

**VARIABILIDAD ESPACIAL PARA LA ADECUACIÓN DE TIERRAS
CON RIEGO SUPERFICIAL EN LA GRANJA “LA UNIVERSIDAD”,
DISTRITO JUNCAL – MUNICIPIO DE PALERMO.**

DIEGO FERNANDO OLAYA AMAYA

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA
2007**

**VARIABILIDAD ESPACIAL PARA LA ADECUACIÓN DE TIERRAS
CON RIEGO SUPERFICIAL EN LA GRANJA “LA UNIVERSIDAD”,
DISTRITO JUNCAL – MUNICIPIO DE PALERMO.**

**Trabajo presentado como requisito de grado para optar el título de
INGENIERO AGRÍCOLA**

DIEGO FERNANDO OLAYA AMAYA

**Director
GILBERTO ÁLVAREZ LINARES
Esp. en Irrigación**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA AGRÍCOLA
NEIVA
2007**

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Director del proyecto

Neiva, Mayo de 2007.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Gildardo y Consuelos que me enseñaron valiosos aportes para mi vida personal, además hicieron posible que llegara hasta este escalón y me apoyaron y animaron a salir adelante.

A mis hermanos Héctor y Jennifer que me han acompañado en todo mi proceso de formación personal y con los que siempre he contado para todas las cosas en las buenas y las malas.

A Diana quien me ha soportado todo este tiempo y me ha alentado para continuar en una vida llena de frutos.

A mis compañeros de estudio y parranda que fueron y son un apoyo en todo este proceso: Hernán, Esteban, Pete, John, Tuto, Marcela, Pilar, Maria, Felipe, Roosevelt, Johan, Pedro, Lorena, Diana, Paola.

Y al profesor Gilberto por su valiosa enseñanza, amistad y acompañamiento en este trabajo.

DIEGO

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

GILBERTO ÁLVAREZ LINÁRES, Topógrafo, Especialista en Irrigación, Administrador de Empresas, Profesor de la Universidad Surcolombiana y Director del proyecto, por su valiosa **paciencia** y orientación, sus consejos y acompañamiento.

HERNAN DARIO RODRÍGUEZ, Estudiante de Ingeniería Agrícola, Universidad Surcolombiana por sus aportes al desarrollo del trabajo investigativo.

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO, Ingeniero Agrícola, M.Sc., Doctor. Profesor de la Universidad Surcolombiana.

FABIO SALINAS TEJADA, Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Profesor de la Universidad Surcolombiana.

RODRIGO PACHON BEJARANO, Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Profesor de la Universidad Surcolombiana.

GLADIS QUINO, Secretaria del Programa de Ingeniería Agrícola, por su inmensa colaboración.

GRUPO DE INVESTIGACIÓN GHIDA – HIDROINGENIERIA Y DESARROLLO AGROPECUARIO de la Universidad Surcolombiana por la acogida y el apoyo para hacer realidad esta investigación.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	14
ABSTRAC	15
1. INTRODUCCIÓN	16
2. REVISIÓN LITERARIA	18
2.1. GENERALIDADES	18
2.2. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA GRANJA	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. LOCALIZACIÓN	21
3.2. METODOLOGÍA	21
3.2.1. Fase inicial	21
3.2.2. Fase media	24
3.2.3. Fase final	24
3.3. BALANCE HÍDRICO	25
3.4. ADECUACIÓN DE TIERRAS	28
3.4.1. Movimiento de tierras	28
3.4.2. Diseño de riego	28
3.4.2.1. Melgas rectas	29
3.4.2.2. Surcos	29
3.4.3. Canal de abastecimiento	30
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	31
4.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS DE LA GRANJA LA UNIVERSIDAD	31
4.2. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS	36
4.2.1. Textura	37
4.2.2. Densidad aparente	40
4.2.3. Resistencia a la penetración	41

4.2.4.	Profundidad efectiva	42
4.2.5.	Retención de humedad	44
4.3.	PROPIEDADES HIDRODINÁMICAS DE LOS SUELOS	48
4.3.1.	Conductividad hidráulica	48
4.3.2.	Infiltración	49
4.4.	BALANCE HÍDRICO	50
4.5.	DISEÑO DE RIEGO	53
4.5.1.	Nivelación de tierras	53
4.5.2.	Características de cada melga y parcela de surcos	56
4.5.3.	Requerimientos hídricos para el cultivo	56
4.5.4.	Canal de abastecimiento	57
4.6.	PRESUPUESTO	58
5.	CONCLUSIONES	60
6.	RECOMENDACIONES	62
	BIBLIOGRAFÍA	63
	ANEXOS	64

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización de la granja “La Universidad”	22
Figura 2. Distribución de áreas en la granja “La Universidad”	23
Figura 3. Distribución de la precipitación mensual	24
Figura 4. Diagrama metodológico de la investigación	26
Figura 5. Puntos de muestreo en el área experimental	27
Figura 6. Series de suelos en la Granja “La Universidad”	34
Figura 7. Dendograma del Cluster para los suelos estudiados	35
Figura 8. Variabilidad Espacial de Arena y Arcilla en los dos primeros horizontes del suelo. a) arena 1er horizonte, b) arcilla 1er horizonte, c) arena 2º horizonte, d) arcilla 2º horizonte.	39
Figura 9. Variabilidad Espacial de la densidad aparente del suelo a) 1er horizonte, b) 2º Horizonte	41
Figura 10. Variabilidad espacial de la Resistencia a la penetración	42
Figura 11. Variabilidad espacial de la profundidad efectiva	44
Figura 12. Variabilidad espacial de la humedad a CC y PMP a) CC (Hz1) b) CC (Hz2) c) PMP (Hz1) d) PMP (Hz2)	47
Figura 13. Variabilidad espacial de la conductividad hidráulica	49
Figura 14. Variabilidad espacial de la infiltración básica	50
Figura 15. Balance hídrico general para la zona del Juncal	50
Figura 16. Balance hídrico a) Arroz, b) Maíz, c) Sorgo	52
Figura 17. Diseño del canal de abastecimiento	58

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Ecuaciones y variables para el movimiento de tierras	28
Cuadro 2. Ecuaciones y variables para el cálculo y diseño de las melgas rectas	29
Cuadro 3. Ecuaciones y variables para el diseño del canal	30
Cuadro 4. Localización de puntos de muestreo y series de suelos en Granja “la Universidad”	31
Cuadro 5. Clasificación agrológica de los suelos de la Granja La Universidad.	32
Cuadro 6. Correlación Pearson entre propiedades hidrofísicas de las series de suelos en la granja La Universidad	36
Cuadro 7. Algunas características físicas de los suelos	37
Cuadro 8. Correlación de arenas y arcillas con coeficientes de humedad	38
Cuadro 9. Parámetros geoestadísticos para arena y arcilla en los dos primeros horizontes del suelo	38
Cuadro 10. Parámetros estadísticos de la densidad aparente del suelo	40
Cuadro 11. Parámetros estadísticos de resistencia a la penetración para los suelos	42
Cuadro 12. Parámetros estadísticos de la profundidad efectiva para los suelos	43
Cuadro 13. Parámetros estadísticos de la C.C. para los suelos (Hz1)	45
Cuadro 14. Parámetros estadísticos del P.M.P. para los suelos (Hz1)	45
Cuadro 15. Correlación entre los parámetros de retención de humedad	46
Cuadro 16. Parámetros estadísticos de la conductividad hidráulica para los suelos	48

Cuadro 17. Parámetros estadísticos de la infiltración básica para los suelos cada serie	49
Cuadro 18. Movimiento de tierras y área de cada melga	55
Cuadro 19. Movimiento de tierras y área de cada parcela de surcos	55
Cuadro 20. Parámetros utilizados para el cálculo del requerimiento hídrico para la melga 1	56
Cuadro 21. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 1	57
Cuadro 22. Presupuesto general del proyecto	58

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Descripción de los suelos de las series Piedras bajas (PDb) y Caño (CÑ)	64
Anexo 2. Semivariograma de la proporción de arenas en el primer horizonte	66
Anexo 3. Semivariograma de la proporción de arcillas en el primer horizonte	66
Anexo 4. Semivariograma de la proporción de arenas en el segundo horizonte	67
Anexo 5. Semivariograma de la proporción de arcillas en el segundo horizonte	67
Anexo 6. Semivariograma de Densidad aparente (horizonte 1)	68
Anexo 7. Semivariograma de Densidad aparente (horizonte 2)	68
Anexo 8. Semivariograma resistencia a la penetración superficial (grado de compactación en los primeros 10 cm)	69
Anexo 9. Semivariograma para la profundidad efectiva	69
Anexo 10. Semivariograma de capacidad de campo (Hz 1)	70
Anexo 11. Semivariograma de capacidad de campo (Hz 2)	70
Anexo 12. Semivariograma de punto de marchites permanente (Hz 1)	71
Anexo 13. Semivariograma de punto de marchites permanente (Hz 2)	71
Anexo 14. Semivariograma de conductividad hidráulica	72
Anexo 15. Semivariograma de la infiltración básica	72
Anexo 16. Infiltración acumulada e instantánea para las diferentes series	73
Anexo 17. Curva de infiltración acumulada e instantánea 17A) Piedras bajas, 17B) Caño, 17C) Universidad, 17D) Piedras altas, 17E) Bosque, 17F) Terrazas, 17G) Aguas.	73

Anexo 18. Datos climatológicos estación el Juncal.	74
Anexo 19. Épocas de siembre y duración de cosecha para diferentes cultivos.	75
Anexo 20 Evapotranspiración para el Arroz (método BLANEY CRIDDLE).	76
Anexo 21. Evapotranspiración para el Maíz (método BLANEY CRIDDLE).	77
Anexo 22. Evapotranspiración para el Sorgo (método BLANEY CRIDDLE).	78
Anexo 23. Precipitación efectiva (método SERVICIO DE CONSERVACIÓN DE SUELOS DE LOS ESTADOS UNIDOS).	79
Anexo 24. Parámetros utilizados para el cálculo de requerimientos hídricos para cada melga.	80
Anexo 25. Parámetros utilizados para el cálculo de requerimientos hídricos para cada parcela de surcos.	82
Anexo 26. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 2	83
Anexo 27. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 3	84
Anexo 28. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 4	85
Anexo 29. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 5	86
Anexo 30. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 6	87
Anexo 31. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 7	88
Anexo 32. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 8	89
Anexo 33. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 9	90
Anexo 34. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 10	91
Anexo 35. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 11	92
Anexo 36. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 12	93
Anexo 37. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 13	94
Anexo 38. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 14	95

Anexo 39. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 15	96
Anexo 40. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 16	97
Anexo 41. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 17	98
Anexo 42. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 18	99
Anexo 43. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 19	100
Anexo 44. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 20	101
Anexo 45. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 21	102
Anexo 46. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 22	103
Anexo 47. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 23	104
Anexo 48. Requerimientos hídricos para el maíz en la parcela de surcos 1	105
Anexo 49. Requerimientos hídricos para el maíz en la parcela de surcos 2	106
Anexo 50. Requerimientos hídricos para el maíz en la parcela de surcos 3	107
Anexo 51. Requerimientos hídricos para el sorgo en la parcela de surcos 1	108
Anexo 52. Requerimientos hídricos para el sorgo en la parcela de surcos 2	109
Anexo 53. Requerimientos hídricos para el sorgo en la parcela de surcos 3	110

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. El análisis geoestadístico consistió en tres etapas: 1) análisis exploratorio de los datos utilizando software GS+ versión 5.3b, 2) análisis estructural o semivariografía, y 3) interpolación por el método Kriging puntual con el software Surfer 7.0. 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; el dimensionamiento resultó en pequeñas melgas por las limitaciones topográficas (2400 m²), requiriendo la conformación de tierras. 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.

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 geostatistic analysis consisted of three stages: 1) exploratory analysis of the data using software GS+ version 5.3b, 2) structural analyses or semivariographic, and 3) interpolation by precise the Kriging method with software Surfer 7.0. 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. In the earthwork use the relation (C/R) 1,2 and 20 to 25 cm for cuts and fillings; the sizing small melgas by the topographic limitations (2400 m²), requiring the earth conformation. A total of 23 was obtained melgas equivalent to 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.

1. 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. En la actualidad, la presión poblacional sobre la tierra es mayor y la producción de alimentos, siendo esta situación un reto para la agricultura; por tanto, existe la necesidad urgente de dar soluciones al problema del abastecimiento y control del agua, buscando alternativas prácticas y económicas.

En América Latina, los problemas de la situación actual de los suelos agrícolas, cobran cada día mayor importancia por el efecto directo sobre la producción de alimentos; además, por el impacto ambiental y social que ocasionan. Uno de los problemas más difíciles en este sentido, es la falta de generación de tecnologías adaptadas a sus condiciones sociales y económicas. 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, como la debida utilización de suelos.

El Grupo de investigación GHIDA conocedor de la situación actual de la Granja la Universidad y en el interés de responder a las expectativas de adecuación, formula la propuesta de adecuación de tierras para el riego por superficie mediante las técnicas de variabilidad espacial. La Vicerrectoría de Investigaciones acoge favorablemente esta por responder a los planes institucionales y asigna la suma de doce millones de pesos para su estudio.

En el proceso de reconocimiento de la Granja se observa un sector subutilizado por limitantes de adecuación y déficit hídrico, y a su vez se observa otra zona con excesos de agua. Esta situación amerita los estudios para la implementación de los correctivos y los problemas de adecuación.

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”.

2. REVISIÓN LITERARIA

2.1 GENERALIDADES

Desde comienzos de la década del 90, se inicio el desarrollo tecnologías y principios para aplicar la variabilidad espacial y temporal a los aspectos de la producción agrícola, con fines de mejorar los rendimientos y preservar la calidad ambiental.

La variabilidad espacial debe conocerse y ser de suficiente magnitud para que un manejo diferenciado por sitios resulte en un beneficio frente al manejo uniforme. El rendimiento de los cultivos varía espacialmente y determinar cuando y donde las variaciones en las propiedades del suelo causan variaciones en el rendimiento es el desafío que enfrenta la agricultura de precisión.

Las variaciones espaciales pueden estudiarse a través de técnicas geoestadísticas que permiten elaborar mapas y delimitar áreas de manejo diferencial. Se ha estudiado la variabilidad de propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo que afectan la productividad de los cultivos, reportándose asociaciones entre éstas y el rendimiento, aunque dichas asociaciones dependen del rango de variación del parámetro y del rango en que éste afecta al rendimiento (tomado. <http://www.agriculturadeprecision.org/mansit/VariabilidadEspacial.htm>).

Melchiori 1998, en suelos de baja fertilidad natural en Argentina y con limitantes permanentes por el uso agrícola intensivo, determinó variaciones espaciales de algunas propiedades del suelo y su relación con las variaciones en el rendimiento del cultivo de trigo, obteniendo diferencias importantes en las propiedades edáficas analizadas y en el rendimiento. Los semivariogramas se ajustaron a distancia máxima de 145 m e intervalo de 9 m (mínima distancia entre muestras). Los rangos de dependencia espacial variaron de 31 a 138 m, lo que mostró la heterogeneidad en la distribución espacial de las variables analizadas. Los modelos se ajustaron al tipo esférico y la proporción de varianza atribuida a la variación espacial fue muy amplio. Los contenidos de K, Ca y Mg en el suelo, explicaron en un 74% la variación de rendimiento, y la relación entre los cationes presentó un patrón de distribución espacial muy similar al del rendimiento del cultivo.

Paz Gonzáles 1999, estudió la infiltración de agua en un suelo de rotación barbecho - avena y su variabilidad espacial en una ladera de España, utilizando medidas sobre el trazo de una grilla regular. Parámetros como contenido hídrico y macroporosidad, ejercían una influencia en la magnitud de la variabilidad de la conductividad hidráulica no saturada, mostrando que los datos de infiltración presentaban autocorrelación espacial. Comparo tres métodos de interpolación de datos puntuales: distancia inversa, krigeado y simulación condicionada gaussiana,

comprobando que el método de distancia inversa era el más sencillo (tomado de www.unavarra.es/directo/congresos/apoyo/jzns/12.pdf).

El Programa de Arroz del INIA en Uruguay, viene caracterizando la variabilidad espacial en el rendimiento de arroz de las diferentes áreas dedicadas a ganadería. La información fue transferida a un Sistema de Información Geográfico ArcView 3.3, utilizando interpolación espacial (Inverse Distance Weight), que genera valores para localidades no medidas con base en datos observados y a la distancia de cada localidad. Se generaron mapas de variabilidad espacial y se observó que existió un rango de variabilidad del rendimiento del arroz de 2000 Kg/ha. Los análisis indicaron que el factor principal asociado a la variabilidad espacial de rendimiento, fue la variación de los tipos de suelos existentes (tomado de <http://www.flar.org/pdf/foro-pdf-marzo-05/agricultura-precision.pdf>).

Obando et al. 2001, en evaluación de la variabilidad de propiedades químicas y físicas en un Typic Udivitrands arenoso de la Cordillera Central a 2280 msnm y dedicado a pastos, frutales y hortalizas, con muestreo en red a 30 m y con análisis geoestadístico en tres etapas (análisis exploratorio con software Statgraphics Plus v 2.0 y SPSS 9.0, análisis estructural o semivariografía e interpolación Kriging puntual GS+ versión 5.3b), determinó que los modelos esférico y exponencial presentaron el mejor ajuste excepto para el DPM, que se ajustó a un modelo lineal. El alcance para las variables se encuentra dentro de la distancia máxima (350 m), excepto para el fósforo que presentó un alcance de 479,4 m. El alcance fluctuó entre 33,9 m para el Na y 308,5 m para el DPM. La variabilidad espacial de atributos del suelo es alta, siendo mayor en propiedades químicas; igualmente permitió visualizar la variabilidad espacial del deterioro estructural del suelo coincidiendo con la zona de mayor variabilidad química (tomado de http://www.agro.unalmed.edu.co/publicaciones/revista/index.php?id_vol=26&id_art=162).

Muñoz et al. 2006, Se efectuó una investigación con el fin de modelar la variabilidad espacial de algunas propiedades del suelo y su relación con la variación de la producción en un cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.), como base para identificar algunos indicadores de calidad de suelos en el departamento de Cundinamarca, región andina de Colombia. Mediante la realización de diversos análisis espaciales se encontró una alta variabilidad espacial de las propiedades del suelo y de la producción dentro del lote. Por otra parte, se encontró que el pH, la suma de bases y saturación de Al son las características de mayor influencia sobre el rendimiento, por lo tanto, pueden ser utilizadas como indicadores de calidad del suelo, bajo las condiciones del estudio. Con relación al muestreo, las redes, con 14 y 26 puntos, distancias entre puntos de 30 x 30 y 15 x 30, tuvieron varianzas de predicción aceptables y costos razonables, por lo tanto, se consideran apropiadas para las condiciones del estudio (tomado de www.agronomia.unal.edu.co/revista/Agronomia24-2/Vespaciapedaficas.pdf).

2.2 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA GRANJA LA UNIVERSIDAD

Los suelos de la Granja la Universidad están ubicados en las terrazas aluviales, de formación subreciente del Río Magdalena sobre la margen izquierda, en la provincia climática calida (0 - 1000 m.s.n.m). En la zona afloran diferentes capas geológicas del grupo Honda y de la formación Mesa, de acuerdo con la distribución y tipo de material que se encuentra en el lote, se infiere que la mayor parte se a ubica en un antiguo pantano, formado por una depresión dejada sobre una antigua terraza del río Magdalena al ser sometido a procesos tectónicos producidos durante el terciario (Jaramillo, 1983).

El espesor aflorante del grupo Honda en el área se estimó en 600 m. La conformación litológica general consiste en una frecuente intercalación de capas de 3 a 6 m, de espesor de areniscas y arcillolitas con lentes delgados de conglomerados; el carácter uniforme de los estratos impide seguir lateralmente los niveles de areniscas, en general, son de color gris verdoso con estratificación cruzada, compuestas por feldespatos, cuarzo y líticos, y corresponden a arcosas líticas; los conglomerados alcanzan hasta 6 m de espesor, por lo general de color pardo por oxidación, con clastos redondeados de rocas volcánicas, plutónicas y chert, matriz areno-arcillosa; también aparecen en forma de cuña y como relleno de canales. Las arcillolitas son de color verde, gris y rojo. Son comunes los niveles de areniscas con abundantes concreciones arenosas con cemento calcáreo que pueden alcanzar hasta 60 cm de diámetro, como también es frecuente el cemento calcáreo en algunos niveles delgados de areniscas (Ingeominas, 2002).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN.

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 (Figuras 1 y 2).

La granja está ubicada en la formación vegetal bosque seco tropical (bs-T) cuya temperatura media es de 26.7 °C, humedad relativa media del 71.3%, brillo solar 5.21 h/día y precipitación anual bimodal de 1358 mm. La mayor precipitación se registra en los meses de Octubre, Noviembre y Diciembre con el 42.85% de la precipitación (581.9 mm) y el período seco corresponde a Junio, Julio y Agosto, cuya precipitación es del 5.54% del total anual (75.2 mm) (Figura 3)

3.2 METODOLOGÍA.

El proyecto se llevo a cabo en tres fases (figura 4):

3.2.1. Fase inicial: Se recolectó la información de la Granja la Universidad relacionada con los estudios de suelos, Jaramillo (1983), Anacona y Rojas (1998).

Se llevo a cabo el levantamiento topográfico del área incluyendo altimetría con malla de 10 x 10 m y detalles de canales y relieve de suelos con curvas de nivel cada 10 cm, necesarias para el cálculo de movimiento de tierras (estación NIKON DTM – 410).

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). La aplicación del método mencionado dio como resultado diferentes tamaños de muestreo en las distintas series de suelos, en razón de su distribución y tamaño espacial de la Serie. Por ultimo se hizo replanteo de los puntos en campo para cubrir efectivamente toda el área experimental (Figura 5).

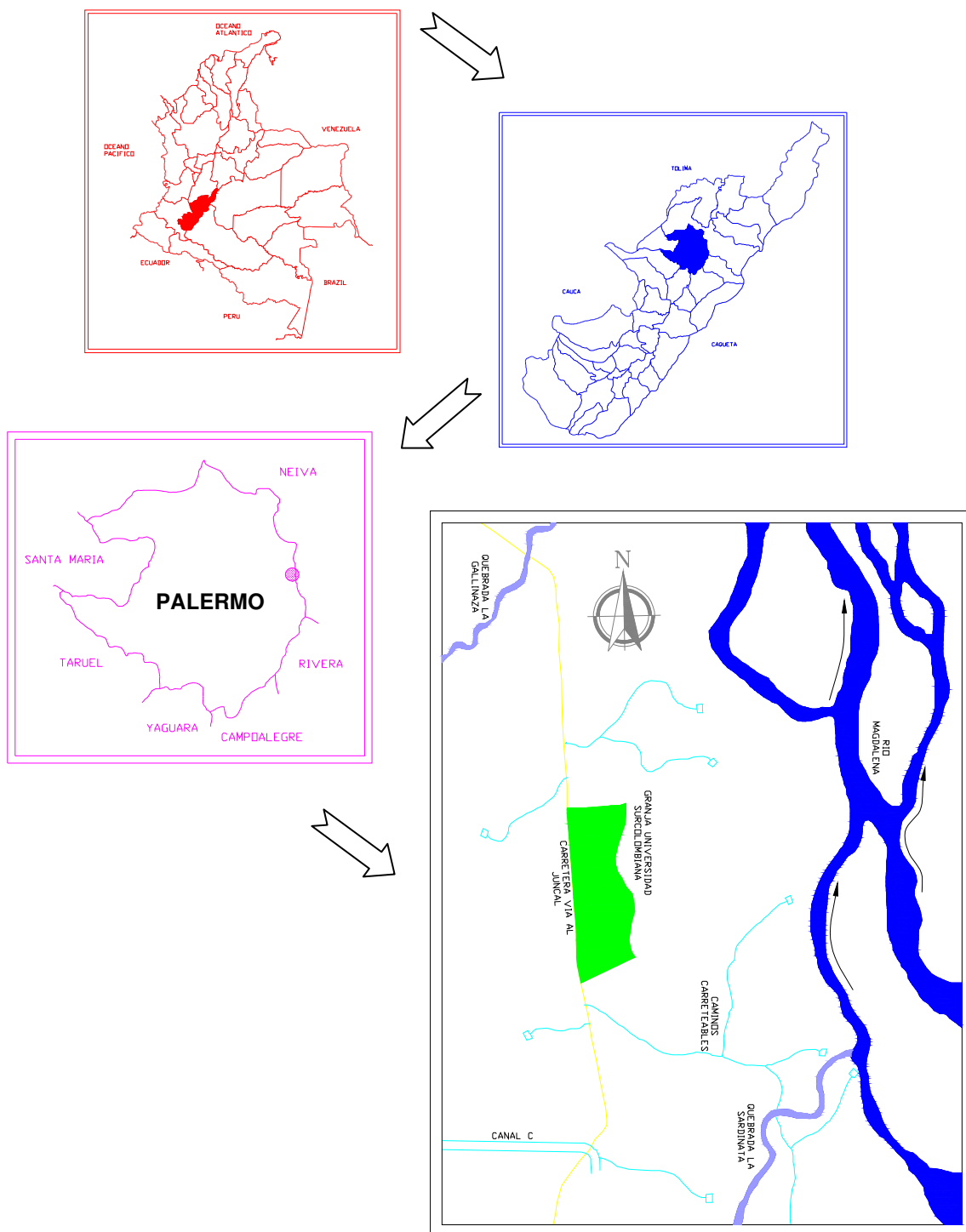


Figura 1. Localización Granja “la Universidad”

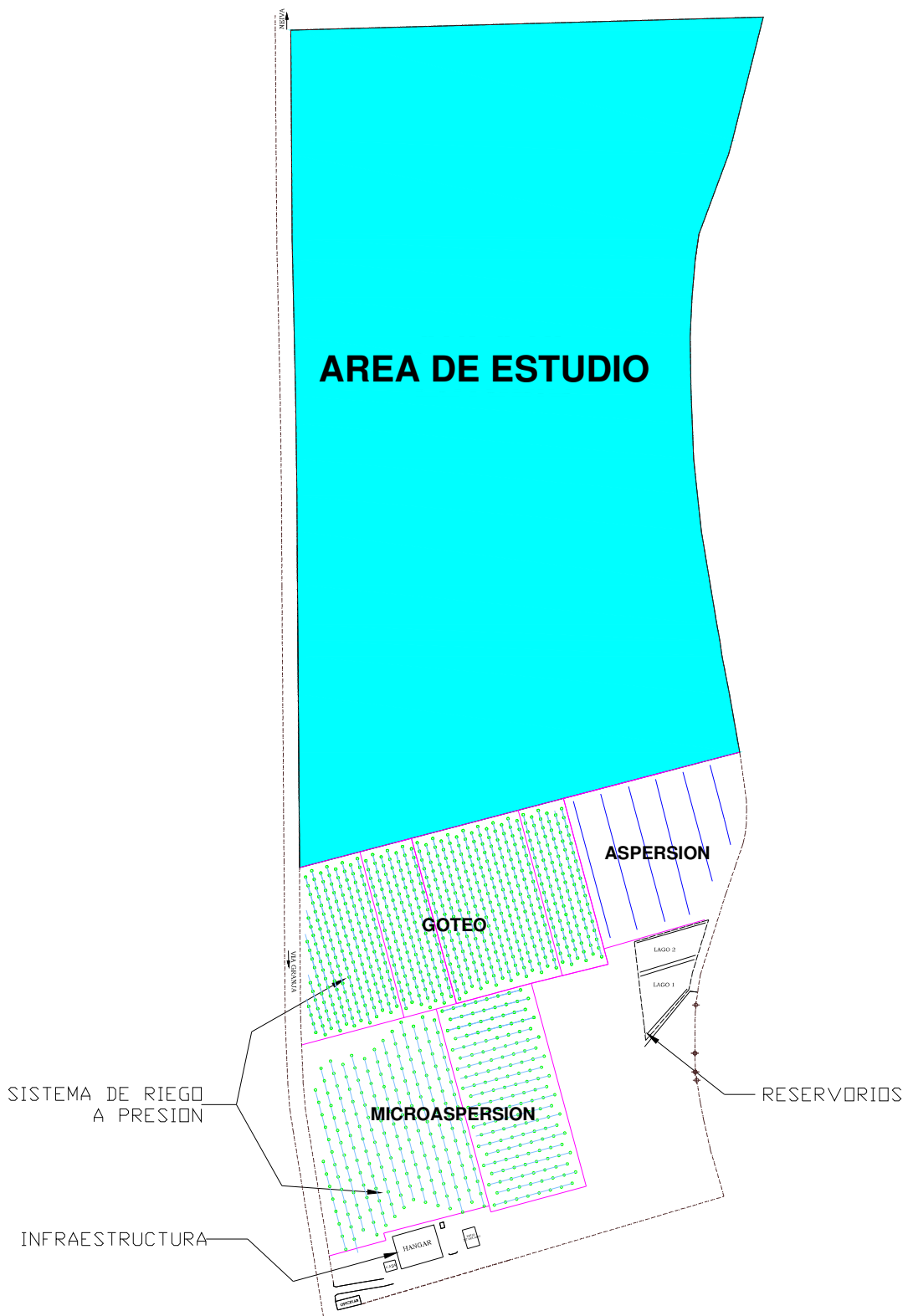


Figura 2. Distribución de áreas en Granja "la Universidad"

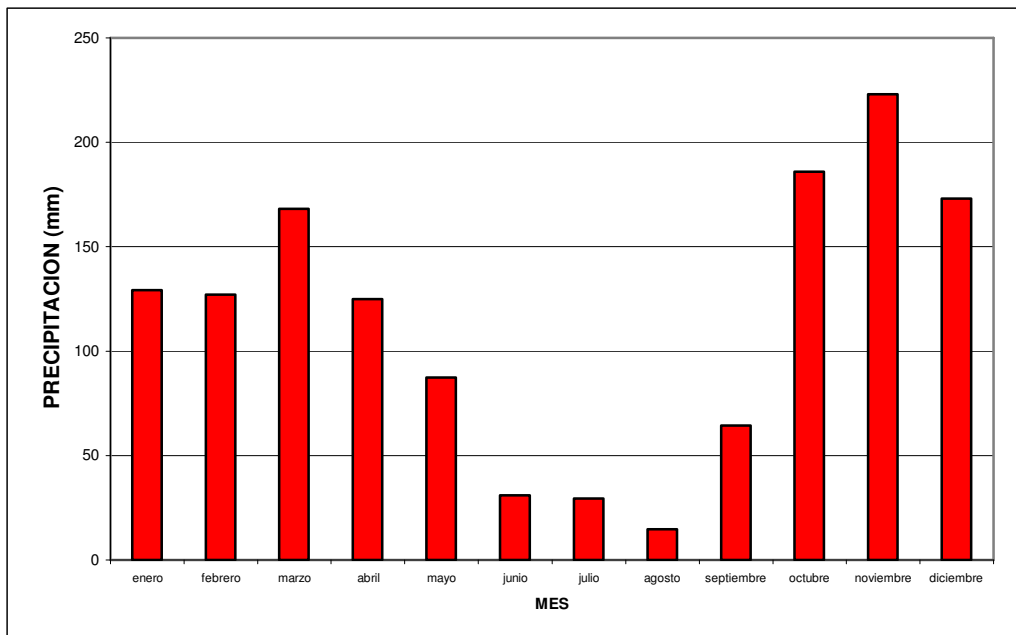


Figura 3. Distribución de la precipitación mensual

3.2.2. Fase media: Se recolecto la información de campo mediante barrenado de cada punto de muestreo hasta tomar los dos horizontes superiores del suelo. Se determino la textura por el método organoléptico, color con tabla Munsell, profundidad y muestras de suelos por horizonte.

