 cm registró la mayor longitud de mazorcas (17,84 cm) y el menor promedio se dio con el muestreo en 20 cm (16,67 cm). En las interacciones entre siembra convencional y 30 cm de muestreo, se encontró la mayor longitud de mazorcas (19,00 cm) y sistema de siembra directa con muestreo a 15,67 cm tuvo las mazorcas más pequeña (15,67 cm).

Cuadro 14. Longitud de mazorcas con la evaluación de características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Subtratamientos cm			Tratamientos ^{Ns}
	10 cm	20 cm	30 cm	
Siembra Directa	16,67	15,67	16,67	16,34
Siembra Convencional	17,33	17,67	19,00	18,00
Subtratamientos ^{Ns}	17,00	16,67	17,84	
Coeficiente de variación (%)			1,02	

Valores promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5%.

** : Altamente significativo.

4.15. Número de granos por mazorca

El análisis de varianza presentó diferencias significativas para los sistemas de siembra, alturas de muestreo e interacciones, siendo el coeficiente de variación 2,87 % (Cuadro 15).

Se encontró que el sistema de siembra convencional fue estadísticamente superior a la siembra directa (597,23 granos).

En el muestreo en 10 cm se registró el mayor número de granos (654,93), siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos. El menor registro estuvo en el muestreo a 20 cm con 527,08 cm.

La interacción entre sistema de siembra convencional y muestreo a 10 cm, que logró mayor número de granos con 666,58. El menor registro se logró con siembra directa y muestreo a 20 cm (526,28 granos).

Cuadro 15. Número de granos por mazorca con la evaluación de características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Subtratamientos Granos			Tratamientos **
	10 cm	20 cm	30 cm	
Siembra Directa	643,28	526,28	584,78	584,78 b
Siembra Convencional	666,58	527,88	597,23	597,23 a
Subtratamientos **	654,93 a	527,08 c	591,01 b	
Coeficiente de variación (%)			2,87	

Valores promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5%.

** : Altamente significativo.

4.16. Peso de 100 semillas

El Cuadro 16, muestra los promedios de peso de 100 semillas obtenidos en el ensayo. Se obtuvo alta significancia estadística al 5 % de significancia para tratamientos, subtratamientos e interacciones. El coeficiente de variación fue de 3.15 %.

Se encontró que el sistema de siembra convencional con 26,66 g, dio mayor peso en comparación al sistema de siembra directa con 26,55 g.

El peso de 28,83 g encontrado en el muestreo a 30 cm, fue estadísticamente superior a los demás. El menor peso se observó con el muestreo a 10 cm (25,33 cm) y 20 cm (25,67 cm), que fueron estadísticamente iguales entre sí.

La siembra directa con el muestreo de suelos a 30 cm presentó el mayor peso con 29, 33 g. El menor promedio de peso se registró con el uso del sistema de siembra directa con 10 de muestreo (24, 33 g).

Cuadro 16. Peso de 100 granos con la evaluación de características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Subtratamientos			Tratamientos ^{ns}
	10 cm	20 cm	30 cm	
Siembra Directa	24,33	26,00	29,33	26,55
Siembra Convencional	26,33	25,33	28,33	26,66
Subtratamientos **	25,33 b	25,67 b	28,83 a	
Coeficiente de variación (%)	3,15			

Valores promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5%.

** : Altamente significativa.

4.17. Rendimiento por hectárea

Los promedios del rendimiento por hectárea encontrados en el ensayo se presentan en el Cuadro 17. Se reportó alta significancia estadística para tratamientos y subtratamientos. El coeficiente de variación fue de 2.74 %.

El sistema de siembra convencional tuvo 6101,76 kg/ha, fue estadísticamente superior al sistema de siembra directa (3998,22 kg/ha), que presentó el menor rendimiento. Con el muestreo a 20 cm se alcanzó mayor rendimiento (5393,5 kg/ha), siendo estadísticamente superior a todos los tratamientos. El menor promedio se presentó en el muestreo a 30 cm con 4733,97 kg/ha, que fue estadísticamente inferior.

La interacción entre siembra convencional evidenció el mayor la rendimiento en el muestreo a 20 cm (6762.00 kg/ha). El menor rendimiento se produjo en siembra directa y muestreo a 10 cm con 3864,0 kg/ha.

