

ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Caracterización detallada de los suelos de los  
sectores de Ganado Lechero y Monte  
Redondo 1, 2 y 3 de el Zamorano, Honduras  
para el establecimiento y renovación de  
pasturas.**

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial  
para optar al título de Ingeniero Agrónomo en  
el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por:

**Rodrigo Enrique Castro Vargas**

HONDURAS  
Diciembre, 2003

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

Rodrigo Enrique Castro Vargas

Honduras  
Diciembre, 2003

**Caracterización detallada de los suelos de los sectores de Ganado Lechero y Monte Redondo 1, 2 y 3 de el Zamorano, Honduras para el establecimiento y renovación de pasturas.**

Presentado por:

Rodrigo Enrique Castro Vargas

Aprobada

---

Carlos Gauggel, Ph.D.  
Asesor principal

---

Alfredo Rueda, Ph.D.  
Coordinador de área  
Fitotecnia

---

Isidro Matamoros, Ph.D.  
Asesor

---

Ing. Jorge Iván Restrepo, M.B.A.  
Coordinador de Carrera Ciencia  
y Producción Agropecuaria

---

Gloria Arévalo, M.Sc.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph.D.  
Decano Académico

---

Luis Caballero, M.Sc.  
Asesor

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## **DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso.

A mi familia, con mucho cariño.

A mis abuelos, Rodolfo Castro y Carlos Luis Montoya.

A Melina Macías, con mucho cariño.

A todos aquellos que han dudado de mí.

A todos aquellos que me han apoyado.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres y hermanos

A Melina, por su cariño, apoyo incondicional y comprensión.

A la familia Gauggel Arévalo, por todo el apoyo y conocimiento que me brindaron en la realización de este estudio.

Al doctor Isidro Matamoros, por su apoyo en la realización de este estudio.

Al Ing. Luis Caballero, por su apoyo en la realización de este estudio.

A la Ing. Hilda Flores, Jackelin y Martha por su colaboración.

A Diana Moran y Eduardo Gurdián, por su apoyo y amistad.

A Venancio Fernández, gracias por el buen trabajo en equipo, suerte compañero.

A todas las personas que de alguna u otra manera participaron en la realización de este estudio.

A mi escuela, por el conocimiento transmitido.

A mi paisano Lic. Oscar Sanabria, por su amistad y apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES**

A el señor Phillip Lenner por su apoyo en la realización de mis estudios en esta institución.

A la Zamoempresa de Lácteos y Cárnicos por haber financiado este estudio.

## RESUMEN

Castro Vargas, R. E. 2003. Caracterización detallada de los suelos de los sectores de Ganado Lechero y Monte Redondo 1, 2 y 3 de El Zamorano, Honduras para el establecimiento y renovación de pasturas. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 34 p.

La producción de pasturas es esencial para la explotación lechera, la cual es un rubro importante en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Se caracterizaron detalladamente los sectores de Ganado Lechero y Monte Redondo 1, 2 y 3 de El Zamorano, Honduras, para establecer una guía específica para el manejo adecuado del suelo, además de recomendar enmiendas para mejorar la calidad de los pastos y aumentar la producción. Se determinaron propiedades físicas y morfológicas (profundidad efectiva, textura, estructura, poros, horizontes restrictivos y drenaje interno). Las propiedades químicas determinadas fueron: Materia Orgánica (M.O), pH, N, P, K, Ca, Mg y micro elementos, también se diagnosticó el desarrollo de los pastos y su relación con contenidos nutricionales. Este estudio identificó un horizonte restrictivo (Ad) que comienza entre 8 y 10 cm con resistencia a la penetración mayor a  $4.5 \text{ kg/cm}^2$  lo que representa un severo impedimento físico para el desarrollo radical de las pasturas y de cualquier cultivo. Las zonas estudiadas presentan suelos con textura franco arcillosa y estructuras blocosas, prismáticas y masivas que resultan en un drenaje interno pobre. Los contenidos de Materia Orgánica son de medios a altos. Los contenidos de N son de medios a bajos, con valores que oscilan entre 0.03 y 0.4%, no así los contenidos de P que presentan variabilidad oscilando de 3 a 85 mg/kg. Los contenidos de K son altos, pero la biodisponibilidad del P y el K podría ser afectada por los altos contenidos de arcilla y pH común en muchas áreas. La concentración de Cu, Zn y Fe presentan alta variabilidad, tienen una tendencia marcada a concentraciones bajas. En conclusión, los suelos del área de estudio presentan un potencial limitado, sin embargo, este potencial se podría incrementar significativamente, aplicando enmiendas físicas y químicas para mejorar la salud del suelo y aumentar la producción de pastos.

**Palabra clave:** Unidad de mapeo, *Digitaria eriantha*, *Cynodon nlemfuensis*, índice de calidad de suelos.

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Autoría .....	ii
Página de firma .....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimientos .....	v
Agradecimientos a patrocinadores .....	vi
Resumen .....	vii
Contenido .....	viii
Índice de Cuadros .....	x
Índice de Figuras .....	xi
Índice de Anexos .....	xii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	2
Objetivo general .....	2
Objetivo específico .....	2
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	3
Localización de los sitios de estudio .....	3
Topografía .....	3
Clima .....	3
Información geográfica .....	3
Levantamientos de campo .....	4
Caracterización de propiedades físicas y morfológicas .....	4
Muestreo y análisis químico de suelos .....	4
Estado nutricional de pastos .....	4
Mapa de suelos .....	4
Índices de calidad de suelos .....	5

<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>6</b>
Unidades de mapeo .....	6
Profundidad efectiva .....	6
Textura y Color .....	6
Estructura .....	6
Consistencia, resistencia a la penetración y densidad aparente .....	7
Propiedades químicas.....	7
Análisis foliares .....	7
Índice de calidad de suelo .....	7
<b>5. CONCLUSIONES</b> .....	<b>19</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>20</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>23</b>
<b>8. ANEXOS</b> .....	<b>24</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

1	Resumen de propiedades morfológicas y físicas de las zonas de Ganado Lechero y potreros 1, 2 y 3 de Monte Redondo, Zamorano, Honduras.....	10
2	Características químicas de horizontes selectos de los suelos representativos de las áreas de Ganado Lechero y Monte Redondo 1, 2 y 3 dedicadas a la producción de pastos, Zamorano, Honduras.....	13
3	Características físicas de los suelos donde se determinó el vigor de los pastos Estrella y Transvala en los potreros de Monte Redondo 5, Zamorano, Honduras .....	15
4	Análisis foliares, vigor, rendimiento y contenidos foliares de nutrientes de los pastos Estrella y Transvala.....	16
5	Índices de calidad de suelo actual y potencial de las zonas de Ganado Lechero y Potreros 1, 2 y 3 de Monte Redondo, Zamorano, Honduras.....	17
6	Recomendación de fertilización anual de los pastos Estrella y Transvala, para las zonas estudiadas.....	22
7	Recomendaciones para acondicionamiento físico en las distintas unidades de mapeo.....	22

## ÍNDICE DE FIGURAS

### Figura

- 1 Mapa de suelos de la zona de Ganado Lechero y potreros 1, 2 y 3 de Monte Redondo, Zamorano, Honduras, 2003 ..... 9

## ÍNDICE DE ANEXOS

### Anexo

- 1 Ubicación exacta de las calicatas de las zonas de Ganado Lechero y Monte Redondo 1, 2 y 3 de El Zamorano, Honduras. ....25
- 2 Costo promedio para la preparación de suelos. ....25
- 3 Ubicación exacta de cada calicata de los sectores de Ganado Lechero y Monte Redondo 1, 2 y 3 Zamorano, Honduras, 2003. ....26
- 4 Fotografías de los perfiles de los suelos de las unidades de mapeo de Ganado Lechero y Monte Redondo 1, 2 y 3, El Zamorano, Honduras, 2003.....31

## INTRODUCCIÓN

El adecuado uso del recurso suelo es cada día más crítico para conservarlo y mantener su productividad. Este estudio se realizó para dar a la Zamoempresa de Lácteos y Cárnicos (ZELACA) una guía específica para el manejo adecuado del suelo, además de recomendar enmiendas para mejorar su calidad y por consiguiente aspirar a aumentar la producción de pastos, basándose en el estado de las propiedades morfológicas, físicas y químicas del suelo y su distribución espacial.

