

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Modalidad: Trabajo Final presentado para optar el Grado de Ingeniero
Agrónomo.

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE BACTERIAS SOLUBILIZADORAS
DE FOSFORO SOBRE LA DENSIDAD DE LONGITUD DE RAICES DE
MAIZ (*Zea mays* L) BAJO RIEGO

Estudiante:

Mora, Ariel

DNI: 35.675.522

Director: Ing Agr. BONGIOVANNI, MARCOS

Co-Director: Ing. Agr. PEREYRA, RITA

Río Cuarto – Córdoba

Abril 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BACTERIAS
SOLUBILIZADORAS DE FOSFORO SOBRE LA
DENSIDAD DE LONGITUD DE RAICES DE MAIZ
(*Zea mays* L) BAJO RIEGO

Autor: MORA, ARIEL

DNI: 35.675.522

Director: Ing Agr. BONGIOVANNI, MARCOS

Co-Director: Ing. Agr. PEREYRA, RITA

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias de la Comisión Evaluadora:

(Nombres)

Fecha de presentación: ____ / ____ / ____

Secretario Académico

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Olga y José; mis hermanos y sobrinos; mi novia Pilar y sus padres por su ayuda y apoyo durante mis estudios y en este trabajo en particular.

A mis amigos, quienes me ayudaron durante el proceso de toma de datos y brindaron su apoyo incondicional.

A los docentes de la carrera, en especial a mi director Marcos y codirectora Rita por el acompañamiento.

A la Universidad Nacional de Río Cuarto.

ÍNDICE GENERAL

	Página
Certificado de Aprobación.....	I
Agradecimientos.....	II
Índices.....	III
Resumen.....	V
Summary.....	VI
Introducción.....	1
Hipótesis.....	6
Objetivo general.....	6
Materiales y Métodos.....	7
Resultados y Discusión.....	12
Conclusiones.....	20
Bibliografía citada	21
Anexo.....	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rangos de precipitación efectiva de acuerdo al método de Bureau of Reclamations de los EE.UU.....	10
Tabla 2: Parámetros físicos del suelo del área bajo estudio.....	10
Tabla 3: Rango de densidades de longitud de raíces (cm cm ⁻³) que ocupan el suelo según tratamiento.....	19
Tabla 4: Datos análisis de calidad de agua del CAMDOCEX.....	24
Tabla 5: Datos obtenidos de BAHICU para realizar las determinaciones del momento de riego.....	24

Tabla 6: Datos obtenidos de BAHICU para secano.....	28
-----------------------------------------------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación entre la densidad de raíces y la tasa de absorción de nutrientes.	4
Figura 2: Representación del programa BAHICU para los tratamientos de secano (a) y 50% de agua útil disponible (b).....	12
Figura 3: Densidad de longitud de raíces (cm cm ⁻³) para el tratamiento secano e inoculado hasta los 100 cm de profundidad.....	14
Figura 4: Densidad de longitud de raíces (cm cm ⁻³) para el tratamiento secano sin inocular hasta los 100 cm de profundidad.....	14
Figura 5: Densidad de longitud de raíces (cm cm ⁻³) para el tratamiento 50 % del agua útil disponible e inoculado hasta los 100 cm de profundidad.....	15
Figura 6: Densidad de longitud de raíces (cm cm ⁻³) para el tratamiento 50 % del agua útil disponible sin inocular hasta los 100 cm de profundidad.....	16
Figura 7: Promedio de la DLR (cm cm ⁻³) de 0 a 100 cm de profundidad que fue dividido en 6 capas.....	17
Figura 8: Densidad de longitud de raíces (cm cm ⁻³) para el tratamiento 50 % del agua útil disponible e inoculado hasta los 100 cm de profundidad.....	33
Figura 9: Densidad de longitud de raíces (cm cm ⁻³) para el tratamiento 50 % del agua útil disponible sin inocular hasta los 100 cm de profundidad.....	34
Figura 10: Densidad de longitud de raíces (cm cm ⁻³) para el tratamiento secano e inoculado hasta los 100 cm de profundidad.....	35
Figura 11: Densidad de longitud de raíces (cm cm ⁻³) para el tratamiento secano sin inocular hasta los 100 cm de profundidad.....	36

ÍNDICE DE IMÁGEN

Imagen 1: Método del perfil expuesto: preparación del perfil.....	9
Imagen 2: Método del perfil expuesto: recuento de raíces mediante grilla.....	9

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de las bacterias solubilizadoras de fósforo sobre la densidad de longitud de raíces en el cultivo de maíz. La experiencia se llevó a cabo en el campo experimental CAMDOCEX de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), ubicado en zona noreste de la ciudad de Río Cuarto sobre un suelo Hapludol típico que pertenece a la unidad ambiental Llanura Subhúmeda bien drenada. Los tratamientos realizados fueron, riego y semillas inoculadas con bacteria solubilizadoras de fosforo (RI), riego y semillas sin inocular (Rs/i), secano y semillas inoculadas con bacterias solubilizadoras de fosforo (SI), secano y semillas sin inocular (Ss/i). A los 80 días desde siembra, el ciclo del cultivo se encontraba en floración por lo cual se realizaron las mediciones de la densidad de longitud de raíces. Para la situación en estudio la aplicación de bacterias solubilizadoras sobre la semilla de maíz favoreció el crecimiento y la exploración del sistema radical observándose una mayor densidad de longitud de raíces en el tratamiento riego y semillas inoculadas.

PALABRAS CLAVES: Raíces, Maíz, Densidad de longitud de raíces (DLR). Bacterias solubilizadoras de fósforo, inoculante.

SUMMARY

The objective of this final work was to evaluate the effect of phosphorus solubilizing bacteria on root length density in corn culture. The experiment was carried out in the experimental CAMDOCEX field of the National University of Río Cuarto (UNRC), located in the northeast area of the city of Río Cuarto on a typical Hapludol soil that belongs to the well drained Subhumid Plain environmental unit. The treatments carried out were, irrigation and seeds inoculated with phosphorus solubilizing bacteria (RI), irrigation and seeds without inoculation (Rs /i), secano and seeds inoculated with phosphorus solubilizing bacteria (SI), secano and seeds without inoculation (Ss /i). At 80 days from sowing, the cycle of the crop was in flowering for which measurements of root length density were made. For the situation under study, the application of solubilizing bacteria on the maize seed favored the growth and exploration of the root system, observing a higher root length density in the irrigation and inoculated seeds treatment.

KEY WORDS: Roots, Maize, Density of root length (DLR). Phosphorus solubilizing bacteria, inoculant.

INTRODUCCIÓN

El maíz pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu Maydeas, y es la única especie cultivada de este género. Es una planta anual, originaria de México, introducida en Europa durante el siglo XVI, después de la invasión española. Actualmente es el cereal de mayor producción en el mundo, por encima del trigo y el arroz (Pliego, 2013). Es una planta C4 con una alta tasa de actividad fotosintética.

Es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, como alimento para el ganado o como fuente de un gran número de productos industriales. La diversidad de los ambientes bajo los cuales es cultivado es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo (soja, sorgo y girasol).

La producción en el país representa en la actualidad el 25 % de los cuatro principales cultivos (soja, maíz, girasol y sorgo), y tuvo un desarrollo sostenido en la última década, aunque con ciertos altibajos productivos debido a adversidades climáticas en algunos ciclos. En general tuvo una tendencia creciente, aunque con mayor variabilidad que a nivel mundial. En la última década hubo una importante diferencia entre la evolución del área sembrada a nivel mundial, siempre creciente, respecto al estancamiento y alta variabilidad en el caso nacional, donde sólo en los últimos ciclos se superaron los valores promedio cercanos a tres millones de hectáreas (Ghida Daza, 2011).

Las regiones prioritarias de producción son: Centro y Norte de la provincia de Buenos Aires, Centro y Sur de Córdoba, Sur de Santa Fe y Centro de Entre Ríos. Las regiones secundarias de producción son: La Pampa, San Luis, Norte de Santa Fe, Misiones, Chaco, Formosa, Santiago del Estero, Tucumán y Salta (MINAGRI, 2014).

En el país, se destina a la elaboración de alimentos balanceados y para destilerías. Se utiliza bajo molienda húmeda, para la obtención de almidón y glucosa para la industria de las golosinas. Otros productos derivados de su industrialización son: aceites, margarinas, jabones, cosméticos, mayonesas, etc. (Martin, 2010).

El maíz ha mantenido su importancia durante la última década a pesar del avance del cultivo de soja. A nivel nacional, en el ciclo 2000/01 representaba un 25% de la producción de los cuatro principales cultivos exportables (soja, maíz, trigo, girasol) (MINAGRI, 2014).

En la campaña 2014/15 la superficie sembrada de maíz a nivel nacional fue de 3,9 M ha. Con un rinde de 74,6 qq ha⁻¹. La provincia con mayor superficie sembrada fue Córdoba con 1,06 M ha cuyo rendimiento tiene un alcance de 81,7 qq ha⁻¹, le sigue la provincia de Buenos Aires con una superficie de 1,02 M ha cuyo rendimiento es de 76 qq ha⁻¹ (MINAGRI, 2014). El Ministerio de Agricultura de Córdoba estimó que la campaña 2015/16 finalizó con una producción total de granos de 29.752.800 toneladas, lo que representa una caída de 2,6 millones de toneladas en relación a las 32.387.347 toneladas del ciclo anterior (Agrovoz, 2016).

La principal limitante de la producción en la provincia de Córdoba es la distribución de las precipitaciones. El régimen climático al que pertenece es el semiárido, con una precipitación media anual (promedio de la serie de años 1931-2010), de 757 mm, caracterizándose por una distribución de lluvias bastante marcada, con aproximadamente el 80% de las misma, en el período que va de octubre a marzo y el 20 % restante que corresponde desde abril a setiembre (Lovera *et al.*, 2011). En situaciones con riego suplementario, el maíz tiene un rol superior en la secuencia de cultivos, porque ocupa como mínimo el 50 % del área bajo riego que se siembra en la provincia (resultados de encuesta a regantes INTA MANFREDI-Consorcio Regantes Zona I) (Salinas, 2006)

Éste cultivo tiene requerimientos variables de agua en diferentes etapas de su ciclo productivo. Estas necesidades se incrementan progresivamente desde la emergencia hasta el estadio de 9 - 10 hojas en donde presenta valores bajos de coeficiente del cultivo (Kc) debido a que la baja cobertura foliar del cultivo, genera una menor evapotranspiración de referencia (ET_o) y por ende un menor requerimiento hídrico. Durante la floración y principio del espigazón, se observa la máxima cobertura del cultivo, el kc se hace máximo al igual que el requerimiento de agua. De aquí en adelante los requerimientos hídricos del cultivo al igual que el Kc, van disminuyendo progresivamente hasta la madurez fisiológica (Dardanelli *et al.*, 2003).

En general, el maíz requiere durante su ciclo, entre 600 y 800 mm de precipitación efectiva (Nicosia *et al.*, 1998). En Río Cuarto, según Rivetti, (2006) el consumo promedio de agua para el ciclo del cultivo, según el balance hídrico, estuvo en el orden de los 575 mm.

El riego suplementario, constituye una tecnología que permite no solo aumentar la producción, sino también disminuir la acentuada variabilidad interanual de los rendimientos (Salinas, 2004). Grassi (1998), citado por Morábito y Salatino (2008) define riego suplementario “aquél que se emplea cuando la lluvia representa la casi totalidad de la evapotranspiración, pudiendo incluso superarla en parte del período”

El objetivo del riego es que permite evitar las deficiencias, lo cual hace posible mantener el rendimiento a niveles óptimos, siempre que los demás factores no sean limitantes. El conjunto de medidas de manejo de suelos y de cultivos son: elección del tipo de suelo de acuerdo a la capacidad de almacenaje de agua disponible y a la facilidad ofrecida a las raíces para una exploración profunda; sistemas de laboreo que tienden a incrementar la relación infiltración / escurrimiento, y a reducir las pérdidas por evaporación; épocas de siembra; uso de híbridos de diferente ciclo, etc. (Cardenillo, 1995 citado por Debórtoli *et al.*, 2005).

Según Gregory (1992) citado por Giardinieri *et al.*, (2004) los principales factores que afectan generalmente el crecimiento radicular son: el contenido de humedad del suelo; la temperatura del suelo; el sistema de poros en el que pueden crecer las raíces junto a la resistencia del efecto cortante y la compresibilidad del suelo; el suministro de oxígeno el nivel de toxinas y patógenos en el suelo y el aporte de nutrientes.

El fósforo es relativamente inmóvil en el suelo y su disponibilidad decrece con la profundidad. Las plantas desarrollan diferentes estrategias fisiológicas y morfológicas para adaptarse a condiciones de escasez de fósforo disponible.

El sistema radical de plántulas de maíz comprende la raíz primaria y las raíces seminales. La reducida disponibilidad de fósforo en el suelo promueve el incremento de raíces seminales y el incremento en el desarrollo de raíces laterales. Esto, a su vez, conduce, invariablemente, a la proliferación e incremento de la longitud y densidad de pelos radicales, los cuales juegan un papel importante en la adquisición de nutrientes de reducida movilidad como el fósforo (Somas, 2008).

Se puede asegurar que la mayor densidad de raíces no se traduce en una mayor absorción de nutrientes (Figura 1). Esto es debido a la competencia que existe entre los pelos radicales contiguos y la agregación de las raíces se ve inducidas por la aplicación localizada de fertilizante (Fusedeer *et al.*, 1988).

