

Variabilidad espacial para la adecuación de tierras con riego superficial en la granja “La Universidad”, distrito Juncal – Municipio de Palermo*

Diego Fernando Olaya Amaya**

Resumen

Se estudió la variabilidad espacial de las propiedades hidrofísicas en los suelos de la Granja experimental “La Universidad” ubicada en el Distrito el Juncal, municipio de Palermo (Huila), cuyas coordenadas son 2° 5' N - 75° 20' W y 450 msnm. El suelo corresponde a un Typic Ustifluent dedicado a la producción de cultivos del arroz, maíz y sorgo. Se aplicó un muestreo sistemático aleatorio exponencial según la metodología de Rieezebos en un área efectiva de 20 ha para un total de 45 puntos. La variabilidad espacial de las propiedades del suelo en el área experimental es alta, sugiriendo un manejo de agua específico por parcela. El área se dividió en dos partes según el canal de riego principal, hacia el norte la zona se dispuso para riego por melgas, y hacia el sur para riego por surcos. En el movimiento de tierras se empleó la relación (C/R) 1.2 y 20 a 25 cm para cortes y rellenos. Se obtuvo un total de 23 melgas equivalentes a 8.96 ha y tres sectores para riego por surcos equivalentes a 2.76 ha. El balance hídrico en la zona permanece en déficit la mayor parte del año, existiendo necesidad de implementar sistemas de riego adecuados para suplir los requerimientos hídricos de los cultivos.

Palabras claves: variabilidad espacial, balance hídrico, surcos.

Abstract

The space variability of the hydrophysics properties in soils of the experimental Farm studied “the University” located in the District the Juncal, municipality of Palermo (Huila), whose coordinates are 2° 5' N - 75° 20' W and 450 msnm. The soil corresponds to a Typic Ustifluent dedicated to the production of crop of the rice, maize and sorghum. I am applied an exponential random systematic sampling according to the methodology of Rieezebos in an effective area of 20 has for a total of 45 points. The space variability of the properties of the ground in the experimental area is high, suggesting a specific water handling by parcel. The area was divided in two parts according to the main irrigation channel, towards the north the zone was arranged to irrigation by melgas, and towards the south for irrigation by furrows. A total of 23 was obtained melgas equivalent to

* Gilberto Álvarez Linares. Director Proyecto de Grado. Esp. Ingeniería de Riegos. Profesor Asociado. Facultad de Ingeniería. Universidad Surcolombiana.

** Ingeniero Agrícola. Universidad Surcolombiana.



8,96 has and three sectors for irrigation by furrows equivalent to 2,76 have. The hydric balance in the zone remains in deficit the year most of, existing necessity to implement systems of irrigation adapted to replace the hydric requirements of the cultures.

Key words: space variability, hydric balance, furrows, melgas.

Introducción

La adecuación de tierras tiene como objetivo la optimización de los recursos suelo – agua, a fin de proporcionar a los cultivos un medio adecuado para su normal crecimiento, desarrollo y producción, siendo Colombia un país con suficientes recursos hídricos y con alta vocación agrícola, Para una adecuada y planificada utilización de las tierras, se requiere de la aplicación ordenada y racional de metodologías y técnicas como lo son el riego y el drenaje, el uso y manejo de los suelos entre otras disciplinas. Por constituir la Granja Experimental la Universidad un centro de investigación y extensión, se hace necesario promover procesos y prácticas de adecuación de tierras dirigidas a la ampliación de la frontera agrícola y a promover actividades de carácter académico, se estudió así, la variación espacial de las propiedades físicas de los suelos de la Granja La Universidad y se dimensionaron

unidades de riego por superficie, que se constituyen en áreas para el desarrollo de las actividades de docencia y que además, responden a las necesidades de adecuación para riego y drenaje. El estudio incluye la evaluación financiera para su posterior ejecución.

El propósito de la investigación fue la caracterización de la variabilidad espacial de las propiedades físicas e hidrodinámicas de los suelos y su aplicación a la adecuación de tierras para el diseño de riego por superficie en la Granja "La Universidad".