Las gramíneas forrajeras son la principal base para la alimentación y desarrollo de los sectores pecuarios en el trópico. Debido a limitantes como períodos largos de sequía, manejo deficiente y bajos contenidos de nutrientes en el suelo se ha tenido que seleccionar especies forrajeras resistentes a estas condiciones agro-ecológicas adversas. Además estas variedades deben ser resistentes a plagas y enfermedades, presentar alta producción de biomasa y poseer mejores cualidades nutritivas. La composición química de las gramíneas varía entre especies y esta depende de la madurez fisiológica de la planta, el clima, características edáficas y el manejo de la fertilización (Lobo y Díaz, 2001). El cultivo adecuado de pasturas es una práctica excelente para la conservación del suelo ya que estas proporcionan cobertura y protección al mismo tiempo que disminuyen el riesgo de la erosión, además, los pastos poseen un sistema y masa radical abundante lo que provee materia orgánica al suelo y ayuda a conservar y mejorar la estructura y porosidad del mismo (Cubero, 1994).

Se han estudiado distintas pasturas que podrían emplearse para la alimentación bovina en los potreros del Zamorano. Entre los más importantes se destacan los pastos Trasvala y Estrella. El pasto Transvala (*Digitaria eriantha*) se adapta bien a temperaturas entre 20°C y 35°C. Para su buen desempeño, debe producirse a elevaciones entre 0-1200 msnm con una precipitación anual entre 800-1500 mm, los suelos aptos para el cultivo de este pasto poseen texturas franca y franco arcillo arenosa, se adapta a pHs entre 4.8 a 8 (Lobo y Díaz 2001). Este pasto tiene una producción de materia seca en promedio de 100-120kg/ha/día, con una fertilización de 400kg/ha/año de nitrógeno, 70kg/ha/año de fósforo y 300kg/ha/año de potasio<sup>1</sup>. El pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) es tolerante a sequías menores a cinco meses, se adapta desde el nivel del mar hasta los 1200 msnm y soporta precipitaciones menores a los 4500 mm. Los tipos de suelos donde se puede obtener un buen desarrollo de este pasto son los de textura franca, franco arenosas, franco arcillo arenosas, franco arcillosas y tolera pHs mayores a 4.5 (Lobo y Díaz, 2001). Este pasto tiene una producción de materia seca en promedio de 100kg/ha/día, con una fertilización de 400kg/ha/año de nitrógeno, 70kg/ha/año de fósforo y 300kg/ha/año de potasio<sup>1</sup>. Pasto guinea (*Panicum maximum*) entre sus variedades se encuentra el pasto Tobiatá y el

---

<sup>1</sup> Vélez, M. 2003. Carrera de Ciencia y Producción , Zamorano (comunicación personal).

pasto Tanzania. Estos son pastos tropicales cuyo hábitat ocurre a elevaciones de 0-1500 msnm, con precipitaciones anuales mayores a los 700 mm. Los tipos de suelos donde se obtiene un buen crecimiento son de texturas francas, franca arcillo arenosas y franco arenosas con fertilidad de media a alta. Estos pastos son resistentes a la sequía no mayor a los ocho meses y soporta bien el pisoteo (Lobo y Díaz, 2001). Tiene una producción de materia seca promedio de 80-100kg/ha/día con una fertilización de 400kg/ha/año de nitrógeno, 70kg/ha/año de fósforo y 300kg/ha/año de potasio. Las dosis de fertilización citadas anteriormente son las mas comúnmente usadas en la zona tropical obteniendo respuestas casi lineales en su producción<sup>1</sup>.

El objetivo general de este estudio fue determinar la capacidad agrícola (actual y potencial) de los suelos en las áreas de renovación de pasturas de la Escuela Agrícola Panamericana para el año 2003.

Los objetivos específicos fueron caracterizar detalladamente los suelos en las áreas de renovación de pasturas de Zamorano para el año 2003 y establecer su grado de aptitud actual y potencial aplicando los Índices de Calidad del Suelo, identificar las áreas más aptas para las diferentes pasturas propuestas y proponer un manejo integral de suelos para la producción sostenible de pasturas.

---

<sup>1</sup> Vélez, M. 2003. Carrera de Ciencia y Producción, Zamorano (comunicación personal).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Localización de los sitios de estudio**

Se seleccionaron las zonas de Monte Redondo 1,2,3 y los potreros de Ganado Lechero con un total de 75 hectáreas, dedicadas a la producción de ganado. El área de estudio se encuentran ubicadas en la parte baja del Club Hípico, limitando con el sector de Acuacultura, siguiendo hasta llegar a la carretera que conduce a Guinope; alrededor de 2 km al sureste de la carretera Panamericana, y colindando con El Establo Viejo hasta el área de San Nicolás.

### **Topografía**

La topografía del área de estudio es relativamente plana con una pendiente de aproximadamente 2% y una elevación aproximada de 800 msnm, los potreros se ubican en la parte baja del abanico aluvial y en la tercera terraza aluvial del Río Yeguaré, en dirección hacia Guinope. El material parental de los suelos del área de estudio es sedimento aluvial pero de composición fuertemente influenciada por minerales volcánicos.

### **Clima**

La temperatura promedio anual es de 24°C, la temperatura promedio máxima es de 27°C en el mes de mayo y la temperatura promedio mínima es de 22°C que usualmente ocurre en el mes de enero (Arce, 1996). El mes de mayor precipitación es septiembre, la época seca comprende de noviembre a mayo y la temporada de lluvia es de mayo a octubre; en promedio, la precipitación anual es de 1110 mm. (Arce, 1996).

### **Información geográfica**

Los perímetros de los potreros se delimitaron en fotografías aéreas de escala 1: 20,000, generada por la Unidad de Sistemas de Información Geográfica (USIG, DSEA<sup>1</sup>) y de estudios anteriores. El área de estudio se localizaron en esta fotografía sobre la cual se elaboró el mapa de suelos.

---

<sup>1</sup> Desarrollo Socioeconómico y Ambiente.

### **Levantamiento de campo**

Se realizaron 75 barrenaciones en cuadrículas rígidas de 100m x 100m. En los vértices de cada cuadrícula, se perforó el suelo con barreno hasta una profundidad de 1.2 m hasta horizontes rocosos impenetrables. Se determinó espesor de los horizontes, profundidad efectiva, color, textura, consistencia del suelo. Con base en las características de suelos determinados mediante las barrenaciones, se seleccionaron los tipos de suelos representativos para caracterizarlos en perfiles expuestos en calicatas de 1.0 m de ancho por 2.0 m de largo a una profundidad de 1.5 m o a la ocurrencia de horizontes constituidos por rocas o estratos de grava. La descripción de perfiles se realizó en época de sequía (enero a abril del 2003).

### **Caracterización de propiedades físicas y morfológicas**

En cada uno de los perfiles de suelo se determinó: color (libreta Munsell), textura (método del tacto), estructura, consistencia en húmedo poros, raíces y límites. La resistencia a la penetración fue determinada con el penetrómetro de bolsillo.

### **Muestreo y análisis químico de suelo**

De cada perfil de suelo se tomó una muestra disturbada del horizonte Ap y una del horizonte subyacente con el fin de analizar su contenido de nutrientes y determinar su nivel de fertilidad mediante análisis químicos en el laboratorio. Estos análisis se realizaron por medio de los siguientes métodos: materia orgánica (Walkley and Black, C orgánico), nitrógeno total (determinado de la materia orgánica), extracciones con Melich 3 (macro y micro nutrientes), el fósforo fue determinado por colorimetría y el resto de los elementos por absorción atómica. Los resultados del análisis químico de suelo se usaron como referencia para establecer las recomendaciones de fertilización de los pastos.

### **Estado nutricional de los pastos**

Se realizó una selección de tres vigores de cada pasto, bajo, medio y alto en 1 m<sup>2</sup> en los cuales se determinó contenido de materia seca y extracción de nutrientes, por el método de digestión húmeda. Con base en los análisis foliares se determinó el tipo de fertilización a recomendarse en las zonas estudiadas. Bajo cada condición de pasto (vigor) se excavó una mini calicata con el fin de establecer las condiciones edáficas.

### **Mapa de suelos**

Con base en los resultados morfológicos, físicos y químicos se agruparon los suelos en unidades con poblaciones de suelos de características similares. De dichas unidades se establecieron las unidades y se delimitaron en el mapa de suelos elaborado sobre una fotografía aérea.