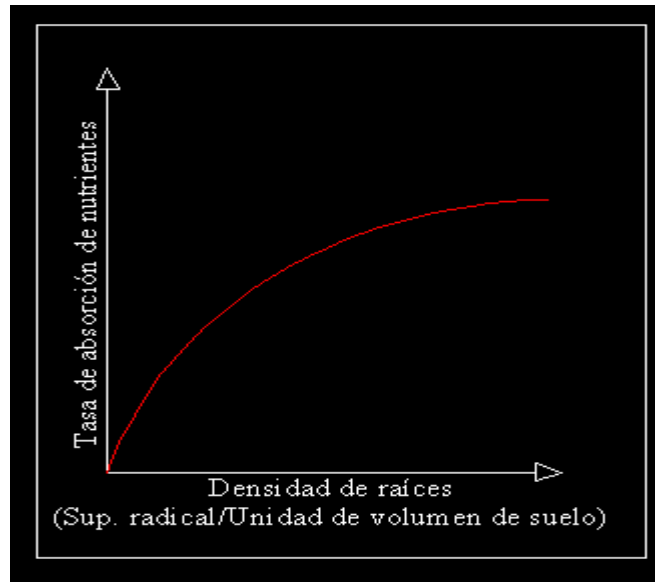


Figura 1: relación entre la densidad de raíces y la tasa de absorción de nutrientes.

La búsqueda de microorganismos rizoféricos que incrementen la solubilización del fósforo del suelo y que mejoren el desarrollo radicular, van a permitir una mayor absorción de nutrientes beneficiando la nutrición de las plantas. Además se debe considerar la poca movilidad y disponibilidad del mismo para las plantas (Gonzalez Anta, 2008). Se requieren alrededor de 4 Kg. de fósforo como elemento para producir una tonelada de grano de maíz (García, 2000) con lo que demuestra su gran importancia a nivel productivo.

Entre los organismos y microorganismos solubilizadores del fósforo del suelo, podemos mencionar varios grupos como los hongos (*Penicillium*, *Sclerotium* y *Fusarium*) todos ellos con una gran capacidad solubilizadora pero paralelamente con una gran potencialidad patogénica (Ramírez Vargas 2012).

Entre las bacterias solubilizadoras de fósforo (BSP), los Pseudomonadales fluorescentes que colonizan agresivamente las raíces de las plantas, son consideradas como un importante grupo de bacterias debido a sus propiedades biofertilizante y biocontrol (Ramírez Vargas 2012).

Se debe tener en cuenta que sin la presencia y acción de estos microorganismos, no sería factible llevar a cabo procesos que son fundamentales en la naturaleza como: procesos de solubilización de fósforo, producción de antibióticos y fijación de nitrógeno. Esto conlleva a obtener beneficios ambientales, económicos, que permitan aumentar los rendimientos de producción y crecimiento de las plantas, disminución de las emisiones del gas producido por el efecto invernadero y reducción de los costos de fertilizantes (Ramírez Vargas 2012).

Sobre la base de cepas específicas de la especie bacteriana *Pseudomonas fluorescens* se ha desarrollado una formulación de inoculante líquido, que ha demostrado tanto bajo condiciones de laboratorio como de campo las siguientes ventajas agronómicas:

- Alta capacidad de solubilización del fósforo del suelo, a través de diferentes estrategias según se trate del fósforo orgánico o del fósforo inorgánico del suelo. En el primer caso las bacterias generan enzimas del tipo fosfatasa que hidrolizan los enlaces orgánicos fosfatados liberando aniones fosfato a la solución del suelo de donde los microorganismos y las raíces de las plantas se nutren. En el caso del fósforo inorgánico su solubilización es lograda por las bacterias a través de la producción de ácidos orgánicos como el ácido glucónico que libera fosfatos y cationes de Ca^{++} , Fe^{++} y Al^{++} a la solución del suelo (González Anta, 2008).
- Alta producción de factores de crecimiento vegetal, que permiten obtener un mayor desarrollo radicular que es conseguido a través de la acción específica de las auxinas que fundamentalmente inducen a la iniciación de las raíces y de los pelos absorbentes; de las giberelinas que actúan promoviendo el alargamiento de las células que componen la raíz y de las citoquininas que activan la división celular y retardan la senescencia radicular (González Anta, 2008).

El propósito de este trabajo es evaluar la combinación de tecnologías como lo es riegos suplementario y aplicación de bacterias solubilizadoras de fósforo que permitan aumentar la densidad y longitud de raíces de la planta de maíz con la finalidad de poder hacer de forma más eficiente, la utilización del agua y los nutrientes presente en la solución del suelo, para de esta manera poder aumentar la producción de granos en el cultivo de maíz en la región de Río Cuarto.

HIPÓTESIS

La aplicación de bacterias solubilizadoras de fosforo afecta la densidad de longitud de raíces en un cultivo de maíz bajo riego suplementario.

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto de bacterias solubilizadoras de fósforo en la densidad de longitud de raíces en cultivo de maíz; bajo riego y en secano.
- Evaluar el balance de fósforo en el suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se llevó a cabo en el campo experimental CAMDOCEX de la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC), ubicado en zona noreste de la ciudad de Río Cuarto, sobre la Ruta Nacional N° 36. Su ubicación geográfica es 33° 07'S, 64°14'O y a 421 msnm.

Pertenece a la Unidad Ambiental Llanura Subhúmeda bien drenada, con suelos, en su mayoría, Hapludoles típicos, sin problemas de drenaje, caracterizado por un relieve plano, con pendientes menores al 2%, y bien desarrollados, sobre materiales loésicos, franco-arenosos (Cantero, *et al.*, 1998).

La localidad se caracteriza por un clima templado-subhúmedo, con un régimen de precipitaciones tipo monzónico y con una media anual de precipitaciones de 782,2 mm, concentrada entre los meses de octubre y abril (en un total del 87 % de la precipitación media anual). El régimen térmico es templado-mesotermal, caracterizado por una temperatura media anual de 16,3°C, con temperatura media para el mes más cálido (enero) de 22,7°C y una temperatura media de 9,4°C para el mes más frío (julio) (Valores Normales correspondientes a la serie 1981-2010; datos provenientes de la Estación Agrometeorológica, Servicio de Agrometeorología de la UNRC). El periodo medio libre de heladas es de 255,7 días, la fecha media de la primera helada es el 25 de mayo ($\pm 14,3$ días) y de la última, el 12 de septiembre con una desviación de $\pm 20,3$ días (Seiler *et al.*, 1995).

El ensayo se realizó a principios de octubre del año 2014 mediante el sistema de labranza de siembra directa, utilizando la variedad DK72-50 VT3P con una densidad de siembra de 97.000 semillas por hectárea (sem ha^{-1}) con un distanciamiento entre hileras de 0.70 m. La inoculación se realizó al momento de la siembra utilizando la bacteria *Pseudomonas fluorescens*. Se fertilizó con 52 Kg de S10 grado (N, P₂O₅, K, Zn) 12-40-0-1 respectivamente (fosfato monoamónico con azufre y zinc).

Previo a la siembra se tomaron muestras de suelo de los primeros 20 cm de profundidad, se marcaron transectas para poder determinar la cantidad de fósforo (ppm) utilizando la metodología de Bray y Kurtz (Bray y Kurtz, 1945). En floración y luego de la cosecha se llevó a cabo una medición de fósforo para poder, de este modo evaluar el balance del mismo.

Los tratamientos realizados fueron los siguientes:

- ✓ Riego y semillas inoculadas con bacterias solubilizadoras de fósforo (RI).
- ✓ Riego y semillas sin inocular (Rs/i).
- ✓ Secano y semillas inoculadas con bacterias solubilizadoras de fosforo (SI).
- ✓ Secano y semillas sin inocular (Ss/i).

El diseño experimental utilizado fue un factorial de 2x2; ya que se utilizaron dos condiciones hídricas (en riego y en secano) con dos tratamientos de bacterias solubilizadoras de fósforo (con y sin inoculación).

Densidad de longitud de raíces (DLR): la determinación se realizó en el estado fenológico de floración (R1) a través del método del perfil expuesto. Este método consistió en cavar trincheras de aproximadamente de 90 cm de ancho x 135 cm de profundidad, o de las dimensiones consideradas necesarias. Como el cultivo estaba en hileras se realizó transversal a los surcos. Sobre el lado que se realizó el recuento, se aliso de modo de obtener una pared “casi vertical”. Para ello se pasó una planchuela desde la superficie hacia abajo y se completó el trabajo con un cuchillo. Posteriormente se quitó una capa de suelo de aproximadamente 0,5 cm con agua a presión (con una mochila de pulverizar) (Imagen 1). Seguidamente se colocó una grilla metálica de dimensiones similares a las dimensiones de la pared expuesta (90 cm de ancho x 135 cm de profundidad) que tenga un cuadrículado de 5 x 5 cm (Imagen 2). El objetivo de colocar la grilla fue de ayudar en el recuento de las raíces. Se contaron las raíces y posteriormente se expresaron los resultados como número de raíces o densidad de raíces: cm de raíz por cm³ de suelo (Bohm, 1979).

Los datos obtenidos fueron utilizados para el cálculo de la DLR (densidad de longitud de raíces) de acuerdo a la siguiente fórmula :

$$DLR = \frac{e \times N}{L \times e \times H}$$

DLR: cm de raíz por cm³ de suelo.

e = espesor de la pared lavada (0,5 cm).

N = Número de raíces contadas.

L = Ancho del perfil (cm).

H = Altura de la capa del perfil considerado.

Este método nos permitió medir no solo la densidad radical, sino también elaborar un mapa de enraizamiento de todo el perfil (ver Anexo).

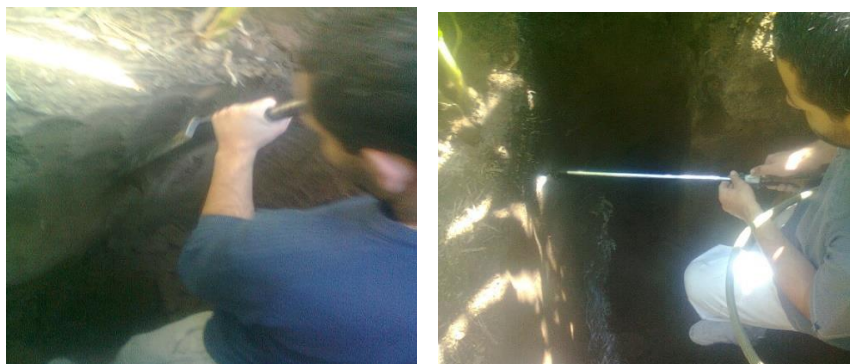


Imagen 1. Método del perfil expuesto: preparación del perfil.

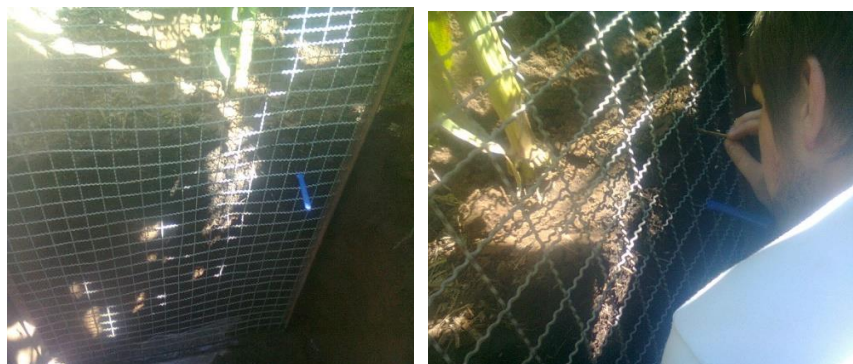


Imagen 2. Método del perfil expuesto: recuento de raíces mediante grilla.

El riego se efectuó a través de un equipo de avance lateral con una longitud de trabajo de 87.6 m, donde la distribución del agua es por medio de tuberías de bajada y la emisión mediante difusores con reguladores de presión. El agua, es de buena calidad para riego (ver anexo), se obtuvo de una perforación ubicada en el mismo Campo Experimental.

El método del balance hídrico utilizado fue el de Balance Hídrico de Cultivos Extensivos (BAHICU) versión 1.01 (Andriani 2012); se consideró los valores diarios de Evapotranspiración de referencia (ET_o) (calculado a través de la Ecuación de Penman-Monteith (Allen *et al.*, 1998)), el contenido de humedad al momento de siembra, valores de constantes hídricas de capacidad de campo (W_c), punto de marchitez permanente (W_m) y agua útil para el suelo donde se desarrolló el ensayo. También para este balance se utilizaron datos de la

precipitación efectiva (Tabla 1) que se estimaron por el método de “Bureau of Reclamations” de los EE.UU. (Doorenbos y Pruitt, 1977), factores cualitativos como la intensidad de lluvias, estado de humedad del suelo previo a la precipitación.

Tabla 1: Rangos de precipitación efectiva de acuerdo al método de Bureau of Reclamations de los EE.UU (Doorenbos y Pruitt, 1977).

Rango de lluvia caída (mm)	Agua aprovechada (%)
0 – 15	100
15 – 25	90
25 – 50	85
50 – 75	75
75 – 100	50
100 – 125	30
125 – 150	10
> 150	0

El análisis de los parámetros edáficos relacionados con el agua del suelo, capacidad de campo (Wc), punto de marchitez permanente (Wm) y densidad aparente (Da) en cada horizonte del perfil del suelo (Tabla 2) arrojaron los siguientes resultados, siendo el agua útil de 126.90 mm m⁻¹ (237,62 Wc-110,73 Wm).

Tabla 2: Parámetros físicos del suelo del área bajo estudio.

