

CONDICIONES DE DRENAJE DE SUELOS ORGANICOS EN LA ZONA DE ARAGON, SANTA ROSA DE OSOS (ANTIOQUIA)

JUAN MAURICIO GOMEZ*
CARLOS ALFREDO SALAZAR**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
REDE MEDALLIN
DEPTO. DE BIBLIOTECAS
BIBLIOTECA "PPP" COLOMBIA

1. OBJETIVOS

Recolectar la información necesaria para evaluar las condiciones actuales de drenaje de la zona.

Analizar los sistemas tradicionales de drenaje de la zona y compararlos técnica y económicamente con una solución acorde a las condiciones climáticas, topográficas y a las características físicas de los suelos.

2. CARACTERISTICAS DE LA ZONA EN ESTUDIO

La zona de estudio se encuentra ubicada en el Corregimiento de Aragón, municipio de Santa Rosa de Osos, en la región denominada como los Llanos de Cuivá. Sobre las planicies formadas por la Cordillera Central con una altura sobre el nivel del mar entre los 2.400 y 2.600 Mts. y una zona de vida (Seg. Holdrige) bosque muy húmedo montano bajo - bosque húmedo montano bajo con una precipitación media de 2.000 mm. año.

3. DESCRIPCION DEL PROBLEMA (ANTECEDENTES)

Se puede decir que la zona en la cual se desarrolló el estudio presenta un problema de drenaje que puede ser generalizado a toda el área de Santa Rosa de Osos, Yarumal y Entreríos.

* Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional, Seccional Medellín.

** Ingeniero Agrícola, M.S. Profesor Asistente Sección Riegos y Drenajes, Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional, Seccional Medellín.

Se ha tratado de dar a este problema la misma solución o sea el sistema de zanjas poco profundas cercanamente espaciadas y de gran densidad en cuanto al número de ellas se refiere.

Los suelos de toda esta zona son en su gran mayoría suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas depositados sobre coluviones y aluviones heterogéneos moderadamente profundos, limitados en algunas áreas por gravillas, cascajos, piedras en el perfil y por capas endurecidas de óxidos de hierro.

Aunque el problema en términos generales tiene el mismo origen, las características físicas y topográficas nos permiten dividir el área en zonas, lo cual a su vez facilita la descripción del problema.

La zonificación establecida está asociada con la codificación de lotes de la hacienda en la cual se desarrolló el trabajo.

Por lo anterior se hace necesario el realizar una descripción de cada una de las zonas.

3.1 DESCRIPCION ZONA 1 (Véase Figura 1).

Comprende esta zona los lotes números 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16, 17 y el lote de la avena. Está caracterizada por su configuración en terrazas en las cuales la profundidad del perfil del suelo decrece en dirección al cauce de la quebrada "El Gómez". La pendiente varía entre el 5 y el 15% (sin incluir la zona boscosa de la parte alta).

Se presentan varios sitios de escurrimientos superficiales de agua con cauce no muy definido lo cual causa en parte encharcamiento de la zona baja.

El número y la orientación de las zanjas varía de un lote a otro.



FIGURA 1. Lotes de la Zona 1.

Las zanjas son superficiales con una profundidad entre 20 y 40 cm. la efectividad de estas zanjas superficiales es muy limitada, hasta el punto de presentarse encharcamientos aún en inmediaciones de las mismas. Los suelos son bastante sueltos lo cual crea inestabilidad produciéndose escurrimientos internos que finalmente causan el hundimiento de la capa de suelo. La terraza baja comprendida entre los lotes 14 al 17 está limitada por piedras y cascajo a escasos centímetros del nivel del suelo, proveniente de antiguo lecho de la quebrada "El Gómez".

Incluimos dentro de esta zona el lote sembrado en avena, el cual tiene unas características un poco diferentes. Al ser pendiente más suave, ondulada con un perfil relativamente profundo desprovisto de capa orgánica con problemas de drenaje comparativamente menos graves que el resto de los lotes de esta zona.