**Índice de calidad de suelos**

Con base en las características físicas, morfológicas y químicas se determinó el estado actual de los suelos en producción de pastura en las zonas de Ganado Lechero y Monte Redondo 1, 2 y 3, posteriormente estos índices serán utilizados para proponer las enmiendas adecuadas y aumentar significativamente el potencial de estos suelos. Los índices de calidad de suelos permiten cuantificar las propiedades físicas, morfológicas y químicas del suelo. Para esto cada propiedad tiene un peso específico que se multiplica por un rango de valores establecido según se encuentre la propiedad. En este caso las propiedades que se tomaron en cuenta para determinar los índices fueron: textura, estructura, drenaje, profundidad efectiva, fragmentos gruesos, resistencia a la penetración, agua disponible, pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, cobre, hierro, manganeso y zinc. En el índice actual cada propiedad se multiplica por el valor actual de la propiedad. En el índice potencial cada propiedad se multiplica por el valor al cual la propiedad tomada en cuenta puede aumentar a través de enmiendas realizadas al suelo. En el índice óptimo cada propiedad se multiplica por su valor máximo, este índice representa un suelo con un cien por ciento de aptitud agrícola. La comparación entre el índice actual y el óptimo nos permite saber que tan distante está el suelo estudiado de ser un suelo óptimo. La comparación entre el índice actual y el potencial nos indica cuanto podemos mejorar las propiedades de un suelo mediante enmiendas físicas o químicas.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Unidades de mapeo**

Con base en las características morfológicas, físicas y químicas se agruparon los suelos en unidades de poblaciones con características similares (Fig.1, Cuadro 1 y 2); dichas unidades también se utilizan como unidades de manejo de suelos.

### **Profundidad efectiva**

Es muy limitada para el desarrollo de raíces de los pastos cultivados. Se debe tener en cuenta que las profundidades óptimas para el buen desarrollo de los pastos oscila entre los 40-60 cm (Lobo y Díaz, 2001). Las más comunes fueron de 10 cm. La profundidad efectiva se encuentra severamente limitada por la ocurrencia de un pie de arado encontrado con diferentes grados de expresión en todos los suelos caracterizados y en algunos casos por roca o fragmentos de roca (Cuadro 1).

### **Textura y color**

En los suelos estudiados predominan las texturas franco arcillosas, lo que una vez hechas las enmiendas, estos suelos llenarán los requisitos edáficos para los pastos estudiados, pudiéndose incrementar significativamente su rendimiento. Algunas zonas con suelos arcillosos presentan drenaje interno pobre en el subsuelo lo cual es confirmado por colores grises (2.5Y) y motas; esto indica que en ciertas épocas del año se presentan anegamientos prolongados del suelo, resultando en bajos rendimientos de las pasturas (Cuadro 1).

### **Estructura del suelo**

Agregados de forma granular y blocosa ocurren en general en los primeros 15- 25 cm del suelo. La estructura se torna masiva en los pies de arado (horizontes Ad) (Cuadro 1), disminuyendo significativamente la conductividad hidráulica del suelo. Esto resulta en un drenaje interno muy pobre. En el subsuelo ocurren horizontes Bw y Bg que poseen con frecuencia estructuras prismáticas muy gruesas y gruesas que parten a bloques, lo que constituye una restricción al flujo óptimo del agua principalmente cuando las arcillas de tipo expandibles (2:1) se hidratan y expanden durante la época lluviosa.

### **Consistencia, resistencia a la penetración y densidad aparente.**

La mayoría de los perfiles estudiados presentan consistencias firmes y muy firmes en los pies de arado, lo que constituye una limitante en la profundidad efectiva (Cuadro 1). La resistencia a la penetración en todos los perfiles supera el óptimo de  $2.3\text{kg/cm}^2$  para el desarrollo normal de las raíces, registrando lecturas en húmedo mayores a  $4.5\text{kg/cm}^2$  constituyendo esto un impedimento físico severo para la producción de pastos y de cualquier otro cultivo que se intente establecer en el área. En la época húmeda (junio del 2003), se determinó la resistencia a la penetración y la densidad aparente. La densidad aparente del suelo incrementa notoriamente en los pies de arado indicando una reducción sustancial de la porosidad del suelo y un medio adverso para el desarrollo radical, la resistencia a la penetración aumenta cuando aumenta la densidad aparente (Cuadro 3).

### **Propiedades químicas**

En general los horizontes Ap de las zonas estudiadas presentan contenidos de medios a altos de materia orgánica (1 a 7.95%). La reacción del suelo (pH) oscila entre fuertemente ácido (5.07) a moderadamente ácido (6.27) siendo aceptable para la producción de pastos. Con respecto al porcentaje de nitrógeno es de medio a muy bajo con valores que oscilan entre 0.4 - 0.03 % . Los contenidos de fósforo son muy variables ya que ocurren en concentraciones en el rango de 3 a 85mg/kg. Los contenidos de potasio del suelo son altos; la biodisponibilidad para absorción de fósforo y potasio podrían estar severamente limitadas por altos contenidos de arcilla y pHs moderada y fuertemente ácidos en muchas áreas. Las concentraciones de calcio en el suelo son óptimas, no así las concentraciones de magnesio las cuales son muy altas. Esto podría ocasionar baja disponibilidad de calcio. El cobre, zinc y el hierro presentan concentraciones variables en el suelo y probablemente no se presenten deficiencias de estos nutrimentos, mientras que el Mn presenta concentraciones moderadas tendiendo en algunos casos a baja (Cuadro 2) .

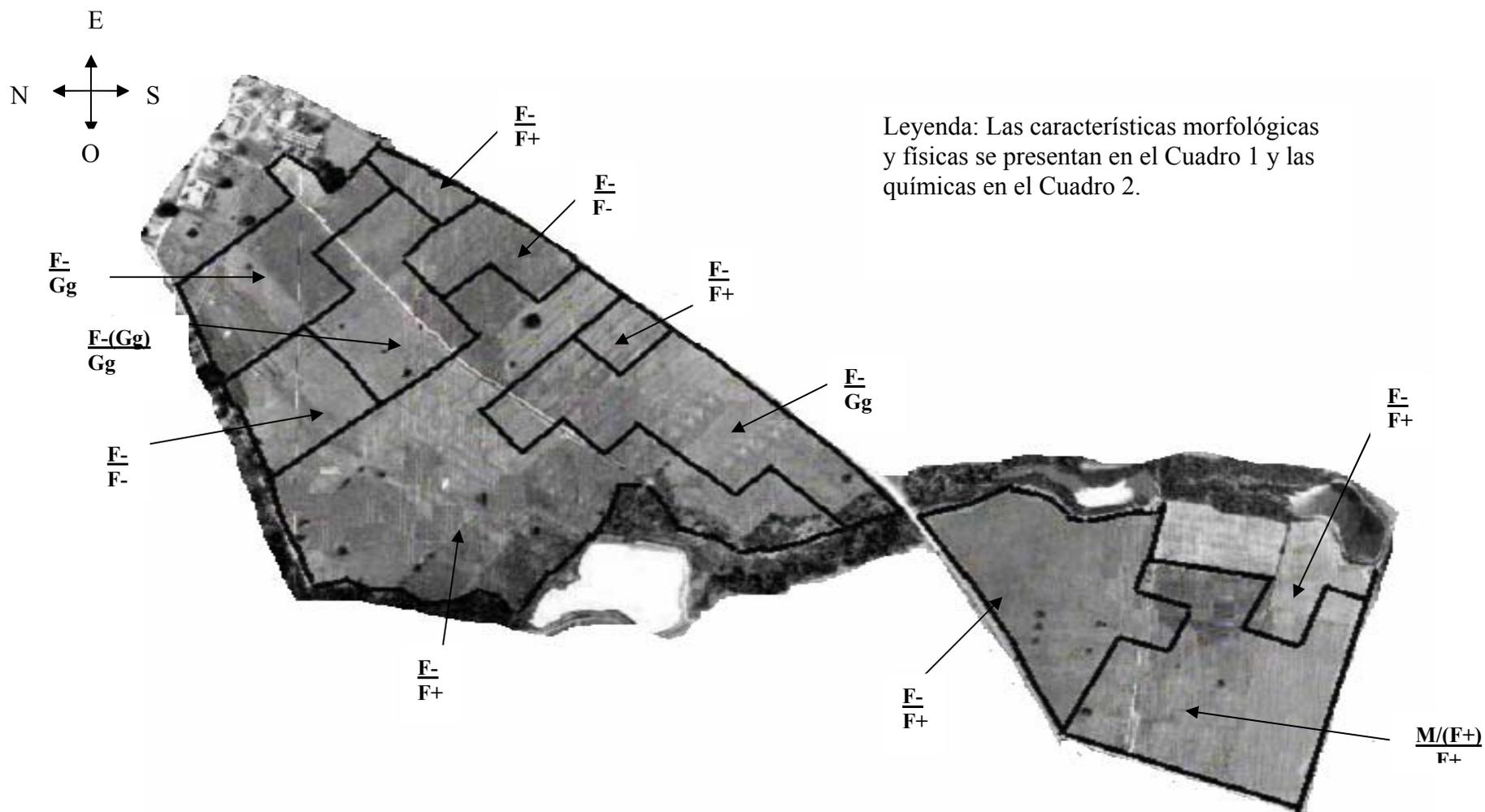
### **Análisis foliares**

Los análisis foliares indican una marcada tendencia del N, P y K a incrementar con la materia seca en el pasto Estrella. Por otro lado, solamente el K mostró esta tendencia en el pasto Transvala. La concentración de micro elementos decrece en el pasto Transvala con respecto a la materia seca y muestra un patrón errático en el pasto Estrella (Cuadro 4). El incremento solamente de ciertos nutrimentos con el peso seco indica un marcado efecto negativo de la compactación al suelo (pie de arado) en la absorción de nutrimentos.