Horizontes	Prof. (Cm)	Densidad Aparente (PEA) g.cm ⁻³	Cap. de Campo (Wc) (g.g ⁻¹)	Punto de Marchitez (Wm) (g.g ⁻¹)	Lámina en Wc (mm)	Lámina en Wm (mm)
Ap1	0-5	1,3	21,53	9,33	13,99	6,06
Ap2	5-14	1,32	20,23	8,97	24,03	10,66
Ad	14-22	1,40	19,05	9,15	21,34	10,25
Bw1	22-35	1,39	19,70	9,14	35,60	16,52
Bw2	35-49	1,28	18,15	9,09	32,54	16,29
BC	49-66	1,30	16,77	8,21	37,06	18,14
C	66-82	1,29	16,52	7,42	34,10	15,31
Ck	82-100	1,30	16,65	7,48	38,96	17,50
					237,63	110,73

El umbral de riego considerado fue del 50% del agua disponible en el suelo. La determinación del momento de riego se realizó teniendo en cuenta el pronóstico del tiempo con 72 horas de antelación.

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT (Di Rienzo *et al.*, 2011) sometiendo los valores al análisis de la varianza (ANOVA) y estadísticos descriptivos y los promedios se compararon por medio del Test de Fisher (5%).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

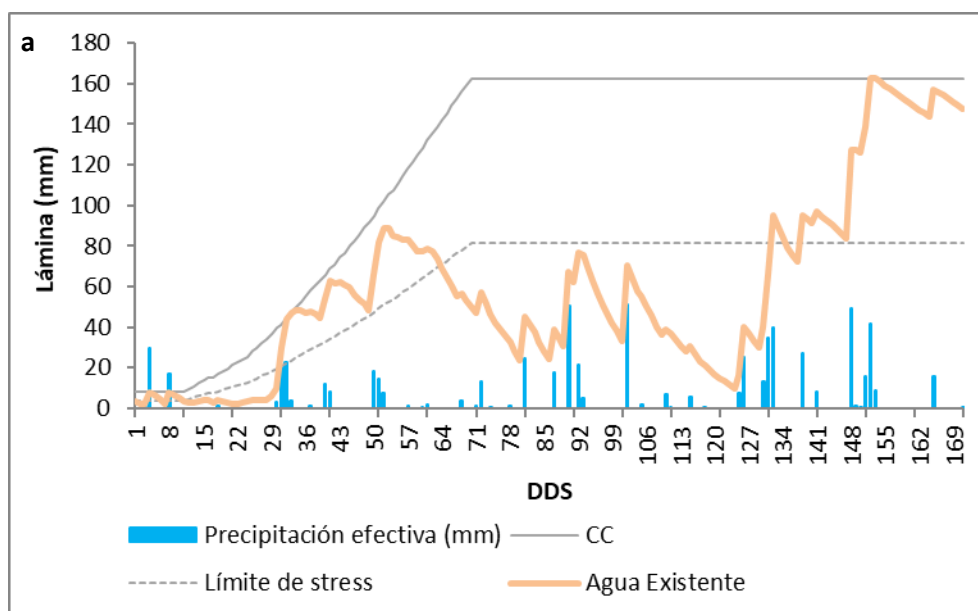
Análisis de las condiciones hídricas del cultivo.

Durante el ciclo del cultivo se realizaron 8 riegos de 25 mm cada uno, siendo un total de 200 mm. Las precipitaciones efectivas que se contabilizaron fueron de 659,4 mm mientras que la evapotranspiración del cultivo fue de 696,5 mm, datos obtenidos según el programa BAHICU.

En la figura 2 se indica en balance de agua en el suelo con los dos tratamientos, siendo los mismos, secano (a) y 50% del agua útil (b). En cada figura se puede observar el agua existente según los datos de capacidad de campo y punto de marchitez permanente y el procesamiento de la evapotranspiración del cultivo diario, en ambos tratamientos considera la precipitación efectiva y riego para el 50% del agua útil disponible.

En condiciones de 50% de agua útil disponible el cultivo no sufrió stress hídrico, debido a que se mantuvo siempre sobre la línea permisible de humedad. Mientras que, para las condiciones de secano, el cultivo sufrió stress en determinados momentos del ciclo, siendo el periodo crítico (floración) unos de los estadios más afectados por esta condición. Cabe aclarar que el cultivo nunca alcanzó el punto de marchitez permanente.

El momento de riego se determinó mediante el uso del BAHICU y se consideró un pronóstico de precipitaciones en un plazo de 72 horas con una probabilidad superior al 80% de ocurrencia para la zona de influencia del ensayo.



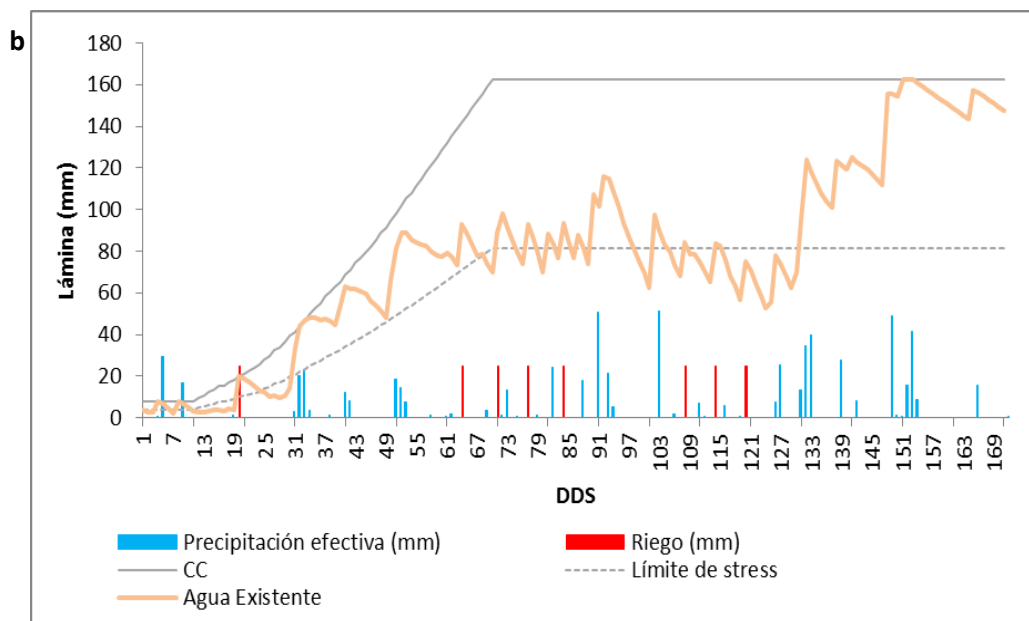


Figura 2: Representación del programa BAHICU para los tratamientos de secano (a) y 50% de agua útil disponible (b).

Contenido de fósforo del suelo donde se realizó la experiencia

El fósforo que contenía el suelo de 0-20 cm de profundidad al inicio del ensayo fue alto (28 ppm), valores muy por encima de los niveles críticos para maíz que se encuentran entre 15 y 17 ppm, lo que pudo disminuir las respuestas de los bacterias solubilizadoras de fósforo.

Los niveles de fósforo se mantuvieron a lo largo del ciclo, siendo de 21 ppm a floración y de 28 ppm a cosecha

Análisis de la Densidad de longitud de raíces (DLR).

En las siguientes figuras se analizará la DLR calculadas para los 4 tratamientos estudiados.

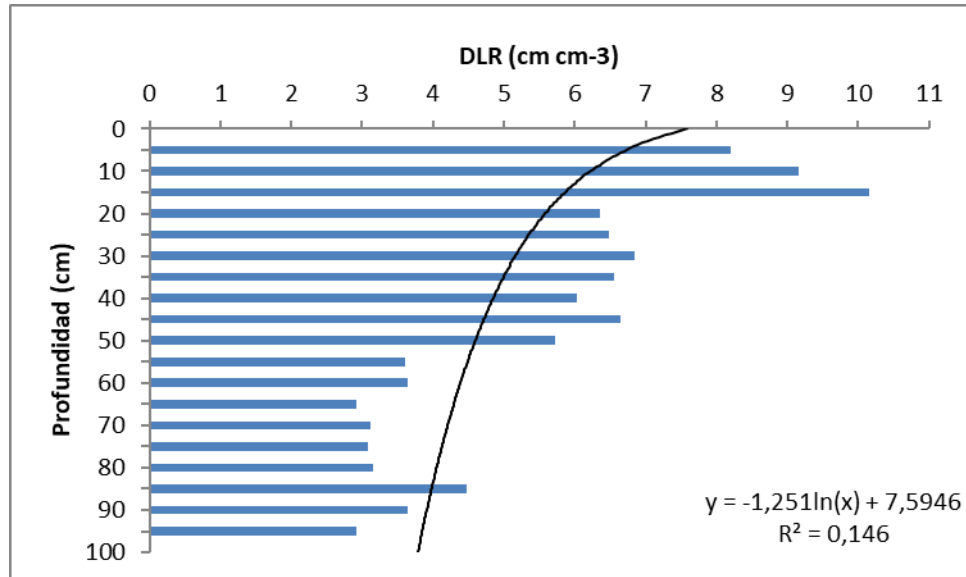


Figura 3: Densidad de longitud de raíces (cm cm⁻³) para el tratamiento seco e inoculado hasta los 100 cm de profundidad.

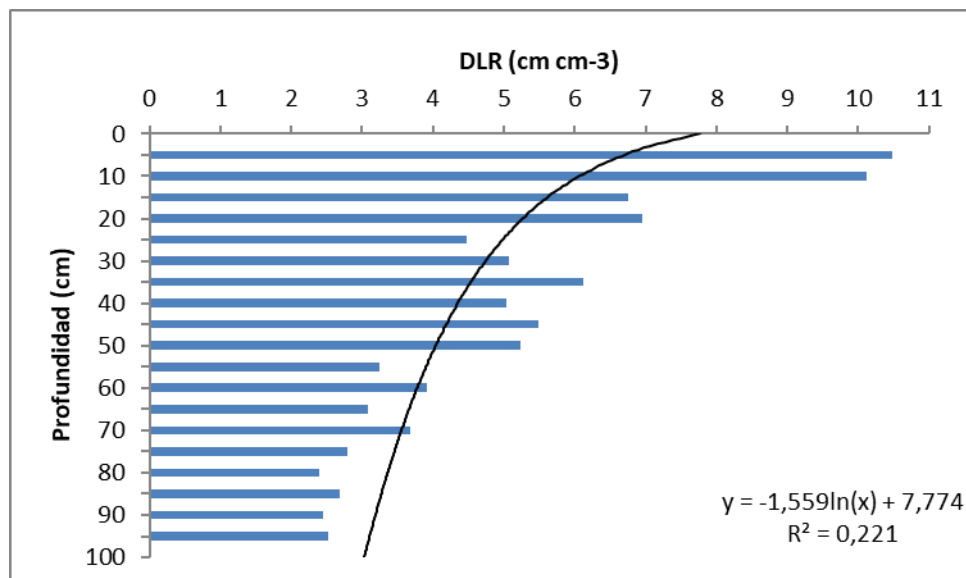


Figura 4: Densidad de longitud de raíces (cm cm⁻³) para el tratamiento seco sin inocular hasta los 100 cm de profundidad.

En el tratamiento de secano se puede observar que el mayor desarrollo de raíces se encuentra en los primeros 50 cm de profundidad. En el tratamiento de inoculación (Figura 3) se observó que la DLR fue de 8 (cm cm⁻³) en los primeros 5 cm, se incrementó hasta hacer un pico en los 15 cm de profundidad con un valor de DLR de 10 (cm cm⁻³) y se mantiene hasta los 50 cm con una DLR de 6,5 cm cm⁻³ en promedio por cada 5 cm analizados, hasta los 95 cm disminuye en promedio a los 3,5 cm cm⁻³. Mientras que en el tratamiento sin inocular (Figura 4) el mayor valor se da en los primeros 5 cm de profundidad con un DLR de 10,5 cm cm⁻³ y 10 cm cm⁻³ en los 10 cm, desde los 15 cm hasta los 50 cm de profundidad se midió una DLR de 6 cm cm⁻³ en promedio y desde los 50 cm hasta los 95 cm la DLR fue de 3,5 cm cm⁻³ en promedio. Para ambos tratamientos la DLR a partir de los 50 cm de profundidad fue similar.

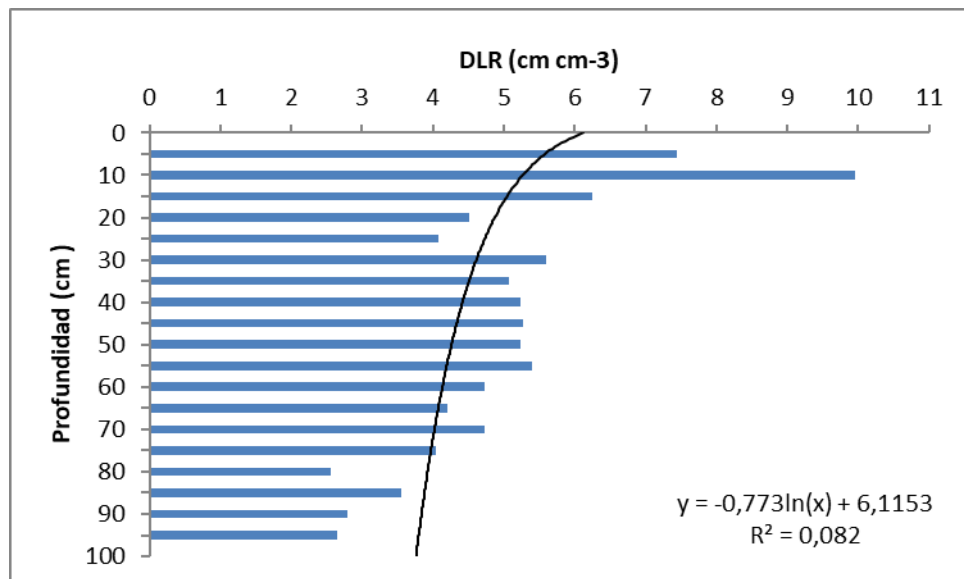


Figura 5: Densidad de longitud de raíces (cm cm⁻³) para el tratamiento 50% del agua útil disponible e inoculado hasta los 100 cm de profundidad.

