

ARTÍCULO ORIGINAL

Capacidad de reserva de agua en los suelos del Borde Norte de Bogotá

Reserve capacity of water in the soils of the Borde Norte de Bogotá

Yolima del C. Agualimpia Dualiby¹ y Carlos Enrique Castro Méndez²

RESUMEN. La información aquí presentada corresponde a resultados parciales de la investigación que se adelanta sobre procesos hidrodinámicos que afectan los suelos de la sabana de Bogotá - Colombia y cuyo propósito principal es el cálculo e interpretación de la capacidad de reserva hídrica en los suelos de la reserva forestal borde norte de Bogotá, con el fin de investigar sobre la susceptibilidad a la desertificación que presentan las aproximadamente 1.600 hectáreas que la componen. El análisis se realizó con 407 datos recogidos en campo, geo-referenciados y 17 perfiles de suelos descritos en el área. Como producto de este análisis, se definieron diecisiete áreas hidrológicas de acuerdo a la sectorización morfo-pictórica, con base en la descripción de varios perfiles de suelos dentro de la misma unidad geomorfológica. Se encontró como limitante de la capacidad de almacenamiento del suelo, la compactación natural de algunas de sus capas, cuyos resultados fueron comparados con la humedad natural para verificar el grado de densificación que las afecta. Se efectuó también la descripción de la geometría del poro del suelo y su incidencia en la retención de humedad.

Palabras clave: Proceso hidrodinámico, desertificación, área hidrológica, posición geomorfológica, perfil de suelo.

ABSTRACT. This information corresponds to partial results of the research that is developed on hydrodynamic processes that affect the soils of the plateau of Bogotá - Colombia and whose main purpose is the calculation and interpretation of the reserve capacity of water in the soils of the Reserva Forestal del Borde Norte de Bogotá, in order to investigate the susceptibility to desertification that have its approximately 1,600 hectares. The analysis was performed with 407 field-collected and geo-referenced data and 17 soil profiles described in the area. As a result of this analysis, seventeen hydrological areas were defined according to morpho-pictorial sectoring, based on the description of several soil profiles within the same geomorphological unit. Natural compaction some of layers soils was found as limiting the storage capacity of the soil and these results were compared with the natural moisture to verify the degree of densification that affects them. It also made the description of pore geometry and its effect on soil moisture retention.

Keywords: Hydrodynamic process, desertification, hydrologic area, geomorphic position, soil profile.

INTRODUCCIÓN

El criterio con el cual se presenta el análisis del cálculo e interpretación de la reserva y grado de transmisión de las aguas en los suelos de la reserva forestal borde norte de Bogotá, parte del supuesto de que las tierras de la Sabana de Bogotá son altamente susceptibles a procesos de desertificación debido al desecamiento que ocurre en el paisaje de altiplanicie. Investigaciones realizadas recientemente

en Colombia indican que la repelencia al agua de algunos suelos derivados de cenizas volcánicas, se relaciona con la presencia de compuestos orgánicos hidrofóbicos procedentes de grupos de plantas que crecen en el lugar, o con especies arbóreas introducidas tales como la *Acacia decurrens* (acacia negra) o el *Pinus patula* (pino pátula) entre otras; estas especies propician condiciones que dificultan el movimiento de agua en los suelos, particularmente al inicio del período de

Recibido 03/07/11, aprobado 12/12/12, trabajo 10/13, artículo original.

¹ Ingeniera Civil, Candidata a Doctorado Universidad de CUJAE, Adscrita al grupo de investigación PROGASP-Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Avenida circunvalar Venado de oro, Bogotá, Colombia yagualimpiadualiby@gmail.com.

² Agrólogo, Magíster en Geografía y especialista en Cuencas hidrográficas, Adscrito grupo de investigación PROGASP. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

lluvias (Jaramillo, 2004). El fenómeno de la desertificación se agudiza por causa de las transformaciones que ocasionan los seres humanos en estas áreas, la tendencia del clima que presenta índices pluviométricos irregulares, la fuerte acción de los vientos y la presencia de elevaciones montañosas que propician en la zona condiciones dispares de humedad; de esta manera, las variaciones microclimáticas que van desde húmedas a condiciones de transición climática entre seca y húmeda genera efectos hidrológicos diferenciados; lo anterior pudo corroborarse mediante la descripción de los suelos.

Para la presente investigación se aplicó el concepto integrador “capacidad de reserva de agua en los suelos”, relacionado con la interpretación de las propiedades hidrológicas que tienen estas tierras del altiplano cundiboyacense.