Las muestras de suelos para los análisis físicos se enviaron al Laboratorio de Suelos de la Universidad Surcolombiana para el análisis de textura por el método de Bouyoucos, densidad aparente por el método del terrón parafinado y retención de humedad por el método de las ollas y platos de presión de Richard. Las pruebas de conductividad hidráulica saturada por el método del pozo barrenado inverso, infiltración por el método de los anillos infiltrómetros y resistencia a la penetración por el método del cono de penetración, buscando cubrir las pruebas durante una misma temporada para garantizar homogeneidad en las condiciones de muestreo.

3.2.3. Fase final: Recolectada la información de campo y laboratorio se procedió a la organización, tabulación y procesamiento de la información. Se aplicó geoestadística con el software "GS+ for Windows" para la realización de semivariogramas y la elaboración de los mapas de variabilidad espacial para cada variable en estudio con apoyo del software "Surfer 7.0". 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.

En los mapas de variabilidad espacial se determinó el área potencialmente apta para adecuar, estimando los movimientos de tierras con el método de los mínimos cuadrados, teniendo como referencia la profundidad efectiva del suelo, y tomando como norma no realizar cortes superiores a la mitad de la profundidad efectiva del suelo.

Finalmente se hicieron los cálculos para diseño de riego como son la estimación de láminas de agua, tiempos y frecuencias de riego, longitud de melgas y surcos, espaciamiento de melgas y surcos, caudales a aplicar, etc.

3.3. BALANCE HÍDRICO.

Para el balance hídrico se utilizaron los datos climatológicos de la estación el Juncal ubicada en el municipio de Palermo, para un periodo de 20 años (1986 – 2006). Inicialmente se formuló el balance hídrico general con las variables precipitación y evaporación, con el fin de identificar los periodos de exceso y déficit de agua en la zona. Posteriormente se elaboró el balance hídrico por cultivo a implementar (arroz, maíz y sorgo), teniendo en cuenta las fases fenológicas (germinación, desarrollo, floración, maduración y cosecha) y considerar así el coeficiente empírico de cultivo K_c y los periodos de siembra, más adecuados en la zona del Juncal.

La evapotranspiración potencial se estimó por el método de BLANEY - CRIDDLE y la precipitación efectiva por el método del SCCS – EU.

VARIABILIDAD ESPACIAL PARA LA ADECUACIÓN DE TIERRAS CON RIEGO SUPERFICIAL EN LA GRANJA “LA UNIVERSIDAD”, DISTRITO JUNCAL – MUNICIPIO DE PALERMO.

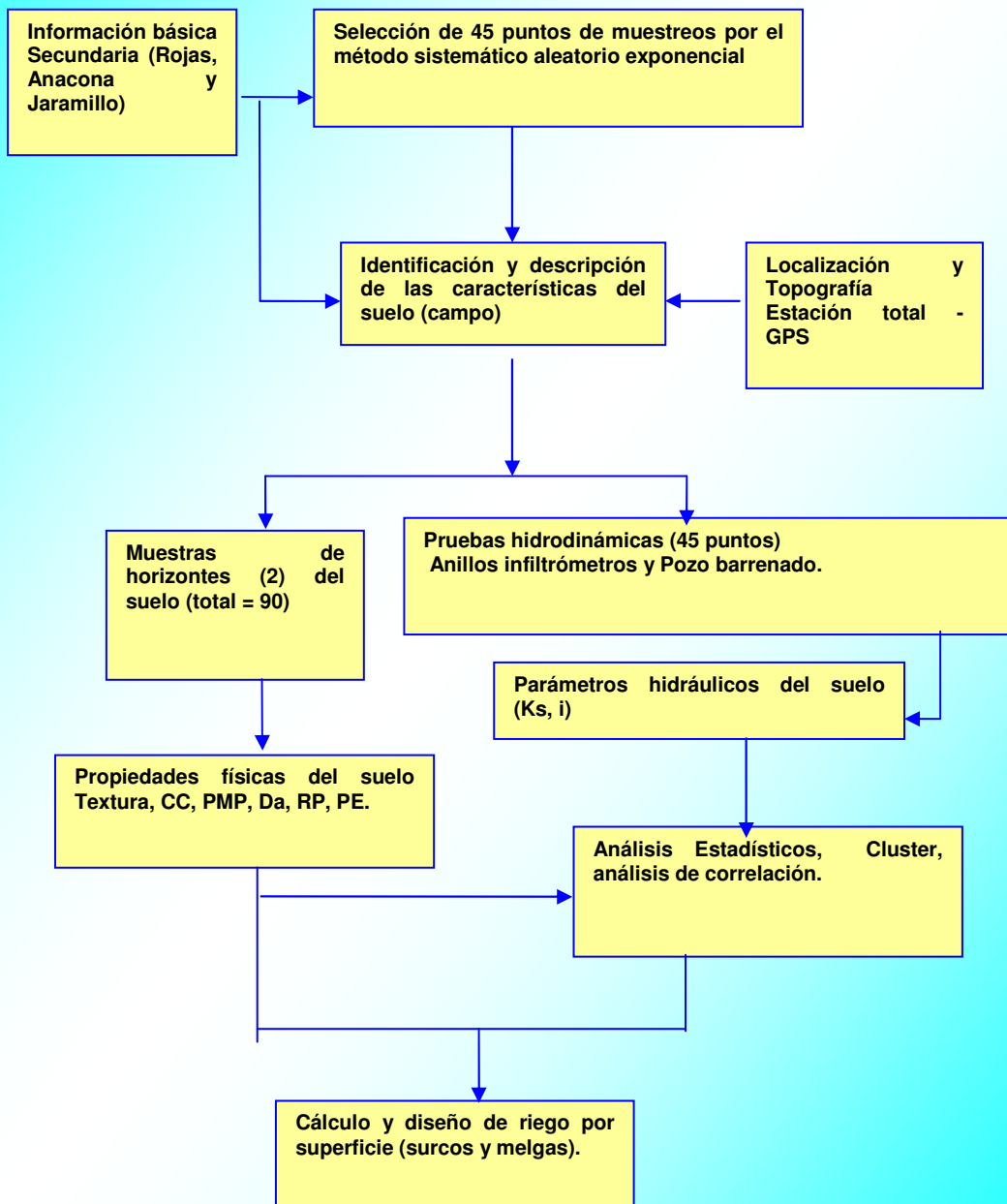


Figura 4. Diagrama metodológico de la investigación.

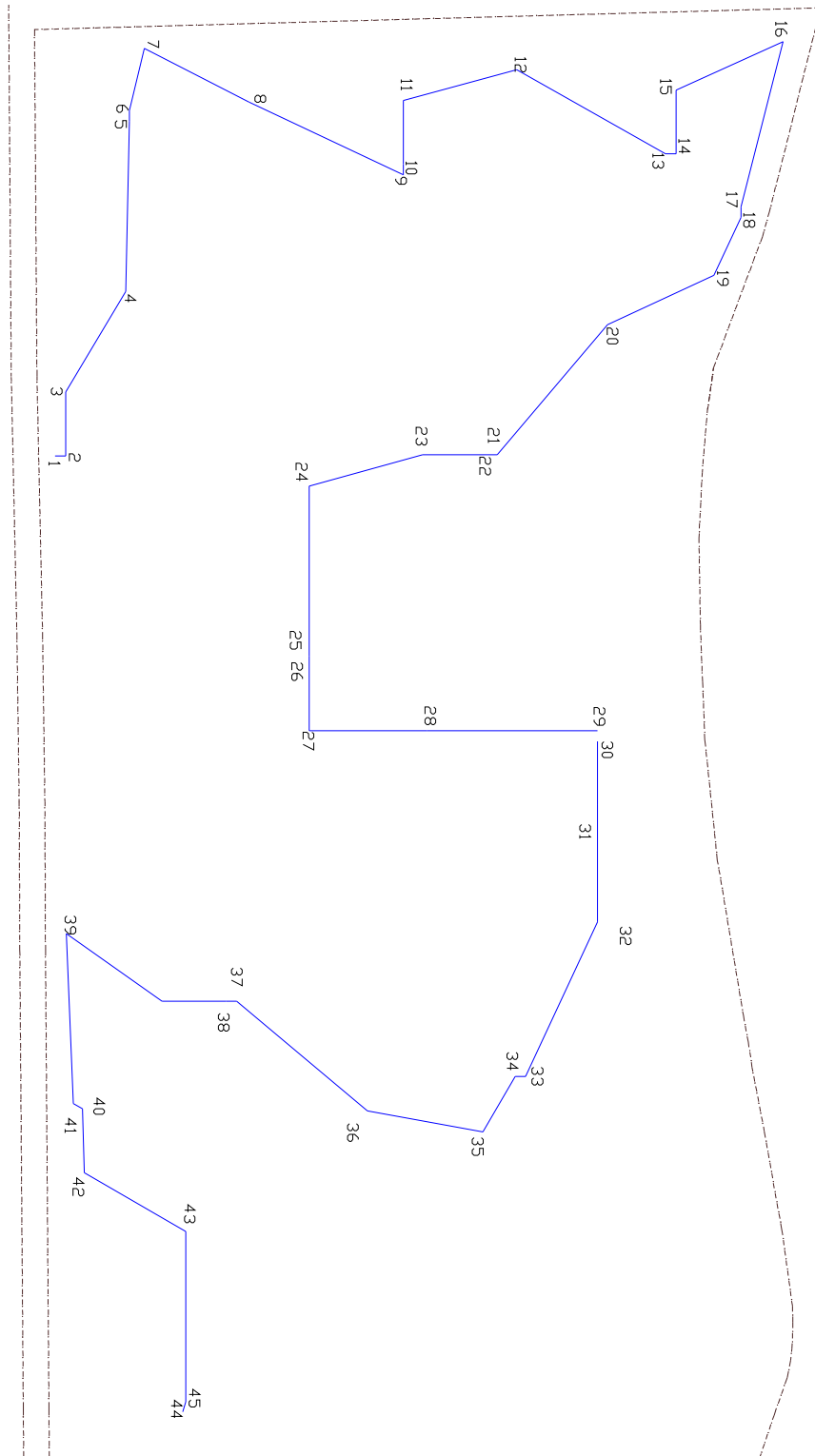


Figura 5. Puntos de muestreo en el área experimental.

3.4. ADECUACIÓN DE TIERRAS.

3.4.1. Movimiento de tierras: Se utilizó el método de los mínimos cuadrados, que es el más utilizado para este caso. Se hizo una cuadrícula de 20x20, conociendo la cota de cada cuadro, posteriormente se limitó el tamaño del área a mover con ayuda de esta cuadrícula y luego se determinó una cota promedio, la cual se utilizó como centro de referencia, de ahí se procedió a calcular los volúmenes de cortes y rellenos, teniendo en cuenta que las profundidades de corte no deben superar la mitad de la profundidad efectiva (menor de 20 a 25 cm dependiendo de la ubicación) y la relación corte - relleno entre 1,2 y 1,3 (cuadro 1).

Cuadro 1. Ecuaciones y variables para el movimiento de tierras.

	ECUACIÓN	VARIABLES
Cota promedio (Cp)	$C_p = \frac{\sum C_{et}}{N}$	Cet = Cota estaca del terreno N = Numero de estacas
Cota estaca para el proyecto (Cep)	$C_{ep} = C_p + X(D_x) + Y(D_y)$	X = Gradiente en dirección del eje X Y = Gradiente en dirección del eje Y Dx = Distancia en dirección del eje X Dy = Distancia en dirección del eje Y
Altura de corte y relleno (Hcr)	$H_{cr} = C_{et} - C_{ep}$	
Volumen de corte y relleno (Vcr)	$V_{cr} = H_{cr} \times A_e$	Ae = Área de influencia de la estaca
Relación de corte – relleno (R _{C/R})	$R_{C/R} = \frac{V_c}{V_r}$	Vc = Volumen de corte Vr = Volumen de relleno

Si las alturas de corte y la relación de corte – relleno no están en el rango debido se hace necesario cambiar la cota promedio o cambiar el tamaño de la piscina hasta obtener valores óptimos.

3.4.2. Diseño de riego. Para el riego superficial se utilizaron sistemas de surcos y de melgas rectas, teniendo en cuenta todos los parámetros para el diseño.

3.4.2.1. Melgas rectas. El tamaño de las melgas fue determinado por las cotas del terreno producto de la nivelación de las tierras y posteriormente se calcularon los parámetros hidráulicos (cuadro 2).

Cuadro 2. Ecuaciones y variables para el cálculo y diseño de las melgas rectas.

	ECUACIÓN	VARIABLES
Caudal máximo no erosivo (Q _{mne}) (LPS)	$Q_{mne} = \frac{0.63}{S_o}$	S _o = Pendiente en dirección del recorrido del agua (%)
Caudal unitario (Q _w) (LPS/m)	$Q_w = \frac{Q_{mne}}{X}$	X = Ancho de la melga (m)
Lamina neta (L _n) (mm)	$L_n = \left(\frac{C.C. - P.M.P.}{100} \right) \times \frac{D_a}{D_w} \times Pr \times Na$	C.C. = Capacidad de campo (%) P.M.P. = Punto de marchitez permanente (%) D _a = Densidad aparente del suelo (g/cm ³) D _w = Densidad del agua (g/cm ³) Pr = Profundidad radicular (mm) Na = Nivel de agotamiento (m/m)
Lamina bruta (L _b) (mm)	$L_b = \frac{L_n}{E_a}$	E _a = Eficiencia de aplicación (m/m)
Frecuencia de riego (Fr) (días)	$Fr = \frac{L_n}{U_c}$	U _c = Uso consumo (mm/día)
Tiempo de riego en almacenamiento (Tr _{al}) (h)	$Tr_{almacenamiento} = \frac{\left(\frac{L_b \times A}{Q_{mne}} \right)}{3600}$	A = Área de la melga (m ²)
Tiempo de riego en avance (Tr _{av}) (h)	$Tr_{avance} = \frac{Tr_{almacenamiento}}{4}$	
Altura de la lamina (D _o) (m)	$D_o = \frac{Q_{mne}^{0.6} \times \eta^{0.6}}{S_o^{0.3}}$	N = Coeficiente de manning S _o = Pendiente terreno (m/m)

3.4.2.2. Surcos. Para el diseño de surcos se deben tener en cuenta los parámetros antes mencionados, además la distancia entre surcos que depende del cultivo a establecer. Para este estudio se recomendó una distancia de 80 cm, óptima para el cultivo de maíz y sorgo. La longitud del surco que depende de la textura y la pendiente del terreno, no debe ser mayor de 120 m; la dirección de los surcos se proyectó de tal manera que se obtenga la pendiente óptima del surco.

$$\Phi = \cos^{-1}\left(\frac{So'}{So}\right)$$

ϕ = Angulo de dirección del surco

So' = Pendiente optima para el surco

So = Pendiente máxima del terreno

3.4.3. Canal de abastecimiento. Para el diseño de canales se tuvo en cuenta las siguientes características (cuadro 3).

- Ancho de solera (b): Distancia de la base del canal, el valor de la solera esta a disposición del proyectista.
- Talud (Z): Condicionado por la textura del suelo, se recomiendan taludes 1:1.
- Coeficiente de rugosidad (n): Condicionado por el revestimiento del canal, entre más sea la rugosidad del canal mayor sera el coeficiente.
- Pendiente canal (S): Es la pendiente que lleva a lo largo el canal, se recomienda trabajar pendientes menores de 0.5 % para no aumentar la velocidad en el flujo y evitar problemas de erosión.
- Borde libre: Es la altura superior del canal, y se utiliza en casos especiales cuando haya un aumento de caudal, para que no exista rebose.

Cuadro 3. Ecuaciones y variables para el diseño del canal.

	ECUACIÓN	VARIABLES
Caudal a conducir (Q)	$Q = Mr \times As$	Mr = Modulo de riego As = Área total a sembrar
Espejo de agua (T) (m)	$T = b + 2(ZY)$	b = Solera Z = Talud Y = Tirante de agua
Perímetro húmedo (P) (m)	$P = b + T + 2\left(\sqrt{2(Y^2)}\right)$	
Área del frente de agua (A) (m ²)	$A = TY - Y^2$	
Radio hidraulico (Rh) (m)	$Rh = \frac{A}{P}$	

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS DE LA GRANJA “LA UNIVERSIDAD”.

Las coordenadas de los puntos seleccionados para el muestreo, en total 45, y las Series de Suelos correspondientes, para la medición espacial de las variables textura, densidad aparente, coeficientes de humedad a CC y PMP, profundidad efectiva, resistencia a penetración, infiltración y conductividad hidráulica saturada, se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Localización de puntos de muestreo y series de suelos en Granja “la Universidad”

PUNTO	COORDENADAS		SERIE DE SUELOS	PUNTO	COORDENADAS		SERIE DE SUELOS
	ESTE	NORTE			ESTE	NORTE	
1	861.29	1758.87	PDb	23	1033.25	1759.38	AG
2	866.26	1758.87		24	980.25	1744.69	
3	866.26	1788.87		25	980.25	1664.69	
4	894.29	1836.19	PDa	26	980.25	1659.69	
5	896.08	1916.17		27	980.25	1629.69	
6	896.08	1921.17	BS	28	1035.25	1629.69	UD
7	903.05	1950.35		29	1115.25	1629.69	PDa
8	951.96	1925.2	CÑ	30	1115.25	1624.69	
9	1024.27	1890.98		31	1115.25	1594.69	
10	1024.27	1895.98		32	1115.25	1539.69	
11	1024.27	1925.98	UD	33	1081.57	1467.13	TR
12	1077.36	1940.35		34	1076.57	1467.13	UD
13	1146.92	1900.84		35	1061.55	1441.16	
14	1151.92	1900.84		36	1007.42	1450.93	AG
15	1151.92	1930.84		37	946.35	1502.61	PDa
16	1202.04	1953.48		38	911.35	1502.61	
17	1182.38	1875.93		PDa	39	866.48	1534.41
18	1182.38	1870.93	40		869.85	1454.48	
19	1169.72	1843.73	UD	41	874.15	1451.93	
20	1119.88	1820.49		42	874.96	1421.94	
21	1068.25	1759.38		43	922.51	1394.31	AG
22	1063.25	1759.38	CÑ	44	922.51	1314.31	
				45	921.08	1309.52	

Fuente: Olaya y Rodríguez, 2006¹

¹ Trabajo de campo realizado con la participación del estudiante del Programa de Ingeniería Agrícola de la USCO, Hernán D. Rodríguez en el año 2006.

Por la gran importancia que reviste la evaluación y clasificación agrológica de los suelos de la Granja La Universidad elaborada por Jaramillo 1983, y que se utilizó como referencia para el presente estudio de variabilidad espacial, se cita a continuación en el cuadro 5 (figura 6).

Cuadro 5. Clasificación agrológica de los suelos de la Granja La Universidad.

SIGLA	SERIE	CLASIFICACIÓN AGROLÓGICA	CARACTERÍSTICAS
AG	AGUAS	III	Permanece inundado parte del año, el relieve es plano cóncavo, esta formado por suelos superficiales con moteos de ligera a moderadamente sódicos.
CÑ	CAÑO	VII	Ocupa las partes mas bajas del lote hay evidencia de que son drenaje natural del mismo es obvia la presencia de cauces, presenta pequeños taludes poco inclinados pero con severa erosión laminar y considerable predegosidad superficial.
PDa	PIEDRAS ALTAS	VII	Ocupa las partes mas altas del área y se caracteriza por suelos superficiales livianos y con abundante pedregosidad superficial, afectada por severa erosión laminar, poca cobertura vegetal, (generalmente herbácea) (Foto 1).
PDb	PIEDRAS BAJAS	VII	Características muy similares a la anterior pero con disminución apreciable en la cantidad de piedras en superficie (Foto 2).
UD	UNIVERSIDAD	III	Ubicado al centro del lote, son suelos livianos, superficiales, de colores claros baja fertilidad natural y contenidos de sodio. Presenta relieve plano con pendiente menores de 1%, presenta vegetación herbácea y algunos arbustos. (Foto 3).
TR	TERRAZAS	IV	Relieve plano a ligeramente inclinado, texturas medias a livianas, superficiales con contenidos ligero a medio de sodio y afectada por una ligera erosión laminar. (Foto 4).
BS	BOSQUE	IV	Similar a la terrazas, los procesos erosivos no se observan debido a su cobertura natural, presenta acumulación de materia orgánica lo cual le da coloración oscura. (Foto 5).

Fuente: Jaramillo, 1983².



Foto 1. Suelo serie Piedras altas



Foto 2. Suelo serie Piedras bajas

² Daniel Francisco, Estudio detallado del lote "La Universidad", Universidad Surcolombiana, Facultad de Ingeniería, Neiva – Colombia, 1983.



Foto 3. Suelo serie Universidad

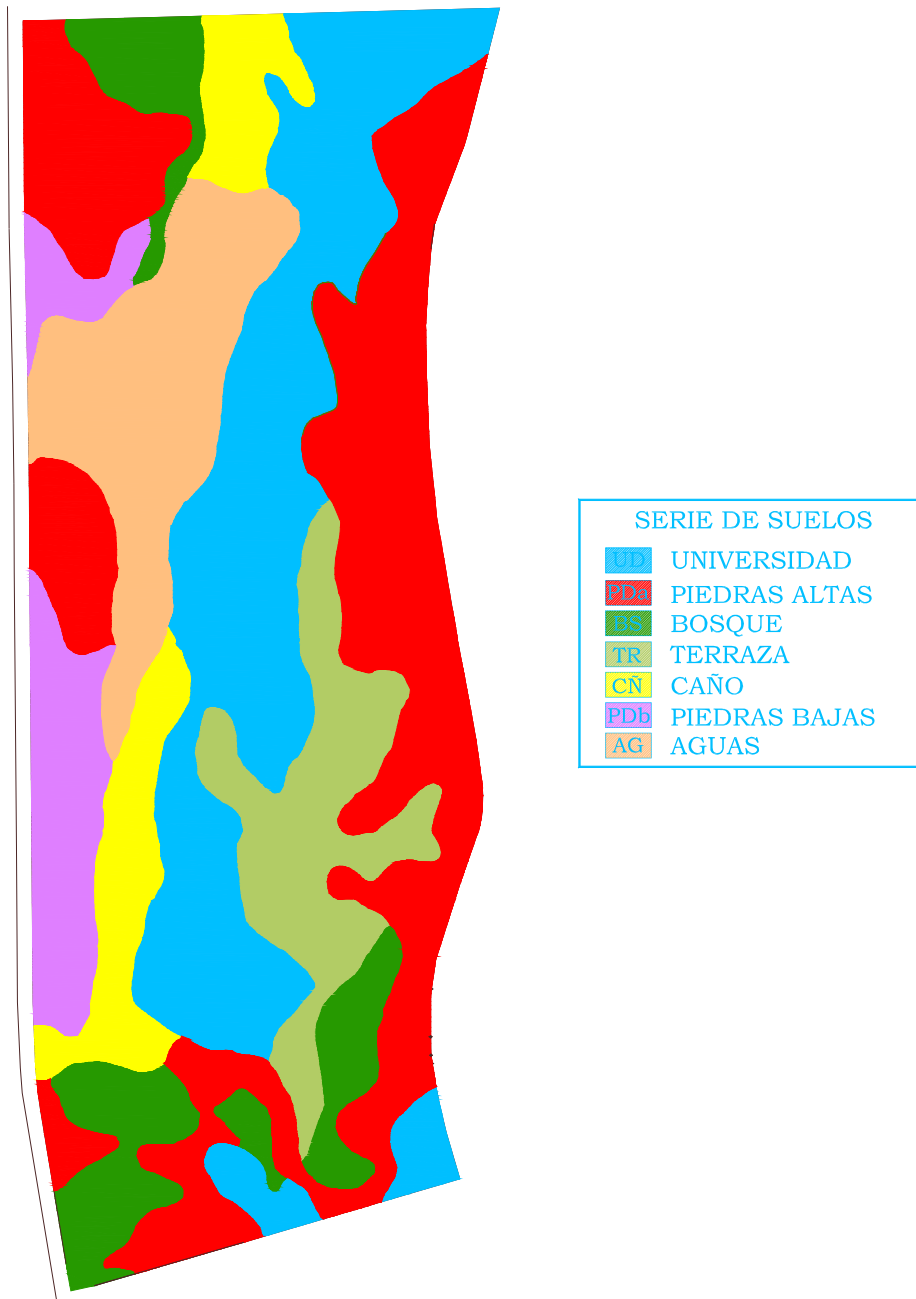


Foto 4. Suelo serie Terraza



Foto 5. Suelo serie Bosque

Los suelos se caracterizan por topografía plana a ligeramente inclinada, profundidad efectiva superficial, escasa presencia de materia orgánica, con sectores de pedregosidad ligera a abundante, de texturas medias a livianas afectados por erosión laminar con alguna acumulación de sodio y poca cobertura vegetal, característico de la condición de clima cálido – seco dominante del norte del departamento del Huila.



Fuente Jaramillo, 1983.

Figura 6. Series de suelos en la Granja La Universidad”

Se hizo la descripción de los suelos de las series piedras bajas (PDb) y caño (CÑ) aplicando la metodología del IGAC. Estas series se identificaron en calicata por considerarse representativas para el rango de Series en el área (anexo 1).