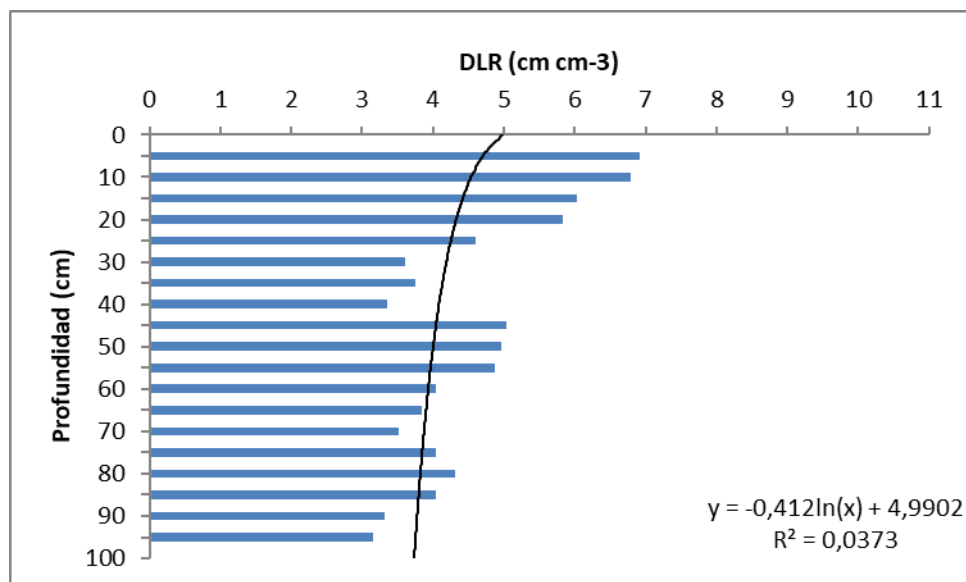


Figura 6: Densidad de longitud de raíces (cm cm⁻³) para el tratamiento 50% del agua útil disponible sin inocular hasta los 100 cm de profundidad.

En la figura 5 se puede observar que la mayor DLR se da en los 10 cm de profundidad con un valor de 10 cm cm⁻³, desde los 10 cm hasta los 75 cm de profundidad se observa un DLR de 5 cm cm⁻³ en promedio por cada 5 cm analizados, y hasta los 95 cm un promedio de 2,5 cm cm⁻³ de DLR por cada 5 cm estudiados. Mientras que en el tratamiento sin inocular se puede observar que los mayores valores de DLR se dan en los primeros 10 cm con un promedio de 6,7 cm cm⁻³, entre los 10 y 20 cm hay una DLR de 5,7 cm cm⁻³, baja hasta los 40 cm con una DLR de 3,5 cm cm⁻³ en promedio por cada 5 cm analizados, luego se incrementa la DLR (5 cm cm⁻³) hasta los 55 cm y hasta los 95 cm de profundidad se mantiene en un promedio de 4 cm cm⁻³ de DLR.

Las rizobacterias solubilizante de fósforo (PSR), mejoran el crecimiento de las raíces y causa la extensión de la rizosfera al aumentar la densidad de la longitud de las raíces de las plantas de maíz.

Se considera que las PSR juegan un papel importante en la DLR, ya que liberan metabolitos microbianos en la zona de raíces de la planta huésped (Mehta *et al.*, 2015). La PSR puede aumentar la disponibilidad de fósforo a la planta mediante la liberación de ácidos orgánicos y fosfatasa, lo que aumenta la solubilidad de varias formas inorgánicas de fósforo en el suelo (Dobbelaere *et al.*, 2005). El papel funcional de estas bacterias en los suelos de las tierras secas depende en gran medida de su competencia y crecimiento de la rizósfera.

El crecimiento de la raíz del maíz fue significativamente influenciado por la presencia de las PSR.

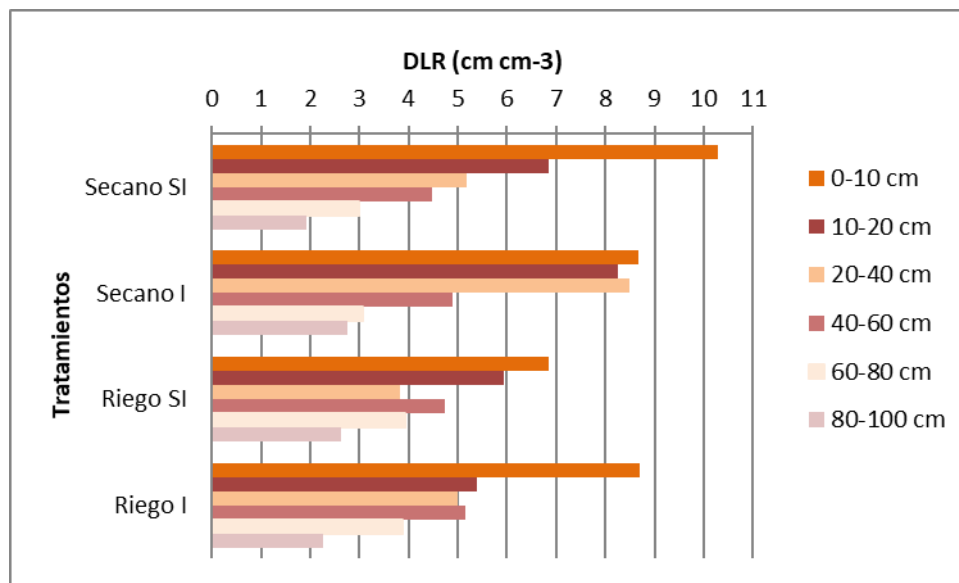


Figura 7: Promedio de la DLR (cm cm^{-3}) de 0 a 100 cm de profundidad que fue dividido en 6 capas.

A los 80 DDS, en floración, los máximos valores de DLR se encontraron en los primeros 10 cm de profundidad para los cuatro tratamientos, siendo de 10,2; 8,5; 6,5 y 8,5 cm cm^{-3} para secano S/I, secano I, riego S/I y riego I respectivamente. El menor valor se presenta en el tratamiento de riego SI.

Al analizar los tratamientos secano S/I y secano I, se observa que en el primer caso el máximo crecimiento se da en los primeros 10 cm, mientras que en SI el mayor crecimiento se observa en los primeros 40 cm, ésta diferencia puede estar atribuida a la presencia de las bacterias estimuladoras del sistema radical.

En la condición de riego, el máximo crecimiento radical se observa a los 10 cm para ambos tratamientos, en las capas profundas la distribución se hace más homogénea que puede atribuirse a la presencia de humedad por lo que no se encuentran grandes diferencias. La distribución de raíces en el tratamiento RI es más homogénea que en el RSI, que también manifiesta el menor desarrollo de raíces.

Al comparar los tratamientos secano S/I y riego S/I, se puede observar que secano S/I presenta el mayor crecimiento radical hasta los 20 cm debido a la falta de humedad en las capas

más profundas que dificulta la exploración radical, a diferencia de riego S/I la distribución es más homogénea ya que la exploración de las raíces no se ve agravada por la falta de humedad en las distintas capas analizadas. Esto puede diferenciarse de los demás tratamientos, debido a que las raíces crecen en busca de uno de los principales elementos esenciales que es el agua

Por último, se analizó el tratamiento secano I y riego I, donde el mayor crecimiento radical se observa a los 40 cm en secano I teniendo un valor de DLR aproximado de 8,5 cm cm⁻³. Este valor se puede explicar a la incorporación de las bacterias promotoras del crecimiento radical haciendo que exploren capas profundas en búsqueda de humedad. En el tratamiento riego I el máximo crecimiento se observa en los primeros 10 cm con valor de DLR de 8,5 cm cm⁻³. En las capas más profundas la distribución es homogénea con un DLR 5,5 cm de raíz/cm³.

Distribución de rangos de densidades de longitud de raíces (DLR) en diferentes profundidades del suelo.

Del análisis de la tabla 3 surge que el porcentaje (%) de suelo ocupado por raíces fue siempre mayor para los tratamientos con riego I y riego S/I, en relación con los tratamientos secano I y secano S/I.

Para las primeras capas de 0-10 cm hasta los 20-40 cm no se observa una gran superioridad de los tratamientos con riego I y S/I por sobre secano I y S/I. Una vez superada la profundidad de los 20-40 cm los tratamientos riego I y S/I se diferencia claramente de los tratamientos secano I y S/I.

Por último, se puede observar que el tratamiento riego I tiene el mayor porcentaje de suelo ocupado con los valores más alto de DLR con respecto a los demás tratamientos, diferencias que se hubieran acentuado si el análisis se realizaba a mayor profundidad. Este análisis destaca lo importante que es la presencia de fertilizante fosforado y el agua para el desarrollo y crecimiento radical.

Tabla 3. Rangos de densidades de longitud de raíces (cm cm⁻³) que ocupan el suelo según tratamientos.

Tratamiento	DLR (cm cm ⁻³)	Rangos de densidades de longitud de raíces					
		0-10	10-20	20-40	40-60	60-80	80-100
Secano SI	0,75-1	30	0	0	0	0	0
	0,50-0,75	29	43	5	3	0	0
	0,25-0,50	36	38	64	54	26	31
	≤ 0,25	5	19	31	43	74	69
Secano I	0,75-1	25	16	0	0	0	0
	0,50-0,75	32	34	30	24	0	0
	0,25-0,50	42	40	54	40	24	51
	≤ 0,25	1	10	16	36	76	49
Riego Si	0,75-1	25	28	0	0	0	0
	0,50-0,75	25	0	3	17	14	0
	0,25-0,50	41	44	44	54	51	59
	≤ 0,25	9	28	53	29	35	41
Riego I	0,75-1	19	0	0	0	0	0
	0,50-0,75	38	17	8	16	3	0
	0,25-0,50	33	50	65	57	55	52
	≤ 0,25	10	33	27	27	42	48

CONCLUSIONES

- ✚ El mayor crecimiento radical se observó en los tratamientos secano I y riego I.
- ✚ En secano I la mayor exploración se observó hasta los 40 cm y en riego I hasta los 60 cm.
- ✚ Los efectos limitantes del agua y de las bacterias solubilizadoras de Fosforo producen una disminución en el crecimiento y exploración radical.
- ✚ La falta de agua explica el mayor crecimiento radicular en las capas superficiales y menor crecimiento en las capas más profundas.
- ✚ Por lo observado y analizado se puede aceptar que la presencia del agua y de las bacterias solubilizadoras de Fosforo favorecen en el crecimiento y la exploración radical.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- AGROVOZ. 2016. Datos oficiales: cultivo por cultivo, cuál fue la cosecha 2015/16 en Córdoba.
En: <http://agrovoz.lavoz.com.ar/agricultura/datos-oficiales-cultivo-por-cultivo-cual-fue-la-cosecha-201516-en-cordoba>. Consultado: 10/10/2017
- ALLEN, R.G. L.S., PEREIRA., D., RAES y M. SMITH. 1998. *Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements*. FAO. Irrigation and drainage. Paper 56. Roma. 300 pp
- ANDRIANI, J. 2012. Desarrollo y validación del software de balance hídrico de cultivos extensivos “BAHICU”. **XIX Congreso Latinoamericano y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo**, Actas del Congreso, Mar del Plata, Argentina.
- GONZALEZ ANTA, G. 2008. Bacterias Solubilizadoras de Fósforo. Dpto. Desarrollo, Rizobacter Argentina S.A. En: <http://www.engormix.com/MA-agricultura/maiz/articulos/bacterias-solubilizadoras-fosforo-t2073/417-p0.htm>. Consultado el 15/02/2017
- BOHM, W. 1979. *Methods of Studying Root Systems* Springer Verlag N. Y. 187 pp.
- BRAY, R. y L. KURTZ. 1945. *Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil*. Soil Sci. 59:9-45.
- CANTERO, A.; CANTU, M. P.; CISNEROS, J. M.; CANTERO, J. J.; BLARASIN, M.; DEGIOANNI, A.; GONZALEZ, J.; BECERRA, V.; GIL, H.; DE PRADA, J.; DEGIOVANNI, S.; CHOLAKY, C.; VILLEGAS, M.; CABRERA, A.; C. ERIC. 1998. *Las tierras y aguas del Sur de Córdoba. Propuestas para un manejo sustentable*. UNRC. 119 pp.
- DARDANELLI, J.; COLLINO, D.; OTEGUI, M.; V. SALDRAS. 2003. *Producción de granos. Bases funcionales para su manejo*. pp 383. 384. 385. 386.
- DEBÓRTOLI, G. D; MAROZZI, D.G.; MÉNDEZ, M. y H. CURRIE. 2005. Evaluación de los sistemas de riego por manto y platabanda en el cultivo de maíz (*Zea mays*, L.) Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas

- DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C.W. InfoStat (2011). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- DOORENBOS, J. y W.O. PRUITT 1977 Las necesidades de agua de los cultivos. Serie Riego y Drenaje.
- FUSSEDER, A., KRAUS, M. AND BECK, E. 1988. Reassessment of root competition for p of field-grown maize in pure and mixed cropping. *Plant soil* 106, 299-301.
- GARCÍA F. O. 2000. Criterios para el manejo y la fertilización del cultivo de maíz. *Actas Jornadas de Actualización Técnica "Fertilidad 2000"*, Rosario. 21 págs.
- GHIDA DAZA, C. 2011. *Análisis económico del maíz*. Campaña 2011/12 en Maíz. Actualización 2011, Informe de Actualización Técnica N° 19. EEA INTA Marcos Juárez, pag 119 –117.
- GIARDINIERI, N. CH.; GUTIÉRREZ, N. C. Y C. A. VENIALGO. 2004. Influencia de la compactación sobre el crecimiento radical en maíz y soja. *Comunicación Científica y Tecnológicas*. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina. A-073
- LOVERA, E. ALVAREZ, C. SEVERINA, I. 2011. Lluvias - Información meteorológica de la E.E.A. Manfredi. En: <http://inta.gob.ar/documentos/lluvias-informacion-meteorologica-de-la-e.e.a.-manfredi>. Consultado: 20/03/2015
- MARTIN, O. 2010. Cultivo de maíz. En: <http://ecaths1.s3.amazonaws.com/forrajicultura/CultivoMaiz.pdf>. Consultado: 20/03/2015
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA (MINAGRI) 2014. En: www.minagri.gob.ar. Consultado: 20/03/2015
- MORÁBITO, J. Y SALATINO, S. 2008. Evaluación a campo del riego por superficie para alcanzar una mayor eficiencia. asesoramiento al agricultor a través de casos prácticos de melgas y surcos. Capítulo V. **Jornadas de Antigua**, Guatemala.
- NICOSIA, M. G. y G. O. MARTIN. 1998. CULTIVOS: PRODUCCION DE MAIZ Algunos Aspectos relevantes (Parte III). En: https://www.produccion.com.ar/1998/98oct_09.htm. Consultado el 05/04/2017

- PLIEGO, E. 2013. El maíz, su origen, historia y expansión. En: <http://suite101.net/article/el-maiz-su-origen-historia-y-expansion-a41960#.VEwOWZR5MZ6>: Consultado: 20/03/2015
- RAMIREZ VARGAS, S. J. 2012. *Microorganismos solubilizadores de fosfatos en suelos*. Tesis de Maestría. Fac. de Ciencias, Universidad Industrial de Santander, Bucarama, Colombia. 69p.
- RIVETTI A, R. 2006. Producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego complementario en Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Rendimiento en grano de maíz y sus componentes. *FCA UNCuyo. Tomo XXXVIII. N° 2*. pp 25-36
- SALINAS, A.; MARTELLOTTA, E.; GIUBERGI, J.; SALAS, P.; CAPUCCINO, V.; PAPPALARDO, J.; LOVERA, E.; J. GORGAS. 2006. Riego suplementario en cultivos extensivos en la provincia de Córdoba. En: <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/02/inta-manfredi-riego-suplementario-en-cultivos-extensivos-en-la-provincia-de-cordoba.pdf>. Consultado: 20/03/2015
- SALINAS, A. 2016. Maíz bajo riego suplementario en la provincia de Córdoba: Evaluaciones de híbridos comerciales bajo riego suplementario introducción, importancia del cultivo en el sistema productivo. En: <https://inta.gob.ar/documentos/maiz-bajo-riego-suplementario-en-la-provincia-de-cordoba-evaluaciones-de-hibridos-comerciales-bajo-riego-suplementario-introduccion-importancia-del-cultivo-en-el-sistema-productivo>. Consultado: 10/10/2017
- SEILER, R. A., R. A. FABRICIUS., ROTONDO V. H. Y M. G. VINOCUR. 1995. *Agroclimatología de Río Cuarto - 1974/1993. Vol I (FAV.UNRC. Río Cuarto. Córdoba. Argentina)*.
- SOMAS. 2008. Variación en la arquitectura radical de maíz: Indicadores de eficiencia de fósforo en etapa de emergencia. En: http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible6/61/2.pdf. Consultado: 20/03/2015.

ANEXO

Tabla 4: Datos análisis de calidad de agua del CAMDOCEX.

PLANILLA DE DATOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA CAMDOCEX			
año 2016		Limite de aptitud admitidos Código Alimentario Argentino Consumo Humano	
Color:	Incoloro		
Olor:	Inodoro		
pH:	7,7	6.5-8.5	
Conductividad a 25°C:	417 $\mu\text{S cm}^{-1}$		
Sólidos Disueltos Totales:	365 mg L^{-1}	1500 mg L^{-1}	
<u>Determinaciones básicas</u>			
Carbonato:	0 mg L^{-1}	0 meq L^{-1}	
Bicarbonato:	220,0 mg L^{-1}	3,5 meq L^{-1}	
Sulfato:	30,3 mg L^{-1}	0,6 meq L^{-1}	400 mg L^{-1}
Cloruro:	8,6 mg L^{-1}	0,2 meq L^{-1}	350 mg L^{-1}
Sodio:	28,3 mg L^{-1}	1,2 meq L^{-1}	
Potasio:	5,9 mg L^{-1}	0,1 meq L^{-1}	
Calcio:	48,8 mg L^{-1}	2,4 meq L^{-1}	
Magnesio:	11,2 mg L^{-1}	0,9 meq L^{-1}	
Nitrato:	12,0 mg L^{-1}	0,2 meq L^{-1}	45 mg L^{-1}
Fluoruro:	0,4 mg L^{-1}	0,02 meq L^{-1}	1.3 mg L^{-1} p/16°C Temp Media
<u>Determinaciones complementarias</u>			
Dureza total:	3,4 meq L^{-1}	168 ppm CO_3Ca	400 ppm CO_3Ca
Alcalinidad TA:	0 meq L^{-1}		
Alcalinidad TAC:	3,5 meq L^{-1}	176 ppm CO_3Ca	
RAS:	0,9		

Tabla 5: Datos obtenidos del BAHICU para realizar las determinaciones del momento de riego.

Fecha	Acción	Día	Precipitación efectiva (mm)	Riego (mm)	CC	Límite de stress	Agua Existente
30/09/2014	M	0	0	0	7,93	3,97	4,74
01/10/2014	S	1	0	0	7,93	3,97	3,57
02/10/2014		2	0	0	7,93	3,97	2,45
03/10/2014		3	0,8	0	7,93	3,97	2,45
04/10/2014		4	29,6	0	7,93	3,97	7,93
05/10/2014		5	0	0	7,93	3,97	6,76
06/10/2014		6	0	0	7,93	3,97	4,48
07/10/2014		7	0	0	7,93	3,97	2,13

08/10/2014	8	16,9	0	7,93	3,97	7,93
09/10/2014	9	0	0	7,93	3,97	6,62
10/10/2014	10	0	0	7,93	3,97	5,12
11/10/2014	11	0	0	7,93	3,97	3,33
12/10/2014	12	0	0	9,42	4,71	2,68
13/10/2014	13	0	0	10,9	5,45	2,79
14/10/2014	14	0	0	12,39	6,19	3,52
15/10/2014	15	0	0	13,88	6,94	3,91
16/10/2014	16	0	0	15,36	7,68	4,02
17/10/2014	17	0	0	15,36	7,68	3,14
18/10/2014	18	1,2	0	16,85	8,42	4,12
19/10/2014	19	0	0	18,33	9,17	3,64
20/10/2014	20	0	25	19,82	9,91	19,82
21/10/2014	21	0	0	21,31	10,65	18,71
22/10/2014	22	0	0	22,69	11,35	17,15
23/10/2014	23	0	0	24,08	12,04	15,41
24/10/2014	24	0	0	25,46	12,73	13,25
25/10/2014	25	0	0	28,24	14,12	12,37
26/10/2014	26	0	0	29,62	14,81	10,12
27/10/2014	27	0	0	32,39	16,2	10,66
28/10/2014	28	0	0	33,86	16,93	9,37
29/10/2014	29	0	0	36,8	18,4	10,53
30/10/2014	30	3,2	0	39,73	19,87	14,16
31/10/2014	31	20,3	0	41,2	20,6	33,84
01/11/2014	32	22,7	0	44,14	22,07	44,14
02/11/2014	33	3,5	0	47,07	23,54	47,07
03/11/2014	34	0	0	50,01	25	48,13
04/11/2014	35	0	0	52,64	26,32	48,08
05/11/2014	36	0	0	54,96	27,48	46,84
06/11/2014	37	1,2	0	58,43	29,22	47,41
07/11/2014	38	0	0	60,75	30,38	46,16
08/11/2014	39	0	0	63,07	31,54	44,46
09/11/2014	40	12	0	65,39	32,7	54,29
10/11/2014	41	8	0	68,83	34,41	62,78
11/11/2014	42	0	0	71,05	35,53	61,83
12/11/2014	43	0	0	74,39	37,19	61,93
13/11/2014	44	0	0	76,61	38,31	60,71
14/11/2014	45	0	0	79,95	39,98	59,59
15/11/2014	46	0	0	82,18	41,09	56,13
16/11/2014	47	0	0	85,52	42,76	53,69
17/11/2014	48	0	0	88,98	44,49	51,63
18/11/2014	49	0	0	91,33	45,66	48,26
19/11/2014	50	18,2	0	94,85	47,42	66,15

20/11/2014	51	14,7	0	98,37	49,18	81,65
21/11/2014	52	7,3	0	101,89	50,95	88,84
22/11/2014	53	0	0	105,41	52,71	88,71
23/11/2014	54	0	0	107,7	53,85	85,19
24/11/2014	55	0	0	111,14	55,57	84,55
25/11/2014	56	0	0	114,57	57,29	83,01
26/11/2014	57	1,4	0	118,01	59,01	82,84
27/11/2014	58	0	0	121,45	60,72	79,9
28/11/2014	59	0	0	124,88	62,44	77,69
29/11/2014	60	0,8	0	128,32	64,16	77,68
30/11/2014	61	1,8	0	131,75	65,88	78,87
01/12/2014	62	0	0	135,19	67,6	77,14
02/12/2014	63	0	0	138,63	69,31	73,66
03/12/2014	64	0	25	142,06	71,03	92,74
04/12/2014	65	0	0	145,5	72,75	88,55
05/12/2014	66	0	0	148,93	74,47	83,77
06/12/2014	67	0	0	152,37	76,18	77,9
07/12/2014	68	3,8	0	155,81	77,9	78,52
08/12/2014	69	0	0	159,24	79,62	74,2
09/12/2014	70	0	0	162,68	81,34	69,66
10/12/2014	71	1	25	162,68	81,34	89,01
11/12/2014	72	13,2	0	162,68	81,34	98,31
12/12/2014	73	0	0	162,68	81,34	91,67
13/12/2014	74	0,6	0	162,68	81,34	85
14/12/2014	75	0	0	162,68	81,34	78,59
15/12/2014	76	0	0	162,68	81,34	73,82
16/12/2014	77	0	25	162,68	81,34	93,18
17/12/2014	78	1	0	162,68	81,34	86,94
18/12/2014	79	0	0	162,68	81,34	78,79
19/12/2014	80	0	0	162,68	81,34	70,11
20/12/2014	81	24,5	0	162,68	81,34	88,17
21/12/2014	82	0	0	162,68	81,34	83,24
22/12/2014	83	0	0	162,68	81,34	76,97
23/12/2014	84	0	25	162,68	81,34	93,36
24/12/2014	85	0	0	162,68	81,34	85,24
25/12/2014	86	0	0	162,68	81,34	76,96
26/12/2014	87	17,8	0	162,68	81,34	87,57
27/12/2014	88	0	0	162,68	81,34	81,15
28/12/2014	89	0	0	162,68	81,34	73,91
29/12/2014	90	50,7	0	162,68	81,34	107,58
30/12/2014	91	0	0	162,68	81,34	101,71
31/12/2014	92	21,2	0	162,68	81,34	115,79
01/01/2015	93	5	0	162,68	81,34	114,66

02/01/2015	94	0	0	162,68	81,34	108,46
03/01/2015	95	0	0	162,68	81,34	101,24
04/01/2015	96	0	0	162,68	81,34	93,7
05/01/2015	97	0	0	162,68	81,34	86,87
06/01/2015	98	0	0	162,68	81,34	80,43
07/01/2015	99	0	0	162,68	81,34	75,08
08/01/2015	100	0	0	162,68	81,34	69,32
09/01/2015	101	0	0	162,68	81,34	62,29
10/01/2015	102	51,3	0	162,68	81,34	97,31
11/01/2015	103	0	0	162,68	81,34	89,93
12/01/2015	104	0	0	162,68	81,34	83,36
13/01/2015	105	2	0	162,68	81,34	79,94
14/01/2015	106	0	0	162,68	81,34	73,4
15/01/2015	107	0	0	162,68	81,34	68,05
16/01/2015	108	0	25	162,68	81,34	84,44
17/01/2015	109	0	0	162,68	81,34	78,54
18/01/2015	110	6,8	0	162,68	81,34	78,45
19/01/2015	111	0,8	0	162,68	81,34	74,6
20/01/2015	112	0	0	162,68	81,34	70,28
21/01/2015	113	0	0	162,68	81,34	65,07
22/01/2015	114	0	25	162,68	81,34	83,83
23/01/2015	115	5,8	0	162,68	81,34	82,72
24/01/2015	116	0	0	162,68	81,34	75,64
25/01/2015	117	0	0	162,68	81,34	68,44
26/01/2015	118	0,8	0	162,68	81,34	63,02
27/01/2015	119	0	0	162,68	81,34	56,56
28/01/2015	120	0	25	162,68	81,34	75,38
29/01/2015	121	0	0	162,68	81,34	70,6
30/01/2015	122	0	0	162,68	81,34	64,73
31/01/2015	123	0	0	162,68	81,34	58,59
01/02/2015	124	0	0	162,68	81,34	52,57
02/02/2015	125	7,4	0	162,68	81,34	55,74
03/02/2015	126	25,5	0	162,68	81,34	78,07
04/02/2015	127	0	0	162,68	81,34	73,42
05/02/2015	128	0	0	162,68	81,34	67,91
06/02/2015	129	0	0	162,68	81,34	62,56
07/02/2015	130	13,4	0	162,68	81,34	70,07
08/02/2015	131	34,7	0	162,68	81,34	95,05
09/02/2015	132	39,8	0	162,68	81,34	123,81
10/02/2015	133	0	0	162,68	81,34	118,09
11/02/2015	134	0	0	162,68	81,34	112,38
12/02/2015	135	0	0	162,68	81,34	107,73
13/02/2015	136	0	0	162,68	81,34	104,06

