



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



Componente Práctico de Examen Complexivo presentado a la
Unidad de Titulación como requisito previo a la obtención del
título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Influencia de la labranza cero o siembra directa sobre las
propiedades físicas del suelo agrícola de la provincia de Los
Ríos, Ecuador”

AUTOR:

Pascual Benito Suarez Insuasti

TUTOR:

Ing. Ind. Carlos Castro Arteaga, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador
2019

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a mi madre **Marisol Victoria Insuasti Martínez**, mi padre **Domiciliano Cesario Suárez Insuasti**, que son la fuente de mi sabiduría y por darme la oportunidad de haberme brindado este triunfo; con el pilar fundamental y mi motivación para seguir por el buen camino.

Mis hermanos: **Jimmy Omar Suárez Insuasti**, **Eduardo Domiciliano Suárez Insuasti**; con el apoyo especial que ellos me han brindado en mi camino, siendo mi ejemplo de dedicación, trabajo, superación e inspiración.

“Toda mi familia de una u otra manera estuvo al pendiente de este importante logro”.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres **Marisol Insuasti** y **Domiciliano Suárez**, hermanos: **Jimmy Suárez Insuasti** y **Eduardo Suarez Insuasti**. Por haberme brindado su apoyo para alcanzar esta meta tan anhelada.

Además, quiero extender mi cordial agradecimiento a la Facultad de Ciencias Agropecuarias por haberme acogido en sus aulas durante el transcurso de la carrera y haberme brindado los conocimientos necesarios.

RESUMEN

INFLUENCIA DE LA LABRANZA CERO O SIEMBRA DIRECTA SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO AGRÍCOLA DE LA PROVINCIA DE LOS RÍOS, ECUADOR

AUTOR:

Pascual Benito Suarez Insuasti

TUTOR:

Ing. Ind. Carlos Castro Arteaga, MSc.

La calidad de las propiedades físicas de los suelos, se mancomunan con la labranza de conservación, esta llega a reducir las emisiones de dióxido de carbono que ocasionan el efecto invernadero. En este sistema sustentable permite establecer los niveles críticos indicadores de la calidad física asignando grandes factores que aumenta el peso de la productividad en los cultivos. Sin embargo, el principal problema existente en la actualidad es la disminución en la aplicación de este método que aparte de reducir los costos de producción cuantifica los ingresos económicos de los agricultores. A manera de discusión, se establece que la labranza cero o siembra directa constituye un efecto positivo en las propiedades físicas de los suelos agrícolas, en especial sobre el incremento de la densidad aparente, la porosidad y la conductividad hidráulica. La provincia de Los Ríos ubicada en el centro del Ecuador, produce grandes extensiones de cultivos de gran importancia para la economía del país; y una recopilación que diferencia los valores de estos factores en la aplicación de la siembra convencional y la siembra directa es una información esencial para el agricultor. Desde un punto de vista técnico, las investigaciones establecen una influencia existente en la siembra directa sobre las propiedades físicas de los suelos agrícolas de la región norte, centro y sur de la provincia de Los Ríos. En el factor Densidad aparente (DA) en las tres regiones donde se han realizado estudios sobre la siembra directa muestra rangos (1,17 a 1,35 mg/cm³) elevados en comparación a la siembra convencional. En cuanto a los factores Porosidad (47,49 -58,50 % v/v), Retención de humedad (19,12 – 44,67 %), y Materia orgánica (4,0 – 6,0 %) exponen dominio en cuanto a la siembra directa o labranza cero.

Palabras clave: Labranza cero, siembra directa, propiedades físicas del suelo

SUMMARY

INFLUENCE OF ZERO TILLAGE OR DIRECT PLANTING ON THE PHYSICAL PROPERTIES OF THE AGRICULTURAL SOIL OF THE PROVINCE LOS RIOS, ECUADOR

AUTHOR:

Pascual Benito Suarez Insuasti

TUTOR:

Ing. Ind. Carlos Castro Arteaga, MSc.

The quality of the physical properties of the soils, are commonwith communicated with the tillage of conservation, this comes to reduce the carbon dioxide emissions that cause the greenhouse effect. In this sustainable system it allows to establish critical levels indicators of physical quality by assigning large factors that increase the weight of productivity in crops. However, the main problem today is the decrease in the application of this method, which apart from reducing production costs quantifies farmers' economic incomes. By way of discussion, it is established that zero tillage or direct planting constitutes a positive effect on the physical properties of agricultural soils, in particular on the increase in apparent density, porosity and hydraulic conductivity. The province of Los Ríos located in the center of Ecuador, produces large tracts of crops of great importance to the economy of the country; and a compilation that differentiates the values of these factors in the application of conventional planting and direct planting is essential information for the farmer. From a technical point of view, the research establishes an existing influence on direct planting on the physical properties of agricultural soils in the northern, central and southern region of the province of Los Ríos. In the Apparent Density (DA) factor in the three regions where studies have been conducted on direct planting shows high ranges (1.17 to 1.35 mg/cm³) compared to conventional planting. In terms of porosity factors (47.49 -58.50 % v/v), Moisture retention (19.12 – 44.67%), and Organic matter (4.0 – 6.0 %) expose dominance in terms of direct planting or zero tillage

Key words: Zero tillage, direct planting, physical soil properties

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
AUTORIZACIÓN DE AUTORÍA INTELECTUAL. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.	
RESUMEN	IV
SUMMARY	V
ÍNDICE GENERAL	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VII
I. INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
II. MARCO METODOLÓGICO	3
2.1. DEFINICIÓN DEL TEMA CASO DE ESTUDIO.....	3
2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
2.3. PREGUNTAS ORIENTADAS PARA EL ANÁLISIS DEL PROBLEMA.....	3
2.4. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
2.4.1. <i>Labranza cero o Siembra directa</i>	5
<i>Ventajas y limitaciones de la labranza cero</i>	7
<i>Los residuos agrícolas en la fertilidad de los suelos</i>	8
<i>Efectos de la labranza cero sobre las propiedades físicas de los suelos</i>	9
La quema de los rastrojos de cosechas	10
2.5. HIPÓTESIS.....	12
2.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	12
2.6.1. <i>Método de estudio</i>	12
III. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	13
3.1. DESARROLLO DEL CASO	13
3.2. SITUACIONES DETECTADAS.....	13
3.2.1. <i>Influencia de la labranza cero en las propiedades físicas de suelos agrícolas de la provincia de Los Ríos</i>	13
3.3. SOLUCIONES PLANTEADAS.....	14
IV. CONCLUSIONES	15
V. RECOMENDACIONES	16
BIBLIOGRAFÍA	17
ANEXO	22