### **Índices de calidad de suelo**

Los Índices de Calidad Actual de Suelo indican una condición pobre de los suelos estudiados para la producción de forrajes (Cuadro 5). Esto en gran medida es una consecuencia de los procesos de degradación inducida que han sufrido los suelos de el

área de estudio a través del tiempo. Sin embargo los Índices de Calidad Potencial indican que en muchas áreas el potencial del suelo puede ser incrementado significativamente con la implementación de las enmiendas propuestas en la sección respectiva.



**Figura 1.** Mapa de suelo de la zona de Ganado Lechero y potreros 1, 2 y 3 de Monte Redondo, Zamorano, Honduras, 2003.

**Cuadro 1.** Resumen de propiedades morfológicas y físicas de las zonas de Ganado Lechero y Potreros 1, 2 y 3 de Monte Redondo, Zamorano, Honduras, 2003.

Unidad de mapeo	Familia textural (cm)		Estructura (cm)		Drenaje interno	Profundidad efectiva y limitante
	0-60	60-120	0-60	60-120		
Calicata 1 F-(Gg) Gg	Franca arcillo arenosa y fragmentos gruesos.	Rocas de todos los tamaños	Bloques subangulares gruesos débiles.	Grano simple.	Moderadamente bien drenado.	Presencia de horizonte rocoso a los 20 cm.
Calicata 2 F- F+	Franca arcillosa/horizonte delgado de franco arcillo arenoso a arenoso franca.	Arcillo arenosa	Bloques subangulares gruesos débiles sobre bloques subangulares gruesos fuertes.	Masiva.	Muy pobre, colores grises.	Pie de arado (4.25 kg/cm <sup>2</sup> ) <sup>1</sup> a 10 cm y arcillas pesadas en el subsuelo a 60 cm.
Calicata 3 F- F+	Franco arcillosa.	Franco arcillo arenoso /horizonte delgado franco arenoso / arcilla.	Bloques subangulares gruesos débiles sobre bloques subangulares gruesos fuertes.	Prismas muy gruesos débiles/masiva.	Muy pobre, colores grises.	Pie de arado (>4.5 kg/cm <sup>2</sup> ) a 10 cm y arcillas a 60 cm.
Calicata 4 F- F+	Franco arcillosa, sobre un horizonte delgado franco arcillo arenoso.	Arenosa franca sobre arcilla pesada.	Bloques subangulares medios/masivo que parte a bloques subangulares gruesos débiles.	Masiva.	Muy pobre, colores grises.	Pie de arado (>4.5 kg/cm <sup>2</sup> ) a 10 cm y arcillas pesadas a 60 cm.
Calicata 5 F- F-	Franco arcillosa sobre un horizonte delgado franco arcillo arenoso.	Arenosa franca.	Granular todos los tamaños, sobre bloques subangulares gruesos débiles.	Masiva.	Muy pobre	Pie de arado(>4.5 kg/cm <sup>2</sup> ) a 10 cm y arcillas a 60 cm.

<sup>1</sup> Resistencia a la penetración de raíces kg/cm<sup>2</sup>.

Cuadro 1. continuación.

Unidad de mapeo	Familia 1		Estruct		Drenaje interno	Profundidad efectiva y limitante
	0-60	60-120	0-60	60-120		
Calicata 6 E- Gg	Franco arenosa/ horizonte franco arcillo arenoso.	Franco arcillo arenosa y roca	Granular todos los tamaños/ bloques subangulares gruesos y medios débiles con tendencia a masiva.	Grava en matriz de arcilla	Muy pobre, colores grises.	Pie de arado(>3.6 kg/cm <sup>2</sup> ) y grava engarzada en arcilla a partir de los 64 cm.
Calicata 7 E- G	Franco arcillo arenosa/ franco arcilloso.	Arenosa franca y fragmentos de roca.	Bloques subangular gruesos débiles sobre bloques angulares débiles con tendencia a masiva.	Bloques subangulares gruesos débiles.	Muy pobre, colores grises.	Pie de arado (>4.5 kg/cm <sup>2</sup> ) <sup>1</sup> a 10cm y arcillas pesadas en el subsuelo.
Calicata 8 E- G	Franco arcilloso sobre arcilla.	Arcilloso, arenosa franca y fragmentos de roca.	Granular de todos los tamaños/ bloques subangulares gruesos débiles con tendencia a masiva..	Prismas muy gruesos fuertes.	Pobre.	Pie de arado (>4.5 kg/cm <sup>2</sup> ) a 10 cm y horizontes arcillosos en el subsuelo.
Calicata 9 E- F+	Franco arcilloso sobre franco arcillo arenoso.	Franco arcillo arenosa/arenosa franca y arcilloso.	Granular de todos los tamaños/ bloques subangulares gruesos débiles con tendencia a masiva/ bloques angulares gruesos débiles con tendencia a masiva.	Bloques subangulares gruesos débiles/ prismas muy gruesos débiles con tendencia a masiva.	Moderado.	Pie de arado (>4.5 kg/cm <sup>2</sup> ), horizontes arcillo arenoso y arenoso.

<sup>1</sup> Resistencia a la penetración de raíces kg/cm<sup>2</sup>.

Unidad de mapeo	Familia textural (cm)		Estructura (cm)		Drenaje interno	Profundidad efectiva y limitante
	0-60	60-120	0-60	60-120		
Calicata 10 <b>Monte Redondo</b> F- F+	Franco arcillo arenoso.	Arcillosa.	Granular de todos los tamaños fuertes/ bloques subangulares medios débiles con tendencia a masiva/ bloques angulares gruesos débiles con tendencia a masiva.	Prismas muy gruesos débiles con tendencia a masivo.	Muy pobre, colores grises.	Horizontes arcillosos (arcillas pesadas >50%).
Calicata 11 <b>Monte Redondo</b> F- F+	Franco arcillosa.	Arcillosa.	Granular de todos los tamaños/ bloques subangulares gruesos débiles con tendencia a masiva.	Prismas muy gruesos débiles con tendencia a masivo.	Muy pobre, colores grises.	Horizontes arcillosos a partir de los 30 cm (arcillas pesadas >50%).
Calicata 12 Monte Redondo <u>M(F+)</u> F+	Franca con ocurrencia de un horizonte delgado franco arenoso.	Arcillo arenosa.	Granular todos los tamaños con presencia de un horizonte masivo.	Bloques angulares gruesos débiles y prismas muy gruesos fuertes/ bloques subangulares débiles con tendencia a masiva.	Muy pobre, presencia de colores grises.	Pie de arado (>4.5 kg/cm <sup>2</sup> ) <sup>1</sup> a 6 cm y arcillas pesadas en el subsuelo.
<b>Cuadro 1.</b> continuación						
Calicata 13 Monte Redondo <u>M(F+)</u> F+	Franca sobre un horizonte delgado franco arenoso.	Arcillosa.	Granular de todos los tamaños sobre un horizonte masivo.	Prismas gruesos fuertes.	Pobre, presencia de colores grises.	Pie de arado (>4.5 kg/cm <sup>2</sup> ) a 10 cm y horizontes arcillosos en el subsuelo.

<sup>1</sup> Resistencia a la penetración de raíces kg/cm<sup>2</sup>.

**Cuadro 2.** Propiedades químicas de los suelos representativos del área de Ganado Lechero y Monte Redondo 1, 2 y 3, Zamorano, Honduras.

