



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y
NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

Tesina presentada para obtener el grado académico de
INGENIERO EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO
AMBIENTE

“Evaluación del efecto del cultivo de rúcula (*Eruca vesicaria*) en
invernadero sobre la salinidad del suelo”.

Noelia Romina López

SANTA ROSA (LA PAMPA)

ARGENTINA

2017

Prefacio:

Esta Tesina es presentada como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Ingeniera en Recursos Naturales y Medio Ambiente, de la Universidad Nacional de La Pampa y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad ni en otra Institución Académica. Se llevó a cabo en las Facultades de Ciencias Exactas y Naturales y de Agronomía, de la Universidad Nacional de La Pampa bajo la dirección de la Dra. Andrea Bartel y la codirección del Dr. Luciano Carassay.

FECHA: 05/07

AUTOR: LÓPEZ NOELIA ROMINA

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

*En honor a mi querida abuela y aquellas hermosas
huertas que siempre hizo con tanto amor...te amo abu*

AGRADECIMIENTOS

A la Directora de mi tesis, Andrea Bartel por su apoyo, dedicación y su tiempo brindado; juntas pudimos lograr este hermoso trabajo y voy a estar agradecida por siempre.

A mi Co-director Luciano Carassay por brindarme su espacio de trabajo y permitirme hacer la tesis en la huerta de la facultad de agronomía, gracias por tu ayuda y dedicación.

A mi madre, porque fue aquella personita que, conociéndome como me conocía me eligió esta carrera tan amada; era muy chica, estaba muy indecisa y ella lo logro, me encamino a empezar la universidad; siempre supiste que lo lograría y ahí estuviste para apoyarme, acá estamos vieja querida tu hija Ingeniera te ama con el corazón y te va a devolver cada centavo y horas que dedicaste para mi educación porque vales oro; vos y papá Gustavo han hecho mucho por mi este tiempo y me han apoyado como nadie y se los agradezco...fue hermoso contar con ustedes !!!

A mi futuro marido Manuel Pagola que siempre ha estado ahí cuando más necesitaba un abrazo o un consejo, me diste ese empujón que necesitaba y esta tesis en parte es gracias a vos, porque me permitiste dedicarle más horas a mi carrera y hacerte cargo de la casa. Te amo con el alma por ser tan especial y comprensivo. Espero que pronto podamos ser padres y poder formar esa familia que tanto anhelamos

A mi papi pimpi, que decirse viejito, gracias por amarme así con tu forma y manera, me diste más que un apellido, me diste tu amor, y me diste esos consejos justos, los que necesitaba cuando andaba decaída, sos y vas a ser más que un padre de corazón: mi amigo incondicional.

A mis hermosos hermanos, Cami, Thiago, Gabriel y Nico, que están siempre en mi corazón; desee tanto tener más hermanos que de un día para el otro pase de tener 1 a tener 4 y soy feliz de poder verlos crecer.

A los revisores de mi tesis Mariano Mendez y Darío Aimar, por brindarme conocimientos y permitirme darle el toque final a mi querida tesis.

A Abel del Laboratorio de la facultad de agronomía, por su ayuda en mis determinaciones de pH y CE, que sin él no hubiera podido hacer mucho, un gran compañero de trabajo.

ÍNDICE

RESUMEN	13
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	16
Objetivos e Hipótesis.....	19
Alcances del presente estudio:.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS	20
Ubicación del área de estudio.....	20
Descripción del área de estudio.....	22
Características geomorfológicas.....	22
Características de los suelos.....	22
Características climáticas.....	22
Características hidrológicas.....	23
Diseño del ensayo.....	24
Característica del agua de riego.....	31
Muestreo y determinación de laboratorio.....	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35

<i>Tratamientos con rúcula</i>	43
<i>Tratamiento 6</i>	36
<i>Tratamientos asociados rúcula-lechuga</i>	43
<i>Tratamiento 3</i>	43
<i>Tratamiento 4</i>	48
<i>Tratamiento 5</i>	53
RESULTADOS RENDIMIENTO.....	61
ANÁLISIS DE REGRESIÓN.....	63
ANOVA.....	69
DISCUSIÓN	70
CONCLUSIONES	73
BIBLIOGRAFÍA CITADA	75
FIGURAS	
Figura 1: Ubicación del área de estudio.....	21
Figura 2: Plano de distribución de las platabandas de cultivo.....	26
Figura 3: Plano del diseño de distribución de los diferentes tratamientos y sus repeticiones.....	27

Figura 4: Diseño de T6 en la platabanda 1. Variedades de rúcula, S: Sais, B: Bonanza, F: Florensa y densidades de siembra (10, 15 y 20 en kg·ha⁻¹). Detalle de distribución de sistema de riego.28

Figura 5: Diseño de T6 en la platabanda 2. Variedades de rúcula, S: Sais, B: Bonanza, F: Florensa y densidades de siembra (10, 15 y 20 en kg·ha⁻¹). Detalle de distribución de sistema de riego.....28

Figura 6: Diseño de T6 en la platabanda 3. Variedades de rúcula, S: Sais, B: Bonanza, F: Florensa y densidades de siembra (10, 15 y 20 en kg·ha⁻¹). Detalle de distribución de sistema de riego.....29

Figura 7: Detalle de los siguientes tratamientos: T3, T4 y T5.....30

FOTOS

Foto 1: Vista exterior e interior del macro-túnel donde se realizó el ensayo.....25

Foto 2: lechuga crespa (*Lactuca sativa L. var crispa cv Brisa*).....25

Foto 3: Variedades comerciales de rúcula utilizadas en este trabajo: A) Bonanza, B) Sais, C) Florensa.....25

Foto 4: Cultivo de rúcula correspondiente a T6.....29

Foto 5: Cultivo de rúcula asociado a lechuga (distribución a “tres bolillos”), correspondiente a T3, en la platabanda 2.....31

Foto 6: Imagen captada a 30 días de iniciado el ensayo, previo al primer muestreo.....33

Foto 7: Imagen captada a 60 días de iniciado el ensayo, posterior al corte de los cultivos y previo al segundo muestreo.34

Foto 8: Imagen captada a los 90 días de iniciado el ensayo, previo al tercer muestreo....34

Foto 9: Efecto de la salinidad sobre el cultivo. A) rúcula, B) lechuga.....63

TABLAS

Tabla 1: Análisis físico-químico del agua de riego.....32

Tabla 2: Efecto del pH sobre la CE del suelo. Ecuación de regresión y valores de R^2 , para todos los tratamientos en conjunto (TT) y para cada uno en particular.....64

Tabla 3: Efecto del pH en el tiempo. Ecuación de regresión y valores de R^2 , para todos los tratamientos en conjunto (TT) y para cada uno en particular.....65

Tabla 4: Efecto de la CE en el tiempo. Ecuación de regresión y valores de R^2 , para todos los tratamientos en conjunto (TT) y para cada uno en particular.....65

GRÁFICOS

Gráfico 1: Variación del pH de 0-10 cm a lo largo del ensayo en T6 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). Las líneas cortadas indican la clasificación del pH. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. N: Neutro; LA: Ligeramente alcalino.....40