3.2 ZONA 2.

Comprende los lotes 76, 78, 34, 36, 38, 42 y los lotes adyacentes a los anteriores. Ubicados entre el campamento y la porqueriza, sin incluir los que están en los alrededores de ésta, de pendientes fuertes (50-55%) en la parte alta cambiando a unas ondulaciones suaves en la parte baja (5-10%) posee una capa densa de raíces con un grado bajo de descomposición. Presentan un problema más crítico de drenaje el cual puede confirmarse por la alta concentración de zanjas cercanamente espaciadas (véase Figura 2), las cuales siguen siendo de escasa profundidad.



Figura 2. Zanjas de drenaje en la zona 2.

Los suelos son sueltos, limitados por capas de óxido de hierro, presentan escurrimientos con cauce no definido que producen encharcamiento.

3.3 ZONA 3. (Véase Figura 3).



FIGURA 3. Lotes de la Zona 3.

Lotes ubicados en cercanías de la estación porcícola (El Castillo), tienen como principal característica el tipo de perfil que presentan los suelos. Por su zona de vida y su clima de páramo, la descomposición de la materia orgánica es muy lenta. Esta produce capas de suelo de 1 - 1.2 m con alta concentración de raíces con casi ningún grado de descomposición.

Esta capa descansa sobre una capa de arena fina existiendo muy poco amarre entre estas dos capas por lo que los suelos son bastante sueltos. Son suelos más susceptibles al pastoreo excesivo en condiciones de alta humedad, la cual puede verse claramente en la Figura 4 sin ser esta área la más crítica.

3.4 ZONA 4.

Parte plana de la Hacienda "La Argentina", comprende un área bastante plana, con suelos muy sueltos, limitado por una zona boscosa de mayor pendiente. Posee al igual que los lotes de la zona 3 una capa de raíces aunque en un mayor grado de descomposición, con un alto contenido de humedad.

Las zanjas existentes son más profundas que las mencionadas anteriormente pero poco efectivas por su ubicación y orientación.



FIGURA 4. Susceptibilidad de los suelos de esta zona al pastoreo en condiciones húmedas.

4. DATOS DE CAMPO (CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS SUELOS)

Para ser consecuentes con la zonificación establecida presentamos los datos de campo con base a dicha zonificación.

4.1 ZONA 1.

4.1.1 Descripción del perfil del suelo.

0-12 cm.: capa de materia orgánica correspondiente a un horizonte O1; raíces sin descomposición, de color oscuro con moteado gris, de consistencia plástica.

12-15 cm.: capa de transición con alto contenido de arena.

15-27 cm.: capa de materia orgánica en descomposición, raíces y astillas, de color pardo claro, poco plástica y alto contenido de arena.

27-60 cm.: capa de color pardo oscuro, bastante uniforme, relativamente plástica, bajo contenido de raíces.

60-65 cm.: capa de arena gruesa con bajo % de raíces de estructura granular y color café oscuro.

65- : capa de alta plasticidad muy húmeda, de color gris claro uniforme, con alto contenido de arenas finas.

4.1.2 Textura:

Lote avena: franco arenoso a franco arcilloso.

Lote número 8: franco-franco arenoso-franco arcilloso arenoso.

Lote número 16: franco-franco arenoso-franco arcilloso.

4.1.3 Permeabilidad.

La permeabilidad de estos lotes es baja con valores que oscilan entre 0.1 y 0.3 m/día, la terraza de la parte baja posee una conductividad alta mayor de 3 m/día.

4.1.4 Retención de Humedad.

Como puede observarse en la Tabla 1, estos suelos poseen una gran capacidad de retención conservando humedades altas aún con tensiones cercanas a una atmósfera.

4.2 ZONA 2.

4.2.1 Descripción del Perfil (Figura 5).

0-45 cm.: Horizonte O1. Capa orgánica con un alto contenido de raíces sin descomponerse, de color pardo oscuro, muy húmedo.

45-60 cm.: Capa de transición de color café claro variando su coloración con la profundidad, contenido medio de raíces, alto contenido de arena gruesa con bajo % de humedad.