Los suelos de la Granja presentaron profundidad efectiva superficial, un primer horizonte con bajo contenido de materia orgánica y cantos rodados con diámetros menores a 5 mm. En el segundo horizonte se observan intercalaciones de areniscas de grano grueso y colores claros, seguida por un horizonte de arena cementada (Hardpan). Los procesos predominantes son erosión laminar intensa en las zonas altas y el aporte de este material a las zonas bajas del lote.

De acuerdo a la descripción de los suelos se identifico su régimen de humedad ústico y régimen de temperatura Isohipertermico, con un periodo seco de déficit hídrico durante cuatro meses continuos al año (junio a septiembre) y temperatura media anual del suelo superior a 22°C. Los suelos se agrupan en el Orden taxonómico entisol con escaso desarrollo genético.

Los suelos identificados como No. 7, 11, 34, 41 tienen semejanzas en sus propiedades hidrofísicas, lo contrario ocurre con los No. 1 y 3, lo cuales presentan características opuestas según el análisis estadístico cluster (Figura 7).

Figura 7. Dendograma del Cluster para los suelos estudiados.

Las series de suelos tiene alta correlación entre si estas. La mayor correlación la presentaron las series Aguas y Caño ($r = 0.9905$), y la menor correlación las series Universidad y Bosque ($r = 0.8044$). Las correlaciones obtenidas entre las series Aguas y Caño son debidas a su proximidad, topografía y localización con tendencia hacia el eje central de la Granja siendo afectados con la misma intensidad en los procesos de formación y degradación, mientras que las series Universidad y Bosque a pesar de su vecindad difieren por cambios de topografía, intensidad en los procesos (erosión – sedimentación) por efectos de lluvias o manejo de riego (cuadro 6).

Cuadro 6. Correlación Pearson entre propiedades hidrofísicas de las series de suelos en la granja La Universidad

	CAÑO	AGUAS	BOSQUE	P. ALTAS	P. BAJAS	TERRAZA
AGUAS	0.9905					
P-VALUE	0					
BOSQUE	0.9523	0.9272				
	0.0009	0.0026				
P. ALTAS	0.9708	0.9914	0.9247			
	0.0003	0	0.0029			
P. BAJAS	0.9897	0.9801	0.9761	0.9699		
	0	0.0001	0.0002	0.0003		
TERRAZA	0.9846	0.9912	0.935	0.9846	0.9878	
	0.0001	0	0.002	0.0001	0	
UNIVERSIDAD	0.9323	0.958	0.8044	0.9402	0.9125	0.9609
	0.0022	0.0007	0.0292	0.0016	0.0041	0.0006

- Mayor correlación
- Menor correlación

4.2 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS

En el estudio de las propiedades físicas de los suelos de la granja “La Universidad”, se seleccionaron los dos primeros horizontes. El horizonte superficial presento texturas gruesas (Franco arenoso “FA” a Arenoso franco “AF”), la retención de humedad es baja ($CC = 20.5\%$, $PMP = 14.2\%$), la densidad aparente es alta ($Da = 1.71 \text{ gr/cm}^3$) asociada a procesos de compactación, disminución del espacio poroso por sobremecanización y monocultivo.

En el segundo horizonte se identifican texturas gruesas con ligera superioridad en partículas arcillosas (Franco arenoso “FA”, Arenoso franco “AF” y Franco arcillo-arenoso “FArA”). La retención de humedad es alta por el incremento de partículas arcillosas en el segundo horizonte ($CC = 34.5\%$, $PMP = 25.9\%$), también presenta

densidades aparentes altas asociadas a los problemas ya mencionados ($D_a = 1.72 \text{ gr/cm}^3$). Además se observa capa endurecida (Hard pan) a nivel superficial.

4.2.1 Texturas. 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 ($P = 25.9 \text{ cm}$), 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 (cuadro 7).

Cuadro 7. Algunas características físicas de los suelos

SERIE	Hz	P (cm)	COLOR	ARENA (%)	ARCILLA (%)
PIEDRAS. BAJAS	1	37.83	5Y 4/3	73.94	14.74
	2		5Y 4/3 - 5Y 7/1	74.02	13.71
CAÑO	1	38.40	10YR 2/2	69.98	11.64
	2		10YR 2/2 - 5Y 5/3	64.04	23.18
UNIVERSIDAD	1	36.54	10YR 3/4	81.76	7.57
	2		10YR 3/4 - 5Y 5/3	66.72	20.73
PIEDRAS ALTAS	1	28.66	10YR 2/2 - 10YR 3/6	75.03	13.35
	2		10YR 4/2 - 2.5Y 5/6	67.84	17.15
BOSQUE	1	27.50	5Y 4/2	79.38	10.71
	2		5Y 6/3	69.08	18.23
TERRAZAS	1	32.50	10YR 3/4	80.38	11.42
	2		10YR 3/3 - 5Y 5/3	67.97	17.38
AGUAS	1	36.71	5YR 2.5/2	72.77	10.95
	2		5YR 2.5/2 - 5Y 4/3	66.57	21.24

Fuente: Olaya y Rodríguez, 2006

El porcentaje de arena en el primer horizonte es muy variable, ya que presenta valores de sill mayores a 20 y alcance de 54.2 m, siendo necesaria la selección de más puntos en el área, lo contrario sucede con la proporción de arcilla que mostró rangos aceptables de sill, nuggets y alcance (anexo 2, 3).

Los porcentajes de arena y arcilla poseen estrecha correlación con los coeficientes de humedad del suelo, siendo muy altamente significativos, esto demuestra que a medida que cambia una propiedad, también lo hacen simultáneamente las otras (cuadro 8).

Cuadro 8. Correlación de arenas y arcillas con coeficientes de humedad

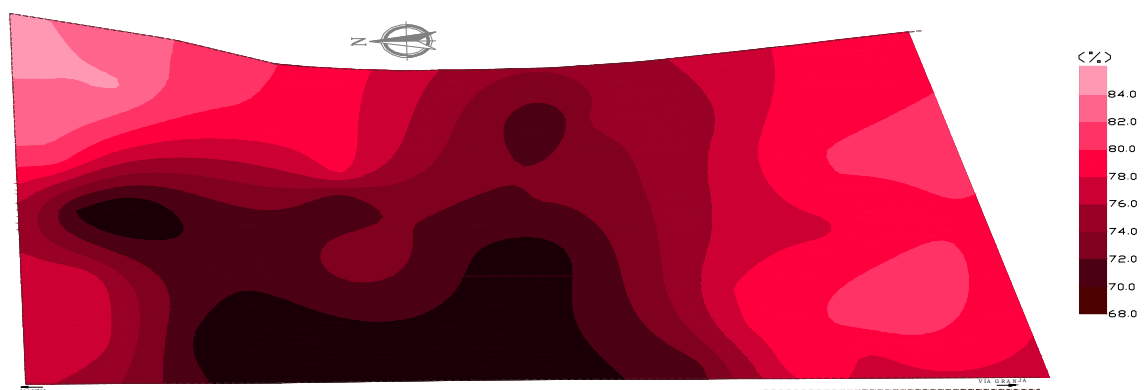
CORRELACIÓN	A - Ar	A - C.C.	A - P.M.P.	Ar - C.C.	Ar - P.M.P.
r	-0.6990	-0.7914	-0.7704	0.6726	0.6427
Nivel de significancia (α)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

A arena, Ar arcilla, CC capacidad de campo, PMP punto de marchitez permanente.

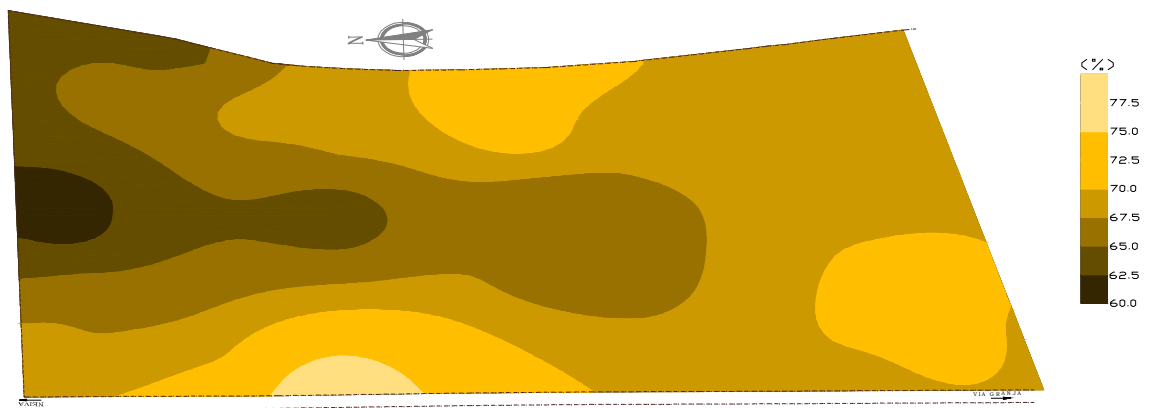
El análisis geoestadístico de los porcentajes de arena y arcilla de los dos primeros horizontes superficiales muestran dominancia de la fracción arena con acumulación iluvial de arcillas en el segundo horizonte del suelo, presentando mayor variabilidad en los contenidos de arena de las distintas series (cuadro 9, figura 8).

Cuadro 9. Parámetros geoestadísticos para arena y arcilla en los dos primeros horizontes del suelo

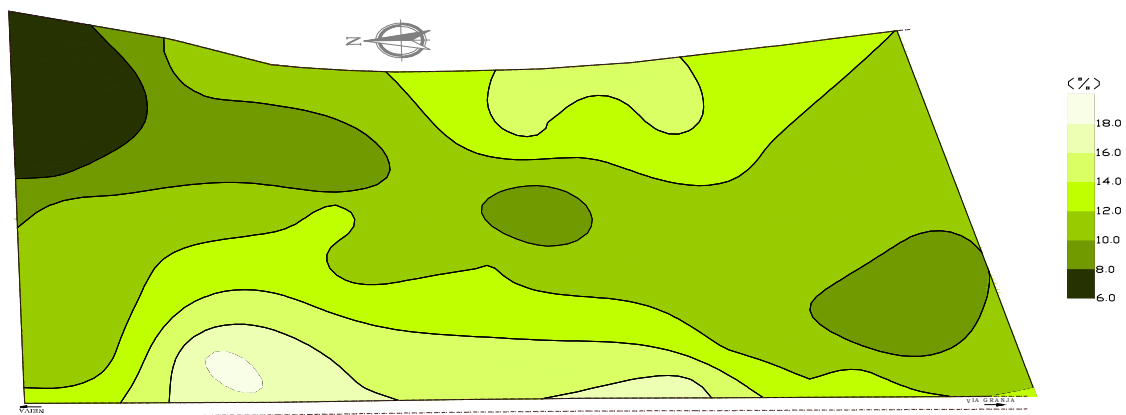
PARÁMETRO	Arena (%)		Arcilla (%)	
	Hz1	Hz2	Hz1	Hz2
PROMEDIO	76.05	67.83	11.36	18.93
NUGGETS	0.100	20.960	7.030	0.010
VARIANZA	53.50	42.01	21.54	31.06
R ²	0.791	0.863	0.909	0.720
ALCANCE (m)	50.80	240.50	200.50	28.00
S.D.	7.05	6.08	3.91	5.21
C.V.	9.278	8.971	34.475	27.538
MÍNIMO	61.29	54.76	5.11	6.31
MÁXIMO	86.19	88.19	20.92	32.05



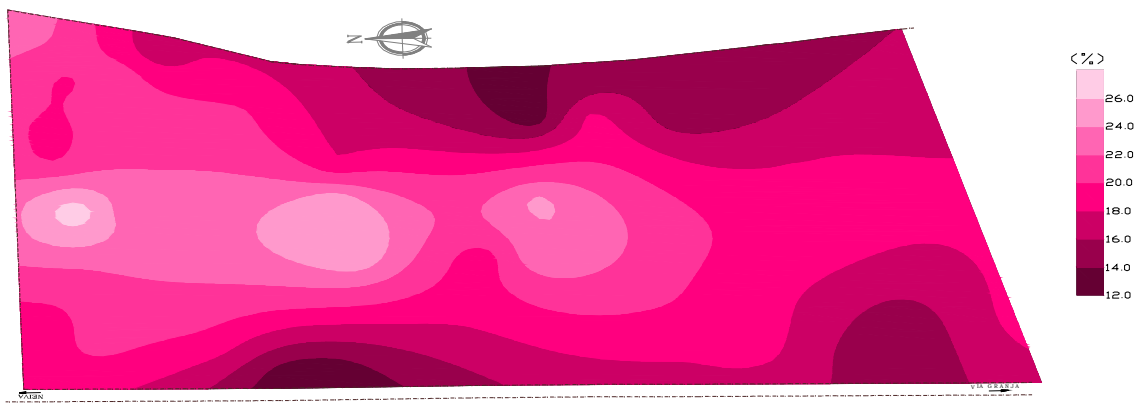
a)



b)



c)



d)

Figura 8. Variabilidad Espacial de Arena y Arcilla en los dos primeros horizontes del suelo. a) arena 1er horizonte, b) arcilla 1er horizonte, c) arena 2º horizonte, d) arcilla 2º horizonte.

4.2.2. Densidad aparente. Este es un parámetro de vital importancia para el análisis de los suelos, además permite determinar otras características como son: peso de un determinado volumen, transformar la humedad gravimétrica a humedad volumétrica, calcular la porosidad total del suelo, determinar requerimiento hídrico de los cultivos, etc.

Según los resultados, se observa que los suelos presentan compactación y bajo contenido de materia orgánica, lo que no permite un buen desarrollo de raíces. Estas características aumentan la densidad aparente a valores iguales o superiores a 1.7 gr/cm^3 y hacen que se presente degradación en la estructura del suelo. La mayoría de los sitios muestreados poseen porosidad inferior al 40%.

La compactación reduce el volumen de poros y, consecuentemente de aire. También hace más difícil la penetración de las raíces. La densidad esta inversamente relacionada con el porcentaje de poros por unidad de volumen de suelo. Cuanta más alta es la densidad, menor es el porcentaje de poros y mas compactado se presenta el suelo.

Cuadro 10. Parámetros estadísticos de la densidad aparente del suelo

SERIE	HORIZONTE	X (g/cm ³)	S.D.	VARIANZA	C.V.	MÍNIMO	MÁXIMO
PDb	1	1,75	0,10	0,01	5,41	1,59	1,84
	2	1,69	0,10	0,01	6,16	1,51	1,78
CÑ	1	1,74	0,09	0,01	5,41	1,6	1,84
	2	1,78	0,05	0,00	2,54	1,71	1,82
UN	1	1,66	0,24	0,06	14,75	1,19	1,87
	2	1,72	0,10	0,01	5,91	1,51	1,89
PDa	1	1,72	0,13	0,02	7,32	1,42	1,87
	2	1,7	0,10	0,01	5,68	1,49	1,87
BS	1	1,77	0,04	0,01	4,33	1,77	1,77
	2	1,7	0,21	0,05	12,48	1,55	1,85
TR	1	1,8	0,01	0,03	0,39	1,79	1,8
	2	1,77	0,02	0,02	1,20	1,75	1,78
AG	1	1,71	0,13	0,02	7,60	1,53	1,83
	2	1,73	0,06	0,00	3,38	1,63	1,81

El horizonte superficial tiende a ser mas compactado que el siguiente, ya que esta mas expuesto a la sobre-mecanización y la practicas agrícolas. Esta propiedad en el área presenta valores de sill y nuggets muy bajos, demostrando alta uniformidad (alcancé de 71), que se aproxima a la mayor distancia del muestreo (anexo 6, 7).

La figura 9 muestra que la mayor densidad se presenta en las partes altas del terreno.

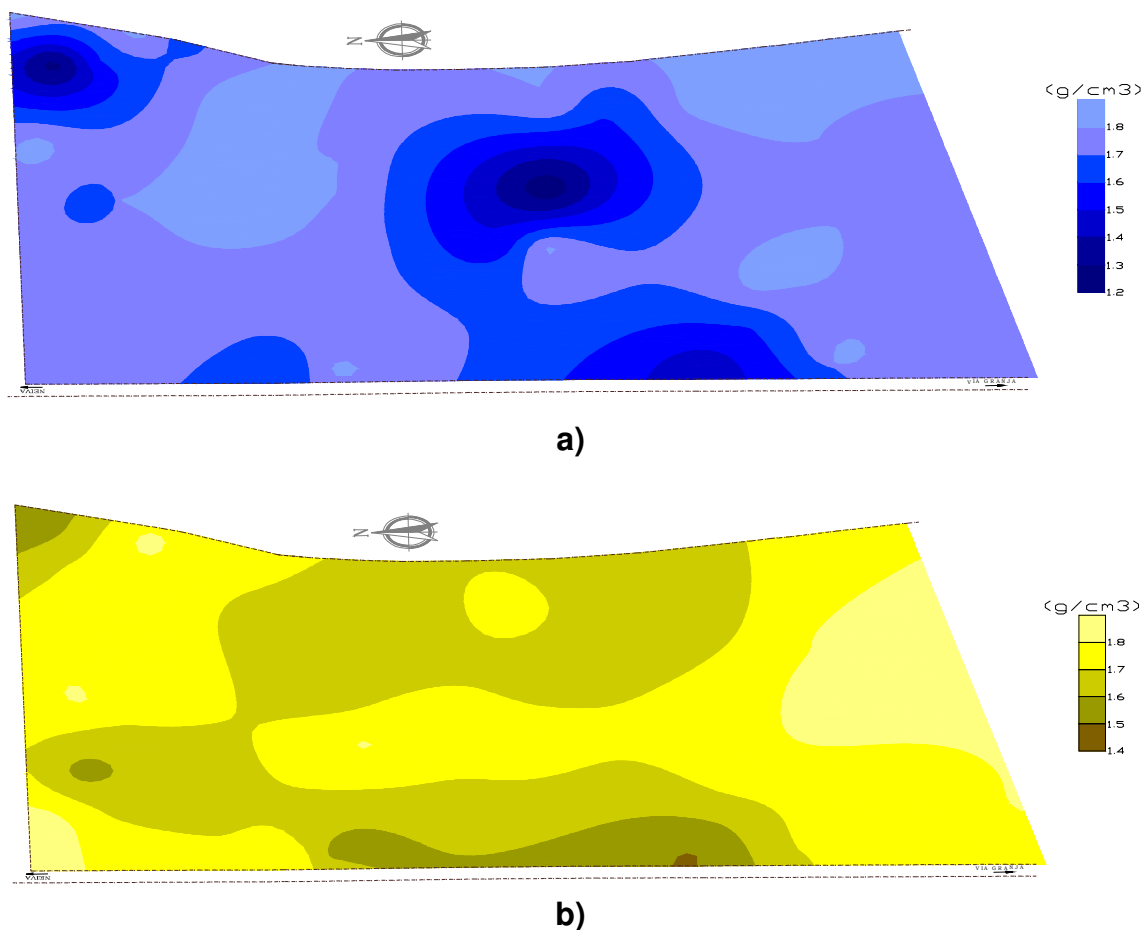


Figura 9. Variabilidad Espacial de la densidad aparente del suelo **a)** 1er Horizonte, **b)** 2º Horizonte

4.2.3. Resistencia a la penetración. Este parámetro tiene estrecha relación y es directamente proporcional a la densidad aparente. La penetración llegó hasta los primeros 10 cm, por restricción para el ingreso del cono a mayor profundidad, el contenido de humedad del suelo fue muy bajo por su medición en el segundo periodo seco del año.

Se denota que los suelos son compactos, significando la necesidad de mecanización, incorporación de materia orgánica para mejorar sus propiedades físicas; ya que se limita la germinación de la semilla o la penetración de las raíces, esto representa consecuencias de déficit hídrico y poco desarrollo aéreo, etc. Las series más compactadas son Piedras Altas y Piedras bajas, debido a su formación, y además por procesos de erosión hídrica laminar, que ha hecho que el material de la parte alta se deposite en la zona baja, causando disminución del primer horizonte, y como consecuencia la afloración de la roca (cuadro 11).

Cuadro 11. Parámetros estadísticos de resistencia a la penetración para los suelos

PARÁMETRO	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN						
	PDb	CÑ	UD	PDa	BS	TR	AG
PROMEDIO (kg/cm ²)	9.311	4.504	7.914	8.975	7.295	8.705	7.722
S.D.	1.385	1.918	1.216	0.822	1.506	0.007	2.310
VARIANZA	1.918	3.679	1.478	0.676	2.269	0.000	5.334
C.V.	14.874	42.585	15.359	9.159	20.646	0.081	29.905
MÍNIMO	6.610	2.590	6.390	7.880	6.230	8.700	2.950
MÁXIMO	10.5	6.67	10.51	10.32	8.36	8.71	10.5

Se determino que para este parámetro no existe correlación significativa entre las series. El alcance del semivariograma indica que para que allá una alta variabilidad debe haber una distancia mayor de 194.5 m entre sitios de muestreo (anexo 8); los sitios donde se presento mayor resistencia fuer en las partes mas altas del área, demostrando una perdida de la estructura del suelo por diferentes causas (figura 10).

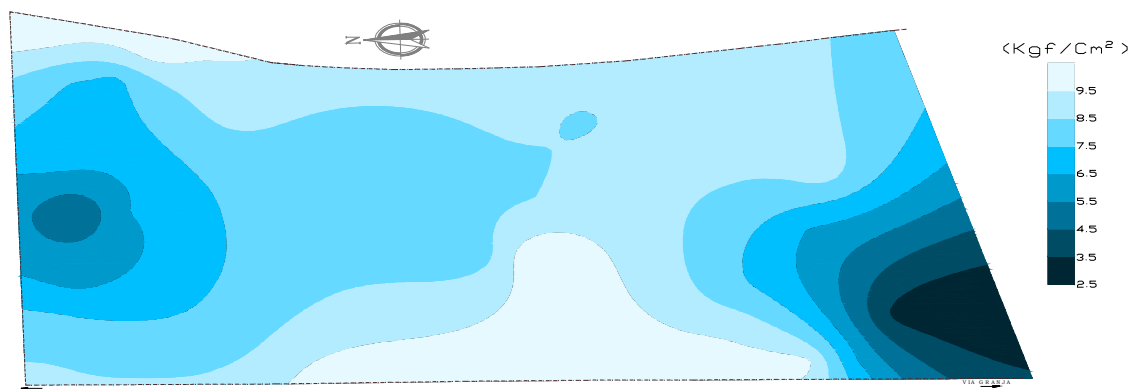


Figura 10. Variabilidad espacial de la Resistencia a la penetración

4.2.4. Profundidad efectiva. La profundidad efectiva es un parámetro muy importante a la hora de implementación de un cultivo y también para los cálculos de movimientos de tierras con los cuales se permite, no dejar el suelo sin horizonte superficial u orgánico. Los datos obtenidos de profundidad efectiva son utilizados para el movimiento de tierras. Los suelos se clasifican entre muy superficiales (0 - 25 cm) a superficiales (25 – 50 cm), tendiendo a encontrarse el primer horizonte mas profundo en las zonas bajas, debido al transporte de material aluvial por erosión hídrica laminar.

La profundidad efectiva es factor limitante en el área de estudio para el diseño de riego superficial tecnificado, ya que se limitan los cortes a profundidad inferior a 20 cm, esto implica melgas rectas (piscinas) de poco tamaño, debido a que implicaría cortes mayores a la profundidad efectiva y además el volumen de tierra a mover sería demasiado y su costo sería elevado, no obstante hay algunos puntos de muestreo de las series de suelos donde se puede realizar cortes de mayor profundidad (cuadro 12).

Cuadro 12. Parámetros estadísticos de la profundidad efectiva para los suelos

PARÁMETRO	PROFUNDIDAD EFECTIVA						
	PDb	CÑ	UD	PDa	BS	TR	AG
PROMEDIO (cm)	37.83	38.40	36.54	28.66	27.50	32.50	36.71
S.D.	7.223	5.030	9.114	7.075	10.607	3.536	4.348
VARIANZA	52.167	25.300	83.073	50.061	112.500	12.500	18.905
C.V.	19.091	13.099	24.940	24.681	38.569	10.879	11.843
MÍNIMO	30.000	32.000	28.000	13.000	20.000	30.000	30.000
MÁXIMO	50.000	45.000	55.000	40.000	35.000	35.000	40.000

Las series de menor profundidad efectiva fueron Piedras altas y Bosque (cuadro 12), que es causado por diferentes problemas, estas zonas se encuentran ubicadas en las partes más altas de la granja provocado un movimiento o transporte de material a las partes más bajas, beneficiando así la zona central del área experimental como uso potencial de adecuación.

El semivariograma presenta valores de error 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 realizó en campo (anexo 9).

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 (figura 11).

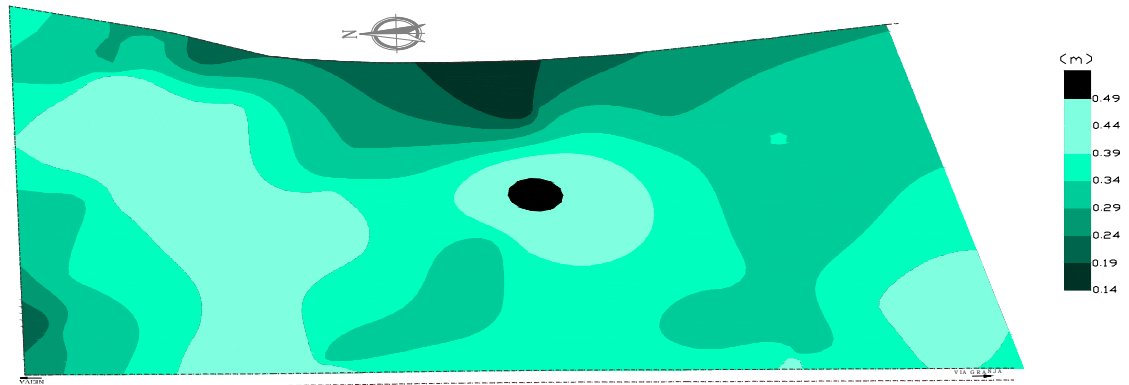


Figura 11. Variabilidad espacial de la profundidad efectiva (movimiento de tierras)

4.2.5. Retención de humedad. Para la evaluación de este parámetro se tuvo en cuenta su humedad a Capacidad de Campo (C.C) que se manifiesta cuando el agua esta adherida a las partículas sólidas del suelo con presión de 0.3 bares y en Punto de Marchites Permanente (P.M.P) cuando el agua se encuentra retenidas a 15 bares.

El agua aprovechable corresponde al rango entre C.C y P.M.P, ya que puede ser fácilmente tomada por las plantas, humedades menores a 0.3 bares (C.C) hacen referencia a estado próximo a saturación del suelo, que provoca disminución del aire del suelo y por ende disminución del intercambio de gases del suelo con la atmósfera. Por lo contrario humedad mayor a 15 bares (P.M.P), el agua es no aprovechable, ya que la planta no tiene el potencial suficiente para tomar el agua del suelo, causando estrés hídrico y el deterioro de la planta.

Debido a la textura gruesa de los suelos, no presenta gran cantidad de agua aprovechable. La serie que menor capacidad de retención de humedad a capacidad de campo en el primer horizonte fue la Universidad con un valor promedio de 14.54%, de lo contrario la mas alta fue la serie piedras bajas con 26.31%; del mismo modo las series que obtuvieron los valores mínimos y máximos para capacidad de campo en el horizonte dos fueron las series piedras bajas y piedras altas con valores de 32.66 y 37.14% respectivamente (Cuadro 13).

Se evidencia una alta variabilidad entre las humedades a C.C. en el horizonte uno con el dos, siendo el horizonte dos mejor suelo para el almacenamiento del agua.