Cuadro 17. Rendimiento por hectárea con la evaluación de características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Subtratamientos			Tratamientos **
	kg/ha			
	10 cm	20 cm	30 cm	
Siembra Directa	3864,0	4025,0	4105,7	3998,22 b
Siembra Convencional	6181,0	6762,0	5362,3	6101,76 a
Subtratamientos **	5022,50 b	5393,50 a	4733,97 c	
Coeficiente de variación (%)	2,74			

Valores promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5%.

** : Altamente significativo.

4.18. Profundidad radical

Los valores de la profundidad radical se observan en el Cuadro 18. No se encontró significancia estadística para esta variable. El coeficiente de variación fue de 1.17 %.

El sistema de siembra convencional presentó mayor profundidad en el sistema de siembra directa (34,37 cm), mientras el sistema de siembra convencional menor (34,30 cm). Con el muestreo a 30 cm se tuvo raíces más largas con 42,8 cm, mayora las profundidades de 10 y 20 cm (27,25 y 32.95 cm, respectivamente).

La interacción dio como resultado mayor profundidad con el empleo del sistema de seimbra directa a 30 cm (42,9 cm).

Cuadro 18. Profundidad Radicular con la evaluación de características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional. Babahoyo, 2016.

Tratamientos	Subtratamientos			Tratamientos ^{ns}
	kg/ha			
	10 cm	20 cm	30 cm	
Siembra Directa	27,4	32,8	42,9	34,37
Siembra Convencional	27,1	33,1	42,7	34,30
Subtratamientos ^{ns}	27,25	32,95	42,8	
Coeficiente de variación (%)	2,74			

Valores promedios con la misma letra no difieren estadísticamente según prueba de Tukey al 5%.

** : Altamente significativa.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se determinó que las características físicas del suelo, presentan incidencia sobre las variables del rendimiento del cultivo de maíz.

Como consecuencia de los datos obtenidos sobre el tipo de suelo en los diferentes sistemas de siembra, se encontró influencia parcial de estos sobre las variables agronómicas relacionadas a la producción tal como lo manifiesta FAO-ISRIC-IUSSS (2001), quienes manifiestan que la clasificación de suelos tiene como finalidad su ordenamiento según las características principales, de tal manera que el nombre proporciona información sintetizada con base en conceptos previamente acordados y entendibles entre el grupo de personas que la conoce y maneja. La clasificación es necesaria para la propagación de técnicas con éxito en los ámbitos agrícola, pecuario, forestal, urbano, ambiental y de salud. Así, por ejemplo: a) técnicas de manejo de cultivos de cobertura, b) tipo y forma de labranza, c) técnicas de remediación de suelos contaminados y d) técnicas de construcción, entre otras. Todas ellas requieren del conocimiento del tipo de suelo.

Adicionalmente los análisis de estadística demuestran que los diferentes tipos de muestreo y sistema de manejo no logran un incremento en las variables: altura de plantas, días a la floración, longitud de mazorca y peso de 100 granos, debido a que el proceso de manejo en sistema de siembra directa en los suelos es lento, y al no tener la planta los nutrientes en las etapas iniciales de desarrollo se afecta la producción del cultivo, debido a la compactación de los suelos y la lenta mineralización. Esto se explica con lo manifestado por Ribó Herrero (2004), quien dice que consecuencia de la reducción de la materia orgánica y de la intensificación del laboreo con maquinaria pesada, puede quedar seriamente afectada la actividad microbiana y la estabilidad de la estructura del suelo.

Es importante recalcar que se apreció una mejora calidad visual del cultivo con el sistema de siembra directa. Esto se debe a que el manejo de suelos en siembra directa, es a largo plazo. Esto debido a que para la época la aireación del suelo por la labranza mínima permite una mejor adsorción de los nutrientes, por el cultivo especialmente el nitrógeno, sin embargo la presencia de malezas es mas notoria (Syngenta, 2013).

El mayor rendimiento en peso de grano se encontró utilizando en manejo de siembra convencional, lo cual es previsible ya que inicialmente se produce una mejor distribución en el sistema radicular, lo que estimula el desarrollo vegetativo adecuado de las plantas maximizando su potencial productivo elevando la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Esto concuerda con lo manifestado por AGRIPAC (2010), quienes manifiestan que en la actualidad cada especie tiene sus exigencias peculiares, solamente con conocimientos de estas necesidades permite establecer un manejo que garantice una producción máxima y que al mismo tiempo, conserve el suelo en un estado natural perfecto.