14/02/2015	137	0	0	162,68	81,34	100,95
15/02/2015	138	27,4	0	162,68	81,34	123,43
16/02/2015	139	0	0	162,68	81,34	121,2
17/02/2015	140	0	0	162,68	81,34	119,25
18/02/2015	141	8,2	0	162,68	81,34	125,04
19/02/2015	142	0	0	162,68	81,34	122,92
20/02/2015	143	0	0	162,68	81,34	120,92
21/02/2015	144	0	0	162,68	81,34	119,08
22/02/2015	145	0	0	162,68	81,34	116,78
23/02/2015	146	0	0	162,68	81,34	114,35
24/02/2015	147	0	0	162,68	81,34	112
25/02/2015	148	49,1	0	162,68	81,34	155,34
26/02/2015	149	1,2	0	162,68	81,34	155,38
27/02/2015	150	0,6	0	162,68	81,34	154,43
28/02/2015	151	15,7	0	162,68	81,34	162,68
01/03/2015	152	41,5	0	162,68	81,34	162,68
02/03/2015	153	8,7	0	162,68	81,34	162,68
03/03/2015	154	0	0	162,68	81,34	160,97
04/03/2015	155	0	0	162,68	81,34	159,09
05/03/2015	156	0	0	162,68	81,34	157,53
06/03/2015	157	0	0	162,68	81,34	155,76
07/03/2015	158	0	0	162,68	81,34	154
08/03/2015	159	0	0	162,68	81,34	152,26
09/03/2015	160	0	0	162,68	81,34	150,46
10/03/2015	161	0	0	162,68	81,34	148,82
11/03/2015	162	0	0	162,68	81,34	147,18
12/03/2015	163	0	0	162,68	81,34	145,46
13/03/2015	164	0	0	162,68	81,34	143,5
14/03/2015	165	15,5	0	162,68	81,34	157,26
15/03/2015	166	0	0	162,68	81,34	155,89
16/03/2015	167	0	0	162,68	81,34	154,37
17/03/2015	168	0	0	162,68	81,34	152,64
18/03/2015	169	0	0	162,68	81,34	150,9
19/03/2015	170	0	0	162,68	81,34	149,14
20/03/2015 C	171	0,8	0	162,68	81,34	147,67

Tabla 6: Datos obtenidos del BAHICU para secano

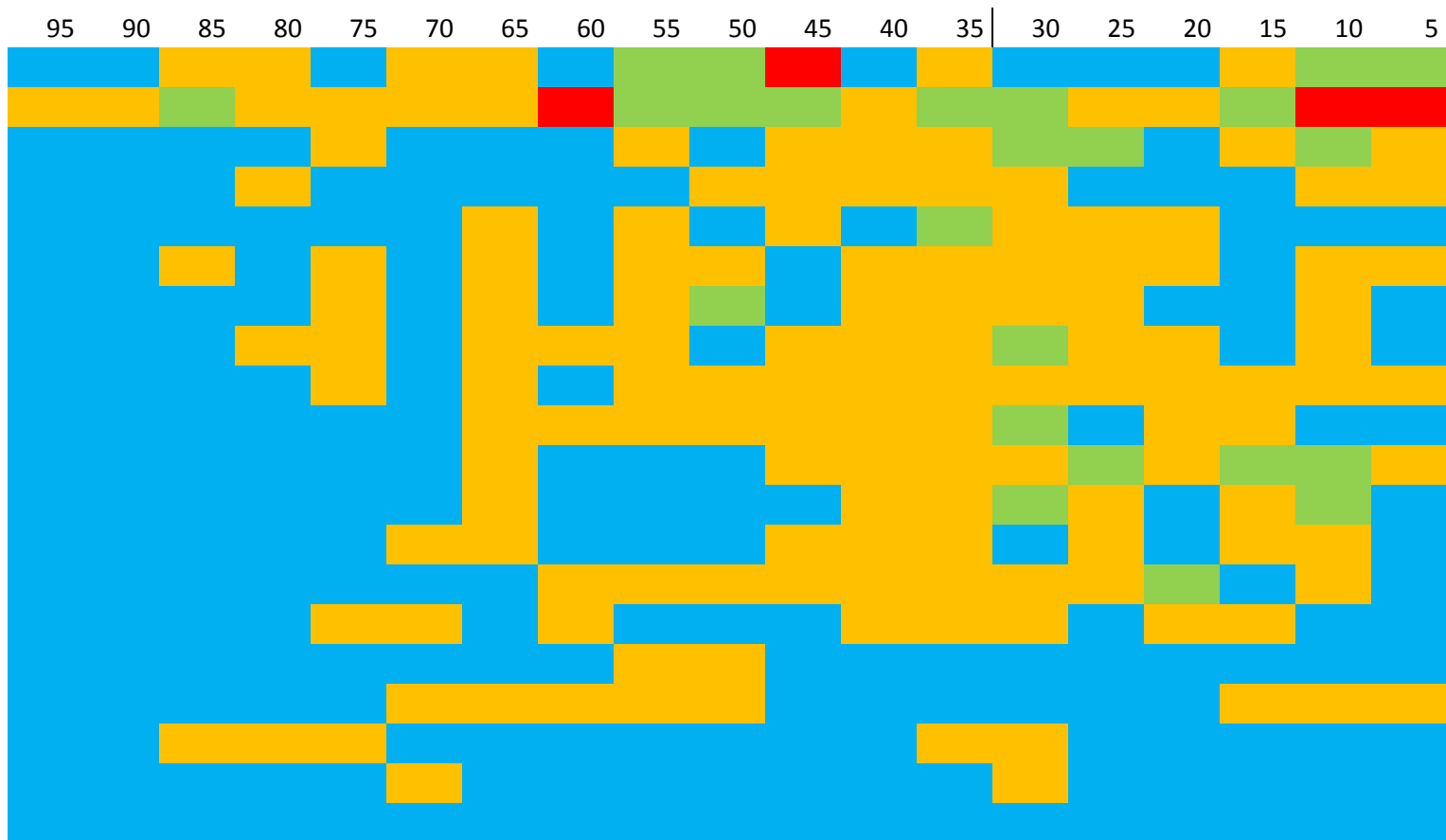
Fecha	Acción	Día	Precipitación efectiva (mm)	ETC	CC	Límite de stress	Agua Existente
30/09/2014	M	0	0	0	7,93	3,97	4,74
01/10/2014	S	1	0	1,17	7,93	3,97	3,57
02/10/2014		2	0	1,12	7,93	3,97	2,45
03/10/2014		3	0,8	0,77	7,93	3,97	2,45
04/10/2014		4	29,6	0,43	7,93	3,97	7,93
05/10/2014		5	0	1,17	7,93	3,97	6,76
06/10/2014		6	0	2,28	7,93	3,97	4,48
07/10/2014		7	0	2,35	7,93	3,97	2,13
08/10/2014		8	16,9	1,37	7,93	3,97	7,93
09/10/2014		9	0	1,31	7,93	3,97	6,62
10/10/2014		10	0	1,5	7,93	3,97	5,12
11/10/2014		11	0	1,8	7,93	3,97	3,33
12/10/2014		12	0	2,13	9,42	4,71	2,68
13/10/2014		13	0	2	10,9	5,45	2,79
14/10/2014		14	0	2,01	12,39	6,19	3,52
15/10/2014		15	0	1,77	13,88	6,94	3,91
16/10/2014		16	0	1,55	15,36	7,68	4,02
17/10/2014		17	0	1,59	15,36	7,68	3,14
18/10/2014		18	1,2	0,8	16,85	8,42	4,12
19/10/2014		19	0	1,33	18,33	9,17	3,64
20/10/2014		20	0	1,48	19,82	9,91	2,85
21/10/2014		21	0	2,59	21,31	10,65	2,1
22/10/2014		22	0	2,95	22,69	11,35	2,2
23/10/2014		23	0	3,12	24,08	12,04	2,65
24/10/2014		24	0	3,56	25,46	12,73	3,38
25/10/2014		25	0	3,65	28,24	14,12	4,4
26/10/2014		26	0	3,64	29,62	14,81	3,88
27/10/2014		27	0	2,23	32,39	16,2	4,05
28/10/2014		28	0	2,75	33,86	16,93	4,02
29/10/2014		29	0	1,78	36,8	18,4	5,8
30/10/2014		30	3,2	2,38	39,73	19,87	10,08
31/10/2014		31	20,3	1,28	41,2	20,6	30
01/11/2014		32	22,7	0,82	44,14	22,07	44,14
02/11/2014		33	3,5	0,78	47,07	23,54	47,07
03/11/2014		34	0	1,88	50,01	25	48,13
04/11/2014		35	0	2,68	52,64	26,32	48,08
05/11/2014		36	0	3,56	54,96	27,48	46,84
06/11/2014		37	1,2	4,06	58,43	29,22	47,41

07/11/2014	38	0	3,57	60,75	30,38	46,16
08/11/2014	39	0	4,03	63,07	31,54	44,46
09/11/2014	40	12	4,01	65,39	32,7	54,29
10/11/2014	41	8	2,48	68,83	34,41	62,78
11/11/2014	42	0	3,17	71,05	35,53	61,83
12/11/2014	43	0	3,23	74,39	37,19	61,93
13/11/2014	44	0	3,45	76,61	38,31	60,71
14/11/2014	45	0	4,45	79,95	39,98	59,59
15/11/2014	46	0	5,69	82,18	41,09	56,13
16/11/2014	47	0	5,78	85,52	42,76	53,69
17/11/2014	48	0	5,52	88,98	44,49	51,63
18/11/2014	49	0	5,72	91,33	45,66	48,26
19/11/2014	50	18,2	3,11	94,85	47,42	66,15
20/11/2014	51	14,7	1,86	98,37	49,18	81,65
21/11/2014	52	7,3	2,86	101,89	50,95	88,84
22/11/2014	53	0	3,65	105,41	52,71	88,71
23/11/2014	54	0	5,82	107,7	53,85	85,19
24/11/2014	55	0	4,07	111,14	55,57	84,55
25/11/2014	56	0	4,98	114,57	57,29	83,01
26/11/2014	57	1,4	4,95	118,01	59,01	82,84
27/11/2014	58	0	6,38	121,45	60,72	79,9
28/11/2014	59	0	5,65	124,88	62,44	77,69
29/11/2014	60	0,8	4,21	128,32	64,16	77,68
30/11/2014	61	1,8	3,98	131,75	65,88	78,87
01/12/2014	62	0	5,17	135,19	67,6	77,14
02/12/2014	63	0	6,92	138,63	69,31	73,66
03/12/2014	64	0	8,1	142,06	71,03	68,99
04/12/2014	65	0	7,63	145,5	72,75	64,81
05/12/2014	66	0	8,21	148,93	74,47	60,35
06/12/2014	67	0	9,31	152,37	76,18	55,23
07/12/2014	68	3,8	6,47	155,81	77,9	56,72
08/12/2014	69	0	7,75	159,24	79,62	53,46
09/12/2014	70	0	7,98	162,68	81,34	50,16
10/12/2014	71	1	5,35	162,68	81,34	46,75
11/12/2014	72	13,2	3,37	162,68	81,34	56,99
12/12/2014	73	0	6,65	162,68	81,34	51,5
13/12/2014	74	0,6	7,24	162,68	81,34	46,48
14/12/2014	75	0	6,42	162,68	81,34	41,87
15/12/2014	76	0	4,77	162,68	81,34	38,66
16/12/2014	77	0	4,39	162,68	81,34	35,8
17/12/2014	78	1	7,21	162,68	81,34	32,52
18/12/2014	79	0	8,15	162,68	81,34	28,09
19/12/2014	80	0	8,68	162,68	81,34	23,86

20/12/2014	81	24,5	5,46	162,68	81,34	44,94
21/12/2014	82	0	4,93	162,68	81,34	41,49
22/12/2014	83	0	6,27	162,68	81,34	37,35
23/12/2014	84	0	7,36	162,68	81,34	32,76
24/12/2014	85	0	8,12	162,68	81,34	28,32
25/12/2014	86	0	8,28	162,68	81,34	24,31
26/12/2014	87	17,8	6,49	162,68	81,34	38,59
27/12/2014	88	0	6,42	162,68	81,34	34,58
28/12/2014	89	0	7,24	162,68	81,34	30,44
29/12/2014	90	50,7	7,23	162,68	81,34	67,46
30/12/2014	91	0	5,88	162,68	81,34	62,09
31/12/2014	92	21,2	4,85	162,68	81,34	76,79
01/01/2015	93	5	5,31	162,68	81,34	75,79
02/01/2015	94	0	6,19	162,68	81,34	69,78
03/01/2015	95	0	7,22	162,68	81,34	63,05
04/01/2015	96	0	7,54	162,68	81,34	56,42
05/01/2015	97	0	6,83	162,68	81,34	50,81
06/01/2015	98	0	6,44	162,68	81,34	45,88
07/01/2015	99	0	5,35	162,68	81,34	42,06
08/01/2015	100	0	5,75	162,68	81,34	38,08
09/01/2015	101	0	7,04	162,68	81,34	33,4
10/01/2015	102	51,3	6,37	162,68	81,34	70,73
11/01/2015	103	0	7,38	162,68	81,34	63,81
12/01/2015	104	0	6,56	162,68	81,34	58
13/01/2015	105	2	5,21	162,68	81,34	55,43
14/01/2015	106	0	6,54	162,68	81,34	50,09
15/01/2015	107	0	5,35	162,68	81,34	45,84
16/01/2015	108	0	7,37	162,68	81,34	40,14
17/01/2015	109	0	5,89	162,68	81,34	36,35
18/01/2015	110	6,8	6,62	162,68	81,34	38,88
19/01/2015	111	0,8	4,62	162,68	81,34	36,7
20/01/2015	112	0	4,31	162,68	81,34	34,02
21/01/2015	113	0	5,21	162,68	81,34	30,87
22/01/2015	114	0	4,99	162,68	81,34	27,97
23/01/2015	115	5,8	6,69	162,68	81,34	30,34
24/01/2015	116	0	7,08	162,68	81,34	26,7
25/01/2015	117	0	7,2	162,68	81,34	23,28
26/01/2015	118	0,8	6,19	162,68	81,34	21,3
27/01/2015	119	0	6,46	162,68	81,34	18,53
28/01/2015	120	0	4,93	162,68	81,34	16,53
29/01/2015	121	0	4,78	162,68	81,34	15,05
30/01/2015	122	0	5,88	162,68	81,34	13,32
31/01/2015	123	0	6,13	162,68	81,34	11,63