Cuadro 13. Parámetros estadísticos de la C.C. para los suelos (Hz1)

PARÁMETRO	CAPACIDAD DE CAMPO (Hz 1)						
	PDb	CÑ	UD	Pda	BS	TR	AG
PROMEDIO (%.)	26.315	23.748	14.545	20.023	24.965	20.155	22.203
S.D.	3.042	5.853	3.990	7.716	1.025	1.902	6.862
VARIANZA	9.253	34.255	15.921	59.540	1.051	3.618	47.087
C.V.	11.559	24.645	27.432	38.538	4.107	9.437	30.906
MÍNIMO	21.510	16.390	9.690	11.480	24.240	18.810	10.260
MÁXIMO	29.940	30.260	22.530	34.090	25.690	21.500	30.570
PARÁMETRO	CAPACIDAD DE CAMPO (Hz 2)						
	PDb	CÑ	UD	Pda	BS	TR	AG
PROMEDIO (%.)	32.667	34.382	34.235	37.138	32.710	34.340	32.696
S.D.	3.562	3.778	3.337	5.359	0.665	4.469	5.839
VARIANZA	12.690	14.274	11.132	28.720	0.442	19.971	34.094
C.V.	10.905	10.989	9.746	14.430	2.032	13.014	17.859
MÍNIMO	28.960	29.810	28.960	28.470	32.240	31.180	20.630
MÁXIMO	37.160	40.140	37.870	45.520	33.180	37.500	37.680

El rango del punto de marchitez permanente para el horizonte uno y dos varia de 8.04 – 20.45% y 24.25 – 27.4% respectivamente presentado un poco mas de humedad en el horizonte dos (cuadros 14).

Cuadro 14. Parámetros estadísticos del P.M.P. para los suelos (Hz1)

PARÁMETRO	PUNTO DE MARCHITES PERMANENTE (Hz 1)						
	PDb	CÑ	UD	PDa	BS	TR	AG
PROMEDIO (%.)	20.097	18.206	8.047	13.229	20.450	13.065	16.189
S.D.	4.520	7.798	3.939	6.125	0.820	0.431	6.116
VARIANZA	20.429	60.811	15.518	37.518	0.673	0.186	37.407
C.V.	22.490	42.833	48.952	46.301	4.011	3.302	37.781
MÍNIMO	12.920	10.110	3.900	6.420	19.870	12.760	4.420
MÁXIMO	26.320	26.060	15.590	23.500	21.030	13.370	22.150
PARÁMETRO	PUNTO DE MARCHITES PERMANENTE (Hz 2)						
	PDb	CÑ	UD	PDa	BS	TR	AG
PROMEDIO (%.)	24.270	27.398	25.872	27.096	25.115	27.000	24.259
S.D.	6.345	2.276	4.944	5.034	0.700	8.952	5.290
VARIANZA	40.258	5.180	24.442	25.343	0.490	80.138	27.981
C.V.	26.143	8.307	19.109	18.579	2.787	33.155	21.805
MÍNIMO	16.070	24.870	18.350	19.750	24.620	20.670	16.970
MÁXIMO	31.550	30.630	33.950	37.400	25.610	33.330	31.940

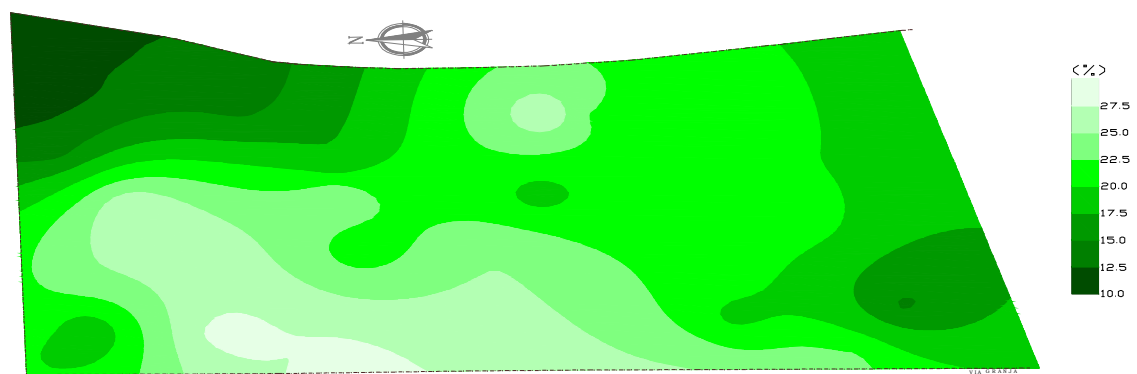
En los semivariogramas de C.C. y P.M.P. para los dos horizontes se halló que el valor de la varianza fue alto y provoco una alta variabilidad de esos parámetros en el área de estudio, no obstante los alcances de las curvas se describen como medianamente aceptables ya que encaja en las diferentes distancias de muestreo utilizadas, parcialmente (Anexo 10, 11, 12, 13).

La correlación demuestra que los valores obtenidos los parámetros de capacidad de campo y punto de marchites permanente tiene un alto nivel de significancia y son directamente proporcionales, debido a que la humedad en C.C. debe ser menor que la encontrada en P.M.P. llevando una relación directa con el tipo de suelo encontrado (Cuadro 15).

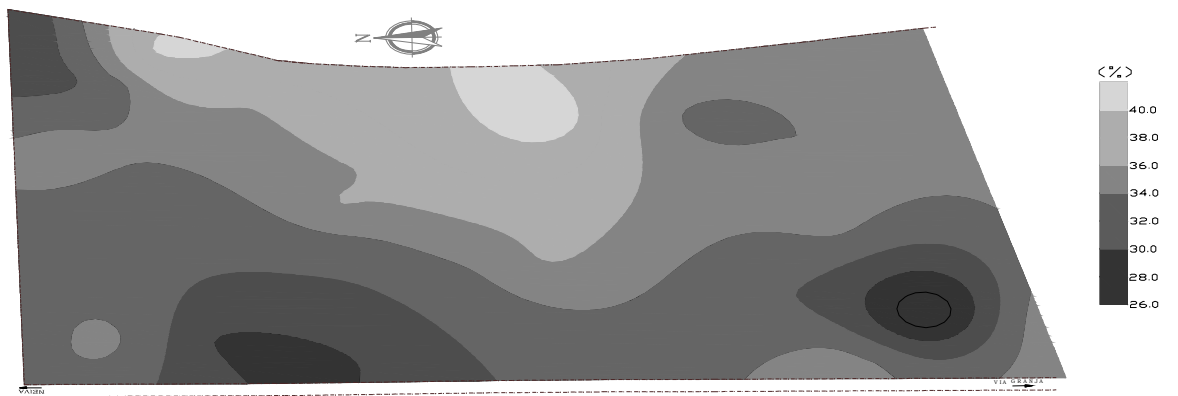
Cuadro 15. Correlación entre los parámetros de retención de humedad

CORRELACIÓN	Horizonte 1	Horizonte 2
	C.C. - P.M.P.	C.C. - P.M.P.
r	0.9569	0.7310
Nivel de significancia (α)	0.0000	0.0000

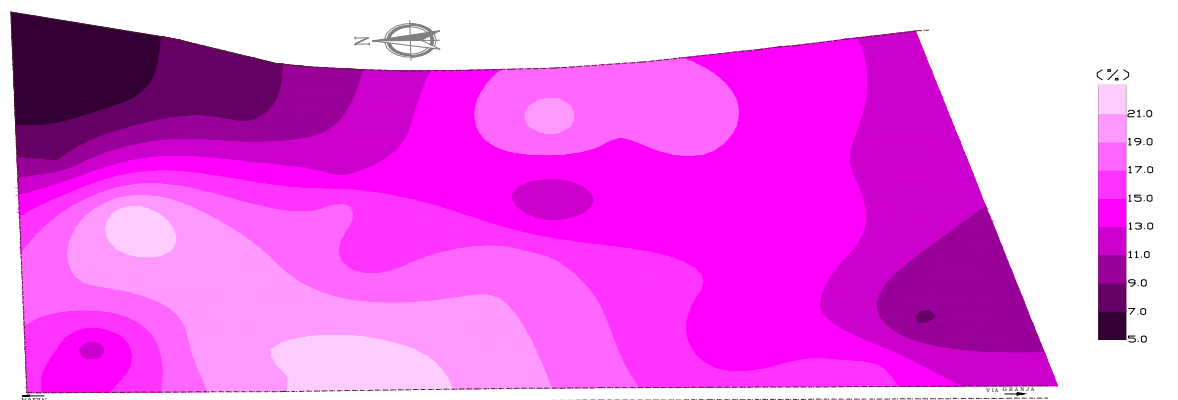
Según la variabilidad espacial de las propiedades de retención (Figura 12), se observo que se guarda una serie de semejanzas en cuanto su comportamiento a lo largo del área, corroborando la significancia presentada en la correlación.



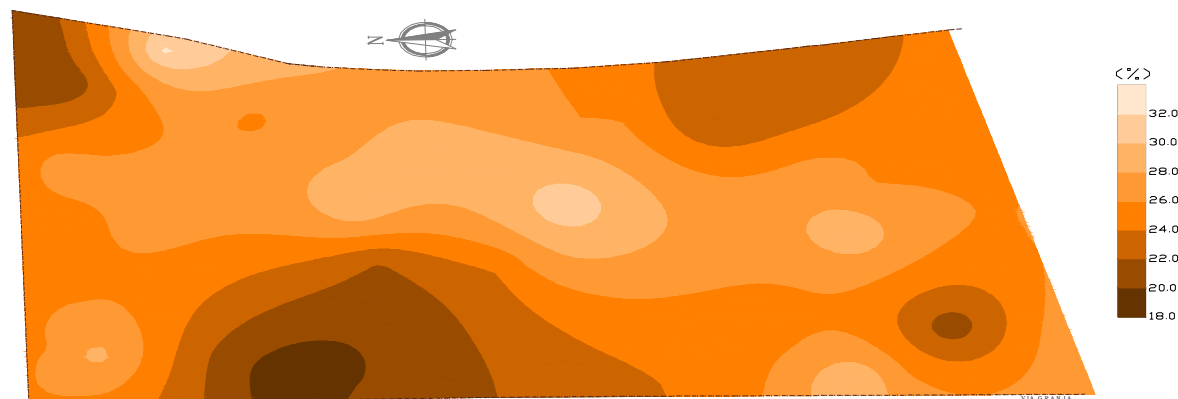
a)



b)



c)



d)

Figura 12. Variabilidad espacial de la humedad a CC y PMP **a)** CC (Hz1) **b)** CC (Hz2) **c)** PMP (Hz1) **d)** PMP (Hz2)

4.3. PROPIEDADES HIDRODINÁMICAS DE LOS SUELOS

Las propiedades hidrodinámicas de los suelos en el área de estudio presentan gran variación, además de su importancia al momento del diseño de riego superficial.

4.3.1. Conductividad hidráulica. Es el parámetro que define las posibilidades que tiene al agua para moverse dentro del suelo. La conductividad hidráulica saturada promedio para 45 puntos de muestreo es 1.105 m/d con valores mínimos de 0.07 y máximos de 4.05, clasificados lento y rápido respectivamente, indicando una alta variabilidad de este parámetro en toda el área experimental.

La serie piedras bajas presento valores de conductividad hidráulica alta, con 1.652 m/d clasificado como moderadamente rápido, lo contrario ocurrió con la serie bosque con 0.325 m/d clasificado como moderadamente lento (cuadro 16).

Cuadro 16. Parámetros estadísticos de la conductividad hidráulica para los suelos

PARÁMETRO	CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA						
	PDb	CÑ	UD	Pda	BS	TR	AG
PROMEDIO (m/d.)	1.652	0.782	0.842	1.270	0.325	0.790	1.311
S.D.	1.241	0.805	0.455	0.752	0.064	0.085	0.829
VARIANZA	1.540	0.647	0.207	0.565	0.004	0.007	0.687
C.V.	75.143	102.890	54.007	59.180	19.581	10.741	63.183
MÍNIMO	0.820	0.220	0.260	0.070	0.280	0.730	0.320
MÁXIMO	4.050	2.000	1.850	2.700	0.370	0.850	2.370
INTERPRETACION	Mod. Rápida	Moderada	Moderada	Mod. Rápida	Mod. Lenta	Moderada	Mod. Rápida

El semivariograma demuestra que los parámetros de sill y nuggets tiene valores bajos, es decir no poseen una diferencia significativa entre los puntos de cada muestra en la conductividad hidráulica, además que el alcance fue alto a = 910.9 demostrando que todas las muestras de suelos son representativas entre ellas (anexo 14).

La alta variación de la conductividad puede deberse al estado de humedad del suelo, La conductividad hidráulica del suelo es fuertemente dependiente de su contenido de humedad y puede disminuir varios órdenes de magnitud al pasar del estado de saturación a punto de marchitez permanente. La conductividad hidráulica del suelo es máxima cuando está saturado, pues todos los poros están llenos con agua y actúan como conductores; además, a mayor tamaño de poros, mayor es la conductividad, por lo cual es una propiedad que depende fuertemente de la estructura, la textura y la composición mineralógica de las arcillas (Jaramillo, 2002).

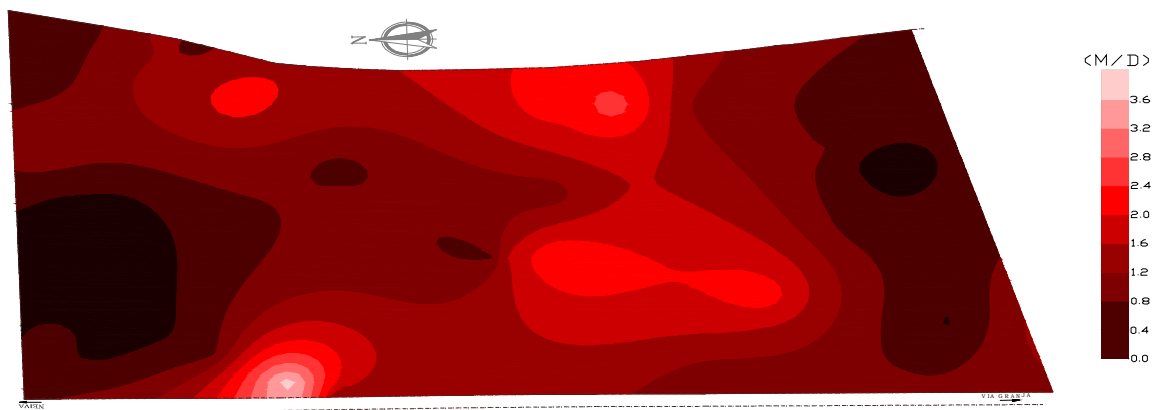


Figura 13. Variabilidad espacial de la conductividad hidráulica.

4.3.2. Infiltración: Este parámetro evalúa la velocidad de entrada de agua a los suelos, y determina cuánto tiempo debe permanecer el agua en la superficie del suelo para un buen humedecimiento, si el caudal a aplicar es grande se debe dejar menor tiempo de contacto entre el agua y el suelos, y viceversa.

En el área de estudio el suelo posee una infiltración promedio de 5.11 cm/hr, con valores que varían en un rango de 0.05 y 32.4 cm/hr, calificados muy lento a muy rápido, la serie piedras altas presenta la infiltración básica mayor con 8 cm/hr, al contrario de la serie bosque con 0.665 cm/hr (cuadro 17).

Cuadro 17. Parámetros estadísticos de la infiltración básica para los suelos

PARÁMETRO	INFILTRACIÓN BÁSICA						
	PDb	CÑ	UD	PDa	BS	TR	AG
PROMEDIO (cm/hr.)	1.897	2.992	4.626	8.008	0.665	3.190	7.019
S.D.	1.876	3.557	7.666	6.477	0.587	3.352	11.624
VARIANZA	3.519	12.654	58.760	41.946	0.345	11.234	135.110
C.V.	98.898	118.890	165.720	80.873	88.255	105.070	165.610
MÍNIMO	0.470	0.050	0.180	0.630	0.250	0.820	0.180
MÁXIMO	5.510	8.220	27.050	21.080	1.080	5.560	32.430

Debido a que presenta un sill igual 16, un nuggets de 8 y un alcance de 410, se determinó que la cantidad de puntos muestreados son suficientes para evaluar este parámetro, (anexo 15).

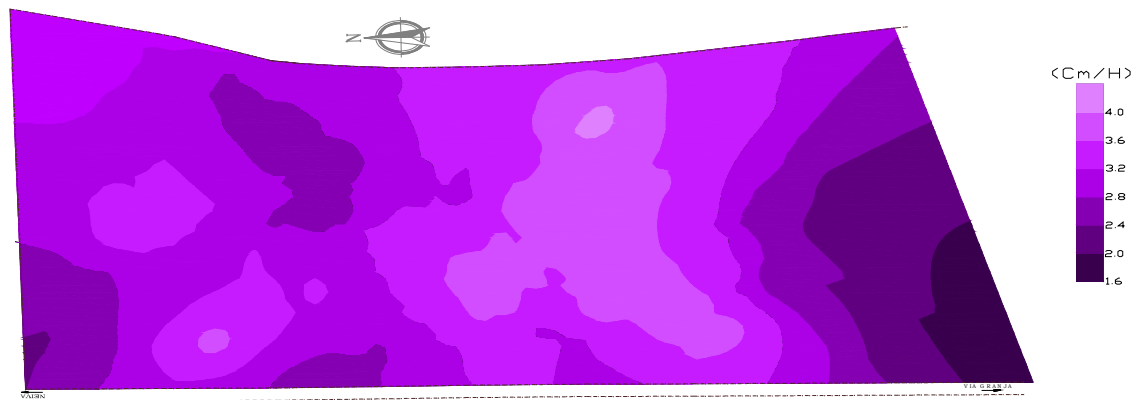


Figura 14. Variabilidad espacial de la infiltración básica.

4.4. BALANCE HÍDRICO

La zona de el Juncal presenta dos periodos en donde la cantidad de la precipitación 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 en donde los cultivos necesitan mas 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 15, anexo 18).

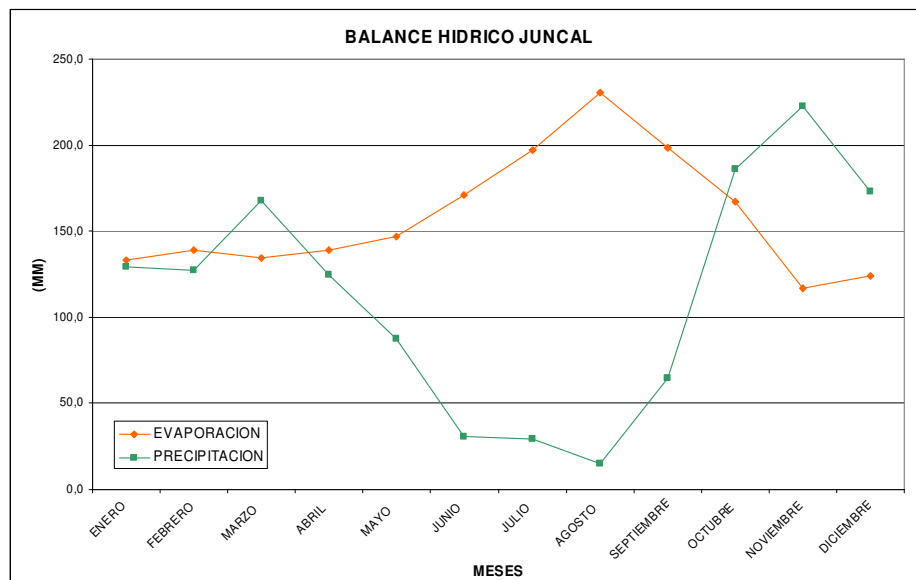
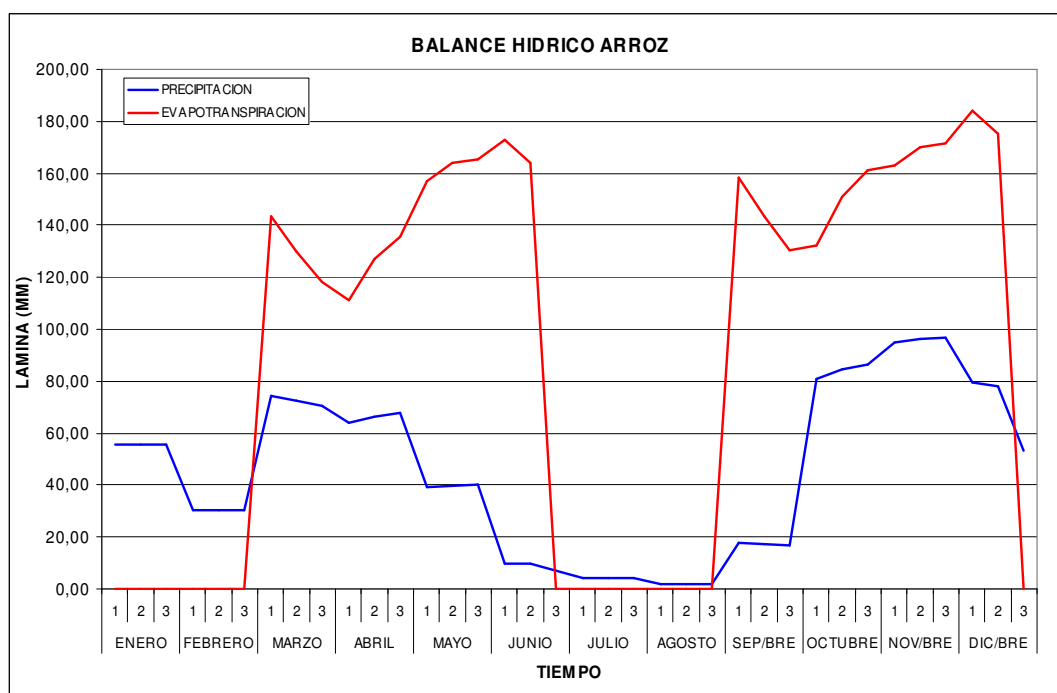


Figura 15. Balance hídrico general para la zona del Juncal.

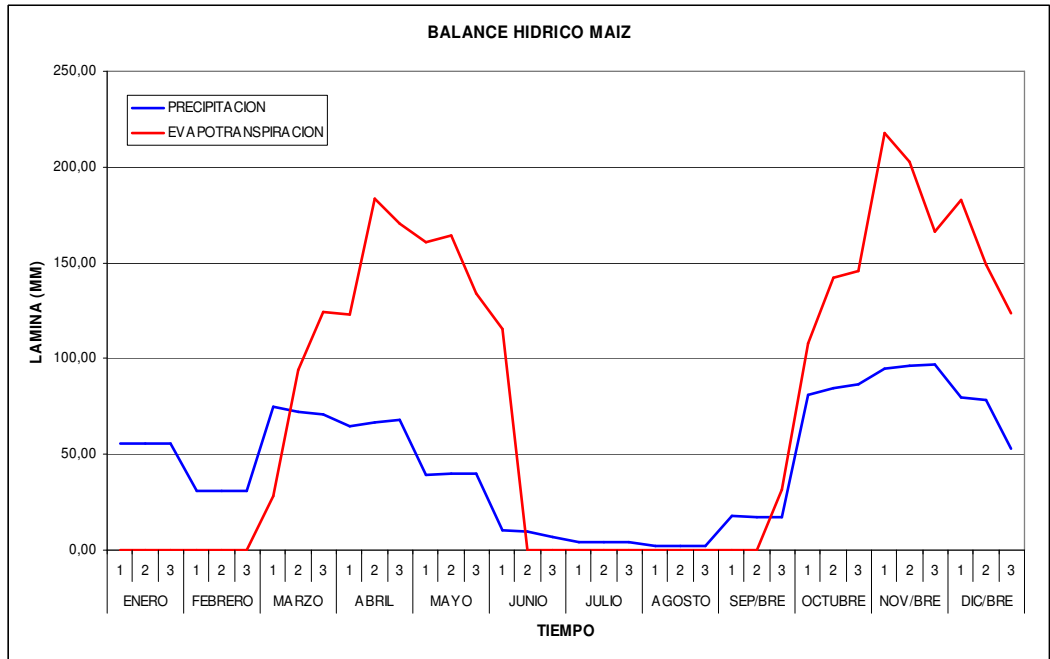
En la zona de el juncal existen variedad de cultivos semestrales característicos que son: el arroz, el maíz y el sorgo entre otros, de los cuales el que mas necesita agua es el arroz por se un cultivo de inundación, generalmente son cultivos que se inician su siembra dos o tres semanas antes de que comiencen las precipitaciones, para tratar de usar el mínimo consumo de agua del distrito, ya que su costo es elevado (Anexo 19).

El arroz es el cultivo mas sembrado en la zona de el Juncal, representando la mayor actividad económica de los agricultores, el maíz y el sorgo se cultiva en menor proporción; ya que son cultivos semestrales se hacen dos cosechas al año, según la fenología y la variedad del cultivo, se determina el tiempo de duración desde la siembra hasta la cosecha.

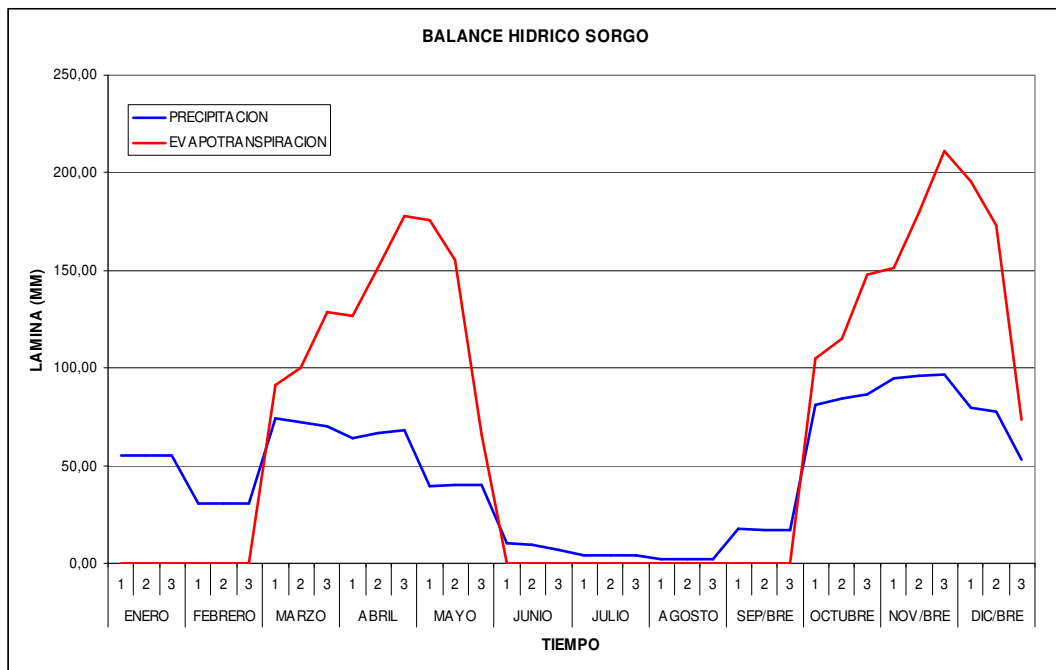
Para la evapotranspiración del cultivo se tomo en cuenta el factor Kc obtenido de los ensayos experimentales hechos por CORPOICA "Nataima", para una duración total del cultivo del arroz de 110 días, maíz de 100 días y sorgo de 90 días por cosecha, se determinó la evapotranspiración (anexo 20, 21, 22) y la precipitación efectiva (anexo 23), se observó que es necesario implantar riego ya que el agua de la lluvia no supe toda la necesaria para el cultivo (figura 16).



a)



b)



c)

Figura 16. Balance hídrico a) Arroz, b) Maiz, c) Sorgo.

4.5. DISEÑO DE RIEGO

4.5.1. Nivelación de tierras

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.

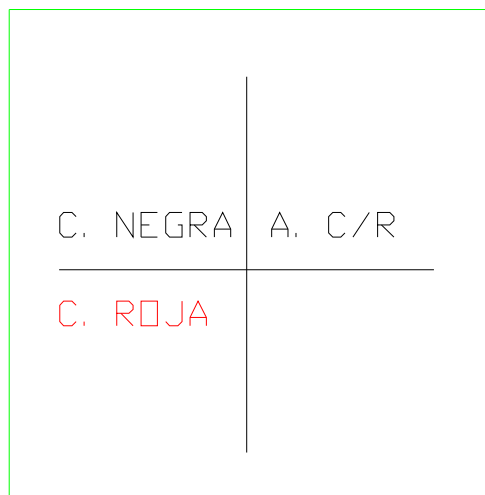
Las características principales de las melgas es que presentan pendientes transversales iguales a 0 y pendientes longitudinales iguales a 0.1%, las limitaciones para el uso total del área de estudio se debe a que algunas zonas el agua no llega por gravedad, y además presenta pendientes demasiado altas que impiden el movimiento de tierras adecuado.