Gráfico 2: Variación del pH de 10-20 cm a lo largo del ensayo en T6 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). Las líneas cortadas indican la clasificación del pH. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. N: Neutro; LA: Ligeramente alcalino.....40

Gráfico 3: Variación de la CE de 0-10 cm a lo largo del ensayo en T6 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). Las líneas cortadas indican la clasificación de la CE. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ LS: Ligeramente Salino.....42

Gráfico 4: Variación de la CE de 10-20 cm a lo largo del ensayo en T6 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). Las líneas cortadas indican la clasificación de la CE. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. LS: Ligeramente Salino; MS: Moderadamente Salino.....42

Gráfico 5: Variación del pH de 0-10 cm a lo largo del ensayo en T3 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T3-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación del pH. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. N: Neutro; LA: Ligeramente alcalino.....45

Gráfico 6: Variación del pH de 10-20 cm a lo largo del ensayo en T3 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T3-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación del pH. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. N: Neutro; LA: Ligeramente alcalino.....45

Gráfico 7: Variación de la CE de 0-10 cm a lo largo del ensayo en T3 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T3-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación de la CE. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. LS: Ligeramente Salino.....47

Gráfico 8: Variación de la CE de 10-20 cm a lo largo del ensayo en T3 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T3-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación de la CE. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. LS: Ligeramente Salino.....47

Gráfico 9: Variación del pH de 0-10 cm a lo largo del ensayo en T4 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T4-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican

la clasificación del pH. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. N: Neutro; LA: Ligeramente alcalino.....50

Gráfico 10: Variación del pH de 10-20 cm a lo largo del ensayo en T4 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T4-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación del pH. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. N: Neutro; LA: Ligeramente alcalino.....50

Gráfico 11: Variación de la CE de 0-10 cm a lo largo del ensayo en T4 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T4-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación de la CE. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. LS: Ligeramente Salino.....47

Gráfico 12: Variación de la CE de 10-20 cm a lo largo del ensayo en T4 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T4-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación de la CE. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. LS: Ligeramente Salino.....47

Gráfico 13: Variación del pH de 0-10 cm a lo largo del ensayo en T5 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T5-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación del pH. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. N: Neutro; LA: Ligeramente alcalino.....55

Gráfico 14: Variación del pH de 10-20 cm a lo largo del ensayo en T5 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T5-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación del pH. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. N: Neutro; LA: Ligeramente alcalino.....55

Gráfico 15: Variación de la CE de 0-10 cm a lo largo del ensayo en T5 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T5-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación de la CE. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. LS: Ligeramente Salino; MS: Moderadamente Salino.....42

Gráfico 16: Variación de la CE de 10-20 cm a lo largo del ensayo en T5 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T5-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación de la CE. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. LS: Ligeramente Salino; MS: Moderadamente Salino.....57

Gráfico 17: Evolución del pH del suelo de invernadero (0-20 cm), para el tratamiento sin cultivar, T1, respecto al suelo natural. Datos de C1, C2, C3, C4 y suelo natural, tomados de Collazo (2012); Collazo *et al.*, (2014); Rebollo (2014) y (Spedaletti, 2015), M1 a M3, de este trabajo.....59

Gráfico 18: Evolución de la CE del suelo de invernadero (0-20 cm), para el tratamiento sin cultivar, T1, respecto al suelo natural. Línea cortada indica la CE umbral del suelo de suelos salinos. Datos de C1, C2, C3, C4 y suelo natural, tomados de Collazo (2012); Collazo *et al.*, (2014); Rebollo (2014) y (Spedaletti, 2015), M1 a M3, de este trabajo. Para cada valor se asigna la estación del año en que se registraron los valores.....60

Gráfico 19: rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de las diferentes variedades de rúcula: florensa, sais y bonanza, diferenciados por densidad de siembra ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)62

Gráfico 20: Peso fresco por corte (g) de las diferentes variedades de rúcula, de acuerdo a 2 conductividades registradas.....62

Gráfico 21: Efecto del pH sobre la CE, reuniendo los valores de todos los tratamientos.....	66
Gráfico 22: Efecto del tiempo sobre el pH en el tratamiento 1.....	66
Gráfico 23: Efecto del tiempo sobre el pH en el tratamiento 2.....	67
Gráfico 24: Efecto del tiempo sobre el pH en el tratamiento 3.....	67
Gráfico 25: Efecto del tiempo sobre el pH en el tratamiento 4.....	68
Gráfico 26: Efecto del tiempo sobre el pH en el tratamiento 5.....	68
Gráfico 27: Efecto del tiempo sobre el pH en el tratamiento 6.....	69
Gráfico 28: Variación del pH de 0-10 cm, en T3, T1 y T2. T3-A corresponde al cultivo de lechuga asociado. 10, 15 y 20: densidad de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha ⁻¹ . (Medias con letra común no son significativamente diferentes (p>0,05)	70
Gráfico 29: Variación del pH de 0-10 cm, en T4, T1 y T2. T4-A corresponde al cultivo de lechuga asociado. 10, 15 y 20: densidad de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha ⁻¹ . (Medias con letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).....	70
Gráfico 30: Variación del pH de 0-10 cm, en T5, T1 y T2. T5-A corresponde al cultivo de lechuga asociado. 10, 15 y 20: densidad de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha ⁻¹ . (Medias con letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).....	71
Gráfico 31: Variación del pH de 10-20 cm, en T6, T1 y T2. 10, 15 y 20: densidad de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha ⁻¹ . (Medias con letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).....	72

ANEXO

Tabla 5: Valores medios de pH, su clasificación (C) y desvío estándar (DE) según el muestreo (M1, M2 y M3), para el tratamiento con rúcula T6, comparados con el tratamiento sin cultivar T1 y cultivado con lechuga T2. S/D: sin datos. N: Neutro; LA: Ligeramente Alcalino.....39

Tabla 6: Valores medios de CE, su clasificación (C) y desvío estándar (DE) según el muestreo (M1, M2 y M3), para el tratamiento con rúcula T6, comparados con el tratamiento sin cultivar T1 y cultivado con lechuga T2. S/D: sin datos. LS: Ligeramente Salino; MS: Moderadamente Salino.....41

Tabla 7: Valores medios de pH, su clasificación (C) y desvío estándar (DE) según el muestreo (M1, M2 y M3), para el tratamiento con bonanza T3, comparados con el tratamiento sin cultivar T1 y cultivado con lechuga T2. S/D: sin datos. N: Neutro; LA: Ligeramente Alcalino.....39

Tabla 8: Valores medios de CE, su clasificación (C) y desvío estándar (DE) según el muestreo (M1, M2 y M3), para el tratamiento con bonanza T3, comparados con el tratamiento sin cultivar T1 y cultivado con lechuga T2. S/D: sin datos. LS: Ligeramente Salino.....46

Tabla 9: Valores medios de pH, su clasificación (C) y desvío estándar (DE) según el muestreo (M1, M2 y M3), para el tratamiento con Sais T4, comparados con el tratamiento sin cultivar T1 y cultivado con lechuga T2. S/D: sin datos. N: Neutro; LA: Ligeramente Alcalino.....39