01/02/2015	124	0	6,02	162,68	81,34	10,08
02/02/2015	125	7,4	3,94	162,68	81,34	16,24
03/02/2015	126	25,5	2,16	162,68	81,34	39,94
04/02/2015	127	0	4,65	162,68	81,34	36,91
05/02/2015	128	0	5,51	162,68	81,34	33,44
06/02/2015	129	0	5,35	162,68	81,34	30,19
07/02/2015	130	13,4	5,35	162,68	81,34	39,93
08/02/2015	131	34,7	4,46	162,68	81,34	66,31
09/02/2015	132	39,8	2,83	162,68	81,34	95,34
10/02/2015	133	0	5,72	162,68	81,34	89,62
11/02/2015	134	0	5,71	162,68	81,34	83,91
12/02/2015	135	0	4,65	162,68	81,34	79,26
13/02/2015	136	0	3,67	162,68	81,34	75,63
14/02/2015	137	0	3,11	162,68	81,34	72,61
15/02/2015	138	27,4	2,02	162,68	81,34	95,19
16/02/2015	139	0	2,23	162,68	81,34	92,97
17/02/2015	140	0	1,95	162,68	81,34	91,02
18/02/2015	141	8,2	1,54	162,68	81,34	96,8
19/02/2015	142	0	2,12	162,68	81,34	94,68
20/02/2015	143	0	2	162,68	81,34	92,68
21/02/2015	144	0	1,84	162,68	81,34	90,85
22/02/2015	145	0	2,31	162,68	81,34	88,54
23/02/2015	146	0	2,43	162,68	81,34	86,11
24/02/2015	147	0	2,35	162,68	81,34	83,77
25/02/2015	148	49,1	1,47	162,68	81,34	127,1
26/02/2015	149	1,2	0,96	162,68	81,34	127,14
27/02/2015	150	0,6	1,45	162,68	81,34	126,19
28/02/2015	151	15,7	0,81	162,68	81,34	138,5
01/03/2015	152	41,5	1,52	162,68	81,34	162,68
02/03/2015	153	8,7	1,73	162,68	81,34	162,68
03/03/2015	154	0	1,71	162,68	81,34	160,97
04/03/2015	155	0	1,88	162,68	81,34	159,09
05/03/2015	156	0	1,56	162,68	81,34	157,53
06/03/2015	157	0	1,77	162,68	81,34	155,76
07/03/2015	158	0	1,76	162,68	81,34	154
08/03/2015	159	0	1,74	162,68	81,34	152,26
09/03/2015	160	0	1,8	162,68	81,34	150,46
10/03/2015	161	0	1,64	162,68	81,34	148,82
11/03/2015	162	0	1,64	162,68	81,34	147,18
12/03/2015	163	0	1,72	162,68	81,34	145,46
13/03/2015	164	0	1,96	162,68	81,34	143,5
14/03/2015	165	15,5	1,12	162,68	81,34	157,26
15/03/2015	166	0	1,37	162,68	81,34	155,89

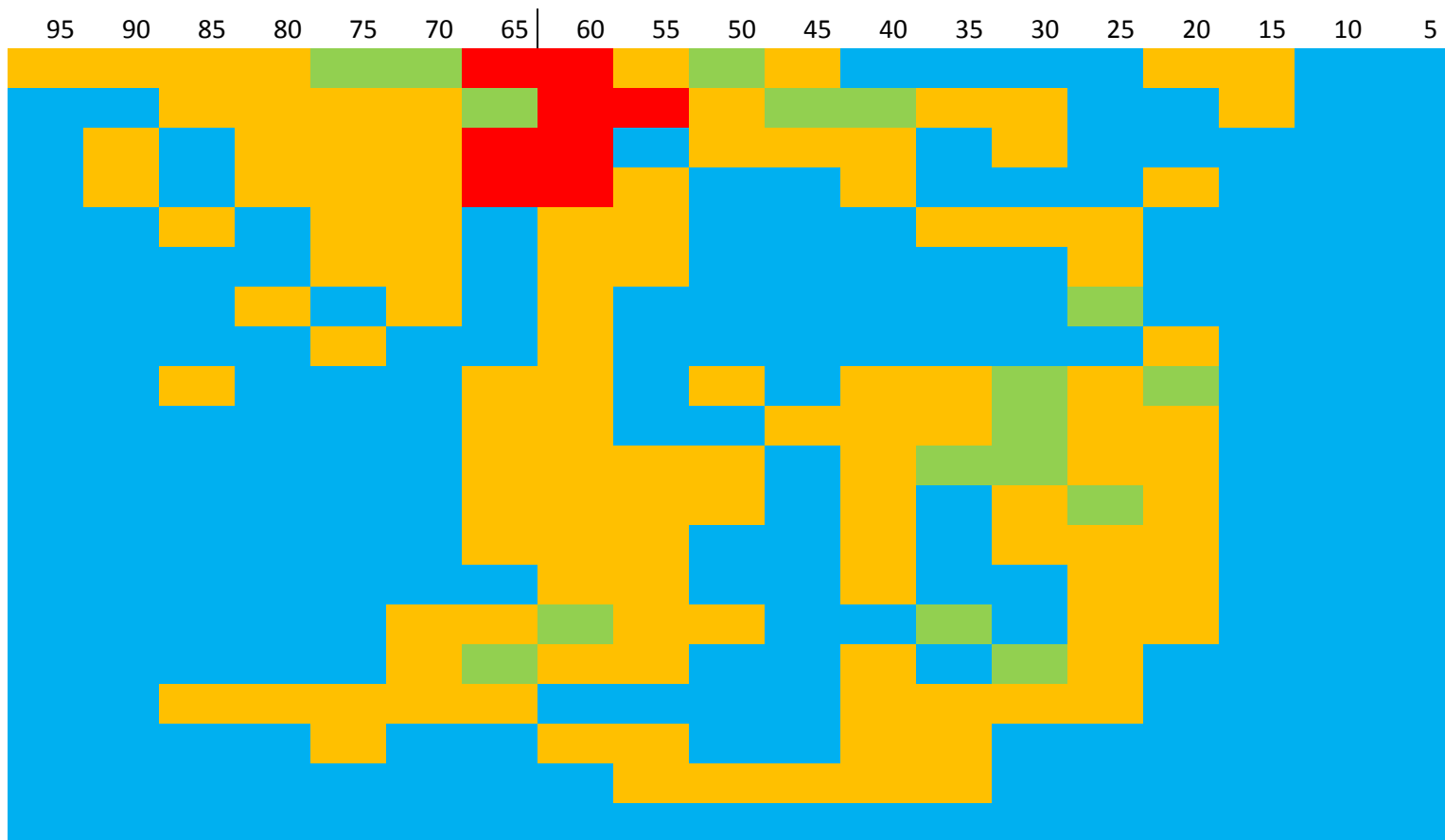
16/03/2015	167	0	1,52	162,68	81,34	154,37
17/03/2015	168	0	1,73	162,68	81,34	152,64
18/03/2015	169	0	1,74	162,68	81,34	150,9
19/03/2015	170	0	1,75	162,68	81,34	149,14
20/03/2015 C	171	0,8	2,24	162,68	81,34	147,67



Referencias

0.0-0.25
0.25-0.50
0.50-0.75
0.75-1

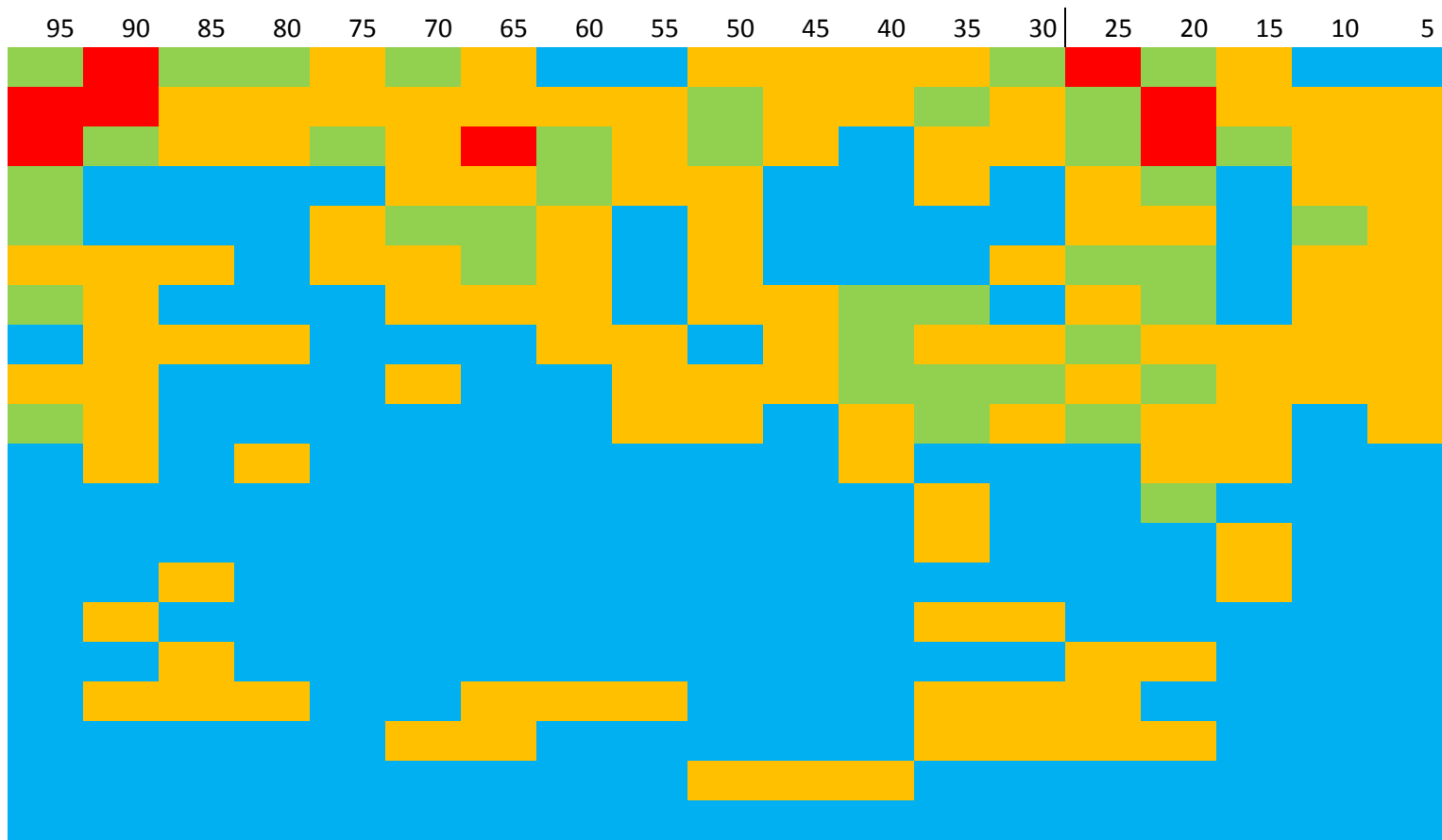
Figura 8: Densidad de longitud de raíces (cm de raíz cm⁻³ de suelo) para el tratamiento del 50% de agua útil e inoculado.