MEMORIA DE CÁLCULO Y DESARROLLO DEL MÉTODO EN LA MELGA 1

C. NEGRA – Cota del terreno inicial

C. ROJA – Cota del terreno final

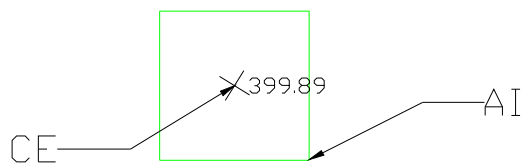
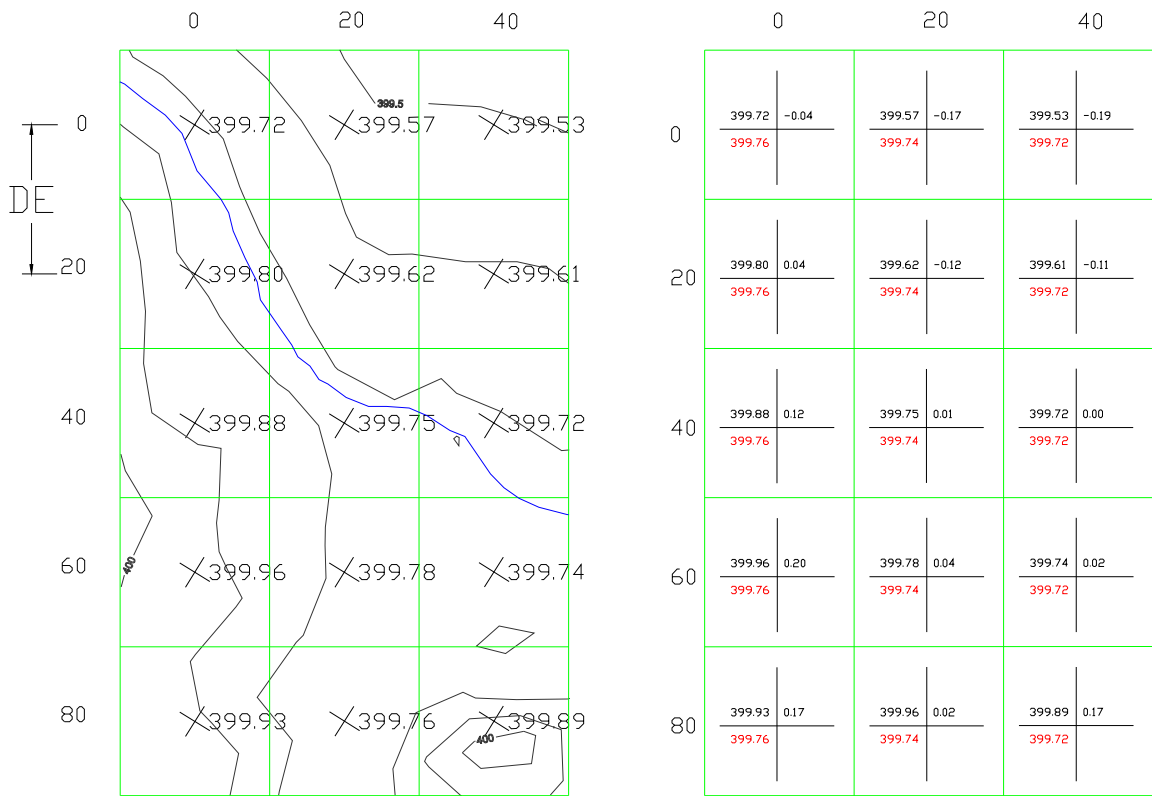
A C/R – Altura de corte o relleno (Corte (-), Relleno (+))



Primero se determina la cota centroide de la parcela, posteriormente con esta cota centroide y las pendientes longitudinales y transversales se determina la cota del proyecto (cota roja), que al ser restada con la cota del terreno (cota negra) se calcula la altura de corte o relleno.

Tomando esta altura de corte o relleno y multiplicándola por el área de influencia de la estaca se determina el volumen de tierra a cortar o rellenar.

Si la relación corte – relleno, o las alturas de corte y relleno no están en los rangos óptimos, se procede a ir cambiando progresivamente la cota centroide, o dimensionar un área mas pequeña de la parcela.



——— Curvas de nivel
 ——— Cota centroide
 CE = Cota del estacado
 DE = Distancia del estacado
 AI = Área de influencia

Una de las características que presentan las piscinas es que la relación corte - relleno es mayor o igual a 1.20 lo que asegura que el volumen de corte va a ser mayor que el de relleno; debido a diferentes factores como; la pendiente del terreno, la relación corte - relleno y las alturas de corte y relleno, algunas piscinas presentan una área igual de 2400 m² que se considera el área mínima para una piscina (Cuadro 18).

Cuadro 18. Movimiento de tierras y área de cada melga.

MELGA	ÁREA (m ²)	V. CORTE (m ³)	V. RELLENO (m ³)	RELACIÓN C-R	COTA CENTROIDE
1	6000	316.00	252.00	1.25	399.73
2	4000	258.00	202.00	1.28	399.741
3	6000	468.00	364.00	1.29	400.15
4	3200	120.00	96.00	1.25	399.41
5	8400	618.00	472.00	1.31	399.24
6	2400	116.00	92.00	1.26	399.28
7	3600	132.80	103.60	1.28	398.89
8	2400	156.00	120.00	1.30	399.52
9	2400	169.60	130.40	1.30	399.97
10	2400	164.00	124.00	1.32	399.11
11	3200	212.00	168.00	1.26	398.90
12	4800	286.00	226.00	1.27	398.86
13	6400	388.00	316.00	1.23	398.51
14	4800	394.00	314.00	1.25	398.68
15	3200	212.00	180.00	1.18	398.44
16	3200	216.00	176.00	1.23	398.03
17	3200	240.00	200.00	1.20	398.05
18	6400	392.00	328.00	1.20	397.52
19	3200	216.00	180.00	1.20	397.85
20	2400	158.00	130.00	1.22	398.24
21	2400	175.20	142.40	1.23	397.92
22	2400	108.00	88.00	1.23	397.54
23	3200	154.00	122.00	1.26	397.35
SUMATORIA	89600	5669.60	4526.40		

La zona que se pretende adecuar con surcos se dividió en tres subzonas o parcelas para hacer mas fácil y cómodo la nivelación, se hizo de acuerdo a las características del relieve, es decir se uniformizaron las pendientes normales del terreno (Cuadro 19).

Cuadro 19. Movimiento de tierras y área de cada parcela de surcos.

SURCO	ÁREA (m ²)	V. CORTE (m ³)	V. RELLENO (m ³)	RELACIÓN C-R	COTA CENTROIDE
1	10000	121.20	86.29	1.40	400.89
2	12000	311.93	255.87	1.22	400.02
3	5600	279.00	227.40	1.23	399.66
SUMATORIA	27600	712.13	569.55		

Los límites entre las melgas servirán de canales de triple propósito, para riego, drenaje y separación entre melgas.

4.5.2. Características de cada melga y parcela de surcos.

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 (cuadro 20, anexo 24, 25).

Cuadro 20. Parámetros utilizados para el cálculo del requerimiento hídrico para la melga 1.

PARÁMETRO	VALOR	SIGNIFICADO
CC (%)	20	Capacidad de campo
PMP (%)	14.5	Punto de marchites permanente
DA (Gr/cc)	1.7	Densidad aparente
Na (%)	50	Nivel de agotamiento
Ea (%)	45	Eficiencia de aplicación
So (%)	0.1	Pendiente del terreno
JDR (Hr)	18	Jornada diaria de riego
Long (m)	60	Distancia Longitudinal de la melga o surco
Ancho (m)	100	Distancia transversal de la melga
Qmne (L/sg)	6.3	Caudal máximo no erosivo
Qw (L/sg-m)	0.063	Caudal unitario
Do (m)	0.22	Altura de la lamina de agua (Melgas)
ϕ (°)	-	Angulo de giro (solo para surcos)

4.5.3. Requerimientos hídricos para el cultivo.

Los requerimientos de agua son diferentes dependiendo del cultivo que se desee establecer, se procedió a hacer el calculo de las laminas de agua, los tiempos y frecuencias de riego (dependiendo de la temporada de siembra y del estado actual del cultivo), 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; es el caso para las melgas que son áreas demasiado grandes, mientras que para los surcos se utilizan tiempos de riego mas cortos y frecuencias mas amplias, ya que las zona a irrigar tiene áreas menores (cuadro 21, Anexo 26 al 53).

Nota: En el diseño del requerimiento hídrico para el maíz y el sorgo se tomo una medida estándar de la longitud del surco, igual a 100 m, debido a que todas las longitudes son variables a lo largo del terreno, y además ninguna sobrepasa este valor.

Cuadro 21. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 1

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	4.68	10.39	0.33	1	2.75	0.69
	2	0.15	7.01	15.58	0.54	1	4.12	1.03
	3	0.20	9.35	20.78	0.79	1	5.50	1.37
ABRIL	1	0.25	11.69	25.97	1.05	2	6.87	1.72
	2	0.30	14.03	31.17	1.10	2	8.25	2.06
	3	0.35	16.36	36.36	1.21	2	9.62	2.40
MAYO	1	0.40	18.70	41.56	1.19	2	10.99	2.75
	2	0.45	21.04	46.75	1.28	2	12.37	3.09
	3	0.50	23.38	51.94	1.41	2	13.74	3.44
JUNIO	1	0.55	25.71	57.14	1.49	2	15.12	3.78
	2	0.60	28.05	62.33	1.71	2	16.49	4.12
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	4.68	10.39	0.30	1	2.75	0.69
	2	0.15	7.01	15.58	0.49	1	4.12	1.03
	3	0.20	9.35	20.78	0.72	1	5.50	1.37
OCTUBRE	1	0.25	11.69	25.97	0.88	1	6.87	1.72
	2	0.30	14.03	31.17	0.93	1	8.25	2.06
	3	0.35	16.36	36.36	1.01	2	9.62	2.40
NOV/BRE	1	0.40	18.70	41.56	1.15	2	10.99	2.75
	2	0.45	21.04	46.75	1.24	2	12.37	3.09
	3	0.50	23.38	51.94	1.36	2	13.74	3.44
DIC/BRE	1	0.55	25.71	57.14	1.40	2	15.12	3.78
	2	0.60	28.05	62.33	1.60	2	16.49	4.12
	3	0	0	0	0	0	0	0

4.5.4. Canal de abastecimiento

Para el canal de abastecimiento se tomo el modulo de riego que proporciona el Juncal a los usuarios del distrito de riego 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 (figura 17).

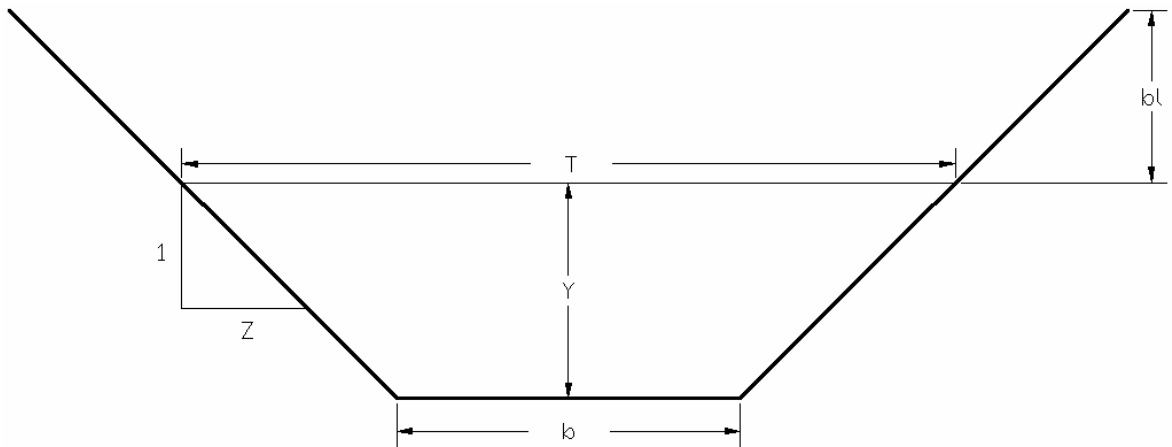


Figura 17. Diseño del canal de abastecimiento.

Caudal a conducir = $Q = 0.03564 \text{ m}^3/\text{sg} = 35 \text{ LPS}$

Solera = $b = 0.40 \text{ m}$

Talud = $Z = 1:1$

Coefficiente de rugosidad = $n = 0.04$

Pendiente del canal = $S = 0.1 \%$

Tirante = $Y = 0.25 \text{ m}$

Área = $A_h = 0.1621 \text{ m}^2$

Espejo de agua = $T = 0.8992 \text{ m}$

Perímetro húmedo = $Ph = 1.1068 \text{ m}$

Radio hidráulico = $R_h = 0.1466 \text{ m}$

Velocidad de flujo = $V = 0.2198 \text{ m/sg}$

Borde libre = $bl = 0.20 \text{ m}$

4.6. PRESUPUESTO

Cuadro 22. Presupuesto general del proyecto

ÍTEM	UNIDAD	CANTIDAD	C. UNITARIO	C. PARCIAL
Replanteo topográfico previo y posterior	Hectárea	11.72	50,000	586,000
Movimiento de tierras (volumen de cortes y rellenos)	m ³	11478	1,000	11,478,000
Canal principal y drenaje	ml	2337	500	1,168,500
Canal secundario	ml	2396	150	359,400
Costos de administración (10%)				1,359,190
Imprevistos (20%)				2,718,380
VALOR TOTAL				\$ 17,669,470

*El costo del movimiento de tierras, es proporcionado por el distrito de riego el Juncal (USOJUNCAL) y el distrito de riego de Saldaña (USOSALDAÑA).

$$\frac{\$17.669.470}{11.88ha} = \$1.487.329 \approx \$1.500.000/ha$$

La inversión del proyecto es de \$ 1'500.000 por ha para adecuación, reduciendo los costos de producción en \$ 500.000

Relación beneficio – costo; forma tradicional.

$$B/C = \frac{\$4.500.000}{\$4.200.000} = 1.07$$

Relación beneficio – costo; suponiendo que la producción del cultivo se mantenga, y reduciendo los costos de producción en la cantidad que se ahorraría con la adecuación propuesta en el proyecto.

$$B/C = \frac{\$4.500.000}{\$3.700.000} = 1.22$$

El TIR (Tasa Interna de Retorno) debe ser igual o mayor al Deposito a Termino Fijo (DTF = 7.73) + 8, siendo la utilidad anual en 3 años igual a la inversión inicial del proyecto.

$$DTF = 7.73 + 8 = 15.73\%$$

$$1.500.000 = \frac{800}{(1+0.28)^1} + \frac{800}{(1+0.28)^2} + \frac{800}{(1+0.28)^3}$$

$$1.500.000 = 625.000 + 488.000 + 381.000$$

$$1.500.000 = 1.495.000$$

El valor del TIR es de 28% satisfaciendo la ecuación, además cumple con la condición de ser este valor mayor o igual al índice DTF, es decir que implementado la adecuación propuesta estarían generando utilidades anuales de \$800.000 que serian recuperables en un término de 3 años y además generaría mayor utilidad comparada con el índice DTF de la economía colombiana.

Presentado además beneficios de tipo social como: la capacitación a los estudiante de Ingeniería Agrícola, ser un centro modelo para la capacitación a agricultores y beneficios de tipo ambiental.

5. 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 y Da, presentaron alcances de correlación entre 58.1 y 71.4 m, indicando que son parcialmente ajustables a las distancias de muestreo.
- 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 lote se presentan zonas donde el agua no llega por gravedad. Se proponen 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 tierras 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 evidencio 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 se permitió hacer un manejo de agua y suelos mas preciso en el área de estudio, para obtener grandes beneficios en los sistemas productivos a implementar.
- El valor del TIR es de 28% satisfaciendo la ecuación, y además cumpliendo con la condición de ser este valor mayor o igual al índice DTF + 8, tomado como costo de oportunidad es decir que generaría mayor utilidad que el sistema bancario de la economía Colombiana; implementado la adecuación propuesta estarían generando ahorros anuales de \$800.000 que harían recuperables en un término de 3 años la inversión.

6. RECOMENDACIONES

- Para ajustar el alcance permitido para los parámetros CC, PMP y Da, se debe considerar aumentar la densidad de puntos ajustando las distancias de muestreos a los alcances calculados por semivariografía.
- Mirar alternativas de riego presurizado para el aprovechamiento de las áreas marginales, implementando cultivos aptos para el mismo.
- Realizar una evaluación integral del manejo del agua posterior a la adecuación de tierras e implementación de cultivos que permita ajustar el manejo a condiciones reales medidas in situ.
- Hacer una comparación del manejo tradicional y el tecnificado para determinar la eficiencia del riego y eficiencia del rendimiento de la producción aplicado al sistema productivo.

BIBLIOGRAFÍA

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.

CAICEDO, Antonio Maria y otros, Manejo Tecnológico de los cultivos de Sorgo y Maíz, CORPOICA C.I. NATAIMA, Espinal – Colombia, 1998, 47 Págs.

CIAT, El riego en el cultivo del arroz, Manual de capacitación, 1993.

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.

GUROVICH, Luis A., Riego Superficial Tecnificado, 4 Edición, Santiago de Chile, Universidad Católica de Chile Ediciones, 2001, 538 Pág.

JARAMILLO JARAMILLO, Daniel Francisco, Introducción a las Ciencias del Suelo, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellín – Colombia, 2002, 619 Pág.

JARAMILLO JARAMILLO, Daniel Francisco, Estudio detallado del lote “La Universidad”, Universidad Surcolombiana, Facultad de Ingeniería, Neiva – Colombia, 1983, 35 Pág.

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.

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.

<http://www.agriculturadeprecision.org/mansit/VariabilidadEspacial.htm>

www.unavarra.es/directo/congresos/apoyo/jzns/12.pdf

www.flar.org/pdf/foro-pdf-marzo-05/agricultura-precision.pdf

www.agro.unalmed.edu.co/publicaciones/revista/docs/Art.%209%20Variab.espacial.pdf

www.agronomia.unal.edu.co/revista/Agronomia24-2/Vespaciapedaficas.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Descripción de los suelos de las series Piedras bajas (PDb) y Caño (CÑ)

Series Piedras bajas (PDb):

Describió	Armando Torrente
Fecha de descripción	10-12-06
Localización geográfica	Granja La Universidad.
Relieve	Semiplano (2.5%).
Material subyacente	Sedimentos aluviales.
Uso actual	Pastos naturales.
Material parental	Areniscas
Régimen de humedad	Ústico
Profundidad efectiva	17 cm
Limitante de profundidad	Alta densidad aparente.
Drenaje natural	Bueno
Posición Geomorfológico	Terraza.
Coordenadas	2°53'34.10" N - 75°18'31.7" W
Elevación	474 msnm

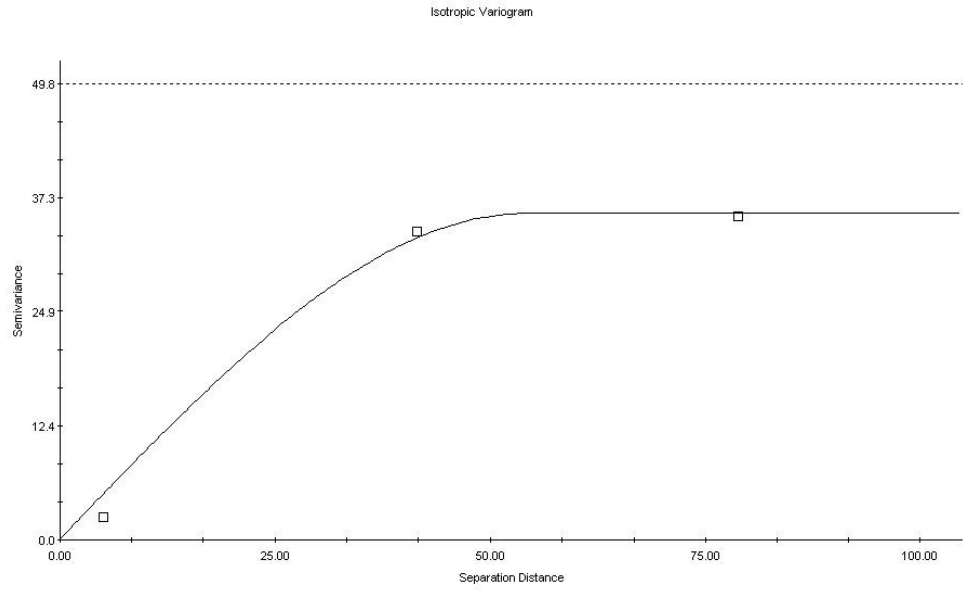
Horizonte	Descripción
0 - 4 cm Ap	10YR4/2 con ligeros moteos de color 10YR5/3, franco arenoso, migajoso y suelto, blando en seco, firme en húmedo y no adherente en mojado, cantidad media de poros, presencia de raíces.
4 - 17 cm C ₁	5YR4/2 con moteos de 5YR5/3, franco arenoso, muy duro en seco, firme en húmedo y no adherente en mojado, cantidad baja a media de poros y formación de grietas, presencia de raicillas, escasos organismos, horizonte limitante para la penetración de raíces.
17 - 65 cm C ₂	5YR4/8 y moteos de 10YR8/4, franco arcillo arenoso, sin estructura, extremadamente duro en seco, firme en húmedo y no adherente en mojado, pocos poros, grietas, escasa presencia de organismos.

Suelos de las series Caño (CÑ):

Describió	Armando Torrente
Fecha de descripción	10-12-06
Localización geográfica	Granja La Universidad.
Relieve	Semiplano (2%).
Material subyacente	Sedimentos aluviales.
Uso actual	Cítricos.
Material parental	Areniscas
Régimen de humedad	Ústico
Profundidad efectiva	23 cm
Limitante de profundidad	Alta densidad aparente.
Drenaje natural	Bueno
Posición Geomorfológico	Terraza.
Coordenadas	2°53'18.8" N - 75°18'28.6" W
Elevación	474 msnm

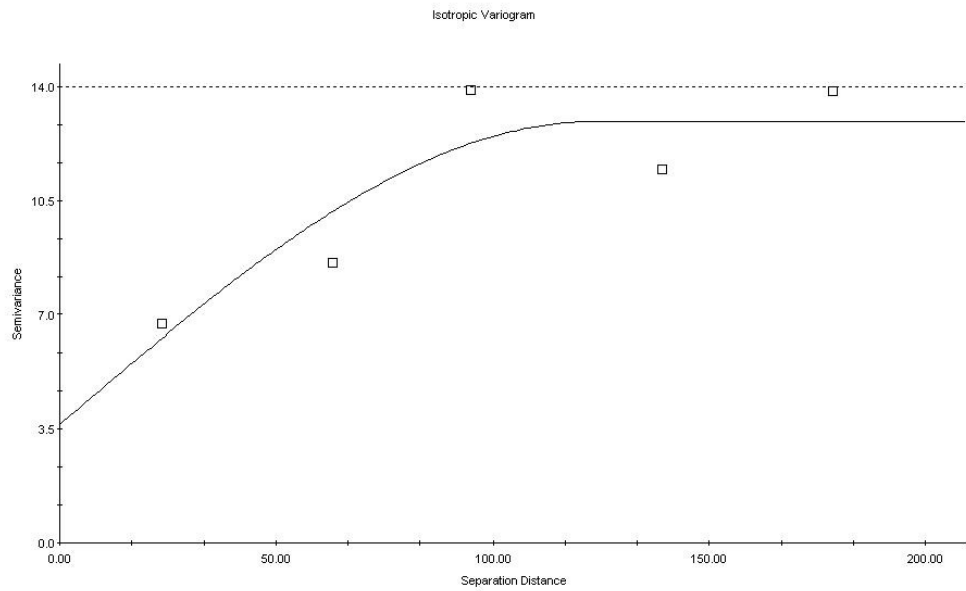
Horizonte	Descripción
0 - 5 cm Ap	10YR8/2 con ligeros moteos de color 10YR6/4, franco arenoso, migajoso y suelto, blando en seco, firme en húmedo y no adherente en mojado, cantidad alta de poros, presencia de raíces.
5 - 23 cm C ₁	10YR5/3, franco arenoso, sin estructura, muy duro en seco, firme en húmedo y no adherente en mojado, cantidad baja a media de poros y formación de grietas, presencia de raicillas, escasos organismos.
23 - 100 cm C ₂	10YR5/3, franco arenoso, sin estructura, extremadamente duro en seco, firme en húmedo y no adherente en mojado, baja porosidad, agrietamiento del horizonte, presencia de nodos minerales, grietas, escasa presencia de organismos.