La capacidad de reserva hídrica se refiere a la condición actual que presentan los suelos para retener el agua y sus nutrientes (solución del suelo). Los indicadores físicos que sirven para interpretar la capacidad de reserva hídrica son la textura, muy relacionada con el material de origen de los suelos, la estructura, cuya condición se analiza con relación al laboreo del suelo, y la consistencia o empaquetamiento de las partículas, que funciona como un registro histórico en el análisis del grado de mecanización o pisoteo por el ganado, al cual ha sido sometido el suelo; la medida de la capacidad de reserva hídrica depende de los datos obtenidos en campo y en el laboratorio tales como la profundidad efectiva determinada en la descripción morfológica del suelo; ésta se mide con el penetrógrafo en campo y con los datos de la densidad aparente y la humedad aprovechable, obtenidos a partir del muestreo de suelos; todo ello indica la lámina de agua que puede almacenar un suelo.

Para el cálculo de la capacidad de reserva hídrica del suelo se utilizó la siguiente fórmula (Pinzón, 2010):

$$CR = P_{\text{efec}} \cdot D_{\text{ap}} \cdot H_{\text{aprov}}$$

donde:

CR = Capacidad de reserva,

P_{efec} = profundidad efectiva

D_{ap} = densidad aparente

H_{aprov.} = humedad aprovechable.

El análisis de la capacidad de reserva se realizó en el espacio y en el tiempo, haciendo énfasis en los meses en los cuales el suelo está a su máxima capacidad de almacenamiento, para predecir la disponibilidad de agua edáfica.

En el manual de campo la FAO (2009) denomina periodos de crecimiento vegetal al tiempo de recarga de humedad que tienen los suelos y los tiempos secos o de descarga los relaciona con la pérdida de biomasa; estos periodos de humedad-sequedad habían sido estudiados por Bagnouls y Gausson (1957) para definir los meses secos, tomando como referencia la precipitación en milímetros cuando es inferior al doble de la temperatura en grados centígrados; la representación de las variables precipitación y temperatura se conocen con el nombre de diagramas ombrotérmicos y permiten comparar y distinguir la duración de los períodos húmedos y secos. Algunos estudiosos asociaron los períodos largos de alternancia humedad – sequedad climática con la migración de arcilla y

los procesos de argilización en suelos localizados a lo largo de una vertiente montañosa (Pereyra y Ferrer 1998). Con lo anterior, se muestra la relación que existe entre el clima o paleoclima (clima antiguo) y las características del suelo que determinan el almacenamiento, retención y disponibilidad de agua para las plantas.

Las áreas hidrológicas corresponden a unidades de suelos analizados según sus características intrínsecas relacionadas con el movimiento de agua y las condiciones hidrodinámicas, las cuales guardan similitudes en el almacenamiento o capacidad para retener agua. Las áreas hidrológicas corresponden a sectores que vierten sus aguas al río Bogotá y que regulan las aguas en proporción a la retención de humedad y a la capacidad de almacenamiento de aguas subsuperficiales.

MÉTODOS

Para estudiar la morfología de los suelos se abrieron 407 cajuelas con dimensiones en centímetros de 40 por 40 y 60 de profundidad. Una vez se reconoció la relación entre las características de los suelos y la posición en el paisaje se definieron los sitios en dónde se realizaron las calicatas de suelos (perfiles). Se obtuvieron muestras de suelos hasta los 60 cm de profundidad y se enviaron al laboratorio para analizar la textura por el método Bouyoucos, estabilidad estructural mediante el método de Yoder; en campo se correlacionó la estabilidad estructural con los datos reportados en las cajuelas, para ello se utilizó el método organoléptico basado en la determinación de la consistencia en húmedo; la densidad aparente se analizó por el método del terrón parafinado y la densidad real por el método del picnómetro; los puntos de retención de humedad se obtuvieron por el método del sistema de ollas (tensión hasta 300 kPa) y platos (tensión mayor de 300 kPa) a presión. Los procedimientos de laboratorio se encuentran consignados en el manual de métodos analíticos del Laboratorio de Suelos (IGAC, 2006). Las variables profundidad efectiva y densidad aparente, se contrastaron con la medida de la resistencia a la penetración que se practicaron al momento de describir los perfiles de suelos.