Tabla 10: Valores medios de CE, su clasificación (C) y desvío estándar (DE) según el muestreo (M1, M2 y M3), para el tratamiento con Sais T4, comparados con el tratamiento sin cultivar T1 y cultivado con lechuga T2. S/D: sin datos. LS: Ligeramente Salino.....46

Tabla 11: Valores medios de pH, su clasificación (C) y desvío estándar (DE) según el muestreo (M1, M2 y M3), para el tratamiento con Florensa T5, comparados con el

tratamiento sin cultivar T1 y cultivado con lechuga T2. S/D: sin datos. N: Neutro; LA: Ligeramente Alcalino.....39

Tabla 12: Valores medios de CE, su clasificación (C) y desvío estándar (DE) según el muestreo (M1, M2 y M3), para el tratamiento con Florensa T5, comparados con el tratamiento sin cultivar T1 y cultivado con lechuga T2. S/D: sin datos. LS: Ligeramente Salino; MS: Moderadamente Salino.....41

Tabla 13: Análisis estadístico para el pH.....81

Tabla 14: Análisis estadístico para la CE.....84

Tabla 15: Valores de pH y CE (dS m^{-1}) registradas en todas las repeticiones de T1, en las dos profundidades analizadas (amarillo: 0-10 cm y blanco: 10-20 cm) y en los tres muestreos.....87

Tabla 16: Valores de pH y CE (dS m^{-1}) registradas en todas las repeticiones de T2, en las dos profundidades analizadas (amarillo: 0-10 cm y blanco: 10-20 cm) y en los tres muestreos.....87

Tabla 17: Valores de pH y CE (dS m^{-1}) registradas en todas las repeticiones de T3, en las dos profundidades analizadas (amarillo: 0-10 cm y blanco: 10-20 cm) y en los tres muestreos.....88

Tabla 18: Valores de pH y CE (dS m^{-1}) registradas en todas las repeticiones de T4, en las dos profundidades analizadas (amarillo: 0-10 cm y blanco: 10-20 cm) y en los tres muestreos.....89

Tabla 19: Valores de pH y CE (dS m^{-1}) registradas en todas las repeticiones de T5, en las dos profundidades analizadas (amarillo: 0-10 cm y blanco: 10-20 cm) y en los tres muestreos.....90

Tabla 20: Valores de pH y CE (dS m^{-1}) registradas en todas las repeticiones de T6, en las dos profundidades analizadas (amarillo: 0-10 cm y blanco: 10-20 cm) y en los tres muestreos.....92

Tabla 21: pH para T1 y en suelo natural, dato tomado de Spedaletti (2015). Datos tomados de Collazo (2012) y Collazo et al., (2014) para C1 y C2 respectivamente; C3 y C4 de Rebollo (1014); M1, M2 y M3 obtenidos en este trabajo.....94

Tabla 22: CE (dS m^{-1}) para T1 y en suelo natural, dato tomado de Spedaletti (2015). Datos tomados de Collazo (2012) y Collazo et al., (2014) para C1 y C2 respectivamente; C3 y C4 de Rebollo (1014); M1, M2 y M3 obtenidos en este trabajo.....94

TABLAS DE ANÁLISIS DE COEFICIENTE DE VARIACIÓN

Tabla 23: Valores de coeficiente de variación (CV %) para el pH y la CE, para T1 y T2.....95

Tabla 24: Valores de coeficiente de variación (CV %) para el pH y la CE, para T3.....95

Tabla 25: Valores de coeficiente de variación (CV %) para el pH y la CE, para T4.....95

Tabla 26: Valores de coeficiente de variación (CV %) para el pH y la CE, para T5.....96

Tabla 27: Valores de coeficiente de variación (CV %) para el pH y la CE, para T6.....96

CUADROS

Cuadro 1: Análisis estadístico para el pH.....81

Cuadro 2: Análisis estadístico para la CE.....	84
---	----

RESUMEN

En este trabajo se planteó como objetivo evaluar el efecto acumulado en el corto plazo del cultivo de rúcula, sobre la conductividad eléctrica (CE) y el pH del suelo, bajo la hipótesis de que este cultivo producirá, en suelos bajo cubierta, disminuciones de la CE del suelo y por lo tanto es posible utilizarlo como extractor de sales en el sistema hortícola.

Además, identificar si distintas variedades de rúcula y distintas densidades de siembra producen disminuciones diferenciales en la CE del suelo, como así también su efecto en cultivo asociado con lechuga.

El ensayo se llevó a cabo en un macro-túnel de la Huerta de la Facultad de Agronomía, (UNLPam). En el túnel se distribuyeron tres platabandas, en las que se implantó lechuga crespa y tres variedades de rúcula (Sais, Bonanza, Florensa), con tres densidades de siembra cada una: 10, 15 y 20 kg·ha⁻¹. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 6 tratamientos (T) y 3 repeticiones: T1: testigo; T2: Lechuga; T3: Bonanza asociada; T4: Sais asociada; T5: Florensa asociada; T6: rúcula. Se realizaron tres muestreos a 30, 60 y 90 días, se midió el pH en pasta y la CE, a dos profundidades: 0-10 cm y 10-20 cm. El agua de riego fue clasificada como C₄ S₃.

Se comprobó: un aumento de pH en T1 respecto a los tratamientos cultivados en general; una disminución de pH en las variedades Bonanza, 20 kg·ha⁻¹ y Florensa 10 kg·ha⁻¹ respecto a los restantes tratamientos cultivados. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas de CE entre tratamientos.

La alta variabilidad en pH y CE y el corto período de evaluación podrían explicar estos resultados.

Palabras claves: *macro-túnel, rúcula, salinidad del suelo.*

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the short - term accumulated effect of arugula cultivation, on the electrical conductivity (EC) and soil pH, under the hypothesis that this crop will produce decreases CE of the soil under cover and therefore it is possible to use it as extractor of salts in the horticultural system. In addition, to identify if different varieties of arugula and different planting densities produce differential decreases in the EC of the soil, as well as its effect on cultivation associated with lettuce.

The test was carried out in a greenhouse of the orchard of the Faculty of Agronomy (UNLPam). In the greenhouse, three platabandas were distributed, in which crisp lettuce and three varieties of arugula (Sais, Bonanza, Florensa) were distributed with three seed densities: 10, 15 and 20 kg·ha⁻¹. A completely randomized design was used with 6 treatments (T) and 3 replicates: T1: control; T2: Lettuce; T3: Associated bonanza; T4: Associated Sais; T5: associated Florensa; T6: arugula. Three samples were made at 30, 60 and 90 days, the pH in paste and the EC were measured at two depths: 0-10 cm and 10-20 cm. Irrigation water was classified as C₄ S₃.

It was verified: an increase of pH in T1 with respect to the treatments cultivated in general; A decrease of pH in the varieties Bonanza, 20 kg·ha⁻¹ and Florensa 10 kg·ha⁻¹ with respect to the remaining cultivated treatments. No statistically significant differences were found between treatments.

The high variability in pH and EC and the short evaluation period could explain these results.

Key words: greenhouse, arugula, soil salinity.