Los rendimientos presentados fueron muy bajos en el sistema de siembra directa bajo las condiciones del suelo estudiado. Sin embargo los rendimientos alcanzados con la utilización de labranza mínima en conjunto, superan enormemente al rendimiento de productores de la zona.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. Las variables profundidad de suelos y color del suelo, son similares en gran parte de la zona estudiada.
2. El uso de los sistemas de Siembra Directa y Siembra Convencional, no presentan diferencias en las variables granulometría y estructura de suelo, en las evaluaciones realizadas.
3. La implementación del sistema de Siembra Directa, disminuyó la densidad del suelo estudiado y incrementando su porosidad.
4. El uso del sistema de Siembra Directa mejoró la retención de humedad del suelo aumentándola, con relación a la siembra convencional.
5. La velocidad de infiltración del agua tiende a aumentar con el uso de la siembra de maíz directa.
6. El pH del suelo es mayor con el uso del sistema de Siembra Convencional (6,1), siendo menor en la siembra directa.
7. No se encontró diferencias estadísticas en las variables agronómicas: altura de planta, días a la floración, días a la cosecha y peso de semillas.
8. Se logró mayor longitud de mazorcas utilizando el sistema de Siembra Convencional.

9. La utilización del sistema de siembra convencional aumentó el número de granos por mazorca.
10. Mayor rendimiento se encontró en siembra convencional en todas las profundidades de muestreo con 6101,76 kg/ha.
11. La mayor profundidad radicular se logró empleando la siembra directa como sistema de manejo de maíz.

En base a estas conclusiones se recomienda:

- Realizar un muestreo de suelos para determinar las características físicas de los suelos, para su manejo agronómico.
- Utilizar el sistema de siembra convencional para maximizar el rendimiento del cultivo de maíz.
- Realizar investigaciones similares con otros materiales de siembra, distanciamiento de siembra y bajo otros sistemas de labranza.

VII. RESUMEN

El trabajo se realizó en los terrenos de la granja experimental "San Pablo", ubicada en Km. 7.5 de la vía Babahoyo-Montalvo. Se investigaron dos sistemas de siembra y 3 profundidades de muestreo con 4 repeticiones en parcelas de 20 m². El objetivo de esta investigación fue determinar las principales características y propiedades físicas de un suelo, en un sistema de siembra directa y convencional; además evaluar el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz bajo las condiciones de siembra directa.

Se investigaron 6 tratamientos con cuatro repeticiones y se distribuyeron en un diseño de bloques al azar en parcelas divididas. Para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5 % de significancia. Al final del ciclo del cultivo se evaluó altura de planta, altura de inserción de mazorca, diámetro de mazorca, longitud de mazorca, días a floración, días a cosecha, peso 100 granos y rendimiento por hectárea. Las variables de suelos fueron: profundidad de suelo, color, granulometría, estructura, densidad, porosidad, retención de humedad, infiltración, análisis de químico y potencial hidrógeno.

Los resultados determinaron que las propiedades del suelo tienen influencia sobre los factores agronómicos y de rendimiento del cultivo de maíz. No incidieron sobre altura de planta, días a la floración, longitud de mazorca y peso de 100 granos.

El sistema de siembra convencional con muestreo a 20 cm de profundidad logró 6762,0 kg/ha, rendimiento superior a otros tratamientos.

VII. SUMMARY

The work was carried out in the lands of the experimental farm "San Pablo", located in Km. 7.5 of the road Babahoyo-Montalvo. Two siembra systems and 3 sampling depths were investigated with 4 repetitions in parcels of 20 m². The objective of this investigation it was to determine the main ones characteristic and physical properties of a floor, in a system of direct and conventional crop; also to evaluate the development and yield of the cultivation of low corn the conditions of direct crop.

6 treatments were investigated with four repetitions and they were distributed at random in a design of blocks in divided parcels. For the evaluation of stockings the test was used from Tukey to 5 significancia%. At the end of the cycle of the cultivation plant height, height of ear insert, ear diameter was evaluated, ear longitude, days to flowering, days to crop, weight 100 grains and yield for hectare. The variables of floors floor fueron: profundidad, color, grain, structures, density, porosity, retention of humidity, infiltration, analysis of chemical and potential hydrogen.