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. COMPARACIÓN CUALITATIVA ENTRE PREPARACIÓN DE SUELOS TRADICIONALES Y CERO LABRANZAS SOBRE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y LOS CULTIVOS (>4 AÑOS DE CERO LABRANZAS CONTINUAS)	6
TABLA 2. PRINCIPALES VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LA APLICACIÓN LABRANZA CERO	7
TABLA 3. CANTIDAD DE NUTRIENTES PRESENTES EN 1 TONELADA DE RASTROJOS DE TRIGO	8
TABLA 4. CONTENIDO DE MATERIA SECA (MS), PROTEÍNA (P), ENERGÍA METABOLIZABLE (EM) Y FIBRA (F) EN RASTROJOS PROVENIENTES DE DIFERENTES CULTIVOS.....	9
TABLA 5. VALORES PROMEDIOS DE DENSIDAD APARENTE (DAP), DENSIDAD REAL (DR), POROSIDAD TOTAL (P), CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA A SATURACIÓN (KSAT) Y CARBONO ORGÁNICO (CO) DE LAS DENSIDADES UNIDADES DE MUESTREO: UM 1-3, CON MAYOR INTENSIDAD DE USO AGRÍCOLA (> 50 AAC) Y UM 4-6 CON MENOR INTENSIDAD DE USO AGRÍCOLA. PROF. 1 (0 A 7 CM) Y PROF. 2 (7 A 14 CM) HACEN REFERENCIAS A LAS PROFUNDIDADES ESTUDIADAS, LETRAS DISTINTAS INDICAN DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS, TEST DE LSD-FISHER (P<0,01).....	10
TABLA 6. VALORES PROMEDIO DE LA DENSIDAD APARENTE (DA), POROSIDAD (P), RETENCIÓN DE HUMEDAD (RH) Y MATERIA ORGÁNICA (MO). INFLUENCIA DE LA LABRANZA CERO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE SUELOS AGRÍCOLAS DE LA PROVINCIA DE LOS RÍOS-ECUADOR	13
TABLA 7. DATOS DE Q MM/MIN DE LAS UNIDADES DE RIEGO EN EL SISTEMA DE MICRO ASPERSIÓN EN LA FINCA CACAOTERA BOTÓN DE ORO DE LA PARROQUIA LA UNIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

I. INTRODUCCIÓN

Antes que el hombre iniciara sus primeras incursiones en el campo de la agricultura era la naturaleza la única encargada en realizar la labranza cero en las tierras, con ayuda de la humedad y luz solar. Una vez que el hombre se vuelve al sedentarismo y al conocer de la agricultura es quien implementa esta labor en sus pequeñas parcelas, cubriéndolas de vegetación seca, como materia orgánica que nutre los cultivos, mejorando la producción sin necesidad de aplicarle arado, manteniendo las propiedades del suelo intactas. (Vinueza y Calvache 2004)

Sin duda alguna, la acción del labrado es la herramienta de la agricultura más antigua conocida y que en la actualidad aún se encuentra en funcionamiento (Ayala 2006). Estos sistemas de labranza aplicados ejercen cierto efecto directo en los rendimientos de un cultivo y en las características físico-químicas del suelo, presentando cierta variabilidad espacial, en sentido horizontal que se encuentran sometidos a constantes cambios. (Sifuentes Ibarra *et al.* 2018)

Todos los métodos agrícolas aplicados a pequeñas y grandes producciones se concentran a la labranza intensiva, y con ella el suministro de insumos agrícolas para solucionar los problemas de fertilidad de los suelos junto con los rendimientos de las cosechas. No obstante, a consecuencias de estos métodos de labranza intensiva inducen la compactación de la capa cultivable incrementando la erosión. Todo lo contrario, a la labranza cero o de conservación que difiere de los intensivos, en la que sus principales ventajas son: mejorar o mantener el contenido biológico de la superficie del suelo, estabilidad en la estructura e incrementa la retención del agua, reduciendo la producción de sedimentos; aumentando la calidad de los suelos y en sí del medio ambiente en general. (Navarro *et al.* 2012)

La calidad de las propiedades físicas de los suelos, se mancomunan con la labranza de conservación, esta llega a reducir las emisiones de dióxido de carbono que ocasionan el efecto invernadero. En este sistema sustentable permite establecer los niveles críticos indicadores de la calidad física asignando grandes

factores que aumenta el peso de la productividad en los cultivos. Sin embargo, el principal problema existente en la actualidad es la disminución en la aplicación de este método, que aparte de reducir los costos de producción cuantifica los ingresos económicos de los agricultores.

OBJETIVO GENERAL

Describir la influencia de la labranza cero sobre las propiedades físicas del suelo

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Detallar la labranza cero en terrenos agrícolas mediante revisión literaria

- Enunciar las propiedades físicas de los suelos agrícolas aplicando la labranza cero.

II. MARCO METODOLÓGICO

2.1. DEFINICIÓN DEL TEMA CASO DE ESTUDIO

El tema de investigación escogido para el proceso de titulación y optar por el título de Ingeniero Agropecuario es:

Descripción del sistema de riego en la finca cacaotera Botón de Oro de la parroquia La Unión cantón Babahoyo

2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la provincia de Los Ríos se ejecutan diferentes actividades agrícolas como la producción de cultivos rotatorios: maíz, arroz, sandía, soya, frejol, maní, tabaco, caña de azúcar, que son de gran importancia económica para la región, en este sector se desconocen las características físicas, puesto que los agricultores no realizan los análisis de suelos pertinentes tales como: textura, porcentaje de humedad, densidad aparente, densidad real, tamaño de agregados, espacio poroso que poseen los suelos agrícolas de la provincia.