» Metodología

El área de investigación corresponde a la granja "La Universidad", situada a los 2 5' N y 75 20' W y 450 m.s.n.m. en el distrito de riego El Juncal, municipio de Palermo en el departamento del Huila y la metodología se desarrollo en tres fases (figura 1).

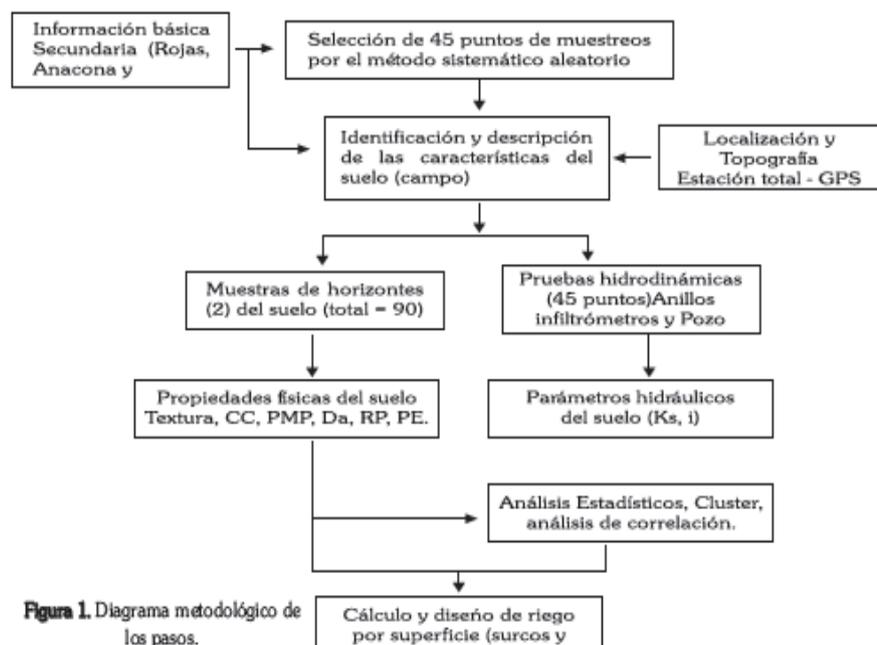


Figura 1. Diagrama metodológico de los pasos.

Fase inicial: Se recolectó la información de la Granja la Universidad. Se llevo a cabo el levantamiento topográfico del área incluyendo altimetría con curvas de nivel cada 10 cm. Se determinaron puntos de muestreo para el área seleccionada (20 ha) por el método sistemático aleatorio exponencial "Riezebos", incluyendo las series de suelos (7) descritas por Jaramillo (1983). Por ultimo se hizo replanteo de los puntos en campo para cubrir efectivamente toda el área experimental.

Fase media: recolección de la información de campo (barrenado de cada punto). Se determino la textura por el método organoléptico, color con tabla Munsell, profundidad y muestras de suelos por horizonte.

Los análisis físicos se hicieron en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Surcolombiana, para textura, densidad aparente y retención de humedad; la conductividad hidráulica saturada, infiltración y resistencia a la penetración "in situ" buscando cubrir las pruebas durante una misma temporada para garantizar homogeneidad en las condiciones de muestreo.

Fase final: la información de campo y laboratorio se organiza, tabula y procesa.

Se aplicó geoestadística para la realización de semivariogramas y la elaboración de los mapas de variabilidad espacial. Se establecieron relaciones entre las variables mediante la aplicación de los análisis estadísticos cluster y correlación de Pearson, se planteo el balance hídrico climático en la zona y seguidamente el balance hídrico agrícola para cada cultivo proyectado en el área. Se estimó los movimientos de tierras (mínimos cuadrados), y finalmente se hicieron los cálculos para diseño de riego.