TABLA 1
VALORES DE RETENCION DE HUMEDAD (%)

ZONA	LOTE	TENSION (Bares)							
		01		03		10		30	
		0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60	0-30	30-60
1	8	65.5	42	51	32	38	23	31	22
	16	56	41	45	33	33	24	27.5	17.5
	Avena	30.5	32	24.5	29	18.5	21	15.5	18
2	36	62.5	86	54	67	45	55.5	39.5	48
	73	—	113	—	84	—	61.5	—	46
	74	43	38	31	33	23	27	21	24
	Traves.	33	80	26	57	19	45	16	38
3	Castillo	60	73	52	55	42	43	34.5	35.5
4	Argentina	90	63	55	54	39	46	29	36



FIGURA 5. Calicata de la Zona 2.

60-85 cm.: Franja de color gris claro con poca cantidad de raíces, contenido de arenas finas y gruesas, relativamente plástica.

85-100 cm.: de color amarillo intenso con moteados oscuros, con alto contenido de arenas gruesas.

4.2.2 Textura.

Todas las muestras dieron textura franco arenosa. Comprobaciones posteriores con muestras ya no de capas de 30 centímetros sino específicamente de la franja gris clara que presentan estos suelos dio como resultado una textura arcillosa a franco arcillosa, franco arcillo arenosa y franco limosa.

4.2.3 Permeabilidad.

Poseen los suelos de esta zona una permeabilidad de baja a media variando la conductividad entre 0.02 y 0.9 m./día, siendo los de la parte baja los menos permeables (ver Tabla 2).

4.2.4 Retención de Humedad. Tabla 1.

Las características de retención de humedad de los suelos se presenta similar a la zona 1, o sea alta capacidad de retención aún bajo presiones de una (1) atmósfera.

En algunas muestras como en el caso del lote 73 se sobrepasa el 100% de humedad lo que indica un suelo altamente orgánico y de una densidad aparente muy baja.

4.3 ZONA 3.

4.3.1 Descripción del perfil del suelo.

Comprende esta zona los lotes cercanos a la estación porcícola (lote 80-81). El

perfil del suelo de esta zona posee una capa espesa y muy densa de raíces sin descomposición. Dicha capa llega en algunos puntos hasta los 1.0 - 1.2 metros, sostenida sobre una capa de arena fina.

TABLA 2
ANALISIS DE CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA "K"

LOTE No.	VALOR DE LA "K" EN M./DIA	CUALIDAD
80	1.1	Alto
76	0.9	Media
78	0.027	Muy baja
42	0.48	Media
38	0.14	Bajo
36	0.08	Bajo
34	0.16	Bajo
16	0.09	Bajo
2	0.26	Bajo
Avena (1)	0.22	Bajo
Avena (2)	0.57	Media
9	0.15	Bajo
16 (Parte baja)	2.98	Alta

4.3.2 Textura.

Suelos totalmente orgánicos de textura franco arenosa. (Ver Tabla 3).

4.3.3 Permeabilidad.

Se puede considerar de permeabilidad alta con valores mayores de 1.0 m/día.

4.3.4 Retención de Humedad (Véase Tabla 1).

De comportamiento similar a las demás zonas.

4.4 ZONA 4. (Hacienda "La Argentina" Parte plana).

4.1.1 Descripción del perfil del suelo.

0-33 cm.: horizonte 02 color café bastante uniforme con alto contenido de raíces.

33-55 cm.: capa de color no uniforme pardo oscura, alto contenido de humedad, presentando moteados negros, muy plástica, con materia orgánica en descomposición.