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda del mercado de productos hortícolas ha provocado que la producción de hortalizas bajo invernadero tenga un amplio crecimiento en el mundo y especialmente en nuestro país (Ferratto *et al.*, 2006). La horticultura intensiva se caracteriza por la utilización de una elevada cantidad de prácticas de laboreo y tecnologías que permiten incrementar los rendimientos con mayor número de ciclos y mayor calidad, entre las que se pueden citar el uso de material genético, fertilizantes, productos fitosanitarios, riego, fertirriego y cobertura de cultivos.

El uso intensivo del suelo durante años bajo las prácticas mencionadas genera problemas de contaminación y degradación, con la consecuente alteración del sistema productivo (Legaz & Primo millo, 1992). Entre las problemáticas habituales se encuentran las derivadas de sodicidad, salinidad, pérdida de materia orgánica y fertilidad física (Andriulo & Cardone, 1998; Barbacone & Costa, 1999; Costa & Aparicio, 1999; Caviglia & Paparoti, 2000; Vázquez *et al.*, 2006; Vázquez *et al.*, 2008; Andreau *et al.*, 2012). Mediante el agua de riego se pueden incorporar al suelo sales que provocan en el corto-mediano plazo procesos de salinización y sodificación de diferente intensidad según el tiempo de uso de los invernaderos y la calidad del agua. Por convención, se considera que un suelo salino es el que posee una conductividad eléctrica (CE), en el extracto de saturación del suelo igual o mayor a 4 dS m^{-1} (Rhoades *et al.*, 1989), pero el efecto de la salinidad en las plantas depende de las condiciones climáticas, edáficas y de las prácticas culturales. Usualmente se relaciona al estrés salino con una reducción en el rendimiento de los cultivos (Maas, 1986).

Por otro lado, se considera a un suelo como sódico cuando la relación de adsorción de sodio (RAS) del extracto de saturación del suelo es mayor a 13. El sodio tiene una acción dispersante sobre los coloides del suelo, arcillas y materia orgánica, produciendo la degradación de la estructura del suelo y afectando negativamente otras propiedades físicas asociadas como estabilidad estructural, CE y tasa de infiltración, causando una reducción de su capacidad productiva (Quinteros *et al.*, 2000).

En este tipo de agricultura intensiva, las problemáticas físicas mencionadas se agravan cuando la naturaleza textural de los suelos es desfavorable, con elevados contenidos de arcilla y peor aun cuando ésta es de tipo expandible. Al respecto, hay que destacar que los suelos con producción hortícola de nuestra región de estudio, poseen

dominio de la fracción textural arena por lo que las problemáticas de degradación física serían de menor impacto o de más fácil recuperación.

Una elevada salinidad en la solución del suelo origina la acumulación de iones en los tejidos vegetales, el K^+ y el Ca^{2+} tienden a ser reemplazado por el Na^+ cuando éste último está en exceso. Al respecto, la reducción en la absorción de K^+ y Ca^{2+} constituye una de las carencias nutricionales más relevantes de los suelos sódicos, ya que estos cationes cumplen importantes funciones nutricionales y fisiológicas en el metabolismo vegetal. El crecimiento vegetal es afectado por la salinidad y este efecto depende de varios factores, tales como la distribución de las sales en el perfil, condiciones físicas del suelo, tipo y sensibilidad de la especie al exceso de sales.

En la Provincia de La Pampa, la producción hortícola representó históricamente una actividad de escasa importancia, pero en los últimos años se ha incrementado en forma sostenida, tanto bajo cubierta como al aire libre (Siliquini *et al.*, 2001). Aun así, la oferta en cuanto a calidad y cantidad de hortalizas es insuficiente. En cuanto a las producciones bajo cubierta, el principal cultivo es lechuga. El mismo requiere de suelos ligeros, con buenos contenidos de materia orgánica, buena capacidad de retención de agua, buen drenaje y adecuada estructura, a modo de permitir el óptimo desarrollo del sistema radicular, y el pH ideal en el rango de 6,6 a 7,8 (Balcaza, 2000). Es un cultivo poco tolerante al exceso de sales, una CE por encima de $1,25 \text{ dS m}^{-1}$ provoca una disminución en sus rendimientos, siendo una característica del mismo su baja tolerancia a la salinidad (Maas y Hoffman, 1977).

El agua utilizada para riego en los emprendimientos productivos es mayormente de origen subterráneo (Ministerio de Producción de La Pampa, 2011). En general su calidad no es buena, presenta pH que rondan valores de 8 a 8,5 y la CE que van desde 1 a $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, superando incluso en algunas zonas estos valores (Lang *et al.*, 2013); es decir se trata de aguas salinas, bicarbonatadas-sódicas. No obstante, la mayoría de los productores, a pesar de realizar análisis de calidad del agua, no utiliza ninguna técnica para mejorar la calidad del agua (Ministerio de Producción de La Pampa, 2011).

En estos sistemas comerciales de producción, se observa frecuentemente una disminución importante de los rendimientos en lechuga, que puede llegar al 60 %, a causa de la salinidad en los suelos originada por el riego con agua salina (Carassay *et al.*, 2013).

Algunas especies tolerantes a la salinidad pueden ser utilizadas para la remediación de suelos, actuando como extractoras de sales, las especies más utilizadas son el grupo de las halófitas (plantas con afinidad a la salinidad), este grupo excluye los

iones de los tejidos vegetales o los captan y los almacenan en células y organelas especializadas (Munns, 1993; Munns y Tester, 2008). La rúcula es originaria de zonas áridas, semiáridas y de zonas salinas; es considerada tolerante a la salinidad, ya que se ha determinado una disminución del 50% de su productividad con 30 dS m^{-1} (Shannon y Grieve, 1999), tales características podrían sustentar la hipótesis de su utilización para la remediación de suelos.

En zonas tradicionales de producción de hortalizas de nuestro país como el cinturón hortícola de Rosario, se ha verificado un aumento en la superficie destinada al cultivo de rúcula en las últimas campañas de producción, como consecuencia de una creciente demanda de consumo, poniendo de manifiesto la necesidad de optimizar el manejo agronómico para mejorar su producción. Ensayos realizados en esta zona, muestran que, el sistema de producción en invernadero y la forma de cosecha de planta entera, arrojó los rendimientos más altos para la época de verano (Grasso *et al.*, 2014).

Además, se ha comprobado su efectividad en la biofumigación del suelo para el control de patógenos que provocan podredumbre de bulbos y marchitamiento de plantas (Lafi *et al.*, 2014). Así, la incorporación de rastrojos de Brasicáceas al suelo, rúcula entre otras, constituye una alternativa viable de bajo impacto ambiental frente a otras prácticas de manejo tradicionales.

La incorporación del cultivo de rúcula, podría constituir una variable interesante de manejo en los sistemas hortícolas pampeanos, ya sea como cultivo de rotación o asociado a lechuga, dada su mayor tolerancia a la salinidad, no sólo en los suelos degradados sino en aquellos nuevos invernaderos que se incorporan al sistema productivo en suelos no degradados. El incremento en el cultivo de rúcula podría ser beneficioso incluso en pos de la diversificación de la oferta de productos comerciales hacia nuevas demandas de los mercados. Por lo tanto, es necesario incorporar a la rotación cultivos tolerantes a la salinidad, como la rúcula, que además podrían incidir en la extracción de sales del suelo.