Al existir la Facultad de Ciencias Agropecuaria de la Universidad Técnica de Babahoyo, institución de gran renombre en el Ecuador, y al estar ubicado en la provincia de Los Ríos. Y existiendo el desconocimiento de la información de las características físicas de los suelos es necesario la creación de una base de datos para la toma de decisiones de los factores edáficos que requieren los cultivos experimentales; como una exigencia de las autoridades de la institución hacia los estudiantes que se encuentren en el proceso de titulación.

2.3. PREGUNTAS ORIENTADAS PARA EL ANÁLISIS DEL PROBLEMA

- ¿La siembra directa o labranza cero influye en las propiedades físicas de los suelos agrícolas?

- ¿Una base de datos de las propiedades físicas de los suelos agrícolas de la provincia de Los Ríos ayudaría a los agricultores con la producción de sus cultivos?

2.4. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.4.1. LABRANZA CERO O SIEMBRA DIRECTA

La labranza cero o siembra directa es un mecanismo asequible de producción agrícola que se puede emplear en gran diversidad de condiciones edáficas y/o climáticas que permite combatir la erosión de los suelos, conservando la humedad y la biodiversidad de microorganismos. Además de disminuir los costos de producción (Russell 1977; Phillips *et al.* 1980; Larson y Osborne 1982; Brady 1984; Figueroa y Morales 1992; Blevins y Frye 1993). Alvear Z *et al.* (2006) remiten que esta técnica corresponde a la necesidad de mantener la calidad de los suelos agrícolas como la materia orgánica, propiedades físico-químicos y fertilidad. Generando la necesidad de ejecutar una agricultura sustentable (Acevedo y Silva 2003).

El principal objetivo estratégico de la FAO es la «*Intensificación Sostenible de la Producción Agrícola*» (González 2018), y como pilar importante menciona que:

«Es la conservación de la estructura del suelo y de su contenido de materia orgánica, mediante la limitación de la alteración mecánica del suelo en el proceso de arraigo del cultivo y de su posterior gestión», citado por Shkiliova *et al.* (2014)

El sistema de labranza no mecanizada o labranza cero en la actualidad es diseñada para las regiones de temporal y conservar de mejor manera la humedad de los suelos agrícolas, reduciendo las pérdidas ocasionadas por la erosión eólica. Otra de las razones por la cual se implementa esta labor es la de incorporar materia orgánica a los suelos, reduciendo los costos de producción; este manejo agrícola se ejecuta sin la realización de labores previas a preparación de los terrenos, sobre los residuos de la cosecha anterior. Convirtiéndose en el primer concepto sobre el manejo de los suelos, que reconoce poder sembrar cualquier tipo de semilla sin necesidad de removerlo. (Acosta y Galarraga 2011)

Tabla 1. Comparación cualitativa entre preparación de suelos tradicionales y cero labranzas sobre algunas características del suelo y los cultivos (>4 años de cero labranzas continuas)

	<i>Convencional</i>	<i>Cero Labranza</i>
<i>Aspectos Químicos</i>		
Materia orgánica	Menor	Mayor
Fósforo	Menor	Mayor
Potasio	Menor	Mayor
Calcio y Magnesio	Menor	Mayor
Saturación de Al	Mayor	Menor
CIC	Menor	Mayor
<i>Aspectos Físicos</i>		
Erosión	Mayor	Menor
Infiltración	Menor	Mayor
Temperatura	Mayor	Menor
Humedad	Menor	Mayor
Estabilidad de agregados	Menor	Mayor
Densidad	Menor	Mayor
<i>Aspectos Biológicos</i>		
Lombrices	Menor	Mayor
Artrópodos	Menor	Mayor
Nódulos de soya	Menor	Mayor
Micorrizas	Menor	Mayor
<i>Aspectos Sanitarios</i>		
Control biológico	Menor	Mayor
Plagas	Menor/Mayor	Menor/Mayor
Enfermedades	Menor/Mayor	Menor/Mayor
Malezas	Menor/Mayor	Menor/Mayor
<i>Otros</i>		
Mecanización Hp/ha	Mayor	Menor
Mano de obra	Mayor	Menor
Rendimiento	Menor/Mayor	Menor/Mayor
Rentabilidad	Menor	Mayor
<i>Medio Ambiente</i>		
Herbicidas	Mayor/Menor	Menor/Mayor
Emisiones de CO2	Mayor	Menor
Calidad del agua	Menor	Mayor
Sustentabilidad	No	Si

Fuente: Tomado de: Agronomía de la Cero Labranza, Acevedo y Silva (2003)

Ventajas y limitaciones de la labranza cero

La labranza cero va en camino al avance tecnológico, en la antigüedad esta actividad se la ejecutaba con el uso de herramientas rústicas sin importar el área del cultivo. Actualmente el uso de maquinarias ha ganado terreno en esta labor «tradicional», los discos que son utilizados para cortar los restos de la cosecha también suelen ser improvisados para realizar la siembra directa de la semilla a sembrar, para luego con ayuda de una rueda compactadora permiten cubrir el grano, conservando de esta manera la cobertura vegetal. (Silveira 2007)

Tabla 2. Principales ventajas y limitaciones de la aplicación labranza cero

<i>Ventajas</i>	<i>Limitaciones</i>
<ul style="list-style-type: none">• Evita la erosión hídrica y eólica del suelo• Disminuye la evaporación directa del agua desde el suelo• Mejora la macro porosidad del suelo• Mejora la estructura y estabilidad de los agregados del suelo, no genera costra• Aumenta el contenido de Materia Orgánica y mejora la disponibilidad de nutrientes en un 10 %• Aumenta la capacidad de infiltración y el contenido de humedad del suelo• Aumenta la actividad biológica del suelo• Aumento de los rendimientos y la producción• Menos uso de fertilizante y plaguicidas (< 50 %)• Menos costos de maquinaria y mano de obra (< 70 %)• Mayor rentabilidad• Rendimientos más estables• Menos impacto climático• Menos costos ambientales	<ul style="list-style-type: none">• Tasas de descomposición de los rastrojos más bajas• La presencia de rastrojo puede reducir también la efectividad del control de algunas malezas• El ambiente generado por los rastrojos en superficie puede ser favorable para la perduración de algunas plagas, tanto animales como patógenos• Menor calentamiento del suelo lo cual puede provocar algunos problemas en la implantación y desarrollo inicial de algunos cultivos• El uso continuado de la siembra directa, puede provocar algunos problemas de compactación durante el tráfico de las máquinas e implementos por el interior del campo.