Anexo 2. Semivariograma de la proporción de arenas en el primer horizonte



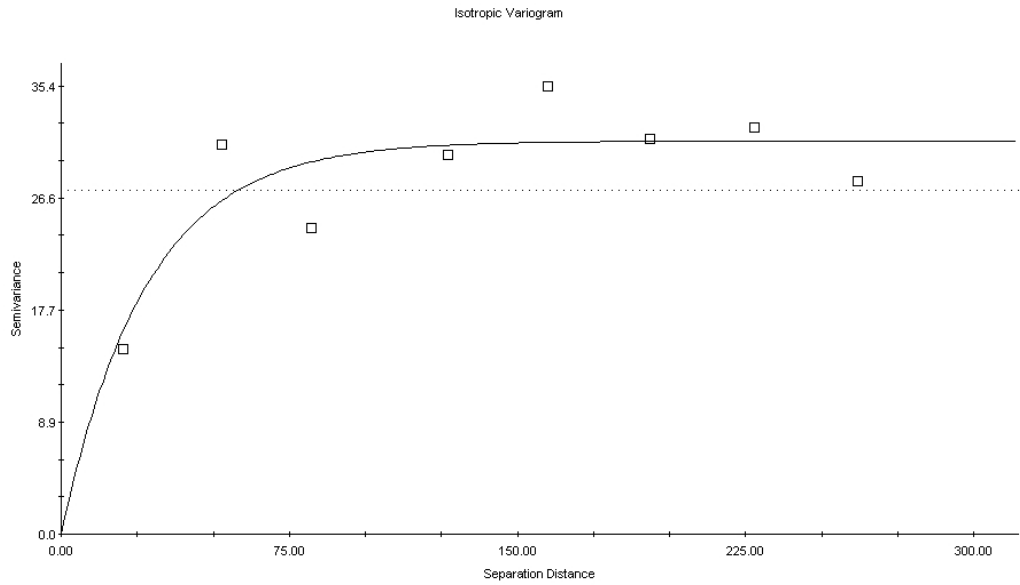
Spherical model ($C_0 = 0.1000$; $C_0 + C = 35.6000$; $A_0 = 54.20$; $r_2 = 0.999$;
RSS = 6.79)

Anexo 3. Semivariograma de la proporción de arcillas en el primer horizonte



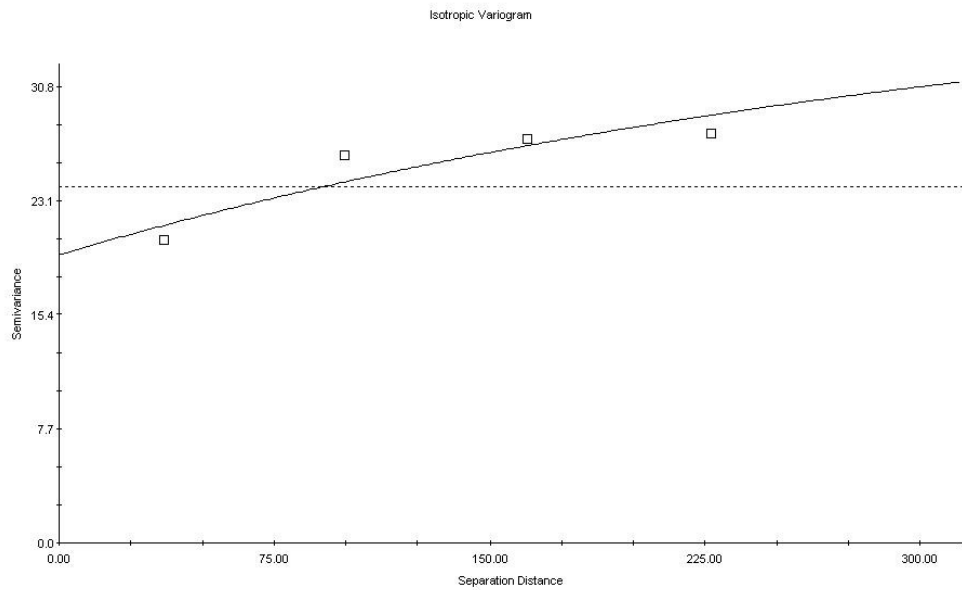
Spherical model ($C_0 = 3.6500$; $C_0 + C = 12.9500$; $A_0 = 123.20$; $r_2 = 0.795$;
RSS = 8.42)

Anexo 4. Semivariograma de la proporción de arenas en el segundo horizonte



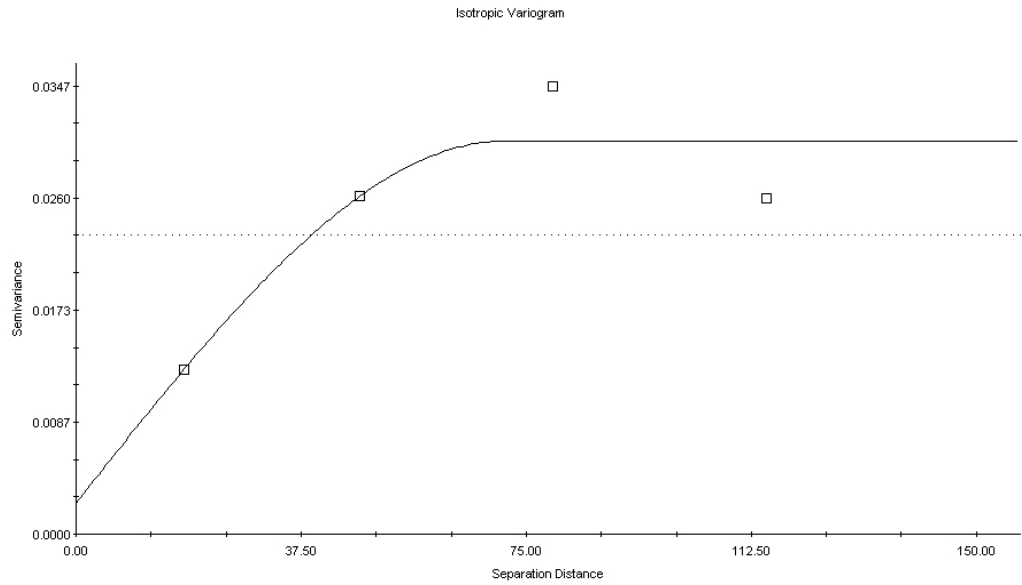
Exponential model ($C_0 = 0.0100$; $C_0 + C = 31.0600$; $A_0 = 28.00$; $r^2 = 0.720$;
RSS = 80.6)

Anexo 5. Semivariograma de la proporción de arcillas en el segundo horizonte



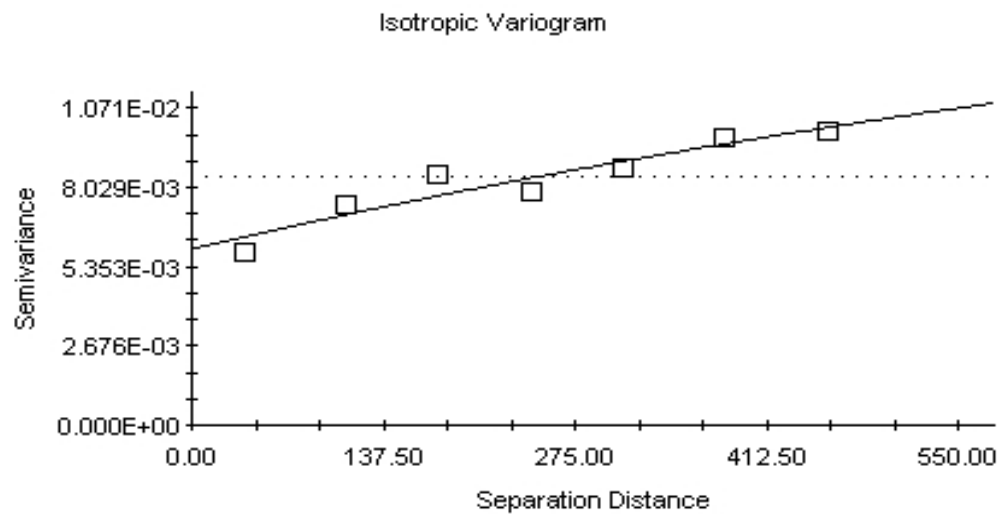
Exponential model ($C_0 = 19.4300$; $C_0 + C = 38.8700$; $A_0 = 342.20$; $r^2 = 0.824$;
RSS = 6.06)

Anexo 6. Semivariograma de Densidad aparente (horizonte 1)



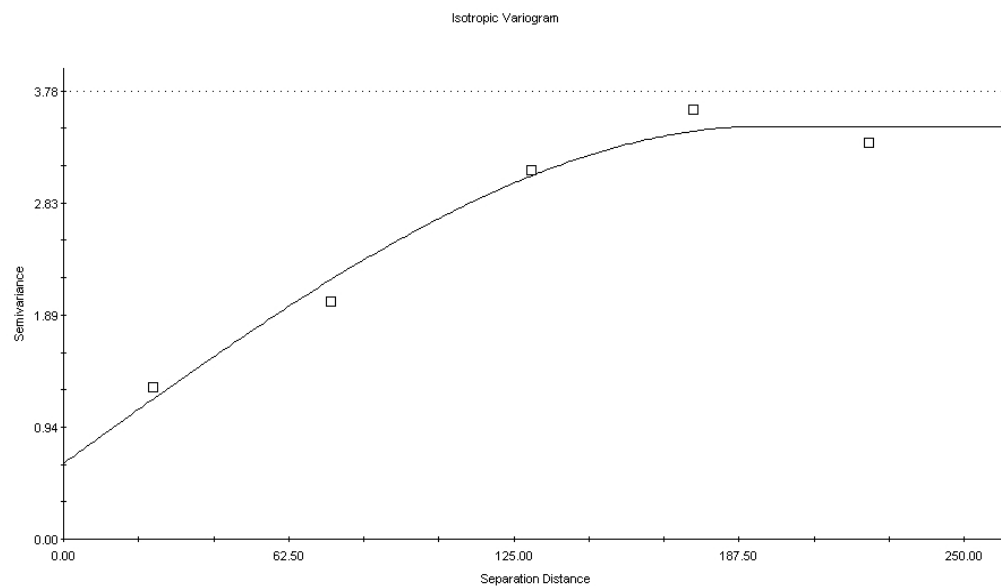
Spherical model ($C_0 = 0.0024$; $C_0 + C = 0.0304$; $A_0 = 71.40$; $r_2 = 0.847$;
 RSS = $3.776E-05$)

Anexo 7. Semivariograma de Densidad aparente (horizonte 2)



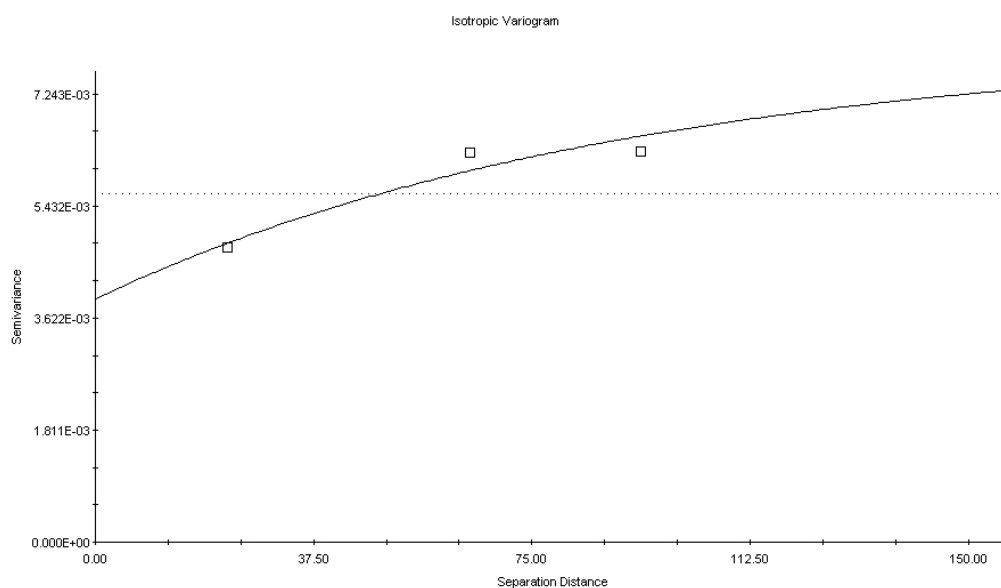
Exponential model ($C_0 = 0.0060$; $C_0 + C = 0.0181$; $A_0 = 1104.00$; $r_2 = 0.901$;
 RSS = $1.139E-06$)

Anexo 8. Semivariograma resistencia a la penetración superficial (grado de compactación en los primeros 10 cm)



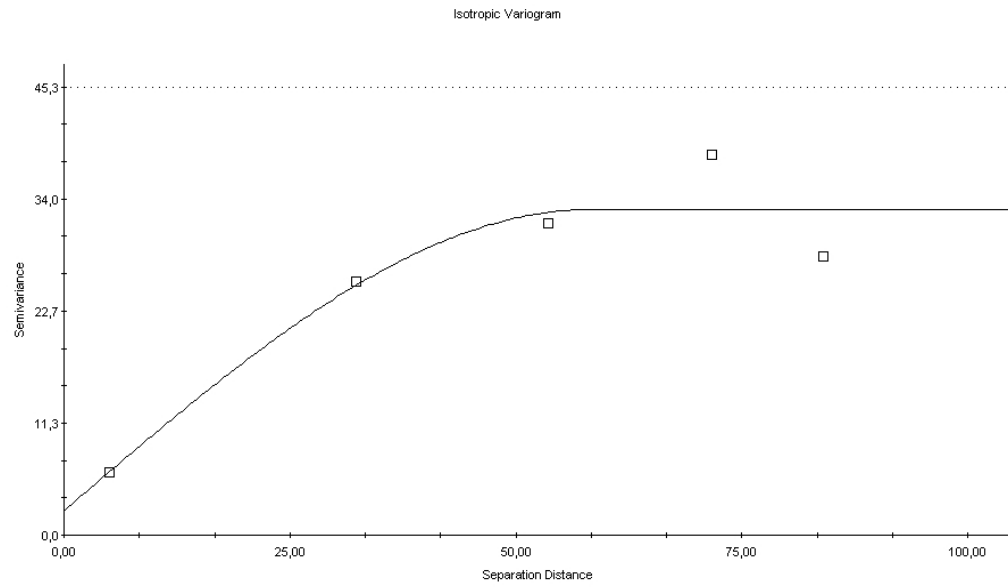
Spherical model ($C_0 = 0.6380$; $C_0 + C = 3.4800$; $A_0 = 194.50$; $r_2 = 0.975$; $RSS = 0.0974$)

Anexo 9. Semivariograma para la profundidad efectiva



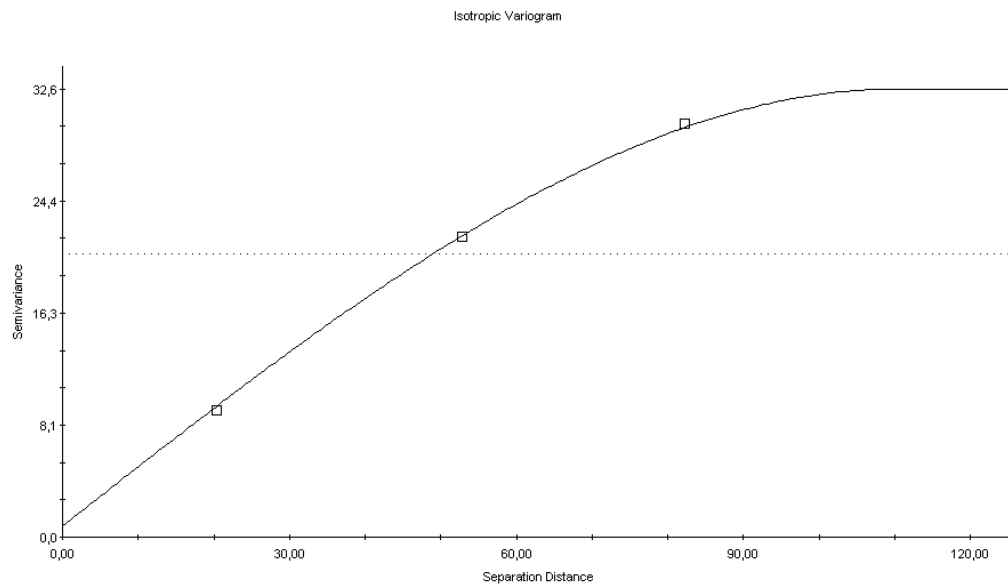
Exponential model ($C_0 = 0.0039$; $C_0 + C = 0.0080$; $A_0 = 92.00$; $r_2 = 0.905$; $RSS = 1.543E-07$)

Anexo 10. Semivariograma de capacidad de campo (Hz 1)



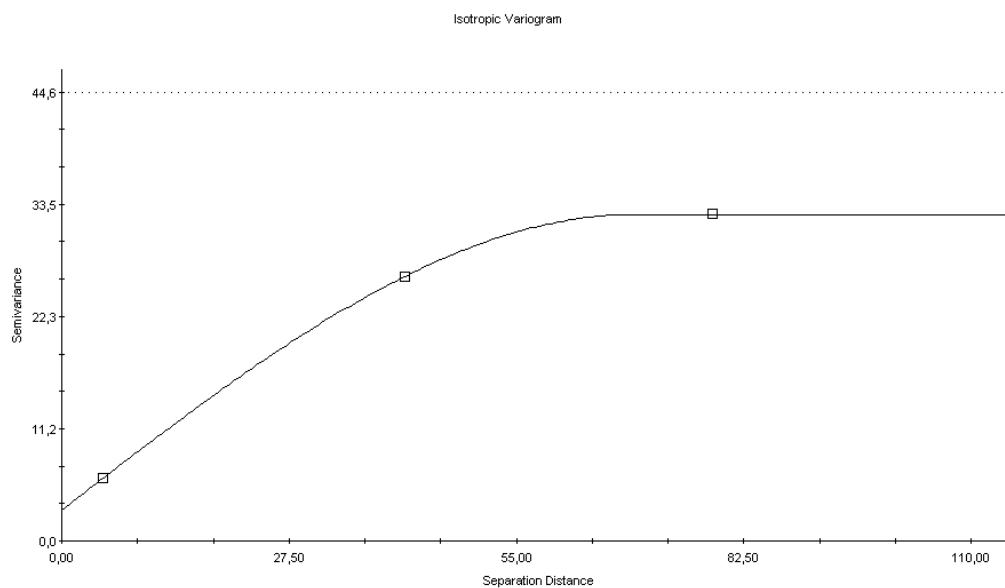
Spherical model ($C_0 = 2,4600$; $C_0 + C = 32,9000$; $A_0 = 58,10$; $r_2 = 0,904$;
RSS = 55,3)

Anexo 11. Semivariograma de capacidad de campo (Hz 2)



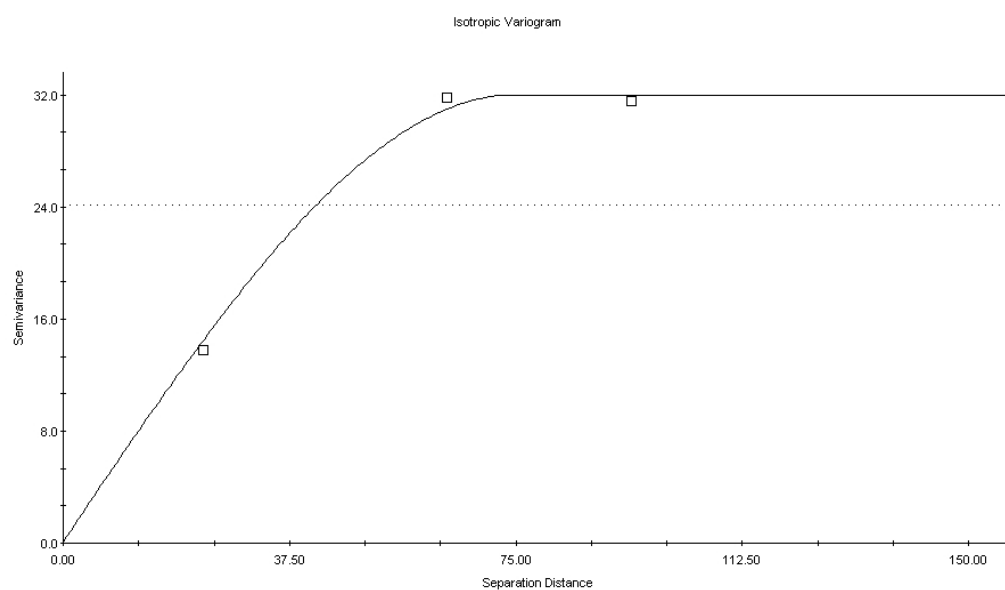
Spherical model ($C_0 = 0,8000$; $C_0 + C = 32,5900$; $A_0 = 110,20$; $r_2 = 1,000$;
RSS = 0,193)

Anexo 12. Semivariograma de punto de marchitez permanente (Hz 1)



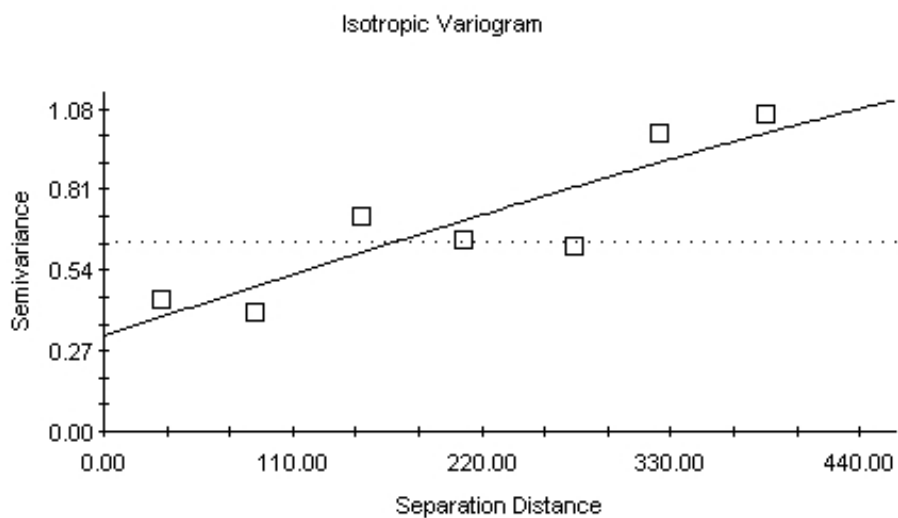
Spherical model ($C_0 = 3,0600$; $C_0 + C = 32,4700$; $A_0 = 69,40$; $r_2 = 1,000$;
 RSS = $1,497E-04$)

Anexo 13. Semivariograma de punto de marchitez permanente (Hz 2)



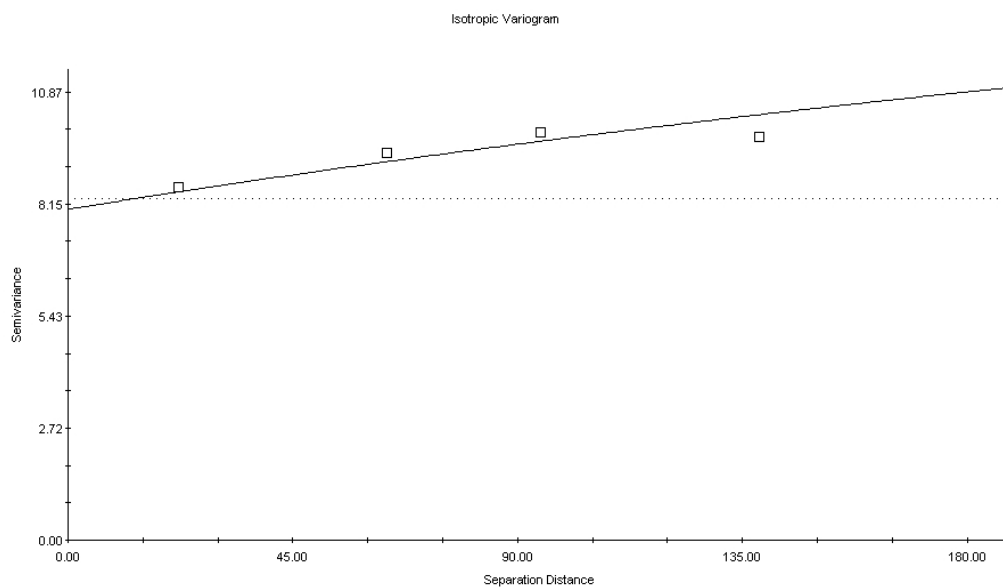
Spherical model ($C_0 = 0,1000$; $C_0 + C = 32,0000$; $A_0 = 74,70$; $r_2 = 0,996$;
 RSS = 1.32)

Anexo 14. Semivariograma de conductividad hidráulica



Spherical model ($C_0 = 0.3200$; $C_0 + C = 1.4550$; $A_0 = 910.90$; $r^2 = 0.783$;
 RSS = 0.0836)

Anexo 15. Semivariograma de la infiltración básica

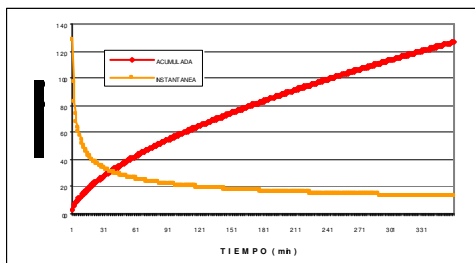


Exponential model ($C_0 = 8.0200$; $C_0 + C = 16.0410$; $A_0 = 410.90$; $r^2 = 0.806$;
 RSS = 0.405)

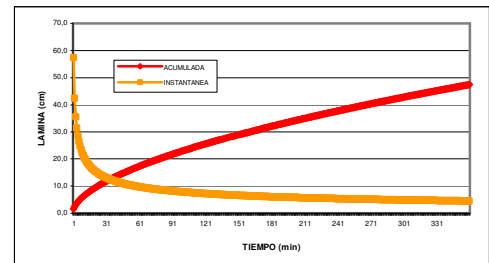
Anexo 16. Infiltración acumulada e instantánea para las diferentes series

SERIE	I (cm)	i (cm/hr)	CLASE
P. BAJAS	$0.349 \times T^{0.610}$	$12.773 \times T^{-0.390}$	M. LENTA
CAÑO	$1.686 \times T^{0.567}$	$57.350 \times T^{-0.433}$	MODERADA
UNIVERSIDAD	$0.244 \times T^{0.809}$	$11.844 \times T^{-0.191}$	MODERADA
P. ALTAS	$1.352 \times T^{0.666}$	$54.026 \times T^{-0.334}$	M. RÁPIDA
BOSQUE	$1.120 \times T^{0.434}$	$29.165 \times T^{-0.566}$	M. LENTA
TERRAZAS	$1.077 \times T^{0.631}$	$40.775 \times T^{-0.369}$	MODERADA
AGUAS	$1.152 \times T^{0.686}$	$47.416 \times T^{-0.314}$	M. RÁPIDA

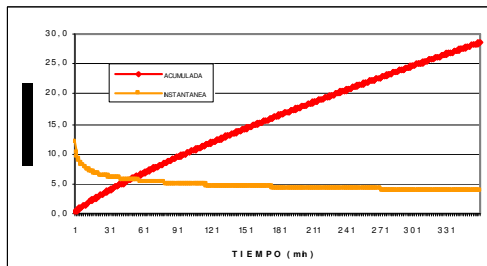
Anexo 17. Curva de infiltración acumulada e instantánea 17A) Piedras bajas, 17B) Caño, 17C) Universidad, 17D) Piedras altas, 17E) Bosque, 17F) Terrazas, 17G) Aguas.



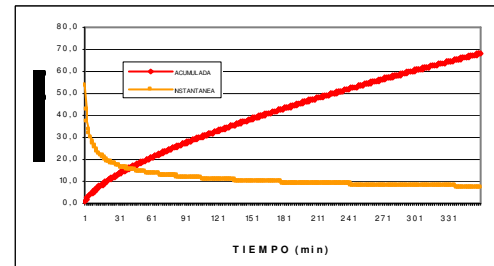
17A) Piedras bajas



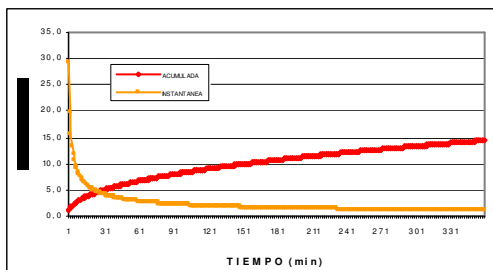
17B) Caño



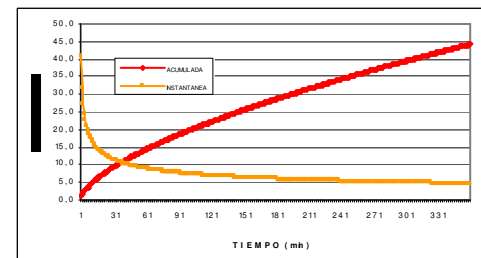
17C) Universidad



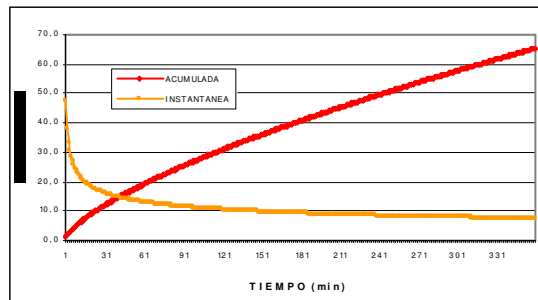
17D) Piedras altas



17E) Bosque



17F) Terrazas



17G) Aguas

Anexo 18. Datos climatológicos estación el Juncal.

Estación: EL JUNCAL Municipio: PALERMO Departamento: HUILA
 Coordenadas: 02°50' N Elevación: 460 m.s.n.m. Código: 2109501
 75°20' W

MES	EV (mm)	P (mm)	HR (mm)	BS (Hr)	T (°C)
ENERO	133.2	129.0	74.0	184.0	26.6
FEBRERO	139.3	127.0	74.0	151.2	26.8
MARZO	134.3	168.0	75.0	140.0	26.7
ABRIL	138.9	125.0	75.0	136.0	26.4
MAYO	146.9	87.4	74.0	156.0	26.4
JUNIO	171.3	31.0	68.0	161.0	26.9
JULIO	196.9	29.5	66.0	159.0	26.8
AGOSTO	230.6	14.7	63.0	167.0	27.3
SEPTIEMBRE	198.7	64.5	64.0	152.0	27.4
OCTUBRE	167.1	186.0	70.0	160.0	26.9
NOVIEMBRE	117.1	222.9	76.0	162.0	26.3
DICIEMBRE	124.1	173.0	76.0	174.0	26.3
PROMEDIO	158.2	113.2	71.3	158.5	26.7

Anexo 20 Evapotranspiración para el Arroz (método BLANEY CRIDDLE).

	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Brillo solar (%)	9,67	9,67	9,67	7,95	7,95	7,95	7,36	7,36	7,36	7,15	7,15	7,15	8,20	8,20	8,20	8,46	8,46	8,46
Temperatura (°C)	26,60	26,60	26,60	26,8	26,80	26,80	26,7	26,70	26,70	26,4	26,40	26,40	26,4	26,40	26,40	26,9	26,90	26,90
(8,12+0,457 T)	20,28	20,28	20,28	20,37	20,37	20,37	20,32	20,32	20,32	20,18	20,18	20,18	20,18	20,18	20,18	20,41	20,41	20,41
P (8,12+0,457 T)	196,07	196,07	196,07	161,92	161,92	161,92	149,57	149,57	149,57	144,32	144,32	144,32	165,52	165,52	165,52	172,70	172,70	172,70
Kcp Decadal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	0,87	0,79	0,77	0,88	0,94	0,95	0,99	1,00	1,00	0,95	0,00
EVT (mm/decadal)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143,59	130,13	118,16	111,13	127,00	135,66	157,24	163,86	165,52	172,70	164,06	0,00
EVT (mm/dia)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,36	13,01	11,82	11,11	12,70	13,57	15,72	16,39	16,55	17,27	16,41	0,00
EVT (mm/dia)	0,00			0,00			13,06			12,46			16,22			16,84		

	JULIO			AGOSTO			SEP/BRE			OCT/BRE			NOV/BRE			DIC/BRE		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Brillo solar (%)	8,36	8,36	8,36	8,78	8,78	8,78	7,99	7,99	7,99	8,41	8,41	8,41	8,52	8,52	8,52	9,15	9,15	9,15
Temperatura (°C)	26,8	26,80	26,80	27,3	27,30	27,30	27,4	27,40	27,40	26,9	26,90	26,90	26,3	26,30	26,30	26,3	26,30	26,30
(8,12+0,457 T)	20,37	20,37	20,37	20,60	20,60	20,60	20,64	20,64	20,64	20,41	20,41	20,41	20,14	20,14	20,14	20,14	20,14	20,14
P (8,12+0,457 T)	170,27	170,27	170,27	180,83	180,83	180,83	164,93	164,93	164,93	171,68	171,68	171,68	171,59	171,59	171,59	184,27	184,27	184,27
Kcp Decadal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	0,87	0,79	0,77	0,88	0,94	0,95	0,99	1,00	1,00	0,95	0,00
EVT (mm/decadal)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	158,33	143,49	130,29	132,19	151,07	161,38	163,01	169,87	171,59	184,27	175,06	0,00
EVT (mm/dia)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,83	14,35	13,03	13,22	15,11	16,14	16,30	16,99	17,16	18,43	17,51	0,00
EVT (mm/mes)	0,00			0,00			14,40			14,82			16,82			17,97		

P = Brillo solar (%)
 T = Temperatura (°C)
 F= P (8,12+0,457 T)
 K = Factor de cultivo
 U.C. (EVT) = KF

Anexo 21. Evapotranspiración para el Maíz (método BLANEY CRIDDLE).