TABLA 3
ANALISIS DE TEXTURA

LOTE No.	CLASE TEXTURAL				
	Prof.	A	L	Ar	
Avena	0-30	58	32	10	Franco arenoso
	30-60	70	22	8	Franco arenoso
	60-90	32	42	26	Franco arcilloso
16	0-30	48	38	16	Franco
	30-60	66	26	8	Franco arenoso
	60-90	30	34	36	Franco arcilloso
8	0-30	44	42	14	Franco
	30-60	72	22	6	Franco arenoso
	60-90	56	24	20	Franco arenoso a franco-arcillo-arenoso.
36	0-30	88	26	16	Franco arenoso
	30-60	86	8	6	Arenoso franco
	60-90	78	18	4	Franco arenoso
76	0-30	64	32	4	Franco arenoso
	30-60	64	28	8	Franco arenoso
	60-90	70	18	12	Franco arenoso
78	0-30	82	14	4	Arenoso franco
	30-60	64	26	10	Franco arenoso
	60-90	66	20	14	Franco arenoso
80	0-30	66	22	12	Franco arenoso
	30-60	70	12	18	Franco arenoso
	60-90	70	20	10	Franco arenoso
Argentina	0-30	36	12	52	Franco limoso
Z. plana	30-60	62	30	8	Franco arenoso
	60-90	74	22	4	Arenoso franco a franco arenoso
Comprobación de textura de lotes 34, 36 y 42					
Greda gris clara		36	24	40	Arcilloso a franco arcilloso
Greda gris azulosa		58	18	24	Franco arcillo arenoso
Greda gris oscura		24	56	20	Franco limoso.

55-60 cm.: capa de materia orgánica semidescompuesta, alto % de humedad, muy plástica de color negro.

60- : capa arenosa de color gris, de textura ligeramente fina a muy fina, alto % de humedad, medianamente plástica.

4.2.2 Textura.

Franco limoso-franco arenoso-arenoso-arenoso-franco, alto contenido de raíces con una capa arenosa subyacente, sin ningún amarre a dicha capa.

4.4.3 Permeabilidad

Mostraron estos suelos una permeabilidad media con valores de conductividad de 0.5 m/día.

4.4.4 Retención de humedad.

Esta zona muestra un comportamiento ligeramente diferente a los otros, pero se explica este cambio por la variación en el contenido de arcilla, el cual decrece con la profundidad. Representando la última capa el comportamiento de un suelo mineral.

Teniendo una permeabilidad media (conductividad hidráulica 0.46 m/día) y una textura arenosa franco con las capas intermedias facilita las condiciones de drenaje.

Un dren colector profundo a lo largo de la base de la colina que limita el lote bastaría para habilitarlo a la mecanización; situación que se hace imposible ante los hundimientos del terreno por el peso de la maquinaria (Figura 6).

Se debe tener en cuenta, que si esta vía que aparece en la foto se piensa habilitar para el tránsito de la maquinaria; se debe construir la infraestructura necesaria para evacuar el agua drenada del lote inutilizado actualmente.



FIGURA 6.
Encharcamientos producidos por el peso excesivo de la maquinaria.

5. ANALISIS DE LAS CONDICIONES GENERALES DE DRENAJE

Como las soluciones se deben de plantear con base a la zonificación establecida analizaremos a continuación la situación de cada zona teniendo en cuenta los datos de campo presentados anteriormente.

5.1 ZONA 1.

Está influenciada por el área de bosque en la parte alta de dicha zona. De acuerdo a las pruebas efectuadas, los suelos a pesar de ser en su mayoría franco arenosos poseen una capacidad de retención muy alta, debido principalmente al contenido de materia orgánica y en particular a la gran cantidad de raíces existentes en el horizonte superior. Esta capa ha reducido su permeabilidad por el apisonamiento del ganado.

El efecto combinado de la baja permeabilidad y la alta capacidad de retención hacen que sea más crítica la condición de drenaje.

Estas condiciones específicas nos aclaran la poca utilidad de las zanjas existentes tanto por su profundidad como orientación.

Estas zanjas lo que hacen es conducir la escorrentía superficial proveniente de las partes altas.

Basados en estos resultados, cualquier solución de drenaje de resultados técnicamente eficientes implicaría la construcción de drenes cercanamente espaciados, lo que redundaría en costos excesivamente altos.

Lo más apropiado en esos casos es un dren interceptor profundo que corte el origen de la recarga a la zona de pastoreo.

En el caso del lote sembrado de avena con una permeabilidad media (conductividad hidráulica entre 0.2 y 0.5 m/d(á)); una retención de humedad no tan alta como el resto de los lotes, presenta una capa franco arcillosa a partir de los 30 cm. del perfil que limita bastante la permeabilidad. A pesar de esta situación la condición de drenaje es menos crítica.