Fuente: Tomado de: Diseño de un nuevo apero para la labranza conservacionista en caña de azúcar, Cruz (2014)

Los residuos agrícolas en la fertilidad de los suelos

De acuerdo con Martínez (2002), Acevedo y Silva (2003) al mencionar los residuos agrícolas o también llamados despojos de cosecha, se refieren a las fracciones de un cultivo que no forma parte de la cosecha, porque no cumple con los requisitos mínimos para su comercialización o consumo. Este producto normalmente son retirados de manera espontánea por parte de los agricultores para que no interfieran con las tareas agrícolas de la próxima producción.

Estos residuos agrícolas o rastrojos son de gran importancia para la micro biodiversidad de los suelos, porque influyen de manera positiva en cuanto a la distribución poblacional y su actividad (Soto 2009), además que estos microorganismos forman una parte esencial entre las propiedades físico-químicas de los suelos; razón por el cual es recomendable incorporar rastrojos y así evitar el deterioro del suelo, pero principalmente pérdidas de los nutrientes esenciales para el desarrollo de los cultivos(Acevedo 2003).

Maturana y Acevedo (2003) citan a Troncoso (2000) quien realizó una investigación sobre el efecto del factor manejo de rastrojos de cosecha de trigo, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Cantidad de nutrientes presentes en 1 tonelada de rastrojos de trigo

<i>Nutrientes</i>	<i>Kg/ton rastrojo</i>
Nitrógeno	5,800
Fósforo	0,400
Potasio	11,400
Calcio	5,100
Magnesio	0,900
Azufre	1,200
Zinc	0,005
Boro	0,007
Hierro	0,040
Manganeso	0,020
Cobre	0,009

Fuente: Adaptado de: Cambios en la fertilidad del suelo asociados a cero labranza, Maturana y Acevedo (2003)

Por otra parte, es importante reconocer que para el sector ganadero el uso de rastrojo de las cosechas es de mucha ayuda para la alimentación de sus rebaños, puesto que contienen materia seca, proteínas, energía metabolizable y fibra (Tabla 4) mezclándolo con urea y melaza.

Tabla 4. Contenido de materia seca (MS), proteína (P), energía metabolizable (EM) y fibra (F) en rastrojos provenientes de diferentes cultivos

<i>Residuo de cultivo</i>	<i>MS (%)</i>	<i>P (%)</i>	<i>EM (%)</i>	<i>F (%)</i>
Maíz	91,8	5,9	1,58	39,5
Soya	87,0	5,0	1,52	44,3
Arroz	91,8	4,3	1,48	35,1
Frejol	91,7	6,0	1,89	40,1

Fuente: Adaptado de: Manejo, uso y mercado en el centro y sur de México, Vélez *et al.* (2013)

Efectos de la labranza cero sobre las propiedades físicas de los suelos

Las propiedades físicas de los suelos en este caso agrícolas, son uno de los factores de gran importancia para implementar un cultivo; sin embargo, muchos agricultores no toman en cuenta este elemento, desconociendo que podría conllevar a problemas complejos y persistentes que muchas veces son difíciles de solucionar (López *et al.* 2018). Al conocer que las plantas obtienen gran porcentaje de los nutrientes del suelo, además de proporcionar anclaje; por lo tanto, es esencial para el crecimiento de los cultivos.

Un alto porcentaje de estudios realizados, cuyo objetivo han sido evaluar la influencia de la labranza tradicional sobre las propiedades físicas de los suelos agrícolas, arrojaron, resultados en la que indican que estas labores muestran, influencias positivas sobre la densidad aparente, distribución de tamaño de agregado, susceptibilidad a la compactación, resistencia de agua y penetración, entre otros. Considerando que, al no aplicar la siembra directa en los suelos agrícolas podrían anular condiciones positivas sobre los contenidos de la materia orgánica y todas las propiedades físicas asociadas. (Quiroga *et al.* 1998)

Rollán y Bachmeier (2015) evaluaron el efecto de la siembra directa sobre el comportamiento físico de los suelos franco limoso, resultando que al aplicar esta práctica aumenta positivamente las condiciones físicas del suelo en profundidades de 7 a 14 centímetros (Tabla 5.).

Tabla 5. Valores promedios de densidad aparente (Dap), densidad real (Dr), porosidad total (P), conductividad hidráulica a saturación (Ksat) y carbono orgánico (CO) de las densidades unidades de muestreo: UM 1-3, con mayor intensidad de uso agrícola (> 50 AAC) y UM 4-6 con menor intensidad de uso agrícola. Prof. 1 (0 a 7 cm) y Prof. 2 (7 a 14 cm) hacen referencias a las profundidades estudiadas, letras distintas indican diferencias significativas, Test de LSD-Fisher (P<0,01)

Profundidad	UM1		UM2		UM3		UM4		UM5		UM6	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Dap (Mg m ⁻³)	1,38b	1,42b	1,28a	1,55b	1,23a	1,31b	1,14a	1,31b	1,15a	1,32b	1,18a	1,29b
Dr (Mg m ⁻³)	2,48a	2,48a	2,47a	2,45a	2,49a	2,51a	2,46a	2,52a	2,46a	2,44a	2,50a	2,50a
P (% v/v)	44,35b	42,63b	52,17c	36,43a	50,47b	47,83b	48,01a	53,73b	53,73b	48,17a	52,4a	49,8a
Ksat (mm h ⁻¹)	17,27b	10,43a	21,73c	14,97b	20,87c	15,93b	10,10a	30,3b	30,3b	17,8a	24,0b	19,8a
CO (g kg ⁻¹)	20,4b	10,8a	20,5b	11,6a	21,3b	11,1a	15,3a	26,3b	26,3b	14,5a	22,4b	18,5a