	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Brillo solar (%)	9,67	9,67	9,67	7,95	7,95	7,95	7,36	7,36	7,36	7,15	7,15	7,15	8,20	8,20	8,20	8,46	8,46	8,46
Temperatura (°C)	26,60	26,60	26,60	26,8	26,80	26,80	26,7	26,70	26,70	26,4	26,40	26,40	26,4	26,40	26,40	26,9	26,90	26,90
(8,12+0,457 T)	20,28	20,28	20,28	20,37	20,37	20,37	20,32	20,32	20,32	20,18	20,18	20,18	20,18	20,18	20,18	20,41	20,41	20,41
P (8,12+0,457 T)	196,07	196,07	196,07	161,92	161,92	161,92	149,57	149,57	149,57	144,32	144,32	144,32	165,52	165,52	165,52	172,70	172,70	172,70
Kcp Decadal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,63	0,83	0,85	1,27	1,18	0,97	0,99	0,81	0,67	0,00	0,00
EVT (mm/decadal)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,42	94,23	124,14	122,67	183,29	170,30	160,55	163,86	134,07	115,71	0,00	0,00
EVT (mm/día)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,84	9,42	12,41	12,27	18,33	17,03	16,05	16,39	13,41	11,57	0,00	0,00
EVT (mm/día)	0,00			0,00			8,23			15,88			15,28			11,57		

	JULIO			AGOSTO			SEP/BRE			OCT/BRE			NOV/BRE			DIC/BRE		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Brillo solar (%)	8,36	8,36	8,36	8,78	8,78	8,78	7,99	7,99	7,99	8,41	8,41	8,41	8,52	8,52	8,52	9,15	9,15	9,15
Temperatura (°C)	26,8	26,80	26,80	27,3	27,30	27,30	27,4	27,40	27,40	26,9	26,90	26,90	26,3	26,30	26,30	26,3	26,30	26,30
(8,12+0,457 T)	20,37	20,37	20,37	20,60	20,60	20,60	20,64	20,64	20,64	20,41	20,41	20,41	20,14	20,14	20,14	20,14	20,14	20,14
P (8,12+0,457 T)	170,27	170,27	170,27	180,83	180,83	180,83	164,93	164,93	164,93	171,68	171,68	171,68	171,59	171,59	171,59	184,27	184,27	184,27
Kcp Decadal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,63	0,83	0,85	1,27	1,18	0,97	0,99	0,81	0,67
EVT (mm/decadal)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	31,34	108,16	142,49	145,92	217,91	202,47	166,44	182,43	149,26	123,46
EVT (mm/día)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,13	10,82	14,25	14,59	21,79	20,25	16,64	18,24	14,93	12,35
EVT (mm/mes)	0,00			0,00			3,13			13,22			19,56			16,58		

P = Brillo solar (%)
 T = Temperatura (°C)
 F= P (8,12+0,457 T)
 K = Factor de cultivo
 U.C. (EVT) = KF

Anexo 22. Evapotranspiración para el Sorgo (método BLANEY CRIDDLE).

	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Brillo solar (%)	9,67	9,67	9,67	7,95	7,95	7,95	7,36	7,36	7,36	7,15	7,15	7,15	8,20	8,20	8,20	8,46	8,46	8,46
Temperatura (°C)	26,60	26,60	26,60	26,8	26,80	26,80	26,7	26,70	26,70	26,4	26,40	26,40	26,4	26,40	26,40	26,9	26,90	26,90
(8,12+0,457 T)	20,28	20,28	20,28	20,37	20,37	20,37	20,32	20,32	20,32	20,18	20,18	20,18	20,18	20,18	20,18	20,41	20,41	20,41
P (8,12+0,457 T)	196,07	196,07	196,07	161,92	161,92	161,92	149,57	149,57	149,57	144,32	144,32	144,32	165,52	165,52	165,52	172,70	172,70	172,70
Kcp Decadal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	0,67	0,86	0,88	1,05	1,23	1,06	0,94	0,40	0,00	0,00	0,00
EVT (mm/decadal)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	91,24	100,21	128,63	127,00	151,54	177,52	175,45	155,58	66,21	0,00	0,00	0,00
EVT (mm/dia)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,12	10,02	12,86	12,70	15,15	17,75	17,54	15,56	6,62	0,00	0,00	0,00
EVT (mm/dia)	0,00			0,00			10,67			15,20			13,24			0,00		

	JULIO			AGOSTO			SEP/BRE			OCT/BRE			NOV/BRE			DIC/BRE		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Brillo solar (%)	8,36	8,36	8,36	8,78	8,78	8,78	7,99	7,99	7,99	8,41	8,41	8,41	8,52	8,52	8,52	9,15	9,15	9,15
Temperatura (°C)	26,8	26,80	26,80	27,3	27,30	27,30	27,4	27,40	27,40	26,9	26,90	26,90	26,3	26,30	26,30	26,3	26,30	26,30
(8,12+0,457 T)	20,37	20,37	20,37	20,60	20,60	20,60	20,64	20,64	20,64	20,41	20,41	20,41	20,14	20,14	20,14	20,14	20,14	20,14
P (8,12+0,457 T)	170,27	170,27	170,27	180,83	180,83	180,83	164,93	164,93	164,93	171,68	171,68	171,68	171,59	171,59	171,59	184,27	184,27	184,27
Kcp Decadal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	0,67	0,86	0,88	1,05	1,23	1,06	0,94	0,40
EVT (mm/decadal)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	104,72	115,02	147,64	150,99	180,16	211,05	195,33	173,22	73,71
EVT (mm/dia)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,47	11,50	14,76	15,10	18,02	21,10	19,53	17,32	7,37
EVT (mm/mes)	0,00			0,00			0,00			12,25			18,07			18,43		

P = Brillo solar (%)
 T = Temperatura (°C)
 F= P (8,12+0,457 T)
 K = Factor de cultivo
 U.C. (EVT) = KF

Anexo 23. Precipitación efectiva (método SERVICIO DE CONSERVACIÓN DE SUELOS DE LOS ESTADOS UNIDOS).

	ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
P (75%)	105,80	105,80	105,80	54	54,00	54,00	103,4	103,40	103,40	94,6	94,60	94,60	48,6	48,60	48,60	12,1	12,10	12,10
U.C.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	143,59	130,13	118,16	111,13	127,00	135,66	157,24	163,86	165,52	172,70	164,06	0,00
P.E.	55,45	55,45	55,45	30,60	30,60	30,60	74,53	72,36	70,48	64,23	66,51	67,79	39,30	39,88	40,02	10,00	9,81	6,84

	JULIO			AGOSTO			SEP/BRE			OCT/BRE			NOV/BRE			DIC/BRE		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
P (75%)	8,3	8,30	8,30	5,4	5,40	5,40	21,3	21,30	21,30	117,1	117,10	117,10	130	130,00	130,00	100,6	100,60	100,60
U.C.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	158,33	143,49	130,29	132,19	151,07	161,38	163,01	169,87	171,59	184,27	175,06	0,00
P.E.	4,23	4,23	4,23	2,09	2,09	2,09	17,91	17,33	16,84	80,96	84,39	86,33	94,81	96,25	96,61	79,58	77,99	53,07

P = lluvia con 75% de probabilidad de que ocurra (mm)

U.C. = Uso Consumo (mm/10 días)

P.E. = Precipitación efectiva (mm)

Anexo 24. Parámetros utilizados para el cálculo de requerimientos hídricos para cada melga.

Parámetro	MELGA 1	MELGA 2	MELGA 3	MELGA 4	MELGA 5
CC (%)	20	20	20	22.5	25
PMP (%)	14.5	14	14.5	16	18
DA (g/cm ³)	1.7	1.7	1.65	1.65	1.6
Na (%)	50	50	50	50	50
Ea (%)	45	45	45	45	45
So (%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
JDR (Hr)	18	18	18	18	18
long (m)	60	40	60	40	60
Ancho (m)	100	100	100	80	140
Qmne (L/sg)	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
Qw (L/sg-m)	0.063	0.063	0.063	0.07875	0.045
Do (m)	0.22	0.22	0.22	0.25	0.18
Parámetro	MELGA 6	MELGA 7	MELGA 8	MELGA 9	MELGA 10
CC (%)	25.5	23.5	20	20	19
PMP (%)	19.5	17.5	13.5	13.5	13
DA (g/cm ³)	1.65	1.6	1.4	1.4	1.35
Na (%)	50	50	50	50	50
Ea (%)	45	45	45	45	45
So (%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
JDR (Hr)	18	18	18	18	18
long (m)	40	60	40	40	40
Ancho (m)	60	60	60	60	60
Qmne (L/sg)	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
Qw (L/sg-m)	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105
Do (m)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Parámetro	MELGA 11	MELGA 12	MELGA 13	MELGA 14	MELGA 15
CC (%)	20	17.5	21	22	14.5
PMP (%)	14.5	9	15	17.5	8.5
DA (g/cm ³)	1.55	1.75	1.75	1.7	1.75
Na (%)	50	50	50	50	50
Ea (%)	45	45	45	45	45
So (%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
JDR (Hr)	18	18	18	18	18
long (m)	40	60	80	60	40
Ancho (m)	80	80	80	80	80
Qmne (L/sg)	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
Qw (L/sg-m)	0.07875	0.07875	0.07875	0.07875	0.07875
Do (m)	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25

Continuación anexo 23.

Parámetro	MELGA 16	MELGA 17	MELGA 18	MELGA 19	MELGA 20
CC (%)	14	17.5	17.5	21	19
PMP (%)	8	13	13	15.5	15
DA (Gr/cc)	1.65	1.8	1.75	1.7	1.7
Na (%)	50	50	50	50	50
Ea (%)	45	45	45	45	45
So (%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
JDR (Hr)	18	18	18	18	18
Long (m)	40	40	40	80	80
Ancho (m)	80	60	60	40	40
Qmne (L/sg)	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
Qw (L/sg-m)	0.07875	0.105	0.105	0.1575	0.1575
Do (m)	0.25	0.3	0.3	0.38	0.38
Parámetro	MELGA 21	MELGA 22	MELGA 23		
CC (%)	24	24.5	26		
PMP (%)	18.5	18	20		
DA (Gr/cc)	1.8	1.75	1.75		
Na (%)	50	50	50		
Ea (%)	45	45	45		
So (%)	0.1	0.1	0.1		
JDR (Hr)	18	18	18		
Long (m)	80	60	60		
Ancho (m)	40	40	40		
Qmne (L/sg)	6.3	6.3	6.3		
Qw (L/sg-m)	0.1575	0.1575	0.1575		
Do (m)	0.38	0.38	0.38		

Anexo 25. Parámetros utilizados para el cálculo de requerimientos hídricos para cada parcela de surcos.

Parámetro	SURCOS 1	SURCOS 2	SURCOS 3
CC (%)	19	19	19
PMP (%)	11	10	10
DA (Gr/cc)	1.8	1.75	1.7
Na (%)	50	50	50
Ea (%)	45	45	45
So (%)	0.1	0.1	0.1
JDR (Hr)	18	18	18
Long (m)	Variable	Variable	Variable
Ancho (m)	0.8	0.8	0.8
Qmne (LPS)	6.30	6.30	6.30
ϕ	84° 15'	81° 51'	82° 57'

Nota: La longitud de los surcos es variable ya que el terreno es de forma irregular, obligando a hacer surcos de diferentes longitudes.

Anexo 26. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 2

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)	Tr (Hr)	
						Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	5.10	11.33	0.36	1	2.00
	2	0.15	7.65	17.00	0.59	1	3.00
	3	0.20	10.20	22.67	0.86	1	4.00
ABRIL	1	0.25	12.75	28.33	1.15	2	5.00
	2	0.30	15.30	34.00	1.20	2	6.00
	3	0.35	17.85	39.67	1.32	2	7.00
MAYO	1	0.40	20.40	45.33	1.30	2	8.00
	2	0.45	22.95	51.00	1.40	2	8.99
	3	0.50	25.50	56.67	1.54	2	9.99
JUNIO	1	0.55	28.05	62.33	1.62	2	10.99
	2	0.60	30.60	68.00	1.87	2	11.99
	3	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	5.10	11.33	0.32	1	2.00
	2	0.15	7.65	17.00	0.53	1	3.00
	3	0.20	10.20	22.67	0.78	1	4.00
OCTUBRE	1	0.25	12.75	28.33	0.96	1	5.00
	2	0.30	15.30	34.00	1.01	2	6.00
	3	0.35	17.85	39.67	1.11	2	7.00
NOV/BRE	1	0.40	20.40	45.33	1.25	2	8.00
	2	0.45	22.95	51.00	1.35	2	8.99
	3	0.50	25.50	56.67	1.49	2	9.99
DIC/BRE	1	0.55	28.05	62.33	1.52	2	10.99
	2	0.60	30.60	68.00	1.75	2	11.99
	3	0	0	0	0	0	0

Anexo 27. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 3

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	4.54	10.08	0.32	1	2.67	0.67
	2	0.15	6.81	15.13	0.52	1	4.00	1.00
	3	0.20	9.08	20.17	0.77	1	5.34	1.33
ABRIL	1	0.25	11.34	25.21	1.02	2	6.67	1.67
	2	0.30	13.61	30.25	1.07	2	8.00	2.00
	3	0.35	15.88	35.29	1.17	2	9.34	2.33
MAYO	1	0.40	18.15	40.33	1.15	2	10.67	2.67
	2	0.45	20.42	45.38	1.25	2	12.00	3.00
	3	0.50	22.69	50.42	1.37	2	13.34	3.33
JUNIO	1	0.55	24.96	55.46	1.45	2	14.67	3.67
	2	0.60	27.23	60.50	1.66	2	16.01	4.00
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	4.54	10.08	0.29	1	2.67	0.67
	2	0.15	6.81	15.13	0.47	1	4.00	1.00
	3	0.20	9.08	20.17	0.70	1	5.34	1.33
OCTUBRE	1	0.25	11.34	25.21	0.86	1	6.67	1.67
	2	0.30	13.61	30.25	0.90	1	8.00	2.00
	3	0.35	15.88	35.29	0.98	1	9.34	2.33
NOV/BRE	1	0.40	18.15	40.33	1.11	2	10.67	2.67
	2	0.45	20.42	45.38	1.20	2	12.00	3.00
	3	0.50	22.69	50.42	1.32	2	13.34	3.33
DIC/BRE	1	0.55	24.96	55.46	1.35	2	14.67	3.67
	2	0.60	27.23	60.50	1.56	2	16.01	4.00
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 28. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 4

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	5.36	11.92	0.37	1	1.68	0.42
	2	0.15	8.04	17.88	0.62	1	2.52	0.63
	3	0.20	10.73	23.83	0.91	1	3.36	0.84
ABRIL	1	0.25	13.41	29.79	1.21	2	4.20	1.05
	2	0.30	16.09	35.75	1.27	2	5.04	1.26
	3	0.35	18.77	41.71	1.38	2	5.88	1.47
MAYO	1	0.40	21.45	47.67	1.36	2	6.73	1.68
	2	0.45	24.13	53.63	1.47	2	7.57	1.89
	3	0.50	26.81	59.58	1.62	2	8.41	2.10
JUNIO	1	0.55	29.49	65.54	1.71	2	9.25	2.31
	2	0.60	32.18	71.50	1.96	2	10.09	2.52
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	5.36	11.92	0.34	1	1.68	0.42
	2	0.15	8.04	17.88	0.56	1	2.52	0.63
	3	0.20	10.73	23.83	0.82	1	3.36	0.84
OCTUBRE	1	0.25	13.41	29.79	1.01	2	4.20	1.05
	2	0.30	16.09	35.75	1.06	2	5.04	1.26
	3	0.35	18.77	41.71	1.16	2	5.88	1.47
NOV/BRE	1	0.40	21.45	47.67	1.32	2	6.73	1.68
	2	0.45	24.13	53.63	1.42	2	7.57	1.89
	3	0.50	26.81	59.58	1.56	2	8.41	2.10
DIC/BRE	1	0.55	29.49	65.54	1.60	2	9.25	2.31
	2	0.60	32.18	71.50	1.84	2	10.09	2.52
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 29. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 5

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	5.60	12.44	0.39	1	4.61	1.15
	2	0.15	8.40	18.67	0.65	1	6.91	1.73
	3	0.20	11.20	24.89	0.95	1	9.22	2.30
ABRIL	1	0.25	14.00	31.11	1.26	2	11.52	2.88
	2	0.30	16.80	37.33	1.32	2	13.83	3.46
	3	0.35	19.60	43.56	1.44	2	16.13	4.03
MAYO	1	0.40	22.40	49.78	1.42	2	18.44	4.61
	2	0.45	25.20	56.00	1.54	2	20.74	5.19
	3	0.50	28.00	62.22	1.69	2	23.05	5.76
JUNIO	1	0.55	30.80	68.44	1.78	2	25.35	6.34
	2	0.60	33.60	74.67	2.05	3	27.65	6.91
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	5.60	12.44	0.35	1	4.61	1.15
	2	0.15	8.40	18.67	0.59	1	6.91	1.73
	3	0.20	11.20	24.89	0.86	1	9.22	2.30
OCTUBRE	1	0.25	14.00	31.11	1.06	2	11.52	2.88
	2	0.30	16.80	37.33	1.11	2	13.83	3.46
	3	0.35	19.60	43.56	1.21	2	16.13	4.03
NOV/BRE	1	0.40	22.40	49.78	1.37	2	18.44	4.61
	2	0.45	25.20	56.00	1.48	2	20.74	5.19
	3	0.50	28.00	62.22	1.63	2	23.05	5.76
DIC/BRE	1	0.55	30.80	68.44	1.67	2	25.35	6.34
	2	0.60	33.60	74.67	1.92	2	27.65	6.91
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 30. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 6

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	4.95	11.00	0.34	1	1.16	0.29
	2	0.15	7.43	16.50	0.57	1	1.75	0.44
	3	0.20	9.90	22.00	0.84	1	2.33	0.58
ABRIL	1	0.25	12.38	27.50	1.11	2	2.91	0.73
	2	0.30	14.85	33.00	1.17	2	3.49	0.87
	3	0.35	17.33	38.50	1.28	2	4.07	1.02
MAYO	1	0.40	19.80	44.00	1.26	2	4.66	1.16
	2	0.45	22.28	49.50	1.36	2	5.24	1.31
	3	0.50	24.75	55.00	1.50	2	5.82	1.46
JUNIO	1	0.55	27.23	60.50	1.58	2	6.40	1.60
	2	0.60	29.70	66.00	1.81	2	6.98	1.75
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	4.95	11.00	0.31	1	1.16	0.29
	2	0.15	7.43	16.50	0.52	1	1.75	0.44
	3	0.20	9.90	22.00	0.76	1	2.33	0.58
OCTUBRE	1	0.25	12.38	27.50	0.94	1	2.91	0.73
	2	0.30	14.85	33.00	0.98	1	3.49	0.87
	3	0.35	17.33	38.50	1.07	2	4.07	1.02
NOV/BRE	1	0.40	19.80	44.00	1.21	2	4.66	1.16
	2	0.45	22.28	49.50	1.31	2	5.24	1.31
	3	0.50	24.75	55.00	1.44	2	5.82	1.46
DIC/BRE	1	0.55	27.23	60.50	1.48	2	6.40	1.60
	2	0.60	29.70	66.00	1.70	2	6.98	1.75
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 31. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 7

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	4.80	10.67	0.33	1	1.69	0.42
	2	0.15	7.20	16.00	0.55	1	2.54	0.63
	3	0.20	9.60	21.33	0.81	1	3.39	0.85
ABRIL	1	0.25	12.00	26.67	1.08	2	4.23	1.06
	2	0.30	14.40	32.00	1.13	2	5.08	1.27
	3	0.35	16.80	37.33	1.24	2	5.93	1.48
MAYO	1	0.40	19.20	42.67	1.22	2	6.77	1.69
	2	0.45	21.60	48.00	1.32	2	7.62	1.90
	3	0.50	24.00	53.33	1.45	2	8.47	2.12
JUNIO	1	0.55	26.40	58.67	1.53	2	9.31	2.33
	2	0.60	28.80	64.00	1.76	2	10.16	2.54
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	4.80	10.67	0.30	1	1.69	0.42
	2	0.15	7.20	16.00	0.50	1	2.54	0.63
	3	0.20	9.60	21.33	0.74	1	3.39	0.85
OCTUBRE	1	0.25	12.00	26.67	0.91	1	4.23	1.06
	2	0.30	14.40	32.00	0.95	1	5.08	1.27
	3	0.35	16.80	37.33	1.04	2	5.93	1.48
NOV/BRE	1	0.40	19.20	42.67	1.18	2	6.77	1.69
	2	0.45	21.60	48.00	1.27	2	7.62	1.90
	3	0.50	24.00	53.33	1.40	2	8.47	2.12
DIC/BRE	1	0.55	26.40	58.67	1.43	2	9.31	2.33
	2	0.60	28.80	64.00	1.65	2	10.16	2.54
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 32. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 8

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	4.55	10.11	0.32	1	1.07	0.27
	2	0.15	6.83	15.17	0.52	1	1.60	0.40
	3	0.20	9.10	20.22	0.77	1	2.14	0.53
ABRIL	1	0.25	11.38	25.28	1.02	2	2.67	0.67
	2	0.30	13.65	30.33	1.07	2	3.21	0.80
	3	0.35	15.93	35.39	1.17	2	3.74	0.94
MAYO	1	0.40	18.20	40.44	1.16	2	4.28	1.07
	2	0.45	20.48	45.50	1.25	2	4.81	1.20
	3	0.50	22.75	50.56	1.37	2	5.35	1.34
JUNIO	1	0.55	25.03	55.61	1.45	2	5.88	1.47
	2	0.60	27.30	60.67	1.66	2	6.42	1.60
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	4.55	10.11	0.29	1	1.07	0.27
	2	0.15	6.83	15.17	0.48	1	1.60	0.40
	3	0.20	9.10	20.22	0.70	1	2.14	0.53
OCTUBRE	1	0.25	11.38	25.28	0.86	1	2.67	0.67
	2	0.30	13.65	30.33	0.90	1	3.21	0.80
	3	0.35	15.93	35.39	0.99	1	3.74	0.94
NOV/BRE	1	0.40	18.20	40.44	1.12	2	4.28	1.07
	2	0.45	20.48	45.50	1.21	2	4.81	1.20
	3	0.50	22.75	50.56	1.33	2	5.35	1.34
DIC/BRE	1	0.55	25.03	55.61	1.36	2	5.88	1.47
	2	0.60	27.30	60.67	1.56	2	6.42	1.60
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 33. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 9

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	4.55	10.11	0.32	1	1.07	0.27
	2	0.15	6.83	15.17	0.52	1	1.60	0.40
	3	0.20	9.10	20.22	0.77	1	2.14	0.53
ABRIL	1	0.25	11.38	25.28	1.02	2	2.67	0.67
	2	0.30	13.65	30.33	1.07	2	3.21	0.80
	3	0.35	15.93	35.39	1.17	2	3.74	0.94
MAYO	1	0.40	18.20	40.44	1.16	2	4.28	1.07
	2	0.45	20.48	45.50	1.25	2	4.81	1.20
	3	0.50	22.75	50.56	1.37	2	5.35	1.34
JUNIO	1	0.55	25.03	55.61	1.45	2	5.88	1.47
	2	0.60	27.30	60.67	1.66	2	6.42	1.60
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	4.55	10.11	0.29	1	1.07	0.27
	2	0.15	6.83	15.17	0.48	1	1.60	0.40
	3	0.20	9.10	20.22	0.70	1	2.14	0.53
OCTUBRE	1	0.25	11.38	25.28	0.86	1	2.67	0.67
	2	0.30	13.65	30.33	0.90	1	3.21	0.80
	3	0.35	15.93	35.39	0.99	1	3.74	0.94
NOV/BRE	1	0.40	18.20	40.44	1.12	2	4.28	1.07
	2	0.45	20.48	45.50	1.21	2	4.81	1.20
	3	0.50	22.75	50.56	1.33	2	5.35	1.34
DIC/BRE	1	0.55	25.03	55.61	1.36	2	5.88	1.47
	2	0.60	27.30	60.67	1.56	2	6.42	1.60
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 34. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 10

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	4.05	9.00	0.28	1	0.95	0.24
	2	0.15	6.08	13.50	0.47	1	1.43	0.36
	3	0.20	8.10	18.00	0.69	1	1.90	0.48
ABRIL	1	0.25	10.13	22.50	0.91	1	2.38	0.60
	2	0.30	12.15	27.00	0.96	1	2.86	0.71
	3	0.35	14.18	31.50	1.04	2	3.33	0.83
MAYO	1	0.40	16.20	36.00	1.03	2	3.81	0.95
	2	0.45	18.23	40.50	1.11	2	4.29	1.07
	3	0.50	20.25	45.00	1.22	2	4.76	1.19
JUNIO	1	0.55	22.28	49.50	1.29	2	5.24	1.31
	2	0.60	24.30	54.00	1.48	2	5.71	1.43
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	4.05	9.00	0.26	1	0.95	0.24
	2	0.15	6.08	13.50	0.42	1	1.43	0.36
	3	0.20	8.10	18.00	0.62	1	1.90	0.48
OCTUBRE	1	0.25	10.13	22.50	0.77	1	2.38	0.60
	2	0.30	12.15	27.00	0.80	1	2.86	0.71
	3	0.35	14.18	31.50	0.88	1	3.33	0.83
NOV/BRE	1	0.40	16.20	36.00	0.99	1	3.81	0.95
	2	0.45	18.23	40.50	1.07	2	4.29	1.07
	3	0.50	20.25	45.00	1.18	2	4.76	1.19
DIC/BRE	1	0.55	22.28	49.50	1.21	2	5.24	1.31
	2	0.60	24.30	54.00	1.39	2	5.71	1.43
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 35. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 11

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (dias)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	4.26	9.47	0.30	1	1.34	0.33
	2	0.15	6.39	14.21	0.49	1	2.00	0.50
	3	0.20	8.53	18.94	0.72	1	2.67	0.67
ABRIL	1	0.25	10.66	23.68	0.96	1	3.34	0.84
	2	0.30	12.79	28.42	1.01	2	4.01	1.00
	3	0.35	14.92	33.15	1.10	2	4.68	1.17
MAYO	1	0.40	17.05	37.89	1.08	2	5.35	1.34
	2	0.45	19.18	42.63	1.17	2	6.01	1.50
	3	0.50	21.31	47.36	1.29	2	6.68	1.67
JUNIO	1	0.55	23.44	52.10	1.36	2	7.35	1.84
	2	0.60	25.58	56.83	1.56	2	8.02	2.00
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	4.26	9.47	0.27	1	1.34	0.33
	2	0.15	6.39	14.21	0.45	1	2.00	0.50
	3	0.20	8.53	18.94	0.65	1	2.67	0.67
OCTUBRE	1	0.25	10.66	23.68	0.81	1	3.34	0.84
	2	0.30	12.79	28.42	0.85	1	4.01	1.00
	3	0.35	14.92	33.15	0.92	1	4.68	1.17
NOV/BRE	1	0.40	17.05	37.89	1.05	2	5.35	1.34
	2	0.45	19.18	42.63	1.13	2	6.01	1.50
	3	0.50	21.31	47.36	1.24	2	6.68	1.67
DIC/BRE	1	0.55	23.44	52.10	1.27	2	7.35	1.84
	2	0.60	25.58	56.83	1.46	2	8.02	2.00
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 36. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 12