El cultivo de rúcula

La rúcula es conocida desde la antigüedad por sus múltiples propiedades curativas y estimulantes entre las que se destacan las depurativas, diuréticas, afrodisíacas y tónicas. En Argentina, si bien constituye un cultivo menor, su consumo se ha quintuplicado en los últimos años (Del Pino, 2012).

El cultivo se inicia de semilla. La germinación es rápida y sin problemas en cualquier época del año, con temperaturas óptimas de 25 °C a 27 °C. El ciclo es muy corto, de 20 a 60 días, y la cosecha se realiza con raíz o por cortes sobre la base del tallo, sobre hojas de 10 a 15 cm de longitud. Es un cultivo rústico, que no suele presentar problemas de enfermedades o plagas, con muy buena capacidad de rebrote.

En La Pampa, son muy escasos los conocimientos de aspectos relacionados a la eco fisiología del cultivo de rúcula, en particular en invernaderos con suelos salinizados, por lo que es necesario empezar a generar tales conocimientos, que permitirán evidenciar si existen, por ejemplo, variedades de rúcula con mayor tolerancia a la salinidad y desarrollar en consecuencia tecnologías de proceso acordes a la región. Por otro lado, si bien es cierto que se conoce que la problemática de la salinidad de los suelos de invernadero origina en nuestra región pérdidas en el rendimiento del principal cultivo que es lechuga, existen pocos datos que cuantifiquen dicho proceso de degradación en diferentes situaciones de uso y manejo y que permitan implementar prácticas adecuadas tendientes a minimizar su impacto.

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

En base a lo expuesto, en este trabajo se planteó el objetivo de evaluar el efecto del cultivo de rúcula sobre la CE y el pH del suelo, bajo la hipótesis de que este cultivo producirá, en suelos bajo cubierta, disminuciones de la CE y el pH del suelo y por lo tanto es posible utilizarlo como extractor de sales en el sistema hortícola.

Como objetivos secundarios se planteó identificar si distintas variedades comerciales de rúcula existentes en Argentina y distintas densidades de siembra producen disminuciones diferenciales en la CE del suelo, bajo la hipótesis de que mayores densidades de siembra provocarán mayores disminuciones de la CE del suelo, como así también verificar el posible beneficio del cultivo asociado con lechuga.

ALCANCES DEL PRESENTE ESTUDIO

A partir de los resultados obtenidos en este estudio, se podrán complementar los resultados previos realizados por Collazo (2012), Collazo *et al.*, (2014), Rebollo (2014) y Spedaletti (2015), los que permitieron mostrar la magnitud de la degradación del suelo hortícola respecto al suelo natural, y el impacto de diferentes calidades de agua sobre el mismo, en condiciones de monocultivo de lechuga. Se espera aportar nuevos conocimientos aplicables a mejorar la sustentabilidad de los sistemas hortícolas pampeanos, a partir de evaluar el impacto de la inclusión de otras especies en la rotación como base para el control de la degradación del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la Huerta de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa, ubicada sobre la Ruta Nacional N° 35, en el km 334, a 10 km al norte de la Ciudad de Santa Rosa, en el departamento Capital de la provincia de La Pampa. De acuerdo con el Inventario de los Recursos Naturales de la Provincia de la Pampa (Cano *et al.*, 1980), pertenece a la Región Fisiográfica Oriental, Subregión de las planicies con tosca. En particular, el área de estudio se enmarca en la Unidad Cartográfica de la planicie con tosca de Castex y Winifreda (Figura 1).



Figura 1: Ubicación del área de estudio.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Características geomorfológicas

Los suelos estudiados en este trabajo se enmarcan en la unidad geomorfológica de la planicie con tosca de Castex y Winifreda (Cano *et al.*, 1980).

Características de los suelos

El suelo dominante, en casi un 80 % de la Unidad cartográfica, es un Haplustol éntico, familia franco gruesa, mixta, térmica con una secuencia de horizontes típica A-AC-Ck-2Ckm.

Características climáticas

El clima es templado y semiárido, con precipitaciones estacionales y grandes amplitudes térmicas a lo largo del año, con una época de heladas que se extiende de abril a noviembre. La temperatura media anual varía de 16 °C a 15 °C de norte a sur, siendo enero el mes más cálido con una temperatura media entre 23 °C y 25 °C, y julio el mes más frío con una temperatura media entre 7 °C y 9 °C, y temperaturas mínimas absolutas de -12 °C.

Las mayores precipitaciones se producen de octubre a marzo, siendo la precipitación media anual de 640 mm, si se considera la media histórica 1921-2011. Existe un importante déficit hídrico en al menos 6 a 7 meses al año; los vientos predominantes son del noreste y suroeste, los primeros cálidos y húmedos y los últimos fríos y secos. Suelen formarse tormentas eléctricas en los meses de verano y ocasionalmente los vientos pueden alcanzar ráfagas de 100 km/h (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de La Nación, 2007).

Características hidrológicas

El agua subterránea utilizada para riego, es captada del acuífero Toay-Santa Rosa-Anguila-Catrilo que se desarrolla entre las localidades mencionadas y tiene un ancho medio de 10 km (Giai y Tullio, 1998).

La conformación de la superficie freática condiciona el contenido salino, de manera que se alternan zonas de baja salinidad coincidentes con aquellas de buena infiltración, con otras de alto contenido salino (hasta 10 g/l), en zonas de descarga local. Valores típicos para áreas de buena calidad, no superan los 0,84 g/l en los 30 m superiores, que ascienden a 2,3 g/l sobre la base de la intercalación arcillosa. Por debajo de la misma el contenido salino es muy superior (Giai y Tullio, 1998).

El agua utilizada en la huerta de la facultad se caracteriza según el diagrama de Riverside como de tipo C₄ S₃, es decir de alta salinidad y sodicidad, por lo que no es apropiada para riego bajo condiciones ordinarias, aunque puede utilizarse ocasionalmente en cultivos tolerantes.

Diseño del ensayo

El ensayo se llevó a cabo en un macro-túnel dentro de las instalaciones de la Huerta de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa (Foto 1). En el túnel se distribuyeron tres platabandas en dirección Norte-Sur (Figura 2), con una separación de 0,25 m entre ellas y con 6 parcelas (P) cada una. Luego se esparció una dosis mínima de abono a base de lombri-compuesto que se incorporó al suelo mediante el uso de un motocultivador; se procedió a la demarcación de las parcelas para diferenciar los tratamientos, colocando estacas que indicaban el inicio y la finalización de cada uno de ellos, y se colocaron las cintas de riego (4 por platabanda separadas entre sí a 0,25 m).

Concluidas las tareas previas sobre el terreno, se realizó la implantación del cultivo de lechuga crespa (*Lactuca sativa L. var crispa cv Brisa*) (Foto 2) y la siembra de rúcula. Se utilizaron las siguientes variedades de rúcula: “cultivada” (Sais), “cultivada” (Florensa) y “hoja ancha” (Bonanza) (Foto 3), con tres densidades de siembra en cada una: 10, 15 y 20 kg·ha⁻¹.