The results determined that the properties of the floor have influence on the agronomic factors and of yield of the cultivation of corn. They didn't impact on plant height, days to the floración, ear longitude and weight of 100 grains.

The system of conventional crop with sampling to 20 cm of depth achieved 6762,0 kg/ha, superior yield to other treatments.

IX. BIBLIOGRAFÍA CITADA

Bautista, F. (1999) Introduccion al estudio de la contaminacion del suelo por metales pesados. Yucatan, Mexico. Universidad Autonoma de Yucatan.

Bautista, F. et al. (2000) "La materia organica soluble en el mejoramiento de los suelos tropicales", en: Perspectivas de la edafologia del siglo XXI. Edo. de Mexico, Mexico. Colegio de postgraduados, pp. 247-253.

Dregne y Chou.(1994). Global desertification dimensions and costs. en: H.E. Dregne (ed.). Degradation and Restoration of Arid Lands. Texas Technical University , Lubbock , EE.UU.

FAO, (1993). World soil resources an explanatory note on the FAO world soil resources map at. FAO. Roma, Italia, pp. 164.

FAO-CCI-CTA. (2015) World Markets for Organic Fruit and Vegetables. Circular nº 42/2013, 05/06/01. pp. 40-42. 2013. Disponible en: www.fao.agri.org (último acceso: 27 de 09 de 2015).

Land (2000) resource potential and constraints at regional and country levels. World Soils Resource Report # 90. Roma, Italia, FAO, pp. 114.

Gerrard, J. (2000) Fundamentals of soils. Routledge, London, pp 225.

Ghassemi y Nix. (1995). Salinisation of land and water resources: human causes, extent, management and case studies. The Australian National University , Canberra , Australia , and CAB International, Wallingford , Oxon, Gran Bretaña.

Hofer y Beck. (2001)"Structure and function of soil fauna communities in Amazonian anthropogenic and natural ecosystems", en: Eur. J. Soil. Biol, 37:229-235, 2001.

Ibanez, y Boixadera. 2002 "The Search for a New Paradigm in Pedology: a Driving Force for New Approaches to Soil Classification," en: Soil Classification 2001. Roma, Italia, FAO (Ed. by E. Micheli, F. Nachtergaele, R. J. A. Jones, and L. Montanarella), pp. 93–110

Kabata y Pendias. (2002), Trace elements in soils and plants. EE.UU., CRC. Press.

Lal, R. (1998) "Methods for assessment of soil degradation", en: Advances in Soil Science. Boca Raton, New York, CRC Press, pp. 17-30.

Luna et al, (2002). Actividad microbiana en suelos. Avance y Perspectiva 21, 328-332.

G. ALMEIDA, G. DE NONI et al: (1984) Los principales procesos erosivos en el Ecuador, MAG-ORSTOM, Quito, 1984, 30 p.

Oldeman, L. R. (1994) "The global extent of land degradation", en: D. J. Greenland & I. Szabolcs (eds.). Land Resilience and Sustainable Land Use. CABI, Wallingford, 1994, pp.99-118.

Oldeman, L. R. "The global extent of land degradation", en: D. J. Greenland & I. Szabolcs (eds.). Land Resilience and Sustainable Land Use. CABI, Wallingford, 1994, pp. 99-118.

Roehring, et al (1998) "Tillage systems and soil compactation, their impact on abundance and vertical distribution of Enchytraeidae", en: Soil & Tillage Research, 46: 117-127, 1998.

Wöhl-Coelho, O., 1999. Modelamento da degradação de latossolos na Região de Fortaleza dos Valos, Rio Grande do Sul: uma aplicação SIG / sensoriamento remoto. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 165 pp.

Zinck, J. A.(1990) Soil survey epistemology of a vital discipline. The Netherlands, International Institute for Aerospace Survey and Earth Science (ITC), .

Zinck, J. A. (2005) Caracterización y manejo de suelos en la Península de Yucatán. DF, México, UACAM-UADY-INE.

IMAGENES DEL ENSAYO



Figura 1. Realización de calicata.



Figura 2. Siembra de las parcelas.



Figura 3. Control de malezas.



Figura 4. Medición del rendimiento de grano.



Figura 5. Control de insectos plagas en siembra convencional.



Figura 6. Observacion de tratamientos.



Figura 7. Medición del perfil del suelo.



Figura 8. Muestreo de densidad de suelo.