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	7.44	16.53	0.52	1	3.50	0.87
	2	0.15	11.16	24.79	0.86	1	5.25	1.31
	3	0.20	14.88	33.06	1.26	2	7.00	1.75
ABRIL	1	0.25	18.59	41.32	1.67	2	8.74	2.19
	2	0.30	22.31	49.58	1.76	2	10.49	2.62
	3	0.35	26.03	57.85	1.92	2	12.24	3.06
MAYO	1	0.40	29.75	66.11	1.89	2	13.99	3.50
	2	0.45	33.47	74.38	2.04	3	15.74	3.94
	3	0.50	37.19	82.64	2.25	3	17.49	4.37
JUNIO	1	0.55	40.91	90.90	2.37	3	19.24	4.81
	2	0.60	44.63	99.17	2.72	3	20.99	5.25
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	7.44	16.53	0.47	1	3.50	0.87
	2	0.15	11.16	24.79	0.78	1	5.25	1.31
	3	0.20	14.88	33.06	1.14	2	7.00	1.75
OCTUBRE	1	0.25	18.59	41.32	1.41	2	8.74	2.19
	2	0.30	22.31	49.58	1.48	2	10.49	2.62
	3	0.35	26.03	57.85	1.61	2	12.24	3.06
NOV/BRE	1	0.40	29.75	66.11	1.83	2	13.99	3.50
	2	0.45	33.47	74.38	1.97	2	15.74	3.94
	3	0.50	37.19	82.64	2.17	3	17.49	4.37
DIC/BRE	1	0.55	40.91	90.90	2.22	3	19.24	4.81
	2	0.60	44.63	99.17	2.55	3	20.99	5.25
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 37. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 13

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)	Tr (Hr)		
						Almac.	Avance	
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	5.25	11.67	0.37	1	3.29	0.82
	2	0.15	7.88	17.50	0.61	1	4.94	1.23
	3	0.20	10.50	23.33	0.89	1	6.58	1.65
ABRIL	1	0.25	13.13	29.17	1.18	2	8.23	2.06
	2	0.30	15.75	35.00	1.24	2	9.88	2.47
	3	0.35	18.38	40.83	1.35	2	11.52	2.88
MAYO	1	0.40	21.00	46.67	1.34	2	13.17	3.29
	2	0.45	23.63	52.50	1.44	2	14.81	3.70
	3	0.50	26.25	58.33	1.59	2	16.46	4.12
JUNIO	1	0.55	28.88	64.17	1.67	2	18.11	4.53
	2	0.60	31.50	70.00	1.92	2	19.75	4.94
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	5.25	11.67	0.33	1	3.29	0.82
	2	0.15	7.88	17.50	0.55	1	4.94	1.23
	3	0.20	10.50	23.33	0.81	1	6.58	1.65
OCTUBRE	1	0.25	13.13	29.17	0.99	1	8.23	2.06
	2	0.30	15.75	35.00	1.04	2	9.88	2.47
	3	0.35	18.38	40.83	1.14	2	11.52	2.88
NOV/BRE	1	0.40	21.00	46.67	1.29	2	13.17	3.29
	2	0.45	23.63	52.50	1.39	2	14.81	3.70
	3	0.50	26.25	58.33	1.53	2	16.46	4.12
DIC/BRE	1	0.55	28.88	64.17	1.57	2	18.11	4.53
	2	0.60	31.50	70.00	1.80	2	19.75	4.94
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 38. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 14

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	3.83	8.50	0.27	1	1.80	0.45
	2	0.15	5.74	12.75	0.44	1	2.70	0.67
	3	0.20	7.65	17.00	0.65	1	3.60	0.90
ABRIL	1	0.25	9.56	21.25	0.86	1	4.50	1.12
	2	0.30	11.48	25.50	0.90	1	5.40	1.35
	3	0.35	13.39	29.75	0.99	1	6.30	1.57
MAYO	1	0.40	15.30	34.00	0.97	1	7.20	1.80
	2	0.45	17.21	38.25	1.05	2	8.10	2.02
	3	0.50	19.13	42.50	1.16	2	8.99	2.25
JUNIO	1	0.55	21.04	46.75	1.22	2	9.89	2.47
	2	0.60	22.95	51.00	1.40	2	10.79	2.70
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	3.83	8.50	0.24	1	1.80	0.45
	2	0.15	5.74	12.75	0.40	1	2.70	0.67
	3	0.20	7.65	17.00	0.59	1	3.60	0.90
OCTUBRE	1	0.25	9.56	21.25	0.72	1	4.50	1.12
	2	0.30	11.48	25.50	0.76	1	5.40	1.35
	3	0.35	13.39	29.75	0.83	1	6.30	1.57
NOV/BRE	1	0.40	15.30	34.00	0.94	1	7.20	1.80
	2	0.45	17.21	38.25	1.01	2	8.10	2.02
	3	0.50	19.13	42.50	1.11	2	8.99	2.25
DIC/BRE	1	0.55	21.04	46.75	1.14	2	9.89	2.47
	2	0.60	22.95	51.00	1.31	2	10.79	2.70
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 39. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 15

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	5.25	11.67	0.37	1	1.65	0.41
	2	0.15	7.88	17.50	0.61	1	2.47	0.62
	3	0.20	10.50	23.33	0.89	1	3.29	0.82
ABRIL	1	0.25	13.13	29.17	1.18	2	4.12	1.03
	2	0.30	15.75	35.00	1.24	2	4.94	1.23
	3	0.35	18.38	40.83	1.35	2	5.76	1.44
MAYO	1	0.40	21.00	46.67	1.34	2	6.58	1.65
	2	0.45	23.63	52.50	1.44	2	7.41	1.85
	3	0.50	26.25	58.33	1.59	2	8.23	2.06
JUNIO	1	0.55	28.88	64.17	1.67	2	9.05	2.26
	2	0.60	31.50	70.00	1.92	2	9.88	2.47
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	5.25	11.67	0.33	1	1.65	0.41
	2	0.15	7.88	17.50	0.55	1	2.47	0.62
	3	0.20	10.50	23.33	0.81	1	3.29	0.82
OCTUBRE	1	0.25	13.13	29.17	0.99	1	4.12	1.03
	2	0.30	15.75	35.00	1.04	2	4.94	1.23
	3	0.35	18.38	40.83	1.14	2	5.76	1.44
NOV/BRE	1	0.40	21.00	46.67	1.29	2	6.58	1.65
	2	0.45	23.63	52.50	1.39	2	7.41	1.85
	3	0.50	26.25	58.33	1.53	2	8.23	2.06
DIC/BRE	1	0.55	28.88	64.17	1.57	2	9.05	2.26
	2	0.60	31.50	70.00	1.80	2	9.88	2.47
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 40. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 16

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	4.95	11.00	0.34	1	1.55	0.39
	2	0.15	7.43	16.50	0.57	1	2.33	0.58
	3	0.20	9.90	22.00	0.84	1	3.10	0.78
ABRIL	1	0.25	12.38	27.50	1.11	2	3.88	0.97
	2	0.30	14.85	33.00	1.17	2	4.66	1.16
	3	0.35	17.33	38.50	1.28	2	5.43	1.36
MAYO	1	0.40	19.80	44.00	1.26	2	6.21	1.55
	2	0.45	22.28	49.50	1.36	2	6.98	1.75
	3	0.50	24.75	55.00	1.50	2	7.76	1.94
JUNIO	1	0.55	27.23	60.50	1.58	2	8.54	2.13
	2	0.60	29.70	66.00	1.81	2	9.31	2.33
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	4.95	11.00	0.31	1	1.55	0.39
	2	0.15	7.43	16.50	0.52	1	2.33	0.58
	3	0.20	9.90	22.00	0.76	1	3.10	0.78
OCTUBRE	1	0.25	12.38	27.50	0.94	1	3.88	0.97
	2	0.30	14.85	33.00	0.98	1	4.66	1.16
	3	0.35	17.33	38.50	1.07	2	5.43	1.36
NOV/BRE	1	0.40	19.80	44.00	1.21	2	6.21	1.55
	2	0.45	22.28	49.50	1.31	2	6.98	1.75
	3	0.50	24.75	55.00	1.44	2	7.76	1.94
DIC/BRE	1	0.55	27.23	60.50	1.48	2	8.54	2.13
	2	0.60	29.70	66.00	1.70	2	9.31	2.33
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 41. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 17

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	4.05	9.00	0.28	1	0.95	0.24
	2	0.15	6.08	13.50	0.47	1	1.43	0.36
	3	0.20	8.10	18.00	0.69	1	1.90	0.48
ABRIL	1	0.25	10.13	22.50	0.91	1	2.38	0.60
	2	0.30	12.15	27.00	0.96	1	2.86	0.71
	3	0.35	14.18	31.50	1.04	2	3.33	0.83
MAYO	1	0.40	16.20	36.00	1.03	2	3.81	0.95
	2	0.45	18.23	40.50	1.11	2	4.29	1.07
	3	0.50	20.25	45.00	1.22	2	4.76	1.19
JUNIO	1	0.55	22.28	49.50	1.29	2	5.24	1.31
	2	0.60	24.30	54.00	1.48	2	5.71	1.43
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	4.05	9.00	0.26	1	0.95	0.24
	2	0.15	6.08	13.50	0.42	1	1.43	0.36
	3	0.20	8.10	18.00	0.62	1	1.90	0.48
OCTUBRE	1	0.25	10.13	22.50	0.77	1	2.38	0.60
	2	0.30	12.15	27.00	0.80	1	2.86	0.71
	3	0.35	14.18	31.50	0.88	1	3.33	0.83
NOV/BRE	1	0.40	16.20	36.00	0.99	1	3.81	0.95
	2	0.45	18.23	40.50	1.07	2	4.29	1.07
	3	0.50	20.25	45.00	1.18	2	4.76	1.19
DIC/BRE	1	0.55	22.28	49.50	1.21	2	5.24	1.31
	2	0.60	24.30	54.00	1.39	2	5.71	1.43
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 42. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 18

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	3.94	8.75	0.27	1	0.93	0.23
	2	0.15	5.91	13.13	0.45	1	1.39	0.35
	3	0.20	7.88	17.50	0.67	1	1.85	0.46
ABRIL	1	0.25	9.84	21.88	0.89	1	2.31	0.58
	2	0.30	11.81	26.25	0.93	1	2.78	0.69
	3	0.35	13.78	30.63	1.02	2	3.24	0.81
MAYO	1	0.40	15.75	35.00	1.00	2	3.70	0.93
	2	0.45	17.72	39.38	1.08	2	4.17	1.04
	3	0.50	19.69	43.75	1.19	2	4.63	1.16
JUNIO	1	0.55	21.66	48.13	1.25	2	5.09	1.27
	2	0.60	23.63	52.50	1.44	2	5.56	1.39
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	3.94	8.75	0.25	1	0.93	0.23
	2	0.15	5.91	13.13	0.41	1	1.39	0.35
	3	0.20	7.88	17.50	0.60	1	1.85	0.46
OCTUBRE	1	0.25	9.84	21.88	0.74	1	2.31	0.58
	2	0.30	11.81	26.25	0.78	1	2.78	0.69
	3	0.35	13.78	30.63	0.85	1	3.24	0.81
NOV/BRE	1	0.40	15.75	35.00	0.97	1	3.70	0.93
	2	0.45	17.72	39.38	1.04	2	4.17	1.04
	3	0.50	19.69	43.75	1.15	2	4.63	1.16
DIC/BRE	1	0.55	21.66	48.13	1.18	2	5.09	1.27
	2	0.60	23.63	52.50	1.35	2	5.56	1.39
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 43. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 19

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	4.68	10.39	0.33	1	1.47	0.37
	2	0.15	7.01	15.58	0.54	1	2.20	0.55
	3	0.20	9.35	20.78	0.79	1	2.93	0.73
ABRIL	1	0.25	11.69	25.97	1.05	2	3.66	0.92
	2	0.30	14.03	31.17	1.10	2	4.40	1.10
	3	0.35	16.36	36.36	1.21	2	5.13	1.28
MAYO	1	0.40	18.70	41.56	1.19	2	5.86	1.47
	2	0.45	21.04	46.75	1.28	2	6.60	1.65
	3	0.50	23.38	51.94	1.41	2	7.33	1.83
JUNIO	1	0.55	25.71	57.14	1.49	2	8.06	2.02
	2	0.60	28.05	62.33	1.71	2	8.79	2.20
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	4.68	10.39	0.30	1	1.47	0.37
	2	0.15	7.01	15.58	0.49	1	2.20	0.55
	3	0.20	9.35	20.78	0.72	1	2.93	0.73
OCTUBRE	1	0.25	11.69	25.97	0.88	1	3.66	0.92
	2	0.30	14.03	31.17	0.93	1	4.40	1.10
	3	0.35	16.36	36.36	1.01	2	5.13	1.28
NOV/BRE	1	0.40	18.70	41.56	1.15	2	5.86	1.47
	2	0.45	21.04	46.75	1.24	2	6.60	1.65
	3	0.50	23.38	51.94	1.36	2	7.33	1.83
DIC/BRE	1	0.55	25.71	57.14	1.40	2	8.06	2.02
	2	0.60	28.05	62.33	1.60	2	8.79	2.20
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 44. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 20

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (dias)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	3.40	7.56	0.24	1	1.07	0.27
	2	0.15	5.10	11.33	0.39	1	1.60	0.40
	3	0.20	6.80	15.11	0.58	1	2.13	0.53
ABRIL	1	0.25	8.50	18.89	0.76	1	2.67	0.67
	2	0.30	10.20	22.67	0.80	1	3.20	0.80
	3	0.35	11.90	26.44	0.88	1	3.73	0.93
MAYO	1	0.40	13.60	30.22	0.86	1	4.26	1.07
	2	0.45	15.30	34.00	0.93	1	4.80	1.20
	3	0.50	17.00	37.78	1.03	2	5.33	1.33
JUNIO	1	0.55	18.70	41.56	1.08	2	5.86	1.47
	2	0.60	20.40	45.33	1.24	2	6.40	1.60
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	3.40	7.56	0.21	1	1.07	0.27
	2	0.15	5.10	11.33	0.36	1	1.60	0.40
	3	0.20	6.80	15.11	0.52	1	2.13	0.53
OCTUBRE	1	0.25	8.50	18.89	0.64	1	2.67	0.67
	2	0.30	10.20	22.67	0.68	1	3.20	0.80
	3	0.35	11.90	26.44	0.74	1	3.73	0.93
NOV/BRE	1	0.40	13.60	30.22	0.83	1	4.26	1.07
	2	0.45	15.30	34.00	0.90	1	4.80	1.20
	3	0.50	17.00	37.78	0.99	1	5.33	1.33
DIC/BRE	1	0.55	18.70	41.56	1.01	2	5.86	1.47
	2	0.60	20.40	45.33	1.17	2	6.40	1.60
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 45. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 21

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	4.95	11.00	0.34	1	1.55	0.39
	2	0.15	7.43	16.50	0.57	1	2.33	0.58
	3	0.20	9.90	22.00	0.84	1	3.10	0.78
ABRIL	1	0.25	12.38	27.50	1.11	2	3.88	0.97
	2	0.30	14.85	33.00	1.17	2	4.66	1.16
	3	0.35	17.33	38.50	1.28	2	5.43	1.36
MAYO	1	0.40	19.80	44.00	1.26	2	6.21	1.55
	2	0.45	22.28	49.50	1.36	2	6.98	1.75
	3	0.50	24.75	55.00	1.50	2	7.76	1.94
JUNIO	1	0.55	27.23	60.50	1.58	2	8.54	2.13
	2	0.60	29.70	66.00	1.81	2	9.31	2.33
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	4.95	11.00	0.31	1	1.55	0.39
	2	0.15	7.43	16.50	0.52	1	2.33	0.58
	3	0.20	9.90	22.00	0.76	1	3.10	0.78
OCTUBRE	1	0.25	12.38	27.50	0.94	1	3.88	0.97
	2	0.30	14.85	33.00	0.98	1	4.66	1.16
	3	0.35	17.33	38.50	1.07	2	5.43	1.36
NOV/BRE	1	0.40	19.80	44.00	1.21	2	6.21	1.55
	2	0.45	22.28	49.50	1.31	2	6.98	1.75
	3	0.50	24.75	55.00	1.44	2	7.76	1.94
DIC/BRE	1	0.55	27.23	60.50	1.48	2	8.54	2.13
	2	0.60	29.70	66.00	1.70	2	9.31	2.33
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 46. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 22

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	5.69	12.64	0.40	1	1.34	0.33
	2	0.15	8.53	18.96	0.66	1	2.01	0.50
	3	0.20	11.38	25.28	0.96	1	2.67	0.67
ABRIL	1	0.25	14.22	31.60	1.28	2	3.34	0.84
	2	0.30	17.06	37.92	1.34	2	4.01	1.00
	3	0.35	19.91	44.24	1.47	2	4.68	1.17
MAYO	1	0.40	22.75	50.56	1.45	2	5.35	1.34
	2	0.45	25.59	56.88	1.56	2	6.02	1.50
	3	0.50	28.44	63.19	1.72	2	6.69	1.67
JUNIO	1	0.55	31.28	69.51	1.81	2	7.36	1.84
	2	0.60	34.13	75.83	2.08	3	8.02	2.01
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	5.69	12.64	0.36	1	1.34	0.33
	2	0.15	8.53	18.96	0.59	1	2.01	0.50
	3	0.20	11.38	25.28	0.87	1	2.67	0.67
OCTUBRE	1	0.25	14.22	31.60	1.08	2	3.34	0.84
	2	0.30	17.06	37.92	1.13	2	4.01	1.00
	3	0.35	19.91	44.24	1.23	2	4.68	1.17
NOV/BRE	1	0.40	22.75	50.56	1.40	2	5.35	1.34
	2	0.45	25.59	56.88	1.51	2	6.02	1.50
	3	0.50	28.44	63.19	1.66	2	6.69	1.67
DIC/BRE	1	0.55	31.28	69.51	1.70	2	7.36	1.84
	2	0.60	34.13	75.83	1.95	2	8.02	2.01
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 47. Requerimientos hídricos para el arroz en la melga 23

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	5.25	11.67	0.37	1	1.23	0.31
	2	0.15	7.88	17.50	0.61	1	1.85	0.46
	3	0.20	10.50	23.33	0.89	1	2.47	0.62
ABRIL	1	0.25	13.13	29.17	1.18	2	3.09	0.77
	2	0.30	15.75	35.00	1.24	2	3.70	0.93
	3	0.35	18.38	40.83	1.35	2	4.32	1.08
MAYO	1	0.40	21.00	46.67	1.34	2	4.94	1.23
	2	0.45	23.63	52.50	1.44	2	5.56	1.39
	3	0.50	26.25	58.33	1.59	2	6.17	1.54
JUNIO	1	0.55	28.88	64.17	1.67	2	6.79	1.70
	2	0.60	31.50	70.00	1.92	2	7.41	1.85
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0.10	5.25	11.67	0.33	1	1.23	0.31
	2	0.15	7.88	17.50	0.55	1	1.85	0.46
	3	0.20	10.50	23.33	0.81	1	2.47	0.62
OCTUBRE	1	0.25	13.13	29.17	0.99	1	3.09	0.77
	2	0.30	15.75	35.00	1.04	2	3.70	0.93
	3	0.35	18.38	40.83	1.14	2	4.32	1.08
NOV/BRE	1	0.40	21.00	46.67	1.29	2	4.94	1.23
	2	0.45	23.63	52.50	1.39	2	5.56	1.39
	3	0.50	26.25	58.33	1.53	2	6.17	1.54
DIC/BRE	1	0.55	28.88	64.17	1.57	2	6.79	1.70
	2	0.60	31.50	70.00	1.80	2	7.41	1.85
	3	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 48. Requerimientos hídricos para el maíz en la parcela de surcos 1

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	7.2	16	2.53	3	0	0
	2	0.20	14.4	32	1.53	2	0.11	0.03
	3	0.30	21.6	48	1.74	2	0.17	0.04
ABRIL	1	0.40	28.8	64	2.35	3	0.23	0.06
	2	0.50	36	80	1.96	2	0.28	0.07
	3	0.60	43.2	96	2.54	3	0.34	0.08
MAYO	1	0.70	50.4	112	3.14	4	0.40	0.10
	2	0.80	57.6	128	3.52	4	0.45	0.11
	3	0.90	64.8	144	4.83	5	0.51	0.13
JUNIO	1	1.00	72	160	6.22	0	0.56	0.14
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0.10	7.2	16	2.30	3	0.06	0.01
OCTUBRE	1	0.20	14.4	32	1.33	2	0.11	0.03
	2	0.30	21.6	48	1.52	2	0.17	0.04
	3	0.40	28.8	64	1.97	2	0.23	0.06
NOV/BRE	1	0.50	36	80	1.65	2	0.28	0.07
	2	0.60	43.2	96	2.13	3	0.34	0.08
	3	0.70	50.4	112	3.03	4	0.40	0.10
DIC/BRE	1	0.80	57.6	128	3.16	4	0.45	0.11
	2	0.90	64.8	144	4.34	5	0.51	0.13
	3	1.00	72	160	5.832	6	1	0

Anexo 49. Requerimientos hídricos para el maíz en la parcela de surcos 2

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	7.875	17.5	2.77	3	0	0
	2	0.20	15.75	35	1.67	2	0.12	0.03
	3	0.30	23.625	52.5	1.90	2	0.19	0.05
ABRIL	1	0.40	31.5	70	2.57	3	0.25	0.06
	2	0.50	39.375	87.5	2.15	3	0.31	0.08
	3	0.60	47.25	105	2.77	3	0.37	0.09
MAYO	1	0.70	55.125	122.5	3.43	4	0.43	0.11
	2	0.80	63	140	3.84	4	0.49	0.12
	3	0.90	70.875	157.5	5.29	6	0.56	0.14
JUNIO	1	1.00	78.75	175	6.81	7	0.62	0.15
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0.10	7.875	17.5	2.51	3	0.06	0.02
OCTUBRE	1	0.20	15.75	35	1.46	2	0.12	0.03
	2	0.30	23.625	52.5	1.66	2	0.19	0.05
	3	0.40	31.5	70	2.16	3	0.25	0.06
NOV/BRE	1	0.50	39.375	87.5	1.81	2	0.31	0.08
	2	0.60	47.25	105	2.33	3	0.37	0.09
	3	0.70	55.125	122.5	3.31	4	0.43	0.11
DIC/BRE	1	0.80	63	140	3.45	4	0.49	0.12
	2	0.90	70.875	157.5	4.75	5	0.56	0.14
	3	1.00	78.75	175	6.38	7	1	0

Anexo 50. Requerimientos hídricos para el maíz en la parcela de surcos 3

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)	Tr (Hr)	
						Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	7.65	17	2.69	3	0
	2	0.20	15.3	34	1.62	2	0.12
	3	0.30	22.95	51	1.85	2	0.18
ABRIL	1	0.40	30.6	68	2.49	3	0.24
	2	0.50	38.25	85	2.09	3	0.30
	3	0.60	45.9	102	2.70	3	0.36
MAYO	1	0.70	53.55	119	3.34	4	0.42
	2	0.80	61.2	136	3.73	4	0.48
	3	0.90	68.85	153	5.14	6	0.54
JUNIO	1	1.00	76.5	170	6.61	7	0.60
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0.10	7.65	17	2.44	3	0.06
OCTUBRE	1	0.20	15.3	34	1.41	2	0.12
	2	0.30	22.95	51	1.61	2	0.18
	3	0.40	30.6	68	2.10	3	0.24
NOV/BRE	1	0.50	38.25	85	1.76	2	0.30
	2	0.60	45.9	102	2.27	3	0.36
	3	0.70	53.55	119	3.22	4	0.42
DIC/BRE	1	0.80	61.2	136	3.35	4	0.48
	2	0.90	68.85	153	4.61	5	0.54
	3	1.00	76.5	170	6.20	7	1

Anexo 51. Requerimientos hídricos para el sorgo en la parcela de surcos 1

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	7.2	16	0.79	1	0.06	0.01
	2	0.20	14.4	32	1.44	2	0.11	0.03
	3	0.30	21.6	48	1.68	2	0.17	0.04
ABRIL	1	0.40	28.8	64	2.27	3	0.23	0.06
	2	0.50	36	80	2.38	3	0.28	0.07
	3	0.60	43.2	96	2.43	3	0.34	0.08
MAYO	1	0.70	50.4	112	2.87	3	0.40	0.10
	2	0.80	57.6	128	3.70	4	0.45	0.11
	3	0.90	64.8	144	9.79	10	0.51	0.13
JUNIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
OCTUBRE	1	0.10	7.2	16	0.69	1	0.06	0.01
	2	0.20	14.4	32	1.25	2	0.11	0.03
	3	0.30	21.6	48	1.46	2	0.17	0.04
NOV/BRE	1	0.40	28.8	64	1.91	2	0.23	0.06
	2	0.50	36	80	2.00	2	0.28	0.07
	3	0.60	43.2	96	2.05	3	0.34	0.08
DIC/BRE	1	0.70	50.4	112	2.58	3	0.40	0.10
	2	0.80	57.6	128	3.33	4	0.45	0.11
	3	0.90	64.8	144	8.79	9	0.51	0.13

Anexo 52. Requerimientos hídricos para el sorgo en la parcela de surcos 2

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	7.875	17.5	0.86	1	0.06	0.02
	2	0.20	15.75	35	1.57	2	0.12	0.03
	3	0.30	23.625	52.5	1.84	2	0.19	0.05
ABRIL	1	0.40	31.5	70	2.48	3	0.25	0.06
	2	0.50	39.375	87.5	2.60	3	0.31	0.08
	3	0.60	47.25	105	2.66	3	0.37	0.09
MAYO	1	0.70	55.125	122.5	3.14	4	0.43	0.11
	2	0.80	63	140	4.05	5	0.49	0.12
	3	0.90	70.875	157.5	10.71	11	0.56	0.14
JUNIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
OCTUBRE	1	0.10	7.875	17.5	0.75	1	0.06	0.02
	2	0.20	15.75	35	1.37	2	0.12	0.03
	3	0.30	23.625	52.5	1.60	2	0.19	0.05
NOV/BRE	1	0.40	31.5	70	2.09	3	0.25	0.06
	2	0.50	39.375	87.5	2.19	3	0.31	0.08
	3	0.60	47.25	105	2.24	3	0.37	0.09
DIC/BRE	1	0.70	55.125	122.5	2.82	3	0.43	0.11
	2	0.80	63	140	3.64	4	0.49	0.12
	3	0.90	70.875	157.5	9.62	10	0.56	0.14

Anexo 53. Requerimientos hídricos para el sorgo en la parcela de surcos 3

MES	Década	Pr (m)	Ln (mm)	Lb (mm)	Fr (días)		Tr (Hr)	
							Almac.	Avance
ENERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
MARZO	1	0.10	7.65	17	0.84	1	0.06	0.01
	2	0.20	15.3	34	1.53	2	0.12	0.03
	3	0.30	22.95	51	1.78	2	0.18	0.04
ABRIL	1	0.40	30.6	68	2.41	3	0.24	0.06
	2	0.50	38.25	85	2.52	3	0.30	0.07
	3	0.60	45.9	102	2.59	3	0.36	0.09
MAYO	1	0.70	53.55	119	3.05	4	0.42	0.10
	2	0.80	61.2	136	3.93	4	0.48	0.12
	3	0.90	68.85	153	10.40	11	0.54	0.13
JUNIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
JULIO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
AGOSTO	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
SEP/BRE	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
OCTUBRE	1	0.10	7.65	17	0.73	1	0.06	0.01
	2	0.20	15.3	34	1.33	2	0.12	0.03
	3	0.30	22.95	51	1.55	2	0.18	0.04
NOV/BRE	1	0.40	30.6	68	2.03	3	0.24	0.06
	2	0.50	38.25	85	2.12	3	0.30	0.07
	3	0.60	45.9	102	2.17	3	0.36	0.09
DIC/BRE	1	0.70	53.55	119	2.74	3	0.42	0.10
	2	0.80	61.2	136	3.53	4	0.48	0.12
	3	0.90	68.85	153	9.34	10	0.54	0.13