Los plantines de lechuga fueron colocados con pan de tierra a tres bolillos, a 0,25 m entre sí, y a los costados de las cintas de riego. Se utilizó un plantador manual para la realización de orificios en el suelo. En cuanto a la siembra de rúcula, la misma se sembró “a chorrillo”, disponiendo las semillas en doble hilera, una a cada lado de la cinta de riego.

En los tratamientos asociados, las hileras de rúcula se dispusieron en los extremos de las parcelas distanciadas entre sí a 60 cm, mientras que en el tratamiento de rúcula (sin asociar), las mismas se distribuyeron en 4 líneas distanciadas a 20 cm entre sí.

Para el riego, se utilizó un sistema de riego por goteo, suministrado aproximadamente una vez al día durante 15 minutos de riego, equivalente a un volumen de 7,5 mm por día.

Durante el ensayo, el cultivo se mantuvo libre de malezas mediante desmalezado en forma manual.

Para la distribución de los tratamientos, se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) con 6 tratamientos y 3 repeticiones. Los tratamientos fueron: T1: testigo sin cultivar; T2: lechuga; T3: Bonanza asociada con lechuga; T4: Sais asociada con lechuga; T5: Florensa asociada con lechuga; T6: rúcula. En T3, T4 y T5, se distribuyeron las tres densidades de siembra mencionadas. En cuanto a T6, el mismo incluyó las tres variedades de rúcula con sus tres densidades de siembra (Figura 3).



Foto 1: Vista exterior e interior del macro-túnel donde se realizó el ensayo.



Foto 2: lechuga crespa (*Lactuca sativa* L. var *crispa* cv *Brisa*).



Foto 3: Variedades comerciales de rúcula utilizadas en este trabajo: A) Bonanza, B) Sais, C) Florensa.

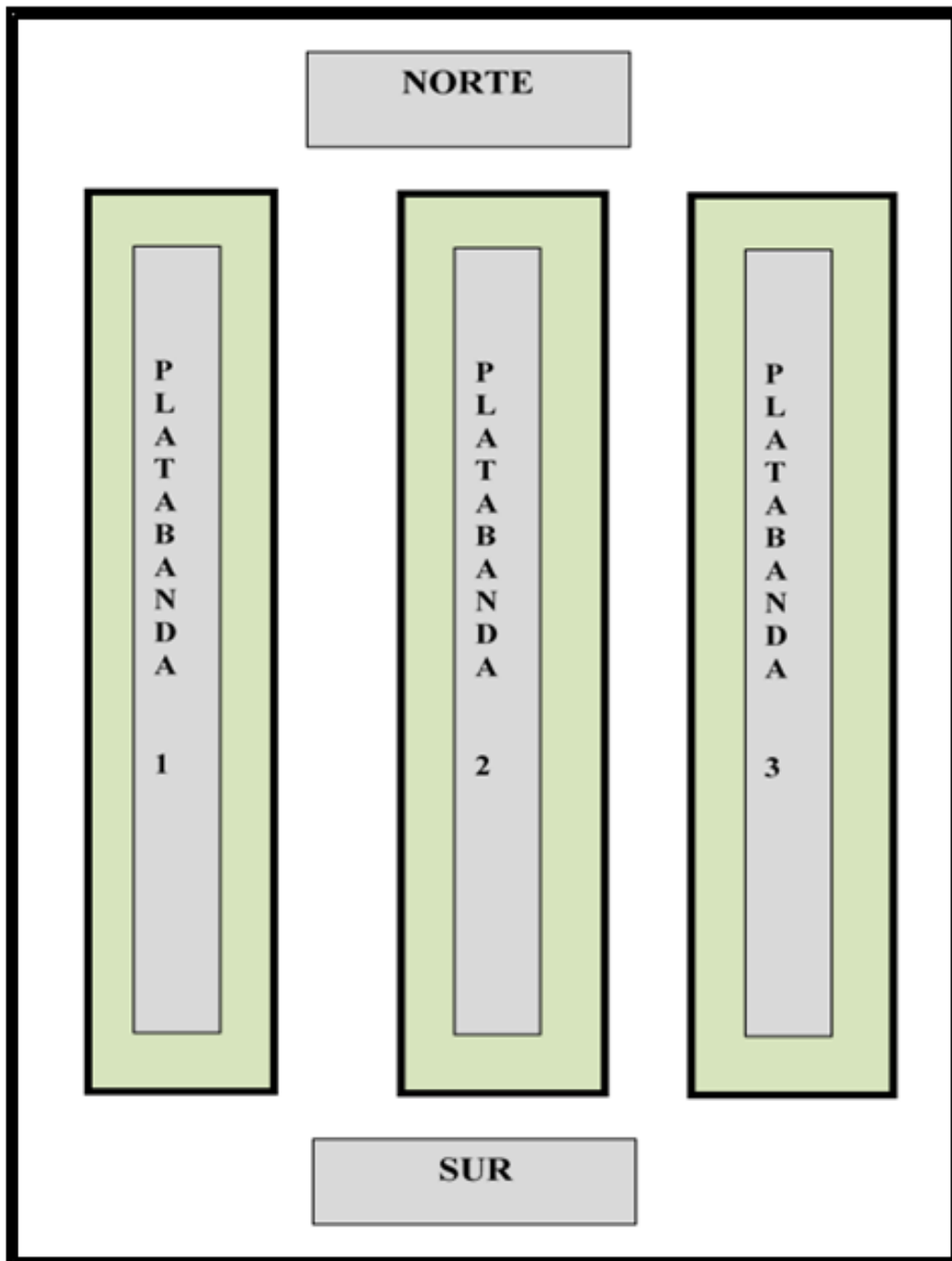


Figura 2: Plano de distribución de platabandas de cultivo.

Las parcelas con los diferentes tratamientos midieron aproximadamente 4 m de largo y 1 m de ancho cada una y se distribuyeron aleatoriamente en las tres platabandas, como se muestra en el esquema de la figura 3.