Unidad de mapeo	Calicata	Profundidad (cm)	Horizonte	M.O (%)	pH	-----mg/kg-----								
						N (%)	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
<u>F-(Gg)</u> Gg	1 GL	00-40	Ap	7.95	5.65	0.40	23	586	1580	270	1.90	211	34	8.0
	2 GL	00-25	Ap/Ad	3.31	5.07	0.17	16	162	1550	190	3.00	427	95	1.1
<u>F-</u> F+		3 GL	25-42	Bg	1.06	5.21	0.05	3	82	1500	130	4.30	167	53
	00-30		Ap/Ad	3.17	5.90	0.16	7	510	1730	250	3.60	307	126	2.9
<u>F-</u> F-	4 GL	30-60	Bg	1.00	6.00	0.05	2	260	1830	270	3.50	104	79	0.3
		00-30	Ap/Ad	3.12	5.32	0.16	28	388	1920	290	3.70	340	48	1.9
<u>F-</u> Gg	5 GL	30-44	Bg	0.78	5.82	0.04	3	174	1340	240	2.50	125	30	0.2
		00-30	Ap/Ad	4.01	5.95	0.20	13	630	1590	230	2.90	317	59	1.9
<u>F-</u> Gg	6 GL	30-44	Bg	1.00	5.92	0.05	2	276	1300	200	2.10	188	80	0.2
		00-30	Ap/Ad	3.79	6.12	0.19	62	588	1070	160	1.80	127	37	2.1
<u>F-</u> G	7 GL	30-64	Bw	1.37	6.27	0.07	23	518	840	110	1.60	74	21	0.5
		00-33	Ap/Ad	3.27	5.58	0.16	85	440	1080	140	4.30	379	20	2.9
<u>F-</u> G	8 GL	33-63	Bw	0.78	5.37	0.04	10	172	630	80	1.80	138	120	0.10
		00-26	Ap/Ad	2.36	5.91	0.12	6	338	1170	160	3	254	65	1.0
		26-40	Bg	0.58	5.92	0.03	1	262	910	90	2.40	94	28	0.2

**GL:** Ganado Lechero.  
**MR:** Monte Redondo.

**Cuadro 2.** continuación.

Unidad de mapeo	Calicata	Profundidad (cm)	Horizonte	M.O (%)	pH	N (%)	-----mg/kg-----							
							P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
<u>F-</u> F+	9 GL	00-30	Ap/Ad	3.76	5.87	0.19	18	486	1850	260	3.9	194	112	1.8
	10 GL	00-08	Ap/Ad	4.47	5.67	0.22	17	222	1070	120	1.7	177	85	0.8
		08-25	Ad2	3,95	5.73	0.17	4	248	1060	110	2.1	148	91	0.6
	11 MR	00-30	Ap/Ad	2.69	6.08	0.13	20	322	1920	220	2.6	170	82	0.5
		30-65	Bg	1.15	7.07	0.06	2	260	3880	420	4.3	61	38	0.2
<u>M(F+)</u> F+	12 MR	00-30	Ap/Ad	1.68	6.27	0.08	5.6	382	1430	210	4.0	186	150	0.8
		30-45	E	0.45	6.84	0.02	2	202	870	140	0.8	87	41	0.1
	13 MR	00-20	Ap/Ad	2.6	6	0.1	22	272.0	1670	180	2.7	321.0	138.0	1.7
		25-56	Bg	0.96	6.44	0.1	1.5	236	3090	430	3.9	108	90	0.1

**GL:** Ganado Lechero.**MR:** Monte Redondo.

**Cuadro 3.** Características físicas de los suelos donde se determinó el vigor de los pastos Estrella y Transvala en los Potreros de Monte Redondo 5, Zamorano, Honduras, 2003.

Pasto	Lote	Vigor	Horizonte	Profundidad (cm)	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	Densidad aparente (g/cm <sup>3</sup> )	
Estrella ( <i>Cynodon nlemfuensis</i> )	Monte Redondo 5	Bajo	Ap	00 - 10	1.90	1.06	
			Ad	10 - 20	3.45	1.23	
			Bg	20 - 40	1.45		
		Medio	Ap	00 - 10	1.65	1.22	
			Ad	10 - 30	3.10	1.28	
			E	30 - 40	2.65		
	Alto	Ap	00 - 14	1.70	1.13		
		Ad	14 - 27	3.15	1.60		
		Bg	27 - 40	0.90			
	Transvala ( <i>Digitaria eriantha</i> )	Zorrales 5	Bajo	Ap	00 - 05	1.55	
				Ad	05 - 26	3.50	1.47
				Bg	26 - 40	4.30	
Medio			Ap	00 - 04	1.40		
			Ad	04 - 26	3.70	1.41	
			Bg	26 - 28	4.05		
Alto	Ap	00 - 14	2.40	1.40			
	Ad	14 - 27	4.35	1.50			
	Bg	27 - 40	2.95				

<sup>1</sup>Medido en la época húmeda (junio 2003).

**Cuadro 4.** Análisis foliares vigor, rendimiento y contenidos foliares de nutrientes de los pastos Estrella y Transvala.

Pasto	Lote	Vigor	Rendimiento		-----%-----					-----ppm-----			
			M.F	M.S	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
Estrella ( <i>Cynodon nlemfuensis</i> )	Monte redondo 5	Bajo	9000	2271.6	1.51	0.25	2.33	0.29	0.12	44	61	164	53
		Medio	13000	3140.8	1.94	0.24	2.68	0.25	0.12	67	125	80	71
		Alto	17000	3699.2	2.34	0.30	3.29	0.29	0.13	28	89	101	33
Transvala ( <i>Digitaria eriantha</i> )	Zorrales 5	Bajo	14000	2620.8	1.41	0.34	2.34	0.22	0.08	23	82	156	39
		Medio	20000	3548.0	1.32	0.30	2.59	0.20	0.08	19	65	121	33
		Alto	40000	4185.0	1.47	0.28	2.73	0.21	0.09	17	53	114	29

**M.F:** Materia Fresca.

**M.S:** Materia Seca.

**Cuadro 5.** Índices de calidad de suelo actual y potencial de las zonas de Ganado Lechero y Potreros 1, 2 y 3 de Monte Redondo, Zamorano, Honduras.

Parámetro	Índice	Textura	Estructura	Profundidad efectiva	Agua disponible	pH	M.O	N	P	K	Mg	Ca	Total
Calicata 1	ICA	2.4	2.5	0.4	2.0	1.3	4.0	2.0	4.0	3.6	0.8	0.8	24
GL	ICP	2.4	3.0	0.4	2.0	1.5	4.0	2.8	4.0	3.6	0.9	0.9	26
F(Gg)/Gg													
Calicata 2	ICA	5.4	0.4	0.4	4.5	1.0	2.0	2.0	4.0	3.2	0.8	0.8	25
GL	ICP	5.4	2.5	1.5	4.5	1.5	2.8	2.0	4.0	3.6	0.9	0.9	30
F-/F+													
Calicata 3	ICA	5.4	0.4	0.4	4.5	1.5	2.4	1.2	2.0	3.2	0.8	0.8	23
GL	ICP	5.4	2.0	2.4	4.5	1.5	2.8	2.0	4.0	3.6	0.9	0.9	30
F-/F+													
Calicata 4	ICA	5.4	2.5	0.4	4.5	1.5	3.2	1.2	4.0	2.8	0.8	0.8	27
GL	ICP	5.4	2.5	2.0	4.5	1.5	3.2	1.6	4.0	3.6	0.8	0.9	30
F-/F+													
Calicata 5	ICA	5.4	0.4	0.4	4.5	1.3	2.4	1.2	4.0	3.2	0.8	0.8	24
GL	ICP	5.4	2.5	2.0	4.5	1.5	2.8	2.0	4.0	3.6	0.9	0.9	30
F-/F-													
Calicata 6	ICA	5.4	0.4	0.4	4.5	1.5	2.4	1.6	3.6	3.2	0.8	0.8	25
GL	ICP	5.4	2.5	2.0	4.5	1.5	2.8	2.0	4.0	3.6	0.9	0.9	30
F-/Gg													
Calicata 7	ICA	2.4	2.5	0.4	1.5	1.5	2.4	1.6	4.0	0.8	0.8	0.8	19
GL	ICP	2.4	2.5	2.4	2.0	1.5	2.8	2.0	4.0	3.6	0.8	0.8	25
F-/G													

<sup>1</sup>Determinado a partir de la textura.

ICA: Índice de Calidad Actual. GL: Ganado Lechero.

ICP: Índice de Calidad Potencial. MR: Monte Redondo.