» RESULTADOS

La texturas del primer horizonte presentan predominio de la fracción arena cuyos porcentajes fluctúan entre 81.7 a 73.9, con profundidad efectiva superficial a muy superficial ($P = 25.9$ cm), tienden a almacenar escasa cantidad de agua por ser compactos y con bajos contenidos de materia orgánica,

presentan además escasa cantidad de raicillas. Se observa gran cantidad de gravas y gravillas.

El análisis geoestadístico de los porcentajes de arena y arcilla de los dos primeros horizontes superficiales muestran dominancia de la fracción arena con acumulación iluvial de arcillas en el segundo horizonte del suelo, presentando mayor variabilidad en los contenidos de arena de las distintas series (figura 2).

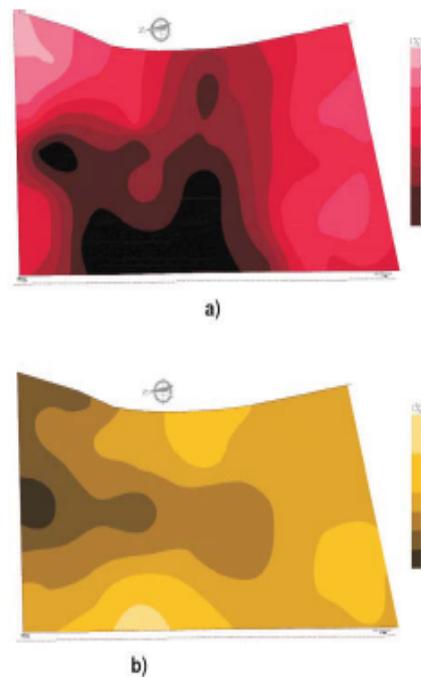


Figura 2. Variabilidad espacial a) arena, b) arcilla.

El horizonte superficial tiende a ser más compactado que el siguiente, ya que esta mas expuesto a la sobre-mecanización y la prácticas agrícolas. Esta propiedad en el área presenta valores de sill y nuggets muy bajos, demostrando alta uniformidad y alcancé de 71 que se aproxima a la mayor distancia del muestreo, la mayor densidad aparente se presenta en las partes altas del terreno.

Se determinó que para la resistencia a la penetración no existe correlación significativa entre las series. El alcance del semivariograma indica que para que exista una alta variabilidad



debe haber una distancia mayor de 194.5 m entre sitios de muestreo; los sitios donde se presento mayor resistencia fue en las partes mas altas del área, demostrando una perdida de la estructura del suelo por diferentes causas.

Para la profundidad efectiva el semivariograma presenta valores de sill y nuggets menores del 0.01, demostrando una variación espacial de esta propiedad en el área no significativa, con un alcance de 92.0 m, que se ajusta a las distancias de la toma de muestras que se realizo en campo. Los suelos más profundos del área experimental se encuentran ubicados por el eje

central, evidenciando grandes problemas que se han venido presentando de erosión hídrica.

Para los semivariogramas de C.C. y P.M.P. para los dos horizontes se halló que el valor de la varianza fue alto y provoco una alta variabilidad de los parámetros en el área de estudio, no obstante los alcances de las curvas se describen como medianamente aceptables, ya que encaja en las diferentes distancias de muestreo utilizadas. Según la variabilidad espacial de las propiedades de retención, se observo que se guarda una serie de semejanzas en cuanto su comportamiento a lo largo del área (Figura 3).