La localización de las 407 cajuelas fueron determinantes para definir las áreas hidrológicas (Figura 1). La información de los 17 perfiles de suelos fueron analizados independientemente de la posición geomorfológica; a cada uno de los perfiles se le asignó un área de representatividad, condición que fue necesaria para subdividir la zona; se tuvieron en cuenta las características pictóricas relacionadas con tonalidades claro-oscuros, texturas, coloraciones y puntos geomorfológicos en donde las unidades tienden a juntarse.

La resistencia a la penetración se obtuvo mediante el penetrógrafo de cono, el cual permite medir el grado de compactación de las capas del suelo en profundidad; se tomó como nivel crítico el valor de 25 megapascuales (Mpa), condición del suelo que impide la exploración de las raíces, disminuye la macroporosidad y afecta el almacenamiento de aguas freáticas.



Figura 1. Límites de la reserva borde norte y localización de los muestreos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron 17 unidades hidrológicas las cuales se distinguen por la morfología de suelos y posición dentro de una forma de terreno. Las unidades hidrológicas se delimitaron con el fin de identificar el movimiento de aguas que sucede en cada sector y para verificar las condiciones actuales y su similitud o contraste con los modelos teóricos propuestos por varios autores; tal fue el caso de Gerrard (1981), Charman y Murphy (2007), Buol, Southard, Graham y McDaniel (2011) quienes afirmaron que en la parte proximal del glacis de acumulación se localizaban suelos bien drenados, los cuales presentaban en su mayoría arcilla eluviada (procesos de migración-perdida) y en la parte distal en el punto de inflexión entre el piedemonte y la planicie las aguas se concentran dando lugar a suelos con drenaje pobre a causa de la acumulación de aguas, bases y arcillas iluviadas (ganancia-acumulación). La zona intermedia de las laderas estructurales, cuando tienen topografía rectilínea, se consideran geoformas que cumplen la función de transferencia de flujos y permite el movimiento de agua hasta las áreas bajas del pie de monte; dichos sectores reciben los aportes de agua y nutrientes, lo cual explica la cercanía de las capas freáticas y los riesgos de salinización de estas tierras cuando se localizan en climas semiáridos (Porta y López, 2005; Porta *et al.*, 2003). Según trabajos realizados en Colombia por el IGAC-Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2005), no se obtuvo una correlación entre la clase textural y el movimiento de agua en los suelos cultivados con banano; se concluyó la existencia de otras variables que impiden el movimiento de agua en los suelos, tal como la presencia de capas superficiales densificadas; otra variable que incrementa el movimiento del agua en el suelo es la conformación de poros tubulares grandes y continuos generados por las raíces de la vegetación natural, los cuales permiten mayor drenabilidad de los suelos que tienen clases texturales arcillosas. Con lo anterior, el modelo teórico clase textural- permeabilidad se desvirtúa cuando se trabaja a escalas detalladas.

Descripción de áreas hidrológicas

A cada área hidrológica se le asignó un número y se delimitó su área a partir del lugar que ocupa en la posición geomorfológica, pues cada una de ellas puede tener más de un perfil de suelo (Figura 2). Se utilizó información de los perfiles modales, réplicas, similares e inclusiones, así como los datos de las observaciones realizadas en terreno, las cuales permitieron mostrar la variabilidad de las propiedades hidrodinámicas.

En la descripción se presentaron varios apartes, el primero de los cuales cuenta sobre la capacidad de almacenamiento o de reserva hídrica que tienen los suelos y muestra los niveles de compactación que posee; también, a manera de información se describen los limitantes que redujeron esa capacidad de retener las aguas; en segunda instancia, se muestran algunas características obtenidas en campo y laboratorio; se hace referencia a los aspectos de textura, porosidad, estructura y su influencia en la disponibilidad de agua. Respecto a los movimientos de agua se muestra la distribución de la porosidad y la interpretación de la infiltración y conductividad, con relación a algunas características físico químicas.

Área hidrológica No. 1

Hasta 83 centímetros los suelos presentan una capacidad de reserva de agua de 66,80 mm; la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo es el resultado de la profundidad efectiva muy superficial del suelo, que presenta como restricción una capa compactada (43MPa con humedad natural del 74%) a una profundidad de 14 cm y abundantes piedras en un espesor de 35 cm; la densidad aparente presenta valores muy bajos (0,75) y la humedad aprovechable determinada en laboratorio es alta (34,58); a pesar de la compactación superficial y exceso de piedras dentro del suelo, la capacidad de reserva hídrica en estos suelos es alta y llega a valores de 360,70 mm.