Fuente: Tomado de: Efecto de la siembra directa continua sobre el comportamiento físico-funcional de los suelos franco limosos de la región semiárida central de la provincia de Córdoba (Argentina), Rollán y Bachmeier (2015)

Determinando que el factor profundidad en la siembra directa o labranza cero es una variable de gran importancia en terrenos que presentan más de 50 % de limo, como agregado en la superficie del suelo (Sasal *et al.* 2006; Álvarez *et al.* 2009; Soracco *et al.* 2010; Soracco *et al.* 2015; Álvarez 2013; Rollán y Bachmeier 2013; Soracco *et al.* 2018). Rollán y Bachmeier (2015) Demostraron que en la siembra directa o labranza cero, si existe una influencia directa sobre las propiedades físicas del suelo, como en «El incremento de la densidad aparente, la porosidad y conductividad hidráulica».

La quema de los rastrojos de cosechas

El uso del fuego para deshacerse de los rastrojos de las cosechas en los cultivos se ha ejecutado por generaciones, considerándose como una práctica ancestral muy arraigada (Ruiz *et al.* 2015; Sierra *et al.* 2016). En la actualidad con el aumento de las áreas de producción agrícola; en especial los cultivos de gramíneas, y con

lo que mencionan los agricultores: «amontonar los rastrojos resulta caro» (Sierra et al. 2016), la quema de estos residuos se ha vuelto más común como práctica para facilitar los terrenos y continuar la producción siguiente (convirtiéndose en la manera más económica y sencilla para eliminar estos residuos de las áreas agrícolas), aunque existen métodos para evitarlo.

«Debido a la quema de los rastrojos de cosechas, se estima que producen un 40 % de dióxido de carbono (CO₂), 32 % de monóxido de carbono (CO), 20 % de las partículas de materia suspendida en la atmósfera y 50 % de hidrocarburos aromáticos policíclicos, emitidos al ambiente a escala mundial» (Kambis y Levine 1996)

Esta práctica, aunque es muy utilizable y garantizada para deshacerse de estos residuos, desde el punto de vista salud pública resulta un poco preocupante, The *Commission for Environmental Cooperation*, CCA (2014) atribuye una serie de razones:

- El humo de la quema de residuos agrícolas se libera a nivel o muy cerca del suelo en áreas generalmente habitables, lo que conlleva a una exposición a los contaminantes directa y elevada de la población aledaña.
- Las condiciones de la combustión y los combustibles varían e incluyen la posible presencia de plaguicidas.
- Contribuyen al cambio climático, ya que entre los compuestos emitidos se encuentran gases de efecto invernadero y contaminantes climáticos de vida corta, como el carbono negro.
- Estas quemas se realizan generalmente por etapas, en temporadas específicas del año, y pueden dar lugar a concentraciones muy elevadas de contaminantes.
- Además, en estos procesos de combustión incompletos se producen dioxinas, contaminantes altamente tóxicos y cancerígenos.

- Son fuentes no puntuales de contaminantes atmosféricos y se realizan en áreas muy extensas, por lo que resulta difícil medir y regular este tipo de emisiones.

2.5. HIPÓTESIS

¿Existe una influencia directa de la labranza cero en las propiedades físicas de los suelos agrícola?

2.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.6.1. MÉTODO DE ESTUDIO

Este compendio se lo desarrolló a la recolección y ordenamiento de investigaciones publicadas con respeto al tema de la labranza cero y su influencia en las propiedades físicas de los suelos agrícolas. Manteniendo una duración entre los meses de julio y agosto del 2019.

La metodología utilizada fue basada en análisis de respuesta, que permitieron obtener los resultados de publicaciones de repositorios digitales, artículos científicos, libros y manuales técnicos.

III. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. DESARROLLO DEL CASO

Para realizar este componente práctico del proceso de titulación y optar por el título de Ingeniero Agropecuario, se desarrolló la recolección, ordenamiento y revisión de publicaciones científicas, manuales técnicos, libros y cualquier documento que cumpla con los requisitos para poder formar parte de este compendio investigativo.

3.2. SITUACIONES DETECTADAS

3.2.1. INFLUENCIA DE LA LABRANZA CERO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE SUELOS AGRÍCOLAS DE LA PROVINCIA DE LOS RÍOS

A manera de discusión, se establece que la labranza cero o siembra directa constituye un efecto positivo en las propiedades físicas de los suelos agrícolas, en especial sobre el incremento de la densidad aparente, la porosidad y la conductividad hidráulica (Rollán y Bachmeier 2015).

Es de bien conocer que los factores físicos en los suelos agrícolas juegan una parte esencial dentro de los factores edafológicos, idóneos para obtener excelentes resultados en la producción de los cultivos. La provincia de Los Ríos ubicada en el centro del Ecuador, produce grandes extensiones de cultivos de gran importancia para la economía del país; y una recopilación que diferencia los valores de estos factores en la aplicación de la siembra convencional y la siembra directa es una información esencial para el agricultor (Tabla 6).

Tabla 6. Valores promedio de la Densidad aparente (DA), Porosidad (P), Retención de humedad (RH) y Materia orgánica (MO). Influencia de la labranza cero en las propiedades físicas de suelos agrícolas de la provincia de Los Ríos-Ecuador

Región	Siembra Convencional				Siembra Directa				Fuente
	DA	P	RH	MO	DA	P	RH	MO	
	mg/cm ³	% v/v	%	%	mg/cm ³	% v/v	%	%	
Norte	0,83	42,15	35	3,4	1,22	58,5	39	4,0	(Novillo Espinoza et al. 2018)
Centro	1,05	52,08	31,5	5,0	1,17	47,49	44,67	5,9	(Ocaña 2018; Salazar 2019)
Sur	1,39	47,74	17,74	5,6	1,35	49,12	19,12	6,0	(Muñoz 2016; Ocaña 2018)

Fuente: Elaborado con base en: Muñoz (2016), Ocaña (2018), Novillo Espinoza et al. (2018) y Salazar (2019).