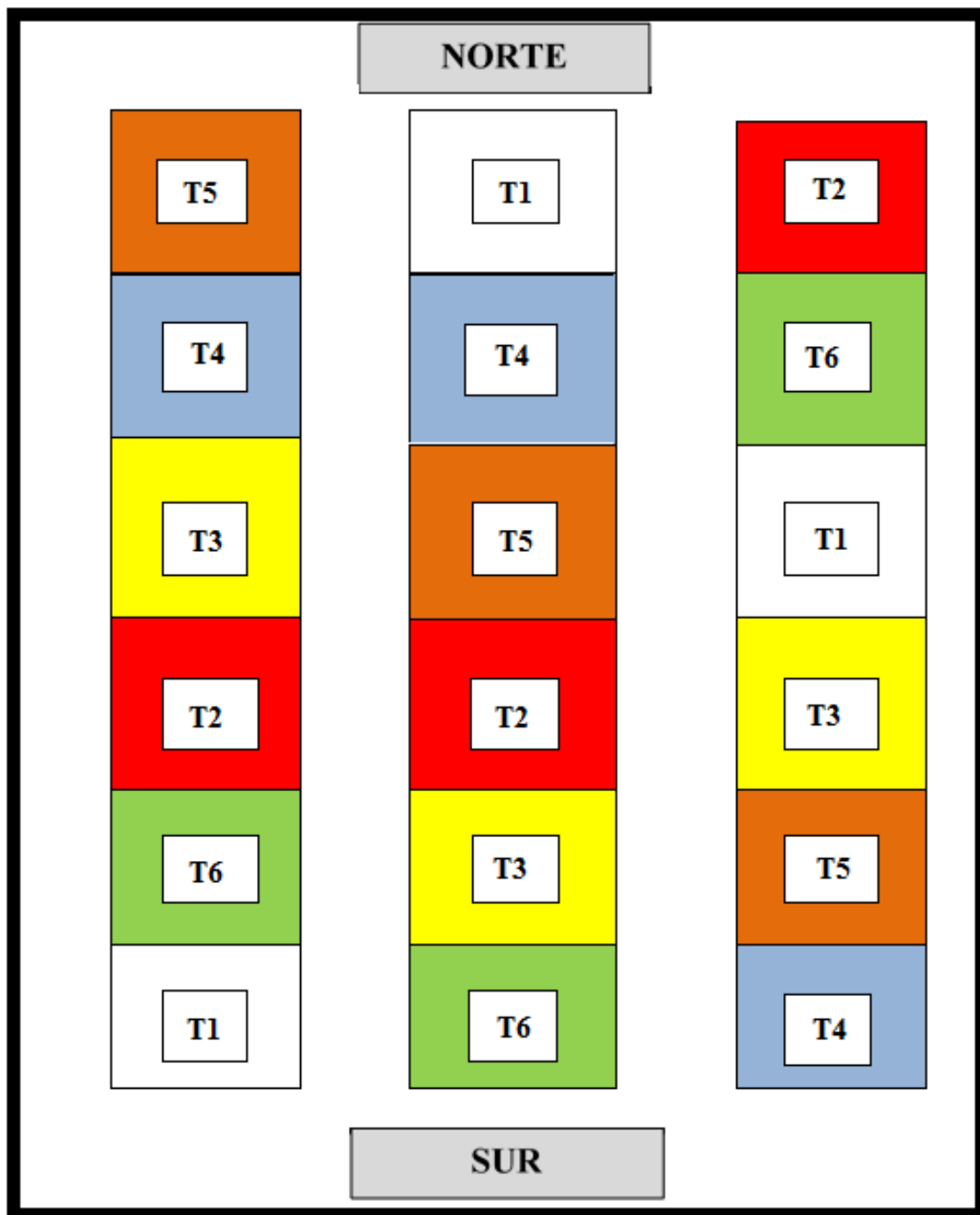


Figura 3: Plano del diseño de distribución de los diferentes tratamientos y sus repeticiones.

El detalle de la distribución de las variedades de rúcula, como así también de las diferentes densidades de siembra correspondientes a T6, para cada platabanda, se observan en la foto 4 y en los siguientes esquemas (Figuras 4, 5 y 6).

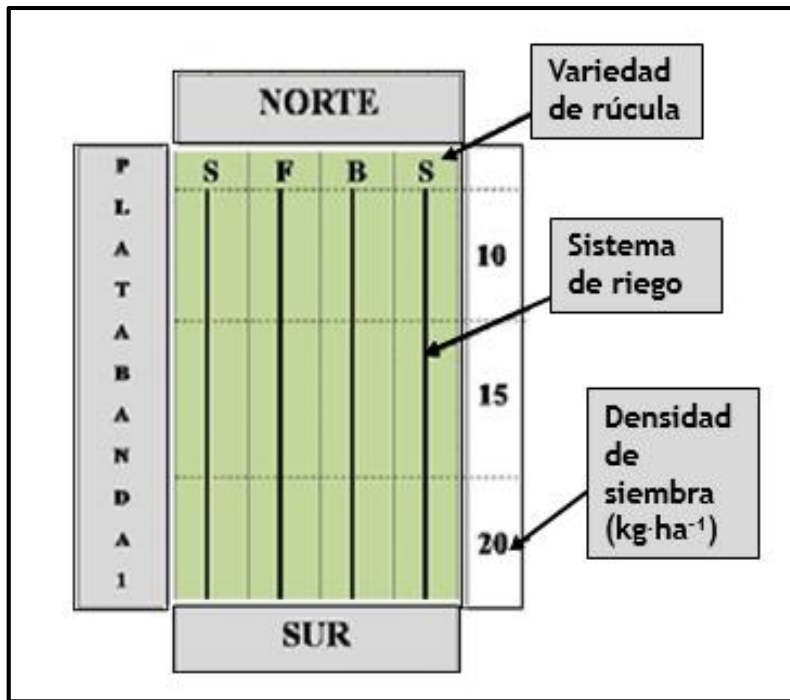


Figura 4: Diseño de T6 en platabanda 1. Variedades de rúcula, S: Sais, B: Bonanza, F: Florensa y densidades de siembra (10, 15 y 20 en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Detalle de distribución de sistema de riego.

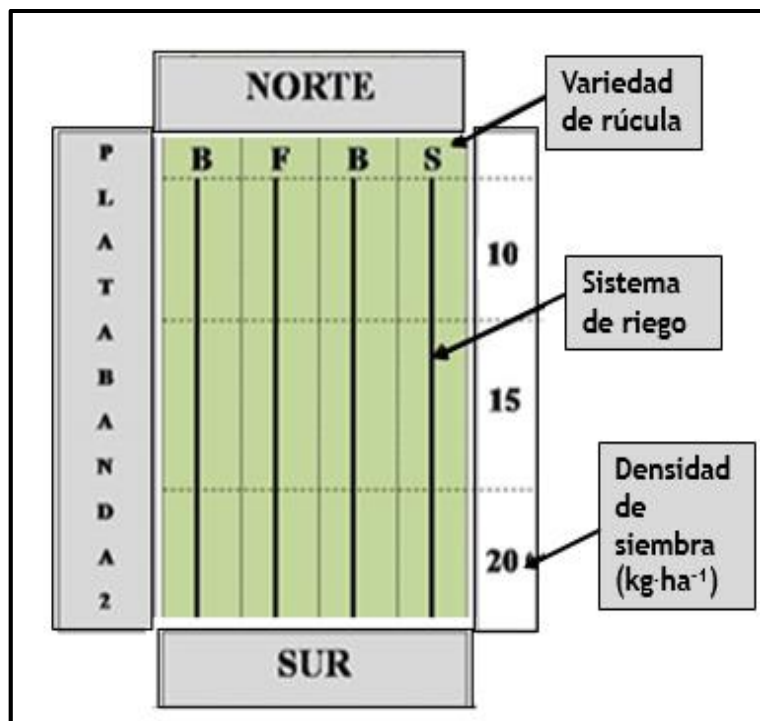


Figura 5: Diseño de T6 en platabanda 2. Variedades de rúcula, S: Sais, B: Bonanza, F: Florensa y densidades de siembra (10, 15 y 20 en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Detalle de distribución de sistema de riego.