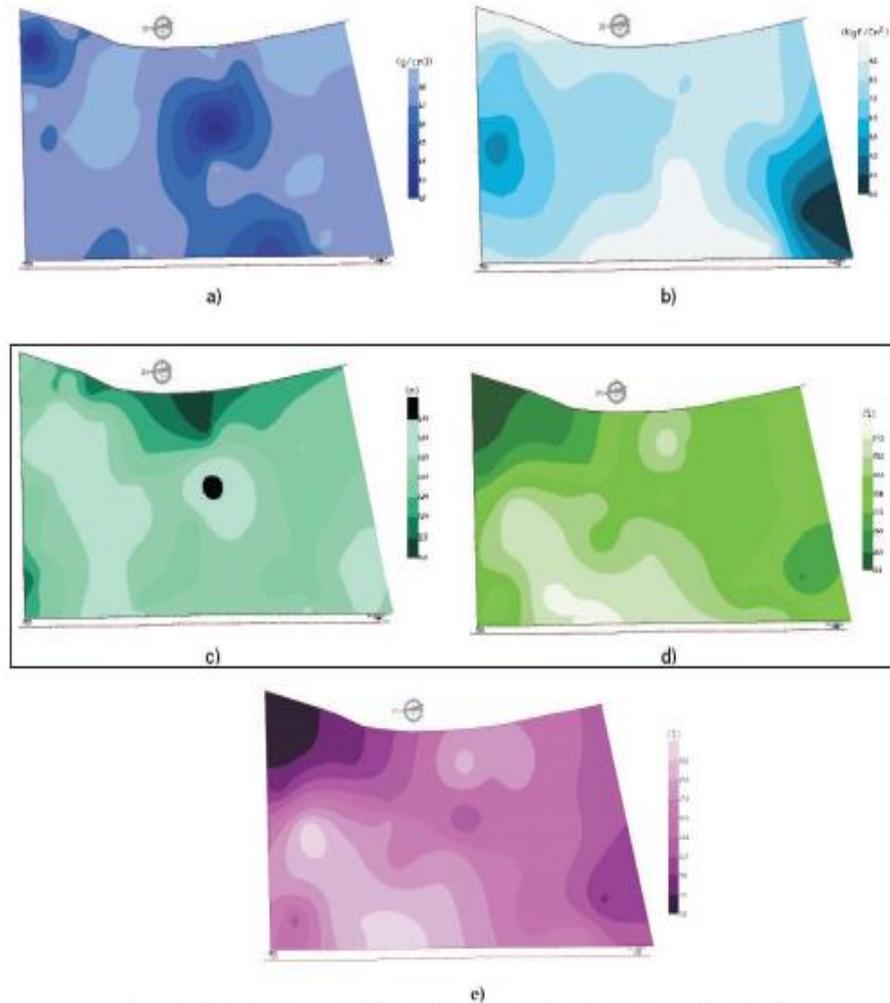


Figura 3. Variabilidad espacial a) densidad aparente, b) resistencia a la penetración, c) Profundidad efectiva, d) CC, e) PMP.

El semivariograma de la conductividad hidráulica demuestra que los parámetros de sill y nuggets tiene valores bajos, es decir, no poseen una diferencia significativa entre los puntos de cada muestra, además que el alcance fue alto (910.9 m) demostrando que todas las muestras de suelos son representativas entre ellas.

En el área de estudio el suelo posee una infiltración promedio de 5.11 cm/hr, con valores

que varían de 0.05 y 32.4, calificados muy lento a muy rápido, la serie piedras altas presento la infiltración básica mayor con 8 cm/hr, al contrario de la serie bosque con 0.665 cm/hr, debido a que presenta un sill de 16, un nuggets de 8 y un alcance de 410, se determino que la cantidad de puntos muestreados son suficientes para evaluar este parámetro, (figura 4).

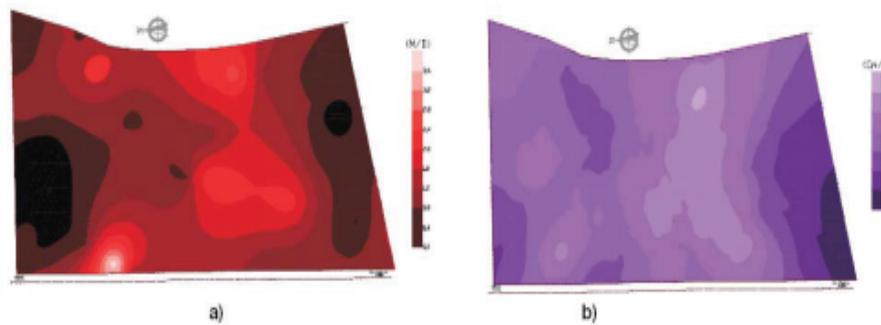


Figura 4. Variabilidad espacial a) Conductividad hidráulica b) Infiltración básica.