Desde un punto de vista técnico, las investigaciones establecen (Tabla 6) una influencia existente en la siembra directa sobre las propiedades físicas de los suelos agrícolas de la región norte, centro y sur de la provincia de Los Ríos. En el factor Densidad aparente (DA) en las tres regiones donde se han realizado estudios sobre la siembra directa muestra rangos (1,17 a 1,35 mg/cm³) elevados en comparación a la siembra convencional. En cuanto a los factores Porosidad (47,49 -58,50 % v/v), Retención de humedad (19,12 – 44,67 %), y Materia orgánica (4,0 – 6,0 %) exponen dominio en cuanto a la siembra directa o labranza cero.

3.3. SOLUCIONES PLANTEADAS

Como posible solución se recomienda lo siguiente:

- Escasas son las investigaciones existentes de acuerdo a la influencia positiva de la siembra directa o labranza cero sobre las propiedades físicas de los suelos agrícolas de la provincia de Los Ríos, razón por el que se entrega la solución de plantear nuevas investigaciones que abarque toda la superficie de producción agrícola de la jurisdicción.

IV. CONCLUSIONES

Según las situaciones detectadas de las investigaciones estudiadas se concluye lo siguiente:

- El uso de la siembra convencional y la siembra directa, en los resultados obtenidos de las investigaciones publicadas han demostrado existir influencias positivas en cuanto a la densidad aparente, porosidad, retención de humedad y materia orgánica.
- Los cambios inducidos por la labranza cero o siembra directa continua sobre la densidad, porosidad, retención de humedad y materia orgánica demostrando mantener la regulación del comportamiento físico de los suelos agrícolas de la región norte, centro y sur de la provincia de Los Ríos.
- Existen escasas investigaciones en cuanto al estudio de la influencia de la labranza cero sobre las propiedades físicas de los suelos en toda el área de producción agrícola de la provincia de Los Ríos.

V. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones se recomienda:

- Realizar investigaciones tomando muestras edáficas para determinar la influencia de labranza cero sobre las características físicas de los suelos agrícolas de toda el área de la provincia de Los Ríos.
- Se recomienda elaborar un mapa georreferenciado actual que mantenga la información que muestre el manejo de la labranza no convencional en todo el territorio de la provincia de Los Ríos.
- Se recomienda exigir a los titulantes de las carreras de Ingeniería Agropecuaria y Agronomía de la Universidad Técnica de Babahoyo realizar análisis edafológicos al momento de desarrollar sus cultivos experimentales y así mantener una base de datos sobre las características físicas de los suelos utilizados.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, E. 2003. Sustentabilidad en cultivos anuales: Cero labranza, manejo de rastrojos. LOM :184.
- Acevedo, E; Silva, P. 2003. Agronomía de la Cero Labranza (en línea). Serie Ciencias Agronómicas (10):118. Disponible en [http://agroavances.com/img/publicacion_documentos/Agronomía Cero Labranza Final.pdf](http://agroavances.com/img/publicacion_documentos/Agronomía_Cero_Labranza_Final.pdf).
- Acosta, M; Galarraga, O. 2011. Efecto de la siembra directa sobre el suelo, desarrollo y rendimiento de dos ciclos sucesivos de maíz, bajo diferentes arreglos de siembra y formas de aplicación de nitrógeno. s.l., Escuela Politécnica del Ejército. 135 p.
- Álvarez, C. 2013. Condición física de los suelos limosos bajo siembra directa: caracterización, génesis y manejo (en línea). Informaciones Agronómicas 10:2-9. Disponible en [http://www.ipni.net/publication/ia-laahp.nsf/0/34389B11EB8404CB05257B9F004B0C65/\\$FILE/Art_1.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-laahp.nsf/0/34389B11EB8404CB05257B9F004B0C65/$FILE/Art_1.pdf).
- Álvarez, C; Taboada, M; Gutiérrez, B; Bono, A; Fernández, P; Prystupa, P. 2009. Topsoil properties as affected by tillage systems in the rolling Pampa Region of Argentina. Soil Sci. Soc. Am. Journal 73:1242-1250.
- Alvear Z, M; Pino B, M; Castillo R, C; Trasar - Cepeda, C; Gil - Sotres, F. 2006. Efecto De La Cero Labranza Sobre Algunas Actividades Biológicas En Un Alfisol Del Sur De Chile. Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal 6(2):38-53. DOI: <https://doi.org/10.4067/s0718-27912006000200004>.
- Ayala, M. 2006. Evaluación de sembradora y herramientas para siembra en labranza de conservación de suelos en maíz (*Zea mays* L.) de altura (en línea). s.l., Universidad Técnica del Norte. 156 p. Disponible en http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/184/1/03_AGP_21_TESIS_COMPLETA.pdf.
- Blevins, R; Frye, W. 1993. Conservation Tillage: An Ecological Approach to Soil Management. Advances in Agronomy 51:33-78. DOI: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-037X.2011.00488.x>.
- Brady, N. 1984. The nature and properties of soils. 9th ed. MacMillan (ed.). New

York, s.e.