Las texturas son medias y la estructura fuertemente desarrollada indica poco laboreo en estos suelos. El tamaño de agregados medios y finos permite la formación de poros intra pedales que ayudan a la evacuación de aguas freáticas; el suelo almacena altos volúmenes de agua; sin embargo, dados los impedimentos radiculares solo puede ser utilizado para algunos cultivos.

Área hidrológica No. 2

Hasta 37 centímetros los suelos presentan capacidad de reserva de agua de 13,82 mm; esta capacidad de almacenamiento de agua en el suelo es el resultado de la profundidad efectiva superficial del suelo, producto de la presencia de una capa endurecida de arcilla; la densidad aparente presenta valores bajos (0,60) y la humedad aprovechable determinada en laboratorio es mediana (13,84); a pesar de que presenta como limitante una capa arcillosa con resistencia 15 MPa a 45% de humedad de campo a una profundidad de 78 cm, la capacidad de reserva hídrica en estos suelos es alta y puede llegar a acumular una lámina de 107,77 mm.

Las texturas son predominantemente finas, la estructura es fuertemente desarrollada en las capas superficiales y en las capas subsuperficiales carece de estructura e indica la mode-

rada estabilidad estructural que tienen estos suelos, lo cual se corrobora con la consistencia en estado húmedo.

Área hidrológica No. 3

Hasta 40 centímetros los suelos presentan una capacidad de reserva de agua de 46,82 mm; la capacidad de almacenamiento de agua es el resultado de la profundidad efectiva moderada, que presenta como restricción una capa densa (15 MPa) a una profundidad de 58 cm. La densidad aparente presenta valores muy bajos (0,82) y la humedad aprovechable determinada en laboratorio es muy alta (34,58); a pesar de la compactación natural subsuperficial la capacidad de reserva hídrica en estos suelos es alta y puede llegar a valores de 275,51 mm.

La textura moderadamente fina y la estructura débilmente desarrollada indican el intenso laboreo en estos suelos. La preparación excesiva del suelo causa un efecto negativo en la infiltración del agua e influye notablemente en la pérdida de regulación de los caudales que dirigen sus aguas al río Bogotá.

Área hidrológica No. 4

Hasta 83 centímetros los suelos presentan una capacidad de reserva de agua de 103,74 mm; esta capacidad de almacenamiento de agua en el suelo es el resultado de la densidad aparente que presenta valores muy bajos (0,75) y de la humedad aprovechable determinada en laboratorio que es muy alta (34,58); tiene índices ligeros de compactación natural (13 MPa), aunque la capacidad de reserva hídrica es muy alta y puede alcanzar valores de 861 mm.

Las texturas son moderadamente gruesas y la estructura moderadamente desarrollada indica el poco laboreo realizado a estos suelos. La preparación excesiva del suelo puede causar un efecto negativo en la infiltración del agua e influye en la disminución de la percolación; a pesar del almacenaje de altos volúmenes de aguas se observa una pérdida de bases intercambiables y una acidez en progreso; esto indica un flujo continuo de aguas freáticas.

Área hidrológica No. 5

Hasta 68 centímetros los suelos presentan una capacidad de reserva de agua de 76,51 mm; esta capacidad de almacenamiento de agua en el suelo es el resultado de la densidad aparente que presenta valores muy bajos (0,52) y de la humedad aprovechable determinada en laboratorio, que se interpretó como muy alta (41,67); presenta como restricción una capa ligeramente compactada (23 MPa con humedad natural del 70%) a una profundidad de 55 cm; la capacidad de reserva hídrica en estos suelos es muy alta y puede llegar a valores de 405,48 mm.

Las texturas son predominantemente medias y la estructura fuertemente desarrollada indica la estabilidad de agregados a pesar que estos suelos han sido frecuentemente labrados. La preparación excesiva del suelo causa un efecto negativo en la infiltración del agua e influye en la formación de encharcamientos de corta duración.

Área hidrológica No. 6

Hasta 22 centímetros los suelos presentan una capacidad de reserva de agua de 30,48 mm; la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo es el resultado de la profundidad efectiva moderada; presenta capas ligeramente compactadas (21 MPa a 39% de humedad del suelo) de forma natural a 83 cm. de profundidad; la densidad aparente presenta valores muy bajos (1,03) y la humedad aprovechable determinada en laboratorio es media (13,45); a pesar de la compactación subsuperficial, la capacidad de reserva hídrica en estos suelos es muy alta y puede llegar a valores de 252,96 mm.