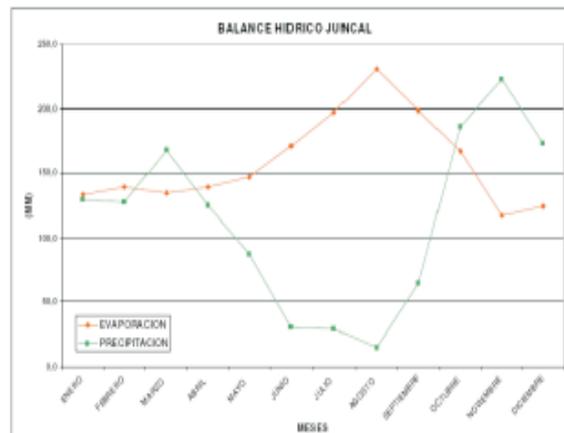


Figura 5. Balance hídrico para el Juncal.

La zona del el Juncal, presenta dos periodos en donde la cantidad de la recipitación sobrepasa la evaporación, que son en el primer semestre del año en el mes de marzo y el segundo semestre en los meses de octubre, noviembre y diciembre.

Determinado así, que las temporadas donde los cultivos necesitan más agua, debe coincidir con

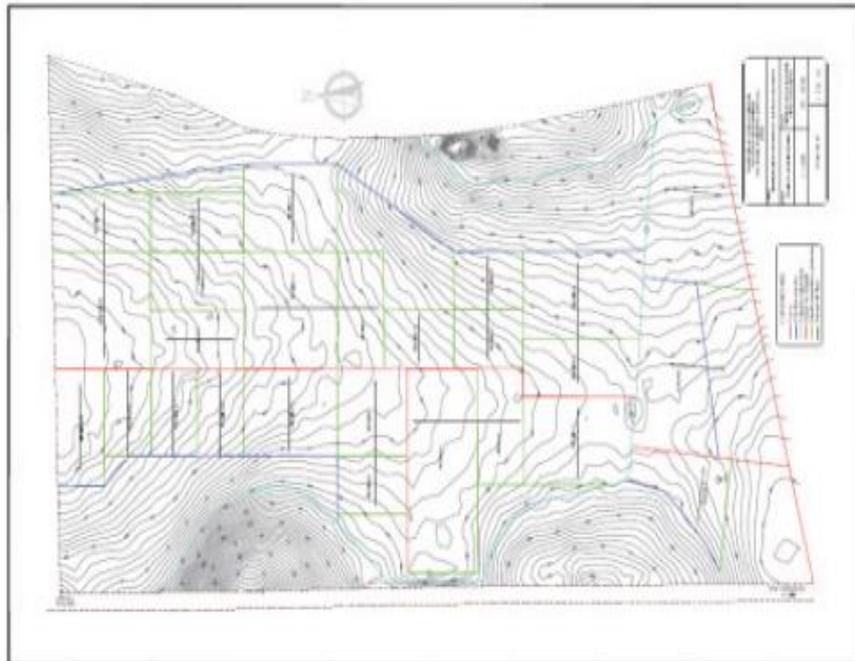
los meses de mayor precipitación, No obstante esta precipitación no es suficiente para suplir la demanda de agua de los cultivos, haciéndose necesario la utilización de riego todo el año (figura 5).

En el área se obtuvo una zona con un área aproximada de 9 ha. para adecuar con melgas y una zona para adecuar con surcos

aproximada de 2.5 ha, el método utilizado es el de los mínimos cuadrados. Las características principales de las melgas es que presentan pendientes transversales iguales a 0 y pendientes longitudinales iguales a 0.1%. Las limitaciones para el uso total del área de estudio se debe a que algunas zonas el agua no llega por gravedad, y además presenta pendientes

demasiado altas que impiden el movimiento de tierras adecuado.