- CCA. 2014. Burning Agricultural Waste: A Source of Dioxins (en línea). Montreal, Canada: Commission for Environmental Cooperation (January):6. Disponible en <http://www3.cec.org/islandora/es/item/11405-la-quema-de-residuos-agr-colas-es-una-fuente-de-dioxinas-en.pdf>.
- Cruz, M. 2014. Diseño de un nuevo apero para la labranza conservacionista en caña de azúcar (en línea). s.l., Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas. 83 p. Disponible en http://roa.ult.edu.cu/jspui/bitstream/123456789/3703/1/TesisMSc_Maykel_2015_paratill.pdf.
- Figuroa, B; Morales, F. 1992. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. s.l., Colegio de Postgraduados-Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas. .
- González, J. 2018. Aperos de labranza ecocompatible para un desarrollo local sostenible. *Revista Digital de Medio Ambiente «Ojeando la agenda»* (54):1-19.
- Kambis, A; Levine, J. 1996. Burning and the Production of Carbon Dioxide: a Numerical Study, capítulo 17 en: *Biomass Burning and Global Change*. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge 1:170-177.
- Larson, W; Osborne, G. 1982. Tillage accomplishment and potential (en línea). WI, Special Publication 44. American Society of Agronomy-Soil Science Society of America Madison. 1-11 p. DOI: <https://doi.org/10.2134/asaspecpub44.frontmatter>.
- López, F; Dúval, M; Martínez, J; Galantini, J. 2018. Propiedades físicas en suelos bajo siembra directa del sudoeste bonaerense. *Revista BIOPAS, Biología de Suelo y Producción Sustentable* (July):532-547.
- Martínez, F. 2002. Gestión y tratamiento de residuos agrícolas.
- Maturana, M; Acevedo, E. 2003. Cambios en la fertilidad del suelo asociados a cero labranza. s.l., Universidad de Chile. 184 p.
- Muñoz, M. 2016. Evaluación de algunas características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional de maíz en la zona de Babahoyo, Los Ríos (en línea). s.l., Universidad Técnica de Babahoyo. 54

p. DOI: https://doi.org/10.1080/J003v07n02_19.

- Navarro, A; Figueroa, B; Sangerman, D; Osuna, E. 2012. Propiedades físicas y químicas del suelo bajo labranza de conservación y su relación con el rendimiento de tres cultivos (en línea). *Revista mexicana de ciencias agrícolas* (4):690-697. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v3nspe4/v3nspe4a11.pdf>.
- Novillo Espinoza, ID; Carrillo Zenteno, MD; Cargua Chavez, JE; Nabel Moreiral, V; Albán Solarte, KE; Morales Intriago, FL. 2018. Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Temas Agrarios* 23(2):177. DOI: <https://doi.org/10.21897/rta.v23i2.1301>.
- Ocaña, J. 2018. Identificación de géneros y poblaciones de nemátodos fitoparásitos presentes en cuatro fincas productoras de maíz en la zona de Vinces-Ecuador. s.l., Universidad de Guayaquil. 59 p.
- Phillips, R; Thomas, G; Blevins, R; Frye, W; Phillips, S. 1980. No-tillage agriculture. *Science* 4448(208):1108-13. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.208.4448.1108>.
- Quiroga, A; Ormeño, O; Peinemann, N. 1998. Efectos de la siembra directa sobre las propiedades físicas de los suelos. *Siembra di*. Panigatti, J; Marelli, H; Buschiazzo, D; Gil, R (eds.). Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 237-243 p.
- Rollán, A; Bachmeier, O. 2013. Siembra directa: Evaluación de la densidad aparente como indicador de la necesidad de labores de descompactación (en línea). *Rev. Nexo Agropecuario* 1(2):7-10. Disponible en <http://agro.unc.edu.ar/~secyt/webnexo/revista/n-2/NA-V1N2-2.pdf>.
- Rollán, AA del C; Bachmeier, OA. 2015. EFECTO DE LA SIEMBRA DIRECTA CONTINUA SOBRE EL COMPORTAMIENTO FÍSICO-FUNCIONAL DE LOS SUELOS FRANCO LIMOSOS DE LA REGIÓN SEMIÁRIDA CENTRAL DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA (ARGENTINA) Effect of Continuous Zero Tillage on the Physical-Functional Behavior of Silt (en línea). *33(4):275-284*. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v33n4/2395-8030-tl-33-04-00275.pdf>.
- Ruiz, C; Wolff, M; Claret, M. 2015. Rastrojos de cultivos anuales y residuos

- forestales (en línea). Rastrojos de cultivos anuales y residuos forestales en Boletín INIA N° 308 :10-29. Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40197.pdf>.
- Russell, R. 1977. Plant root systems: their function and interaction with the soil. United Kingdom, Letcombe Lab., Wantage, Oxfordshire, UK. 298 p.
- Salazar, L. 2019. Caracterización y georreferenciación especial de las propiedades físicas en los suelos eutric fluvisols de uso agropecuario en la finca experimental «La María» del cantón Mocache. s.l., Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 117 p.
- Sasal, M; Andriulo, A; Taboada, M. 2006. Soil porosity characteristics and water movement under zero tillage in silty soil in Argentinian Pampas. *Rev. Soil & Tillage Research* 87(1):9-18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2005.02.025>.
- Shkiliova, L; Fundora, R; Jarre, C. 2014. La mecanización en la Intensificación Sostenible de la Producción Agrícola (ISPA). *La Técnica: Revista de las Agrociencias*. ISSN 2477-8982 (13):32. DOI: https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i13.582.
- Sierra, H; Homer, I; Santibañez, F. 2016. Alternativa a la quema de rastrojos mediante inoculantes provenientes de biodigestores. (en línea). *RedBioLAC* (April):21-22. Disponible en <https://www.researchgate.net/publication/305755552%0AALTERNATIVA>.
- Sifuentes Ibarra, E; Macías Cervantes, J; Mendoza Pérez, C; Vázquez Díaz, DA; Salinas Verduzco, DA; Inzunza Ibarra, MA. 2018. Efecto del sistema de siembra directa en las propiedades del suelo y aprovechamiento del agua de riego en maíz (*Zea mays* L.) en Sinaloa, México (en línea). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (20):4235-4243. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i20.993>.
- Silveira, R. 2007. Propuesta de desarrollo de equipos para la agricultura de conservación. *Memorias de Conferencia Internacional. AGROMEC* :15.
- Soracco, C; Lozano, G; Sarli, P; Gelati, R; Filgueira, R. 2010. Anisotropy of saturated hydraulic conductivity in a soil under conservation and no-till treatments. *Soil Sci. Soc. Am. Journal* 109:18-22.
- Soracco, CG; Lozano, LA; Villarreal, R; Melani, E; Sarli, GO. 2018. Temporal

variation of soil physical quality under conventional and no-till systems. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo* 42:1-12. DOI: <https://doi.org/10.1590/18069657rbc20170408>.