Las texturas finas y la estructura masiva indican el poco grado de desarrollo que tiene este suelo. El tamaño de agregados medios y gruesos permite la formación de poros inter pedales (entre agregados) que ayudan a la evacuación de aguas freáticas en las primeros 22 centímetros y propicia el movimiento lateral del agua; el suelo almacena altos volúmenes de agua.

Área hidrológica No. 7

Hasta 35 centímetros los suelos presentan una capacidad de reserva de agua de 21,25 mm; esta capacidad de almacenamiento de agua en el suelo es el resultado de la densidad aparente que presenta valores muy bajos (1,32) y de la humedad aprovechable determinada en laboratorio calificada como mediana (13,13); a pesar de que presentan como limitante una capa natural ligeramente compactada (18MPa), la capacidad de reserva hídrica de estos suelos cuya posición geomorfológica corresponde a la más baja dentro de la terraza fluvio-lacustre es muy alta.

Las texturas son predominantemente arcillosas en profundidad. Estos suelos no tienen desarrollo estructural (consistencia masiva) lo cual indica que son suelos superficiales; hacen parte de zonas depresionales que regulan parcialmente las aguas de escorrentía y forman reservorios superficiales poco profundos. Desde un punto de vista ambiental se trata de suelos hídricos importantes para la conservación de la biodiversidad.

Área hidrológica No. 8

Hasta 30 centímetros los suelos presentan una capacidad de reserva de agua de 39,93 mm; esta capacidad de almacenamiento de agua en el suelo es el resultado de la profundidad efectiva superficial del suelo, la densidad aparente que tiene valores muy bajos (0,49) y la humedad aprovechable, muy alta (60,62); a pesar de que presenta como limitante una capa arcillosa compactada, la capacidad de reserva hídrica en estos suelos es alta y llega a valores de 142,68 mm.

Las texturas predominantemente arcillosas, la estructura moderadamente desarrollada en las capas superficiales y la falta de estructura (masiva) en las capas subyacentes indican acumulación de aguas en estos relieves depresionales. La adecuación de estos suelos para fines diferentes a los ecológicos causa un efecto negativo en la regulación del agua que alimenta los humedales. Desde el punto de vista ambiental se consideran éstos sitios como importantes para fomentar la biodiversidad y desarrollo de suelos hídricos o reservorios de aguas naturales de poca profundidad.

Área hidrológica No. 9

Hasta 60 centímetros los suelos presentan una capacidad de reserva de agua de 56,95 mm; la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo es el resultado de la profundidad efectiva moderada, que tiene como restricción la presencia de nivel freático; la densidad aparente presenta valores muy bajos (0,60) y la humedad aprovechable determinada en laboratorio es muy alta (26,99); a pesar de la compactación natural que puede generar los altos contenidos de arcilla en estos suelos, la capacidad de almacenamiento es alta y puede llegar a valores de 341,69 mm.

Las texturas son moderadamente finas y la estructura fuertemente desarrollada indica el grado de conservación de estos suelos y se explica en la estabilidad estructural estable que tienen sus agregados; el suelo almacena altos volúmenes de agua y se considera importante en la regulación de humedales de poca profundidad.

Área hidrológica No. 10

Hasta 20 centímetros los suelos presentan una capacidad de reserva de agua de 29,89 mm; esta capacidad de almacenamiento de agua en el suelo es el resultado de la densidad aparente cuyos valores son bajos (1,08) y de la humedad aprovechable determinada en laboratorio que se interpretó como media (13,84); presenta como restricción una capa ligeramente compactada (20 MPa con humedad natural del 70%) a una profundidad de 20 cm; la capacidad de reserva hídrica en estos suelos es baja y llega a valores de 59,79 mm.

Las texturas son predominantemente finas con mineralogía caolinítica; la estructura moderadamente desarrollada indica moderada estabilidad de agregados y muestra que los suelos han sido labrados con frecuencia. La preparación excesiva del suelo causa un efecto negativo en la infiltración del agua e influye en la formación de charcos de corta duración.

Área hidrológica No. 11

Hasta 65 centímetros los suelos presentan una capacidad de reserva de agua de 21,95 mm; esta capacidad de almacenamiento de agua en el suelo es el resultado de la profundidad efectiva moderada del suelo; la densidad aparente presenta valores muy bajos (0,96) y la humedad aprovechable determinada en laboratorio es baja (9,77); no presenta capas compactadas naturales o antrópicas; la capacidad de reserva hídrica en estos suelos es alta y puede llegar a valores de 142,68 mm.