Referencias

0.0-0.25
0.25-0.50
0.50-0.75
0.75-1

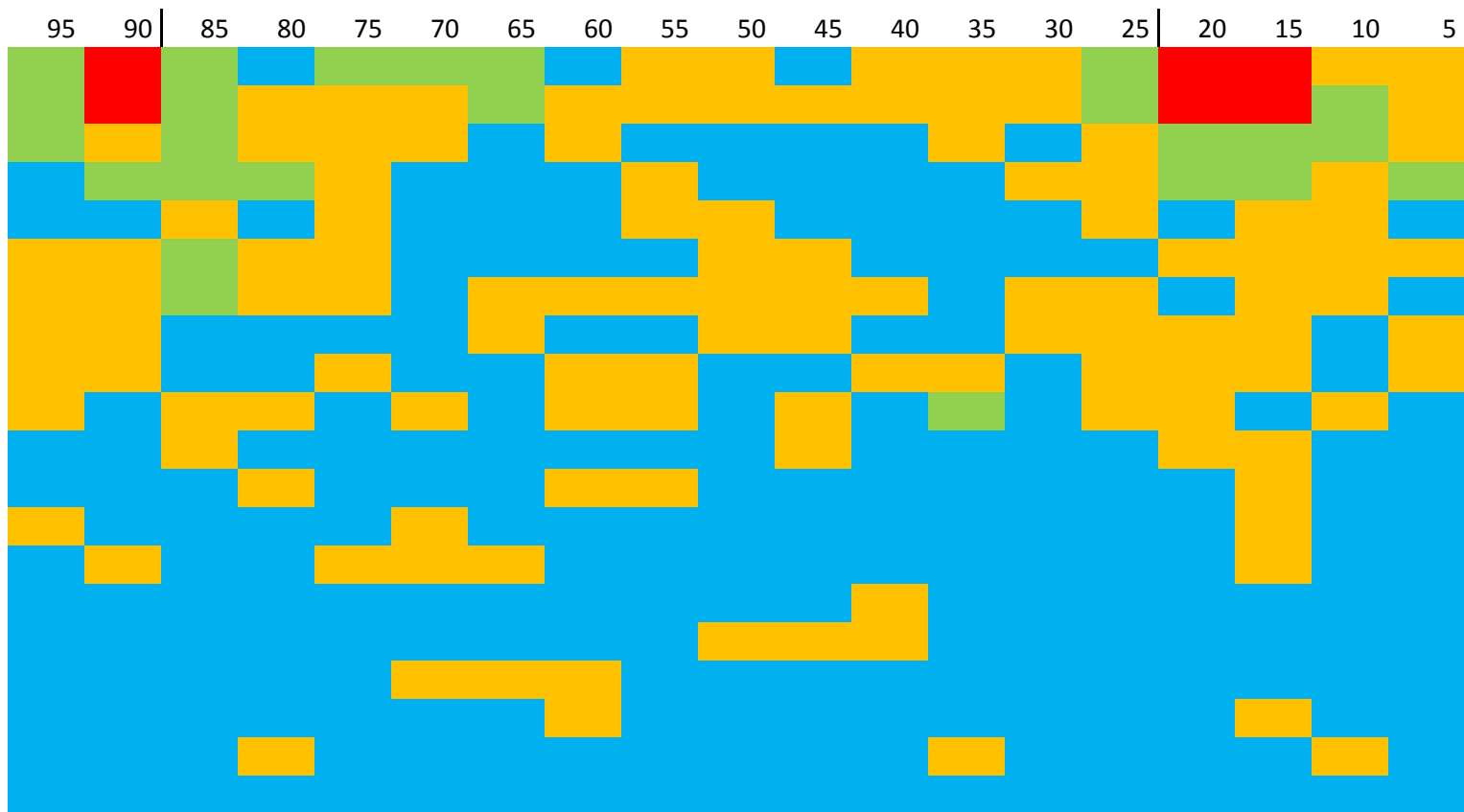
Figura 9: Densidad de longitud de raíces (cm de raíz cm^{-3} de suelo) para el tratamiento del 50% de agua útil sin inocular.



Referencias

0.0-0.25
0.25-0.50
0.50-0.75
0.75-1

Figura 10: Densidad de longitud de raíces (cm de raíz cm^{-3} de suelo) para el tratamiento seco e inoculado.



Referencias

0.0-0.25
0.25-0.50
0.50-0.75
100.75-1

Figura 11: Densidad de longitud de raíces (cm de raíz cm^{-3} de suelo) para el tratamiento secano sin inocular.

Análisis estadísticos para las distintas profundidades estudiadas.

Densidad y Longitud de raíces a los 5 cm de profundidad en función de los tratamientos riego I- S/I y secano I-S/I.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DLR	76	0,09	0,05	55,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,39	3	0,13	2,25	0,0897
Tratamiento 1	0,25	1	0,25	4,26	0,0427
Tratamiento 2	0,04	1	0,04	0,71	0,4033
Tratamiento 1*Tratamiento ..	0,10	1	0,10	1,79	0,1853
Error	4,15	72	0,06		
Total	4,54	75			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,10983

Error: 0,0577 gl: 72

Tratamiento 1	Medias	n	E.E.
riego	0,38	38	0,04 A
secano	0,49	38	0,04 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,10983

Error: 0,0577 gl: 72

Tratamiento 2	Medias	n	E.E.
inoculado	0,41	38	0,04 A
s/inocular	0,46	38	0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,15532

Error: 0,0577 gl: 72

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Medias	n	E.E.
riego	s/inocular	0,36	19	0,06 A
riego	inoculado	0,39	19	0,06 A
secano	inoculado	0,43	19	0,06 A
secano	s/inocular	0,55	19	0,06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Densidad y Longitud de raíces a los 10 cm de profundidad en función de los tratamientos riego I- S/I y secano I-S/I.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DLR	76	0,10	0,06	45,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,37	3	0,12	2,62	0,0571
Tratamiento 1	0,08	1	0,08	1,77	0,1871
Tratamiento 2	0,06	1	0,06	1,35	0,2488
Tratamiento 1*Tratamiento ..	0,22	1	0,22	4,74	0,0327
Error	3,39	72	0,05		
Total	3,76	75			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,09926

Error: 0,0471 gl: 72

Tratamiento 1	Medias	n	E.E.	
riego	0,44	38	0,04	A
secano	0,51	38	0,04	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,09926**

Error: 0,0471 gl: 72

Tratamiento 2	Medias	n	E.E.	
s/inocular	0,45	38	0,04	A
inoculado	0,50	38	0,04	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,14037**

Error: 0,0471 gl: 72

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Medias	n	E.E.		
riego	s/inocular	0,36	19	0,05	A	
secano	inoculado	0,48	19	0,05	A	B
riego	inoculado	0,52	19	0,05		B
secano	s/inocular	0,53	19	0,05		B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Densidad y Longitud de raíces a los 15 cm de profundidad en función de los tratamientos riego I- S/I y secano I-S/I.****Análisis de la varianza**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DLR	76	0,19	0,15	49,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,59	3	0,20	5,51	0,0018
Tratamiento 1	0,28	1	0,28	7,96	0,0062
Tratamiento 2	0,17	1	0,17	4,79	0,0319
Tratamiento 1*Tratamiento ..	0,13	1	0,13	3,78	0,0556
Error	2,56	72	0,04		
Total	3,15	75			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,08630

Error: 0,0356 gl: 72

Tratamiento 1	Medias	n	E.E.	
riego	0,32	38	0,03	A
secano	0,45	38	0,03	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,08630**

Error: 0,0356 gl: 72

Tratamiento 2	Medias	n	E.E.	
s/inocular	0,34	38	0,03	A
inoculado	0,43	38	0,03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,12204

Error: 0,0356 gl: 72

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Medias	n	E.E.	
riego	s/inocular	0,32	19	0,04	A
riego	inoculado	0,33	19	0,04	A
secano	s/inocular	0,36	19	0,04	A
secano	inoculado	0,53	19	0,04	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Densidad y Longitud de raíces a los 20 cm de profundidad en función de los tratamientos riego I- S/I y secano I-S/I.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DLR	76	0,07	0,03	57,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,17	3	0,06	1,78	0,1587
Tratamiento 1	0,12	1	0,12	3,61	0,0615
Tratamiento 2	0,05	1	0,05	1,52	0,2219
Tratamiento 1*Tratamiento ..	0,01	1	0,01	0,21	0,6455
Error	2,30	72	0,03		
Total	2,47	75			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,08175

Error: 0,0320 gl: 72

Tratamiento 1	Medias	n	E.E.
riego	0,27	38	0,03 A
secano	0,35	38	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,08175

Error: 0,0320 gl: 72

Tratamiento 2	Medias	n	E.E.
inoculado	0,29	38	0,03 A
s/inocular	0,34	38	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Densidad y Longitud de raíces a los 25 cm de profundidad en función de los tratamientos riego I- S/I y secano I-S/I.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DLR	76	0,11	0,07	54,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,18	3	0,06	3,01	0,0358
Tratamiento 1	0,07	1	0,07	3,41	0,0688
Tratamiento 2	0,03	1	0,03	1,44	0,2344
Tratamiento 1*Tratamiento ..	0,08	1	0,08	4,17	0,0448
Error	1,44	72	0,02		
Total	1,62	75			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,06474

Error: 0,0200 gl: 72

Tratamiento 1	Medias	n	E.E.	
riego	0,23	38	0,02	A
secano	0,29	38	0,02	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,06474**

Error: 0,0200 gl: 72

Tratamiento 2	Medias	n	E.E.	
s/inocular	0,24	38	0,02	A
inoculado	0,28	38	0,02	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,09156**

Error: 0,0200 gl: 72

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Medias	n	E.E.	
riego	inoculado	0,21	19	0,03	A
secano	s/inocular	0,24	19	0,03	A
riego	s/inocular	0,24	19	0,03	A
secano	inoculado	0,34	19	0,03	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)***Densidad y Longitud de raíces a los 30 cm de profundidad en función de los tratamientos riego I- S/I y secano I-S/I.****Análisis de la varianza**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DLR	76	0,19	0,16	46,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-
valor						
Modelo.		0,28	3	0,09	5,68	
0,0015						
Tratamiento 1		0,10	1	0,10	5,84	
0,0182						
Tratamiento 2		0,19	1	0,19	11,16	
0,0013						
Tratamiento 1*Tratamiento ..		7,6E-04	1	7,6E-04	0,05	
0,8318						
Error		1,20	72	0,02		
Total		1,48	75			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,05905

Error: 0,0167 gl: 72

Tratamiento 1	Medias	n	E.E.	
riego	0,24	38	0,02	A
secano	0,31	38	0,02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,05905

Error: 0,0167 gl: 72

Tratamiento 2	Medias	n	E.E.	
s/inocular	0,23	38	0,02	A
inoculado	0,33	38	0,02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,08351**

Error: 0,0167 gl: 72

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Medias	n	E.E.		
riego	s/inocular	0,19	19	0,03	A	
secano	s/inocular	0,27	19	0,03	A	B
riego	inoculado	0,29	19	0,03		B
C						
secano	inoculado	0,36	19	0,03		
C						

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Densidad y Longitud de raíces a los 35 cm de profundidad en función de los tratamientos riego I- S/I y secano I-S/I.****Análisis de la varianza**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DLR	76	0,15	0,12	48,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,24	3	0,08	4,32	0,0074
Tratamiento 1	0,19	1	0,19	10,27	0,0020
Tratamiento 2	0,04	1	0,04	2,16	0,1463
Tratamiento 1*Tratamiento ..	0,01	1	0,01	0,54	0,4652
Error	1,36	72	0,02		
Total	1,61	75			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,06287

Error: 0,0189 gl: 72

Tratamiento 1	Medias	n	E.E.	
riego	0,23	38	0,02	A
secano	0,33	38	0,02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,06287**

Error: 0,0189 gl: 72

Tratamiento 2	Medias	n	E.E.	
s/inocular	0,26	38	0,02	A
inoculado	0,31	38	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,08891**

Error: 0,0189 gl: 72

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Medias	n	E.E.		
riego	s/inocular	0,20	19	0,03	A	
riego	inoculado	0,27	19	0,03	A	B
secano	s/inocular	0,32	19	0,03		B
secano	inoculado	0,35	19	0,03		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Densidad y Longitud de raíces a los 40 cm de profundidad en función de los tratamientos riego I- S/I y secano I-S/I.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DLR	76	0,16	0,13	53,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,31	3	0,10	4,64	0,0050
Tratamiento 1	0,21	1	0,21	9,44	0,0030
Tratamiento 2	0,08	1	0,08	3,40	0,0694
Tratamiento 1*Tratamiento ..	0,02	1	0,02	1,09	0,2997
Error	1,61	72	0,02		
Total	1,92	75			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,06830

Error: 0,0223 gl: 72

Tratamiento 1	Medias	n	E.E.
riego	0,23	38	0,02 A
secano	0,33	38	0,02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,06830

Error: 0,0223 gl: 72

Tratamiento 2	Medias	n	E.E.
s/inocular	0,25	38	0,02 A
inoculado	0,31	38	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,09660

Error: 0,0223 gl: 72

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Medias	n	E.E.
riego	s/inocular	0,18	19	0,03 A
riego	inoculado	0,28	19	0,03 B
secano	s/inocular	0,32	19	0,03 B
secano	inoculado	0,35	19	0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Densidad y Longitud de raíces a los 45 cm de profundidad en función de los tratamientos riego I- S/I y secano I-S/I.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DLR	76	0,04	3,8E-03	52,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,08	3	0,03	1,09	0,3570
Tratamiento 1	0,04	1	0,04	1,76	0,1889
Tratamiento 2	0,03	1	0,03	1,06	0,3056
Tratamiento 1*Tratamiento ..	0,01	1	0,01	0,46	0,4999
Error	1,74	72	0,02		
Total	1,82	75			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,07118

Error: 0,0242 gl: 72

Tratamiento 1	Medias	n	E.E.	
riego	0,27	38	0,03	A
secano	0,32	38	0,03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,07118

Error: 0,0242 gl: 72

Tratamiento 2	Medias	n	E.E.	
s/inocular	0,28	38	0,03	A
inoculado	0,31	38	0,03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,10067

Error: 0,0242 gl: 72

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Medias	n	E.E.	
riego	s/inocular	0,27	19	0,04	A
riego	inoculado	0,28	19	0,04	A
secano	s/inocular	0,29	19	0,04	A
secano	inoculado	0,35	19	0,04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Densidad y Longitud de raíces a los 50 cm de profundidad en función de los tratamientos riego I- S/I y secano I-S/I.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DLR	76	0,01	0,00	50,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-
valor					
Modelo.	0,02	3	0,01	0,26	
0,8531					
Tratamiento 1	0,01	1	0,01	0,38	
0,5402					
Tratamiento 2	0,01	1	0,01	0,38	
0,5402					
Tratamiento 1*Tratamiento ..	5,3E-04	1	5,3E-04	0,03	
0,8718					
Error	1,44	72	0,02		
Total	1,46	75			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,06479

Error: 0,0201 gl: 72

Tratamiento 1	Medias	n	E.E.	
riego	0,27	38	0,02	A
secano	0,29	38	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,06479

Error: 0,0201 gl: 72

Tratamiento 2	Medias	n	E.E.	
s/inocular	0,27	38	0,02	A
inoculado	0,29	38	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,09162

Error: 0,0201 gl: 72

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Medias	n	E.E.	
riego	s/inocular	0,26	19	0,03	A
riego	inoculado	0,28	19	0,03	A
secano	s/inocular	0,28	19	0,03	A
secano	inoculado	0,30	19	0,03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)