La solución de drenaje se plantea con un dren principal entubado y un subsolado que drene a dicho dren.

5.2 ZONA 2.

Esta zona comprende dos partes planas, una alta que incluye los lotes 41 a 43 y 76 y 78 y la parte baja que se extiende desde el campamento hasta la carretera de acceso a la estación porcícola (lotes 33-34-36). En ambas zonas se encuentra una capa arcillosa que no se muestra claramente en los análisis debido a su espesor tan limitado.

La permeabilidad tiende a ser mayor en los lotes altos a pesar de que la capa de materia orgánica aumenta con la altura. La materia orgánica le da un color café a los suelos a menos que otros elementos tales como el óxido de hierro y sales lo modifiquen.

Tal como se puede apreciar en la Figura 5 el color café oscuro se presenta en la capa superior. La coloración gris clara indica poca materia orgánica y una condición de drenaje deficiente.

Si el drenaje es intermedio, el color gris del subsuelo comunmente va a ser interrumpido por moteados amarillos (los óxidos de hierro fuertemente hidratados son amarillos).

En los lotes de la parte alta la solución se plantea en términos de un dren interceptor profundo que colecte las aguas provenientes de las laderas adyacentes.

Dicho dren debe evacuarse a lo largo de la cañada lateral que pasa en los linderos de estos lotes.

En la zona plana de la parte baja, debe a su vez construirse un dren interceptor y en las zonas mecanizables una subsolada en sentido perpendicular al flujo del nivel freático.

5.3 ZONA 3.

Al presentar una conductividad hidráulica más alta (1.1. m/día) facilita las condiciones de drenaje interno. El área mecanizable de esta zona es mucho menor. Ya se mencionó la susceptibilidad de los suelos de esta zona al pastoreo en condiciones húmedas (Figura 6).

Un dren interceptor podrá habilitar las zonas planas existentes, pero las pendientes altas no presentan solución distinta a evitar el pastoreo cuando el suelo esté húmedo.

5.4 ZONA 4.

La parte plana de la Hacienda "La Argentina", presenta una situación relativamente, de fácil solución, pues toda su recarga proviene de la zona boscosa que la rodea.

6. ALTERNATIVAS DE SOLUCION AL PROBLEMA

En el numeral anterior se enunciaron para cada zona las alternativas de solución al problema de drenaje. Haremos en este numeral una síntesis y un dimensionamiento de tales soluciones, definidas lógicamente con base a las zonas establecidas en este trabajo.

6.1 ZONA 1.

x 6.1.1 Un dren interceptor a través de los lotes números 15, 16 y 17.

Debe ser de una profundidad mínima de 1.2 con taludes de IV:0.5H (su localización dentro del plano sólo puede hacerse aproximada, pues no se cuenta con un plano a curvas de nivel).

Si se desea una utilización total del lote, este dren puede ser entubado en un diámetro no inferior a 6" con cubierta de gravilla de 1/4", la efectividad de este primer

dren aguas abajo sería limitado, pero interceptaría la mayor parte del flujo que produce el encharcamiento.

La ubicación de un segundo dren, está limitado por el sistema de terrazas que presenta esta zona, por lo tanto es más sano esperar la respuesta del primer dren para definir más tarde la ubicación del segundo.

6.1.2 En el lote de la avena, costado sur, se propone un dren colector entubado con profundidad de 1.2 y diámetro mínimo de 6". Efectuando un subsolado entre 30 y 40 cm. en el sentido de dicho dren.

6.1.3 Se debe procurar la limpieza y mantenimiento de la sección de la acequia que corre paralela a la quebrada "El Gómez".

6.2 ZONA 2.

6.2.1 En las áreas altas Figura 2 se requieren drenes interceptores en la base de la colina. Profundidad mínima 1.20 m. Taludes IV: 0.5 H.

Se pueden tener drenes entubados con diámetro mínimo de 6" y filtro de grava de 1/4".

6.2.2 Si el subsolado es posible se debe realizar, de lo contrario sería necesario un segundo dren interceptor con las dimensiones del primero.