Predominan las texturas moderadamente finas; la estructura fuertemente desarrollada indica la estabilidad de agregados a pesar que estos suelos han sido frecuentemente labrados. La preparación excesiva del suelo causa un efecto negativo en la infiltración del agua e influye en la formación de encharcamientos de corta duración.

Área hidrológica No. 12

Hasta 80 centímetros los suelos presentan una capacidad de reserva de agua de 123,83 mm; esta capacidad de almacenamiento de agua en el suelo es el resultado de la densidad

aparente que presenta valores muy bajos (0,85) y de la humedad aprovechable determinada en laboratorio, lo cual se interpretó muy alta (33,75); presenta como restricción una capa ligeramente compactada (18 MPa con humedad natural del 74%) a una profundidad de 55 cm, con un espesor entre 15 y 25 cm; la capacidad de reserva hídrica en estos suelos es muy alta y puede alcanzar valores de 681,05 mm.

Las texturas moderadamente finas y la estructura fuertemente desarrollada indican la estabilidad de agregados, a pesar que estos suelos han sido frecuentemente labrados. La preparación excesiva del suelo causa un efecto negativo en la infiltración del agua e influye en la formación de encharcamientos de corta duración.

Área hidrológica No. 13

Hasta 55 centímetros los suelos presentan capacidad de reserva de agua de 55,57 mm; la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo es el resultado de la profundidad efectiva moderada del suelo, el cual no presenta capas compactadas de origen natural o antrópico a ninguna profundidad; la densidad aparente presenta valores bajos (0,63) y la humedad aprovechable determinada en laboratorio es muy alta (28,06); la capacidad de reserva hídrica en estos suelos es alta y puede llegar a valores de 305,62 mm, lo cual indica la inmensa capacidad de regulación de aguas freáticas que tiene esta unidad.

Las texturas moderadamente gruesas y la estructura débilmente desarrollada indican el bajo laboreo en estos suelos. La preparación excesiva del suelo causa un efecto negativo en la infiltración del agua e influye notablemente en la pérdida de regulación de los caudales que vierten sus aguas al río Bogotá; el suelo almacena altos volúmenes de agua debido al relieve plano y a las características ándicas que posee.

Área hidrológica No. 14

Hasta 70 centímetros los suelos presentan una capacidad de reserva de agua de 58,37 mm; la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo es el resultado de la densidad aparente de valores muy bajos (0,65) y de la humedad aprovechable determinada en laboratorio que se interpreta como muy alta (23,75); a pesar de la restricción por exceso de humedad en estos suelos, la capacidad de almacenamiento es alta y llega a valores de 204,29 mm.

La textura moderadamente fina y la estructura moderadamente desarrollada indican el grado de conservación de estos suelos y se explica en la buena estabilidad estructural que tiene; el suelo almacena altos volúmenes de agua lo cual se considera importante en la regulación de humedales de poca profundidad.

Área hidrológica No. 15

Hasta 65 centímetros los suelos presentan una capacidad de reserva de agua de 78,57 mm; la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo es el resultado de la densidad aparente, con valores muy bajos (0,60) y la humedad aprovechable determinada en laboratorio, la cual es muy alta (28,41); el suelo presenta restricción por una capa ligeramente compactada

(20 MPa con humedad natural del 68%) a una profundidad de 70 cm; la capacidad de reserva hídrica en estos suelos es muy alta y puede llegar a valores de 305, 62 mm. Lo anterior muestra la inmensa capacidad de regulación de aguas freáticas que tiene esta unidad.

La textura moderadamente gruesa y la estructura fuertemente desarrollada indican poco laboreo en estos suelos; presentan altos volúmenes de agua, debido al relieve plano y las características ándicas que posee.

Área hidrológica No. 16

Hasta 80 centímetros los suelos presentan una capacidad de reserva de agua de 49,10 mm; esta capacidad de almacenamiento de agua es resultado de la densidad aparente, que presenta valores muy bajos (0,89) y la humedad aprovechable determinada en laboratorio es alta (17,55); el suelo presenta capas ligeramente compactadas (14 MPa) entre los 5 y 22 cm. de profundidad; sin embargo, la capacidad de reserva hídrica es muy alta y puede llegar a valores de 392,42 mm; lo anterior demuestra la inmensa capacidad de regulación de aguas que tiene esta unidad.