**Cuadro 5.** continuación.

Parámetro	Índice	Textura	Estructura	Profundidad efectiva	Agua disponible <sup>1</sup>	pH	M.O	N	P	K	Mg	Ca	Total
Calicata 8	ICA	5.4	2.5	0.4	4.5	1.5	2.4	1.6	4.0	3.2	0.8	0.8	27
GL F-/F+	ICP	5.4	2.5	2.4	4.5	1.5	2.8	2.0	4.0	3.6	1.0	1.0	31
Calicata 9	ICA	5.4	2.5	0.4	4.5	1.5	2.4	1.2	0.4	4.0	0.8	0.8	24
GL F-/G	ICP	5.4	2.5	2.4	4.5	1.8	2.8	2.0	4.0	4.0	1.0	0.8	31
Calicata 10 MR	ICA	2.4	2.5	0.4	2.0	1.5	2.8	1.6	4.0	4.0	0.8	0.8	23
F-/F+	ICP	2.4	2.5	2.4	2.0	1.5	2.8	2.0	4.0	4.0	0.9	0.9	25
Calicata 11 MR	ICA	5.4	0.4	0.4	4.5	1.5	2.0	1.2	4.0	4.0	0.8	0.8	25
F-/F+	ICP	5.4	2.5	2.4	4.5	1.8	2.8	2.0	4.0	4.0	0.9	0.9	31
Calicata 12 MR	ICA	6	0.4	0.4	4.5	1.8	1.6	1.6	3.2	4.0	0.9	0.8	25
M(F+)/F+	ICP	6	3.5	3.6	4.5	1.8	2.8	2.0	3.2	4.0	0.9	0.8	33
Calicata 13 MR	ICA	6	0.4	0.4	4.5	1.8	2.0	0.8	4.0	4.0	1.0	0.9	26
M(F+)/F+	ICP	6	2.8	3.2	4.5	1.8	2.8	2.0	4.0	4.0	1.0	0.9	33

<sup>1</sup>Determinado a partir de la textura.

ICA: Índice de Calidad Actual. GL: Ganado Lechero.

ICP: Índice de Calidad Potencial. MR: Monte Redondo.

## **CONCLUSIONES**

La mayor limitante para el desarrollo adecuado de las pasturas en las zonas estudiadas es la ocurrencias de un horizonte muy compacto, firme y masivo (pie de arado) que se ha formado como consecuencia de el laboreo excesivo del suelo. Este pie de arado restringe la penetración de las raíces, el movimiento del agua, absorción de nutrientes y el intercambio de gases entre el suelo y la atmósfera. Como consecuencia de esto, los rendimientos se ven severamente limitados.

Todas las áreas estudiadas son aptas para la producción de pasturas, además se identificaron seis tipos de suelo con características marcadamente diferentes, lo que permite delimitar con precisión las áreas más apropiadas según requerimientos edáficos de diferentes pasturas.

La rehabilitación física y química de suelos y la homogenización de estas propiedades son la base para un manejo integral y eficiente de las pasturas. Como consecuencia de la implementación de estas enmiendas, la producción de pastos en estos suelos puede significativamente ser mejorada. Las enmiendas específicas se detallan en la sección de recomendaciones.

## RECOMENDACIONES

Mejorar el drenaje interno de las unidades de mapeo F-/F+ y M(F+)/F+. Para esto, se debe subsolar con subsolador tipo "topo" a una profundidad entre 70-90 cm implementado paralelo a la pendiente del terreno, se debe tener en cuenta que este subsoleo debe realizarse a una humedad relativamente alta, pero no a saturación. Las enmiendas requeridas por las diferentes unidades de mapeo se especifican en el Cuadro 7.

Seguido a este pase se debe realizar un subsoleo convencional en todas las unidades de mapeo ya que el mayor impedimento se localiza a los 10 cm de profundidad y alcanza los 50 cm. Este subsoleo se debe realizar en pases del subsolador con un ángulo de 45° de intercepción con respecto al primer pase, para obtener una mayor fractura de los horizontes masivos. Además, se debe acondicionar el subsolador con aletas en la punta para obtener una mayor fractura de la matriz del suelo. Este subsoleo debe hacerse a humedades bajas.

Las recomendaciones para modificar la reacción de suelo (encalado) se realizaron con base al pH y los contenidos de calcio y magnesio de los suelos. La cal recomendada es la de tipo dolomita ya que esta proporciona calcio y magnesio requeridos para la producción óptima de pastos (Cuadro 7) y calculada para mantener el pH en 6.

Las recomendaciones de fertilización fueron basadas en las propiedades químicas del suelo y en la extracción de nutrientes por la planta. Las dosis de aplicación de fertilizante se presentan en el Cuadro 6.

Dado las características edáficas y climáticas del área de estudio se recomienda además de las pasturas de uso actual (Estrella, Transvala, Tobiata y Tanzania), el cultivo de los pastos Pangola (*Digitaria decumbens*), Peludo (*Brachiaria decumbens*) y King Grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*) ya que estos se adaptan a dichas condiciones.

Tomar en cuenta que se debe monitorear periódicamente el suelo para observar los cambios que van ocurriendo con el tiempo y realizar los cambios pertinentes en el manejo del mismo para no perjudicar la producción. Para esto se deben hacer minicalicatas en

cada unidad mayor de suelo anualmente para determinar las propiedades morfológicas y físicas del suelo y la producción de materia seca como se indica en la sección de materiales y métodos.

Se debe realizar un seccionamiento de los lotes de pastoreo para darles un uso intensivo y evitar desperdicios, además de considerar la capacidad óptima de cada potrero, esto para evitar el sobre pastoreo que lleva a la compactación superficial del suelo y al deterioro de las pasturas.

Realizar ensayos con micorriza, para evaluar la producción de los pastos, además de materia seca, vigor y rendimientos para comprarlos con la producción convencional sin micorriza.

**Cuadro 6.** Recomendación de fertilización anual de los pastos Estrella y Transvala, para las zonas estudiadas.

Pasto	Nivel de fertilidad del suelo	N P K		
		(kg/ha/año)		
Estrella ( <i>Cynodon nlemfuensis</i> )	Baja	500	70	350
	Media	400	50	300
	Alta	250	40	300
Transvala( <i>Digitaria eriantha</i> )	Baja	400	70	300
	Media	300	70	300
	Alta	250	60	300

**Cuadro 7.** Recomendaciones para acondicionamiento físico en las distintas unidades de mapeo.

Unidad de mapeo	ICA	Aplicaciones de cal dolomita (Ton/ha)	Rastra		Subsoleo		ICP
			Liviana	Pesada	Con topo	Sin topo	
<u>F-(Gg)</u> Gg	24	1.73	Si	No	No	Si a 20cm	24
<u>F-</u> Gg	25	N.A	Si	No	No	Si a 60 cm	30
<u>F-</u> F+	25	1.60	Si	Si	Si a 90 cm	Si a 70cm	29
<u>F-</u> G	22	1.23	Si	Si	Si a 70 cm	Si a 60cm	28
<u>F-</u> F-	25	0.25	Si	Si	Si a 80 cm	Si a 60cm	30
<u>M(F+)</u> F+	25	N.A	Si	Si	Si a 90 cm	Si a 70cm	33

## **BIBLIOGRAFÍA**

Arce, A. M. 1996, Mapeo y evaluación del uso de la tierra en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Tesis Ing. Agr. El Zamorano Honduras. 61 p.

Cubero, D. 1994. Manual de manejo y conservación de suelos y aguas. Segunda edición. Editorial EUNED. San José, Costa Rica. 200 p.

Lobo, M.; Díaz, O. 2001. Agrostología. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica. 147 p.

**ANEXOS**

**Anexo 1.** Ubicación exacta de cada calicata de los sectores de Ganado Lechero y Monte Redondo 1, 2 y 3 Zamorano, Honduras, 2003.

Calicata	Coordenadas	
	X	Y
1	499,005.81	1,547,972.07
2	499,056.36	1,547,754.61
3	499,132.77	1,547,591.80
4	498,835.37	1,547,597.09
5	498,845.36	1,548,845.12
6	498,716.06	1,547,023.21
7	499,280.88	1,547,793.40
8	499,544.19	1,547,706.41
9	499,296.75	1,547,620.60
10	499,896.25	1,547,561.83
11	500,109.60	1,547,416.65
12	500,153.68	1,547,217.41
13	500,484.00	1,547,235.04

**Anexo 2.** Sumario del costo por hectárea de las enmiendas propuestas

Enmienda	Costo (\$/ha)
Rastra pesada	200
Rastra liviana	150
Subsolador convencional	150
Subsolador de topo	200
Cal dolomita (ton)	58
Total	758

Nota: costos para precios tentativos por hectárea en el mercado de maquinaria agrícola del Valle de Sula.

**Anexo 3.** Características morfológicas y físicas de los suelos representativos del área de Ganado Lechero y Monte Redondo 1, 2 y 3, E.A.P.