6.2.3 En la parte baja se requieren varios drenes del mismo tipo, su ubicación es difícil al no contar con un plano a curvas de nivel, de todas formas, los lotes 34 y 36 estarían comprendidos en esta parte.

6.3 ZONA 3.

En los lotes más altos, cercanos a la estación porcícola, se plantean drenes interceptores en la base de las colinas adyacentes a zonas planas, características similares a las ya descritas.

6.4 ZONA 4.

Se propone un dren colector profundo. Profundidad mínima 1.20 Taludes IV:1H. Base 0.4 m. la longitud y ubicación sólo se podrá realizar en el campo.

7. CONCLUSIONES

- Las actuales zanjas utilizadas no resuelven el problema de drenaje.
- El problema de drenaje es subsuperficial por lo tanto cualquier solución debe considerar este aspecto.
- La solución y cálculo de las longitudes de los drenes interceptores planteados como solución sólo puede ser determinado en el campo a causa de la falta de un plano topográfico adecuado.

- La Tabla No. 4 clasifica los lotes de acuerdo al problema de drenaje.
- El manejo de los lotes debe estar de acuerdo a la clasificación establecida.
- Para una determinación real de los costos de construcción de los drenes interceptores es necesario un levantamiento topográfico detallado de los sitios donde estarían ubicados para calcular los volúmenes de tierra y longitudes de los drenes.

TABLA 4
CLASIFICACION DE LOS LOTES DE ACUERDO A LAS CONDICIONES DE DRENAJE

5: Crítica 2: Baja	4: Ligeramente crítica. 1: Sin problemas.	3: Media.
LOTE NUMERO	CLASIFICACION	
80	5	
78	5	
76	4	
16	4	
17	4	
8	3	
7	3	
2	2	
1	2	
33	4	
36	3	
42	3	
45	3	
Argentina	5	
Avena	3	

ANEXO 1.
COSTOS DE DRENAJE UTILIZANDO TUBERIA PVC CORRUGADA
(A LA FECHA)

Costos por kilómetro de dren:

Volumen de excavación:

$$1.20 \times 0.4 \times 1.000 \text{ m} = 480 \text{ m}^3$$

Asumiendo rendimiento de 25 m/hora para una retroexcavadora.

Se tiene: 40 horas x 3.000/hr. \$ 120.000

Tubería de drenaje con filtro:

\$ 166/mt. x 2.000 mt. 332.000

Gravilla de 1/4" 150 m³

50 volquetadas a \$ 2.500/viaje 125.000

TOTAL 577.000

REQUERIMIENTOS DE ENERGIA EN OPERACIONES DE LABRANZA CON IMPLEMENTOS DE DISCOS

CARLOS J. RINCON C.*
DANIEL RODRIGO PIEDRAHITA V.**

RESUMEN

Este trabajo trata de establecer lo siguiente:

- Determinar los requerimientos de fuerza de tiro y potencia en operaciones de arado y desterronamiento con implementos de discos.
- Establecer los rangos de humedad del suelo y velocidad de aplicación del implemento para suelos de diferentes texturas con el fin de obtener un nuevo aprovechamiento de la fuente de potencia.
- Con base en los datos de campo, establecer mediante modelos matemáticos las relaciones existentes entre la fuerza de tiro y su respectiva potencia con los parámetros de humedad del suelo y velocidad de operación del implemento.

A pesar del uso intensivo de estos equipos en operaciones de labranza, aún no se han hecho estudios a nivel nacional del comportamiento de los mismos para las diferentes condiciones de suelos en épocas de preparación.

En términos generales se encontró que en la arada, para suelos de textura fina (pesados) hay una tendencia más pronunciada al incremento en la fuerza de tiro a medida que aumenta la humedad del suelo, que en los suelos moderadamente pesados y en los livianos. En el caso de los rastrillos las diferencias en el comportamiento son menos pronunciadas.

* Ingeniero Mecánico, M.S. Programa de Maquinaria Agrícola. Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Tibaitatá.

**Ingeniero Agrícola. Profesor Asistente Sección Mecanización Agrícola, Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional, Seccional Medellín.