Las texturas predominantemente medias y la estructura

moderadamente desarrollada indican la estabilidad de agregados aun cuando han sido laborados en un tiempo reciente.

Área hidrológica No. 17

Hasta 90 centímetros los suelos presentan una capacidad de reserva de agua de 139,09 mm; la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo es el resultado de la profundidad efectiva, que presenta como restricción una capa natural ligeramente compactada (20 MPa) a 35 cm de profundidad; la densidad aparente presenta valores muy bajos (0,61) y la humedad aprovechable determinada en laboratorio es muy alta (53,30); a pesar de la compactación natural identificada en estos suelos la capacidad de almacenamiento es muy alta y puede llegar a valores de 486,71 mm.

Las texturas moderadamente finas y la estructura fuertemente desarrollada indican el grado de conservación de estos suelos y ello se explica en la estabilidad estructural muy estable que poseen; el suelo almacena altos volúmenes de agua; esto se considera importante en la conformación de humedales de poca profundidad y en la regulación de los flujos freáticos que llegan al río Bogotá.

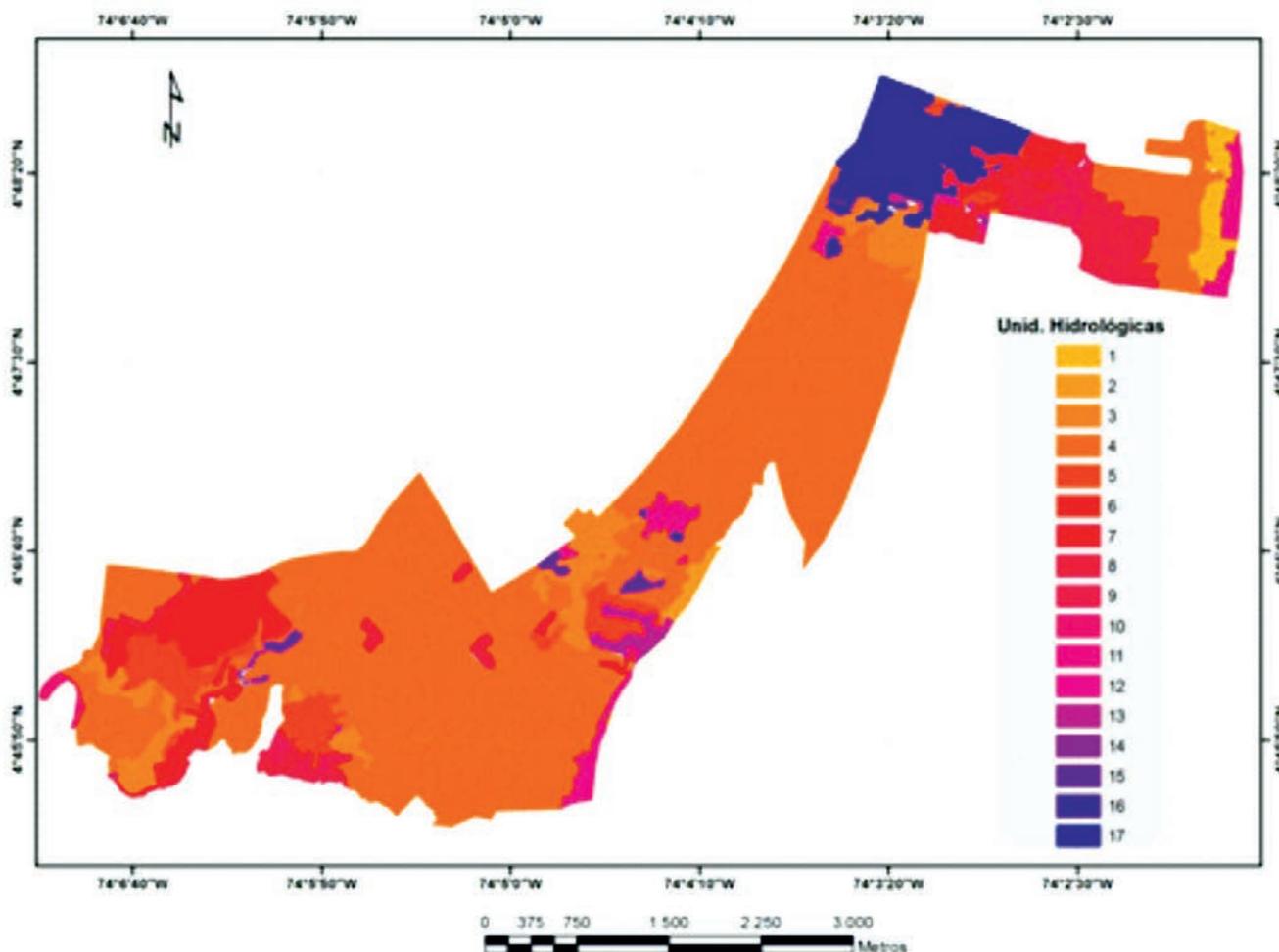


FIGURA 2. Distribución de las áreas hidrológicas.

CONCLUSIONES

La reserva borde norte de Bogotá tiene 847 hectáreas (53%) con suelos que tienen capacidad de reserva de aguas muy alta y que fácilmente puede superar la lámina de 300 milímetros; el 75,0% de estos suelos tienen muy alta humedad aprovechable, lo que permite definirla como la variable determinante a la hora de explicar el almacenamiento de agua en ellos; la presencia de capas naturales compactadas, a pesar

de ser una variable física restrictiva para los cultivos, no lo es para la vegetación de la región y no se le considera una variable influyente en la disminución de las reservas de agua en los suelos. Dominan en el área las texturas moderadamente finas y finas, que por su geometría del poro, permiten el almacenamiento y regulación de los flujos hipodérmicos laterales y en especial en la conformación de los suelos hídricos que rodean los humedales de Torca y Guaymaral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAGNOULS, F.; H. GAUSSEN: *Les climats biologiques et leur classification*, PP. 193-220, Annales de Geographie LXVI, No. 335. París, Francia, 1957.