Unidad de mapeo	Horizonte	Profundidad (cm)	Color	Motas	%	Textura	Estructura	Consistencia	Poros	Raíces	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )	Límite
Calicata 1 GL F-(Gg) Gg	Ap	00 -20	7.5YR 3/2			FArA*	bsagd	fr	pc	Mfmf	2.4	ob
	2C	20- 40x	N.D			N.D	N.D	N.D	N.D	pmf	N.D	N.D
Calicata 2 GL F- F+	Ap	00 -10	7.5YR 3/1			FAr	bsagd	fi	pc	Mfmf	2.2	bp
	Ad	10 -25	10YR 3/1	2.5YR 3/6	5	FAr	bsagf	fr	pc/pd	pfmf	4.25	np
	Bg	25 -42	2.5YR 3/1			FAr	pgmgd	mfr	Mv/pd	pfmf	2.6	np
	Bg2	42 -56	2.5Y 5/1			F	m	fr	cv/ppv	pfmf	2.15	np
	BCg	56 -71	10YR 5/1	10YR 5/6	10	ArA	m	fr	Mpv	pmf	>4.5	np
	C	71 - x	10YR 4/1	10YR 4/6	10	ArA	m	mfi	N.D	N.D	1.2	N.D
Calicata 3 GL F- F+	Ap	00 - 10	7.5YR 3/1			FAr	bsagd	fr	Mc	Mfmf	3.35	bp
	Ad	10 - 30	7.5YR 3/1			FAr	bsagf	fr	Cv	pfmf	>4.5	np
	Btg	30 - 60	10YR 3/1			FAr	pmgd	fi	Cc	pfmf	2.65	np
	Bg2	60 - 74	10YR 4/1	10YR 5/8	10	FArA	pmgd	fr	pc	Cmf	4.15	bp
	2Cg	74 - 90	10YR 5/1	10YR 6/8	15	FA	m	mfr	Cv	pfmf	4.15	np
	2Cg2	90 - x	7.5YR 4/6			Ar	m	fr	pv	pmf	2.6	N.D
Calicata 4 GL F- F+	Ap	00 - 10	10YR 2/2			FAr	bsamd	fr	Mc/md	mfmf	2.85	bp
	Ad	10 - 30	7.5YR 3/1			FAr	m	mfi	pv/pplvr	pmf	4.35	np
	Btg	30 - 44	10YR 3/1			FAr	bsagd	fr	Cv/pc	pfmf	>4.5	gp
	2C	44 - 62	10YR 5/3			FArA	bagd	fr	Cv/pd	pmf	>4.5	np
	3C	62 - 80	10YR 5/6			AF	m	mfr	pv	pmf	3.15	np
	2Bgb	80 - x	10YR 4/1	7.5YR 4/6		Ar	m	mfi	pv	N.D	>4.5	N.D

## Anexo 3. continuación.

Unidad de mapeo	Horizonte	Profundidad (cm)	Color	Motas	%	Textura	Estructura	Consistencia	Poros	Raíces	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )	Límite
Calicata 5 GL E- F-	Ap	00 - 10	10YR 3/1			FAr	gttf	Fr	mc	Mfmf	3.3	bp
	Ad	10 - 30	10YR 3/1			FAr	bsagf	Fi	Fc	pmf	>4.5	gp
	Bg	30 - 44	10YR 3/2			FAr	bsagm	Fr	Fd	pfmf	2.5	gp
	Bg2	44 - 61	10YR 4/2	10YR 4/6	15	FArA	bsagf	Fr	pc/pd	pfmf	4.15	np
	2Cg	61 - 83	10YR 5/2	10YR 5/6	15	AF	m	Fr	pd	pmf	>4.5	np
	2Cg2	83 - x	10YR 5/2			AF	m	Fr	pc/pd	pmf	3.95	
Calicata 6 GL E- Gg	Ap	00 - 10	10YR 3/2			FA	gttd	Fr	mc	Mfmf	0.7	gp
	Ad	10 - 30	7.5YR 3/2			FArA	bsagd	Fr	fc	Cfmf	3.6	np
	Bw	30 - 64	10YR 3/3			FArA	bsamd	Fr	c/pd	pmf	2.95	bp
	C	64 - x				Gr/ Ar			Pc			
Calicata 7 GL E- G	Ap	00 - 10	10YR 5/4			F Arc Are	bsagd	Fr	mc/m d	Mfmf	1.9	bp
	Ad	10 - 33	10YR 3/2			F Arc	bsagd	Fr	pc	pfmf	4.85	np
	Bw	33 - 63	10YR 4/2	10YR 5/6	20	F Arc Are	bagd	Fr	pd/pc	pfmf	3.15	np
	2C	63 - 90	10YR 5/2	10YR 5/6	15	AreF**	bsagd	Fr	pc/pd	pfmf	>4.5	gp
	3C	90 - x	10YR 5/4			Are F	bsagd	Fr	pc/pd	pmf	N.D	N.D

## Anexo 3. continuación

Unidad de mapeo	Horizonte	Profundidad (cm)	Color	Motas	%motas	Textura	Estructura	Consistencia	Poros	Raíces	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )	Límite
Calicata 8 GL E- G	Ap	00 - 09	10YR 3/2			FAr	gttf	fr	fc/fd	fmf	4.1	bp
	Ad	09 - 30	10YR 3/2			FAr	bsagd	fi	pc	pfmf	>4.5	gp
	Bg	30 - 62	10YR 5/3			FArA	bagd	fi	pc/pd	pfmf	2.95	np
	Bg2	62 - 83	10YR 5/3	10YR 4/6	20	FArA	bsagd	fr	pc/pd	pmf	1.75	np
	2Cg	83 - 98	10YR 5/4			AF**	bsagd	fr	pc/pd	pmf	>4.5	N.D
3Bgb	98 - x	7.5YR 5/1			Ar	pmgd	fi	mc	pmf	>4.5	N.D	
Calicata 9 GL E- Gg	Ap	00 - 10	10YR 2/1	7.5YR 3/4	2	FAr	gttf	fr	mc	mfmf	1.7	np
	Ad	10 - 26	2.5Y 2.5/1			FAr	bsad	fr	fc	pff	>4.5	np
	Bw	26 - 40	2.5Y 3/1			Ar	pgf	fi	fc/fd	pff	>4.5	np
	Btg	40 - 66	10YR 4/1			FAr	pgf	fi	pc/pd	pff	>4.5	np
	Btg2	66 - x	2.5Y 3/1			Ar	pgf	fi	pc/fd	pfmf	>4.5	
Calicata 10 GL E- F+	Ap	00 - 08	10YR 2/1			FArA	gttf	fr	mc/m d	mfmf	>4.5	np
	Ad	08 - 25	10YR 3/2			FArA	bsamd	fr	pc	fmf	>4.5	no
	BE	25 - 35	10YR 3/2			FArA	bagd	fr	fd/fc	pfmf	>4.5	np
	Bg	35 - 64	10YR 3/1	7.5YR 3/4	20	Ar	pmgf	fi	mc	pfmf	>4.5	np
	2BCg	64 - 87	10YR 5/3	10YR 5/8	15	Ar	pmgd	fr	mc	pfmf	>4.5	np
2Cg	87 - x	10YR 5/1	10YR 5/8	15	Ar	m	fr	N.D	N.D	>4.5	N.D	

## Anexo 3. continuación.

Unidad de mapeo	Horizonte	Profundidad (cm)	Color	Motas	%motas	Textura	Estructura	Consistencia	Poros	Raíces	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )	Límite
Calicata 11 MR <u>E-</u> F+	Ap	00 - 10	7.5YR 3/2			FAr	gttf	fri	mc/md	mfmf	>4.5	np
	Ad	10 - 30	10YR 3/1	2.5YR 3/6	15	FAr	bsagd	fir	fc/fd	fmf	>4.5	no
	Bg	30 - 65	7.5YR 2.5/1			Ar	pmgd	E fir	mc/pd	pfmf	>4.5	np
	Bg2	65 - 87	10YR 5/1	10YR 6/8	15	Ar	pmgd	Ex fir	fc	pfmf	>4.5	np
	2C	87 - x	10YR 4/1	7.5YR 5/8	20	Ar	m					
Calicata 12 MR <u>M(F+)</u> F+	Ap	00 - 06	10YR 2/2			F	gttf	fri	mc	mfmf	1.75	bo
	Ad	06 - 30	10YR 2/1	10YR 4/6	5	F	m	fir	pc/md	fmf	>4.5	np
	E	30 - 45	10YR 4/2			FA	bagd	fri	fc	fmf	>4.5	np
	Bg	45 - 80	7.5YR 2.5/1	10YR 4/6	20	ArA	pmgf/bsagd	fir	mc	pmf	>4.5	go
	Bg2	80 - 100	10YR 4/2	10YR 5/8	40	ArA	pmgf	fir	pc	N.A	>4.5	N.D.
Calicata 13 MR <u>M(F+)</u> F+	Ap	00 - 10	10YR 2/2			F	gttf	fri	mc/md	mfmf	2.65	no
	Ad	10 - 20	10YR 2/2			F	m	fir	pc/pd	pmf	>4.5	go
	E	20 - 25	10YR 4/1			FA	m	fri	pc/pd	fmf	>4.5	no
	Bg	25 - 56	7.5YR 2.5/1			Ar	pmgf/bagd	fir	pr	ffmf	>4.5	go
	Bg2	56 - 90	10YR 2/1			Ar	pgf/bagf	fir	pr	pmf	>4.5	no
	Bg3	90 - 110	10YR 5/4			Ar	pgf/bagf	Fir	pr	pmf	>4.5	N.D.