La zona que se pretende adecuar con surcos se dividió en tres subzonas o parcelas para hacer más fácil y cómodo la nivelación, se hizo de acuerdo a las características del relieve, es decir se uniformizaron las pendientes normales del terreno (cuadro 2, mapa 1).



Mapa 1. Dimensionamiento y diseño de surcos y melgas.

Cuadro 2. Movimiento de tierras para las melgas y surcos.

PISCINA ÁREA (m ²)	V. CORTE	(m ³)	V. RELLENO (m ³)	RELACIÓN C-R	COTACENTROIDE
1	6000	316	252	1.25	399.73
2	4000	258	202	1.28	399.741
3	6000	468	364	1.29	400.15
4	3200	120	96	1.25	399.41
5	8400	618	472	1.31	399.24
6	2400	116	92	1.26	399.28
7	3600	132.8	103.6	1.28	398.89
8	2400	156	120	1.3	399.52
9	2400	169.6	130.4	1.3	399.97
10	2400	164	124	1.32	399.11
11	3200	212	168	1.26	398.9
12	4800	286	226	1.27	398.86
13	6400	388	316	1.23	398.51
14	4800	394	314	1.25	398.68
15	3200	212	180	1.18	398.44
16	3200	216	176	1.23	398.03
17	3200	240	200	1.2	398.05
18	6400	392	328	1.2	397.52
19	3200	216	180	1.2	397.85
20	2400	158	130	1.22	398.24
21	2400	175.2	142.4	1.23	397.92
22	2400	108	88	1.23	397.54
23	3200	154	122	1.26	397.35
SUMATORIA	89600	5669.6	4526.4		
SURCO					
1	10000	121.2	86.29	1.4	400.89
2	12000	311.93	255.87	1.22	400.02
3	5600	279	227.4	1.23	399.66
SUMATORIA	27600	712.13	569.55		

De acuerdo a lo mapas de variabilidad espacial las características o parámetros utilizados en el calculo de requerimientos hídricos son diferentes para la zona, determinando un parámetro promedio para cada parcela.

Los requerimientos de agua, son diferentes dependiendo del cultivo que se desee establecer, debido a que son suelos muy arenosos tiene la

tendencia a no retener el agua con facilidad y al ser una zona donde la evaporación es mayor que la precipitación la mayoría del año, aumenta los tiempos y disminuye las frecuencias de riego. Al igual, también influye el área efectiva de cada sistema, las melgas por ser áreas demasiado grandes utilizan tiempo largos con cortas frecuencias de riego, mientras que para los surcos se utilizan tiempos de riego



más cortos y frecuencias mas amplias ya que tiene áreas efectivas menores.

Para el canal de abastecimiento se tomo el modulo de riego que proporciona el Juncal a los usuarios del distrito, que es de 3 Lt/sg-ha, con un área total a regar de 11 ha 8800 m² (aptas para adecuación), obteniendo un canal con las siguientes características.

Caudal a conducir	(Q) 35 LPS
Solera	(b) 0.40 m
Talud	(Z) 1
Coef. Manning	(n) 0.04
Pendiente	(S) 0.1 %
Tirante	(Y) 0.25 m
Área húmeda	(Ah) 0.162 m ²
Espejo agua	(T) 0.89 m
Perímetro húmedo	(Ph) 1.11 m
Radio hidráulico	(Rh) 0.1466 m
Vel. Flujo	(V) 0.2198
Borde libre (bl) 0.20 m