2. BUOL, S., R. SOUTHARD, R. GRAHAM & P. MCDANIEL: *Soil Genesis and Classification*, PP. 111-118, Sixth edition, Wiley-Blackwell, Iowa State University Press, United States, 2011.
3. CHARMAN, P. & B. MURPHY: *Soils their Properties and Managements*, 461pp., Third edition. Universidad de Oxford, Australia, 2007.
4. FAO: *Guía para la descripción de suelos en campo*, 99pp., Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO), Roma, Italia, 2009.
5. GERRARD, A.: *Soils and landforms*, pp. 8-30, An Integration geomorphology and pedology, George Allen y Unwin, London, England, 1981.
6. IGAC-INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI: *Estudio detallado de suelos en 35 fincas adscritas a la compañía PROBAN en el Urabá antioqueño, escala 1:10.000*, Colombia, 2005.
7. IGAC-INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI: *Métodos analíticos del Laboratorio de Suelos*, 648pp., Sexta edición, Bogotá, IGAC. Colombia, 2006.
8. JARAMILLO, J., F. DANIEL: *Repelencia al agua en suelos. con énfasis en Andisoles de Antioquia*, 197pp., Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias, Escuela de Geociencias, Medellín, Colombia, 2004.
9. PEREYRA, X. y J. FERRER: *Relación morfogénesis-pedogénesis en la vertiente noroccidental de las sierras australes*, provincia de Buenos Aires, *Asociación geológica argentina*, 53(2): 187-196, 1998.
10. PINZÓN, A.: *Edafología*, pp. 162-165, Cargraphics S.A., Colombia, 2010.
11. PORTA, J., M. LÓPEZ y C. ROQUERO: *Edafología para la agricultura y el Medio Ambiente*, 929pp., Grupo Mundi prensa 3ra. edición ampliada y revisada, Madrid-España, 2003.
12. PORTA, J. y M. LÓPEZ: *Agenda de campo de suelos*, 541pp., Información de suelos para la agricultura y el medio ambiente, Ediciones Mundiprensa. Madrid, España, 2005.

Logos representativos
de las diferentes secciones
que usted encontrará en la
**Revista Ciencias Técnicas
Agropecuarias**

	Máquinas a Prueba	Mecanización Pecuaria	
	Explotación y Procesos Mecanizados	Tracción Animal	
	Agricultura de Precisión	Reparación y Tecnología Mecánica	
	Tractores y Máquinas Agrícolas	Electrificación y Construcciones Rurales	
	Utilización de la Energía en la Agricultura	Computación y Matemática Aplicada	
	Suelo y Agua	Docencia y Capacitación	
	Oleohidráulica	Agricultura Conservacionista	
	Postcosecha		

Suscríbase