**Abreviaturas:****Unidad de mapeo:**

1. Letras: M: texturas francas F-: texturas con arcillas livianas, F+: texturas con arcillas pesadas, Gg: fragmentos gruesos.
2. Símbolos: —: divide el perfil de 0 a 60 cm. y de 60 a 90 cm., ( ): horizontes de poco grosor. /: divide horizontes de igual tamaño.

**Textura:** F: franco, Ar: arcilla, A: arena, F A: franco arenoso, F Ar: franco arcilloso, F Ar A: franco arcillo arenoso, Gg: grava

**Estructura:**

1. Tipo: g: granular, ba: bloque angular, bsa: bloque subangulares, p: prismas, m: masivo.
2. Grado: d: debil, f: fuerte, mf: muy fuerte.
3. Clase: tt: todo tamaño, m: medianos, g: grueso, mg: muy gruesos, f: finos

**Consistencia:** fr: friable, fi: firme, mfi: muy firme, mp: muy plástico.

**Poros:**

1. Cantidad: a; ausentes, p: pocos, f: frecuentes, m: muchos.
2. Forma: c: continuos, d: discontinuos.

**Raíces:**

1. Cantidad: a: ausentes, p: pocas, f: frecuentes, m: muchas.
2. Grosor: mf: muy finas, f: finas; fmf: finas y muy finas, de: deformadas.

**Limite:**

1. Anchura: b: brusco, n: neto, g: gradual, d: difuso.
2. Relieve: o: ondulado, p: plano.

**N.D:** No determinado.

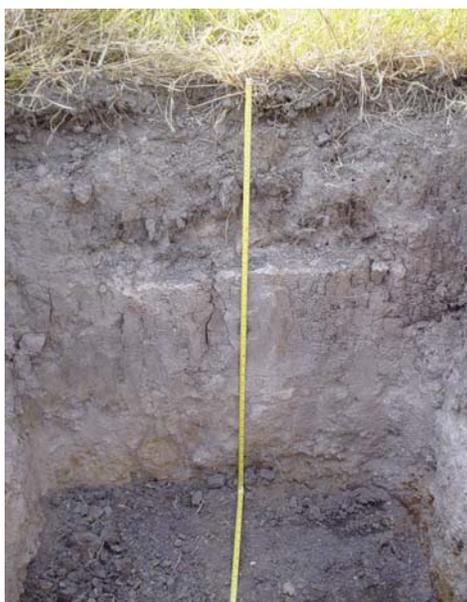
**Anexo 4.** Fotografías de los perfiles de los suelos de las unidades de mapeo de Ganado Lechero y Monte Redondo 1, 2 y 3, El Zamorano, Honduras, 2003.



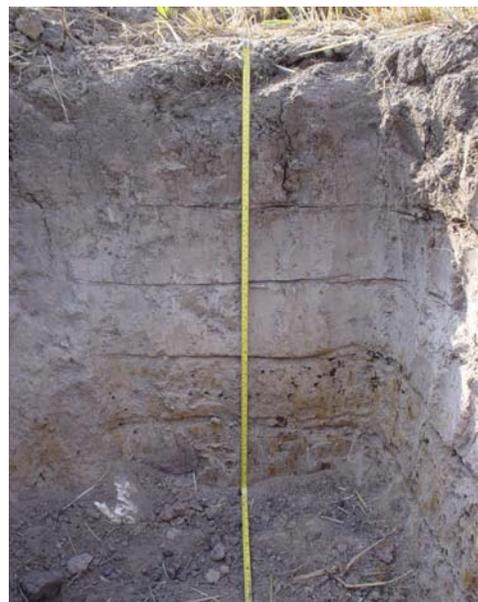
Calicata 1 Ganado Lechero, unidad de mapeo:  $\frac{F-(Gg)}{Gg}$



Calicata 2 Ganado Lechero, unidad de mapeo:  $\frac{F-}{F+}$

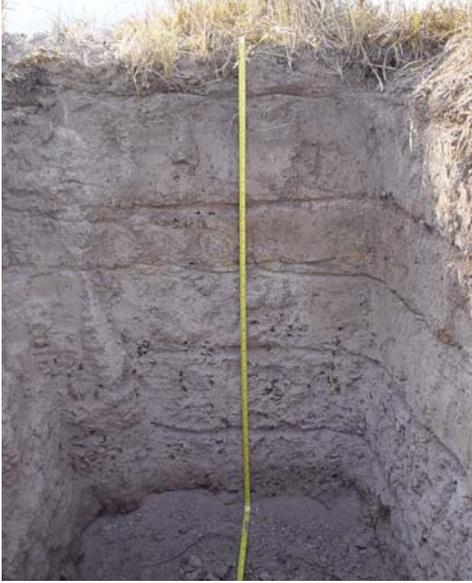


Calicata 3 Ganado Lechero, unidad de mapeo:  $\frac{F-}{F+}$



Calicata 4 Ganado Lechero, unidad de mapeo:  $\frac{F-}{F+}$

**Anexo 4.** continuación.



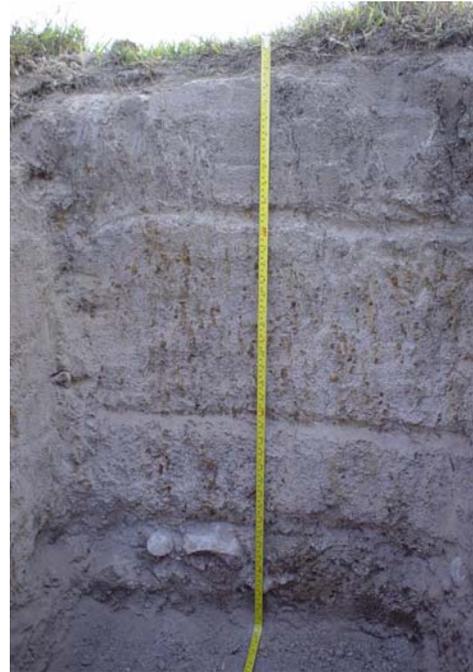
Calicata 5 Ganado Lechero, unidad de mapeo:  $\frac{F-}{F-}$



Calicata 7 Ganado Lechero, unidad de mapeo:  $\frac{F-}{G}$

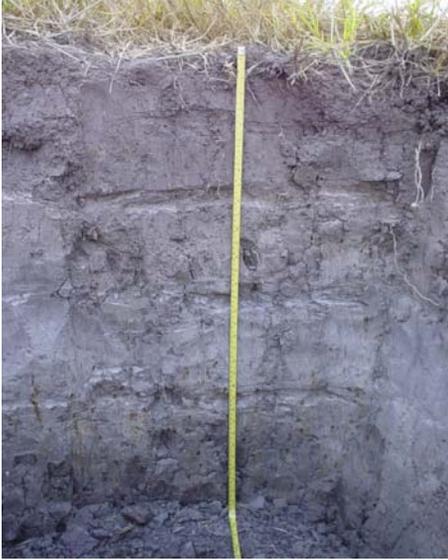


Calicata 6 Ganado Lechero, unidad de mapeo:  $\frac{F-}{Gg}$



Calicata 8 Ganado Lechero, unidad de mapeo:  $\frac{F-}{G}$

## Anexo 4. continuación.



Calicata 9 Ganado Lechero, unidad de mapeo:  $\frac{F-}{F+}$



Calicata 10 Monte Redondo, unidad de mapeo:  $\frac{F-}{F+}$



Calicata 11 Monte Redondo, unidad de mapeo:  $\frac{F-}{F+}$



Calicata 12 Monte Redondo, unidad de mapeo:  $\frac{M(F+)}{F+}$

**Anexo 4.** continuación.

Calicata 13 Monte Redondo, unidad de mapeo: M(F+)  
F+