» CONCLUSIONES

- Los parámetros conductividad hidráulica e infiltración básica, presentan menor relación que los otros parámetros (78 y 81% respectivamente), debido a que dependen de factores externos, como humedad al momento del muestreo, grado de compactación, textura; entre otros. Mientras que CC y PMP, presentan alta relación (100%) mostrando que este parámetro es difícilmente alterables por factores externos.
- Profundidad efectiva e infiltración, son los parámetros que se ajustaron al modelo exponencial, debido a que presentan un crecimiento acelerado de su varianza contra el alcance permisible, pero presenta mayores alcances que el modelo esférico.
- Los parámetros CC, PMP, Da y % arena presentaron distancias de dependencia espacial entre 54.2 y 71.4 m, indicando que

son parcialmente ajustables a las distancias de muestreo. Mientras que para los parámetros de % arcilla, Ks, ib, profundidad efectiva y resistencia a la penetración, presentaron distancias de dependencia espacial mayores a la distancia de la toma de muestras experimental (80 m), demostrando que estas propiedades no son significativamente variables entre los puntos muestrales.

- EL área útil para adecuar es de 8.96 ha para melgas y 2.76 ha para surcos contra 20 ha evaluadas, debido a que en el área se presentan zonas donde el agua no llega por gravedad; realizando melgas con lados mínimos de 20 m para facilitar las labores de mecanización y movimiento de tierras.
- Las frecuencias y los tiempos de riego de las unidades son altos, indicando una baja retención de humedad del suelo debido a la alta densidad aparente y al gran contenido de partículas de arenas que provocan una ineficiencia en el manejo de las labores.
- La forma de la melga, la nivelación y el movimiento de tierra esta condicionado a la pendiente del terreno y a la profundidad efectiva del perfil, demostrando que no es posible construir melgas de gran tamaño ya que el movimiento de tierras y las profundidades de corte serian altas.
- El balance hídrico en la zona del Juncal donde se localiza la granja "La Universidad"; para los cultivos de arroz, maíz y sorgo evidenció una falta de agua a lo largo de todo el año, haciéndose necesario la implementación de riego para suplir estas necesidades.
- El estudio de variabilidad espacial de los suelos para la granja experimental "La Universidad" fue de vital importancia, ya que permitió hacer un manejo de agua y suelos más preciso en el área de estudio, para obtener grandes beneficios en los sistemas productivos a implementar.

»» BIBLIOGRAFÍA

1. AMEZQUITA C., Edgar y otros. Fundamentos para la interpretación de Análisis de suelos, plantas y aguas para Riego. 2ª edición. Santa fe de Bogota D.C. Sociedad Colombiana de la ciencia del Suelo. Suelos Ecuatoriales. 2002. Pág. 326.
2. CAICEDO Antonio María y otros, Manejo Tecnológico de los cultivos de Sorgo y Maíz, CORPOICA C.I. NATAIMA, Espinal – Colombia, 1998, 47 Págs.
3. CIAT, El riego en el cultivo del arroz, Manual de capacitación, 1993.
4. GRASSI Carlos Julio, Diseño y operación del riego por superficie, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, Serie: Riego y Drenaje, Mérida – Venezuela, 1985, 532 Págs.
5. GUROVICH Luis A., Riego Superficial Tecnificado, 4 Edición, Santiago de Chile, Universidad Católica de Chile Ediciones, 2001, 538 Pág.
6. JARAMILLO JARAMILLO, Daniel Francisco, Introducción a las Ciencias del Suelo, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín – Colombia, 2002, 619 Pág.
7. JARAMILLO JARAMILLO, Daniel Francisco, Estudio detallado del lote "La Universidad", Universidad Surcolombiana, Facultad de Ingeniería, Neiva – Colombia, 1983, 35 Pág.
8. MARTÍNEZ VARGAS, Yilber y otros, Estudio tecnológico con fines de irrigación zona agrícola vereda al Almorzadero municipio de Teruel departamento de Huila, Tesis de Ingeniería Agrícola, Universidad Surcolombiana, Neiva – Colombia, 2003.
9. ROJAS Y., ANACONA P. Y. 1996. Clasificación taxonómica de suelos de la Granja "La Universidad" con fines de riego y drenaje. Trabajo de grado Programa de Ingeniería agrícola. Universidad Surcolombiana. Neiva.