Soracco, CG; Lozano, LA; Villarreal, R; Palancar, TC; Collazo, DJ; Sarli, GO; Filgueira, RR. 2015. Efeito da compactação do solo pelo tráfego de máquinas na configuração dos poros do solo. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo* 39(2):408-415. DOI: <https://doi.org/10.1590/01000683rbc20140359>.

Soto, Y. 2009. Determinación de parámetros químicos y poblacionales bacterianas del suelo relacionadas con el ciclo del carbono y nitrógeno, antes y después de la quema de residuos de cosecha de trigo (en línea). s.l., Universidad Austral de Chile. 61 p. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/fas718d/doc/fas718d.pdf>.

Vélez, A; Guevara, F; Gómez, H; Ovando, J; Hellin, J; Espinosa, J; Sonder, K; Rodríguez, L; Reyes, L; Fonseca, M; Ocaña, M; Borja, M; Pinto, R; Camacho, T; Beuchelt, T; Hernández, V. 2013. Rastrojos: manejo, uso y mercado en el centro y sur de México (en línea). Pabellón d. México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico Núm. 7. 256 p. Disponible en [https://www.zef.de/uploads/tx_zefportal/Publications/tbeuchelt_download_Rastrojos manejo, uso y mercados en el centro y sur de México.pdf](https://www.zef.de/uploads/tx_zefportal/Publications/tbeuchelt_download_Rastrojos%20manejo,%20uso%20y%20mercados%20en%20el%20centro%20y%20sur%20de%20M%C3%A9xico.pdf).

Vinueza, V; Calvache, M. 2004. Evaluación de sistemas de labranza de suelos y fertilización fosfórica en maíz (*Zea mays* L.) (en línea). *Rumipamba* 13:1-14. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Angel_Calvache_Ulloa/publication/311966073_CONSERVACION_DE_SUELOS/links/5865917108aebf17d397f67a/CONSERVACION-DE-SUELOS.pdf?origin=publication_list.

ANEXO

Anexo. 1

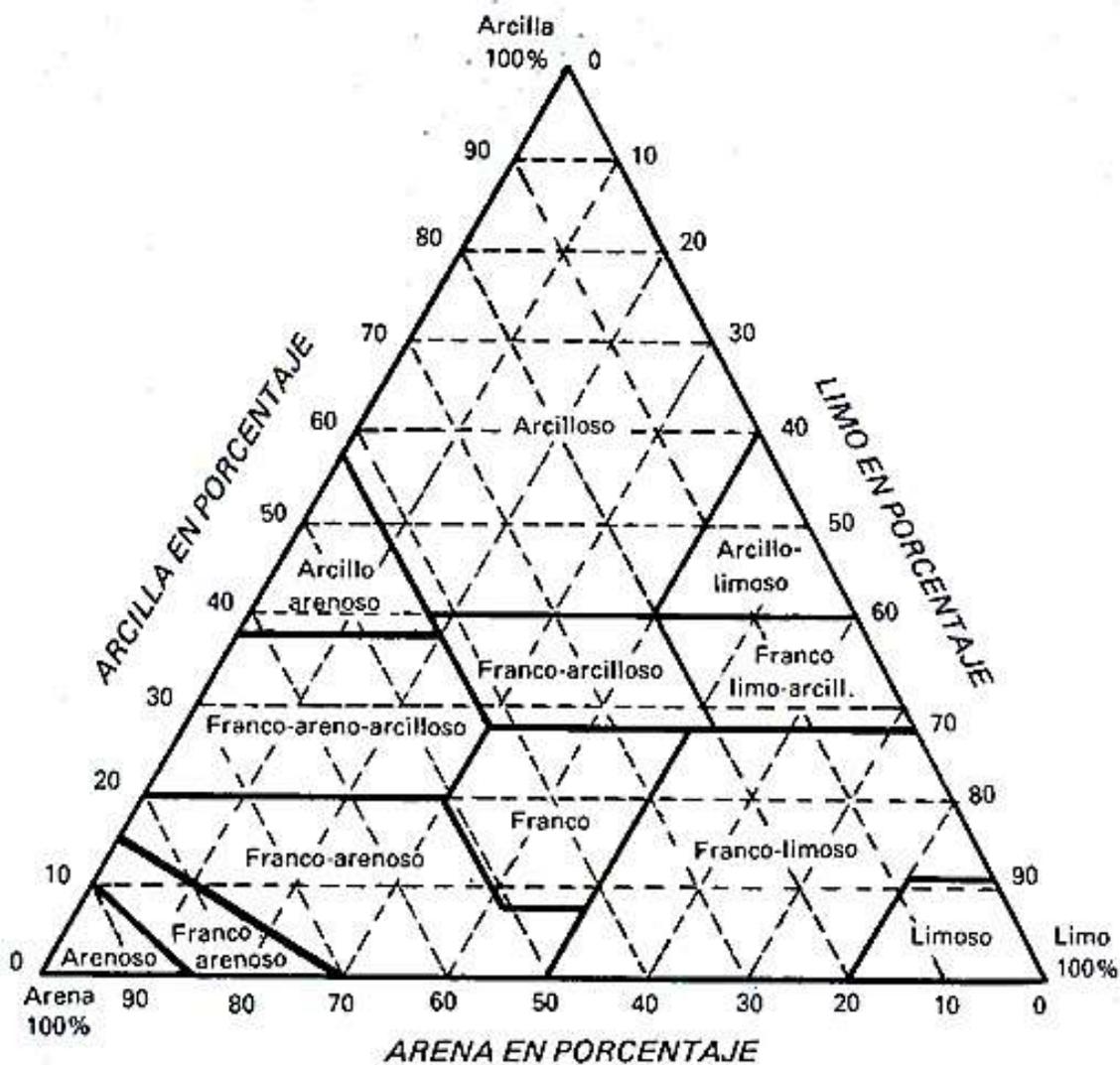


Grafico para la denominación de los suelos según la textura