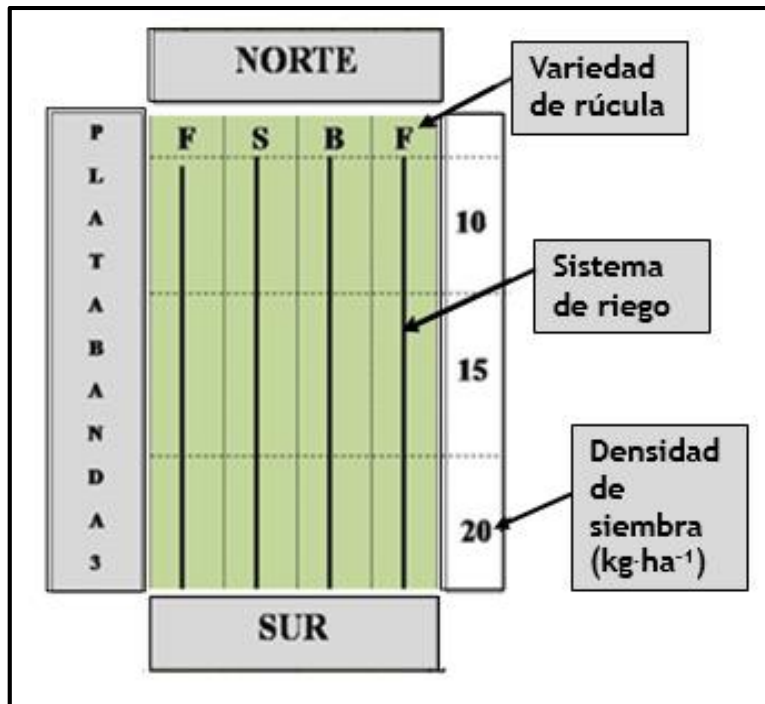


Figura 6: Diseño de T6 en platabanda 3. Variedades de rúcula, S: Sais, B: Bonanza, F: Florensa y densidades de siembra (10, 15 y 20 en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Detalle de distribución de sistema de riego.



Foto 4: Cultivo de rúcula correspondiente a T6.

El detalle del diseño de distribución de las densidades de siembra de rúcula en los tratamientos asociados T3, T4 y T5, se muestra a continuación en el esquema de la figura 7. En la foto 5 se ilustra el cultivo de rúcula asociado a lechuga en T3.

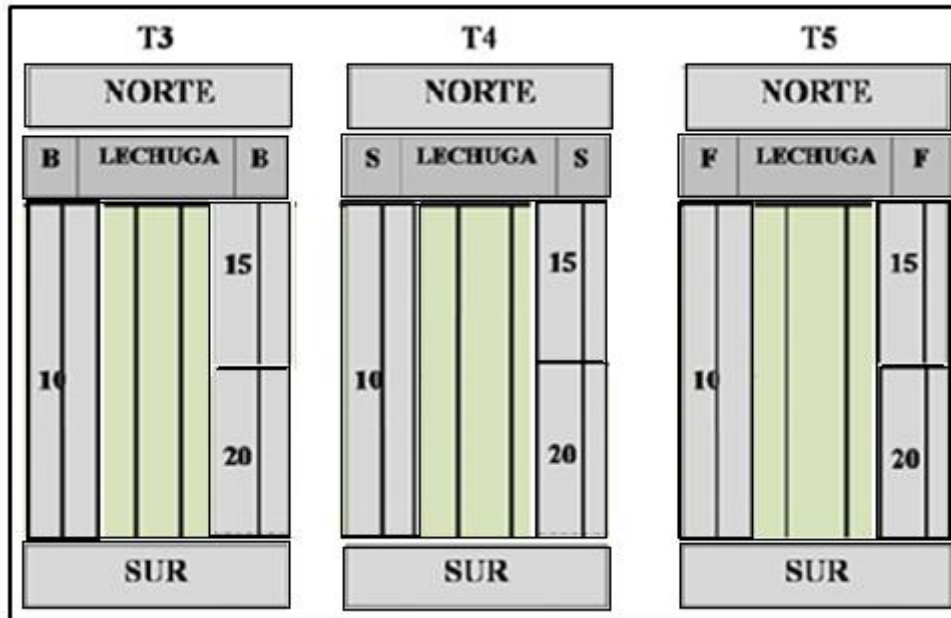


Figura 7: Detalle de los tratamientos asociados: T3, T4 y T5.



Foto 5: Cultivo de rúcula asociado a lechuga (distribución a “tres bolillos”), correspondiente a T3, en la platabanda 2.

Complementariamente, se realizaron cortes en lechuga y rúcula, a 30 y 60 días de desarrollo de los cultivos, a fin de evaluar su rendimiento. Aunque los datos de este análisis no pertenecen a la presente tesis se han tenido en cuenta en la discusión de la misma.

Características del agua de riego

El agua disponible para riego en la Huerta Facultad es agua subterránea, la cual se utiliza sin ningún tipo de tratamiento previo para mejorar su calidad. A continuación, se muestran los resultados del análisis fisicoquímico del agua utilizada.

Tabla 1: Análisis físico-químico del agua de riego.

<i>Total de sólidos disueltos 100-105°C</i>	1500 mg dm⁻³ *
<i>Cloruros</i>	630 mg/L
<i>Sulfatos</i>	666,6 mg/L
<i>Carbonatos</i>	No detectados
<i>Bicarbonatos</i>	320 mg/L
<i>Calcio</i>	30,4 mg/L
<i>Magnesio</i>	58,3 mg/L
<i>Sodio</i>	477 mg dm ⁻³ *
<i>Nitrato</i>	59,8 mg/L
<i>Flúor</i>	4,77 mg/L
<i>Arsénico total</i>	0,11 mg/L
<i>Sílice</i>	32,8 mg/L
<i>pH (25°C)</i>	8,47
<i>CE</i>	2,05 dS m ⁻¹ *
<i>Relación de adsorción de sodio (RAS)</i>	16,1*
<i>Valor RAS (corregido)</i>	13,9*
<i>CSR (carbonato de sodio residual)</i>	4,21*
<i>SDT</i>	1830 mg/L

Datos obtenidos de informe de APA, año 2015 y Sánchez *et al.*, 2013 *.

Para la clasificación de agua de riego se utilizó el diagrama de Riverside, propuesto por Richards (1977), que tiene en cuenta los parámetros de CE y RAS. En base al mismo, el agua utilizada se clasificó como: C₄ S₃ con las siguientes caracterizaciones, C₄: no apropiada para riego bajo condiciones ordinarias, pero puede utilizarse ocasionalmente. Se deben seleccionar cultivos tolerantes a sales. S₃: Puede producir niveles tóxicos de sodio intercambiable en la mayor parte de los suelos, por lo que estos requerirán prácticas especiales de manejo, como un buen drenaje y adiciones de materia orgánica.

Muestreo de suelo y determinaciones de laboratorio

Se realizaron tres muestreos de suelo en tres etapas diferentes de desarrollo del cultivo (muestreos 1, 2 y 3: M1, M2 y M3 respectivamente), a fin de evaluar aún dentro del corto plazo, posibles variaciones de la CE del suelo en el tiempo. El primer muestreo se realizó a un mes de la implantación y siembra del cultivo y el segundo muestreo, a dos meses, en cada uno de los tratamientos establecidos. Por último, durante la floración del cultivo de rúcula, antes de que la misma fructifique y/o madure la semilla, se realizó un tercer muestreo en T6 y T1. De los tratamientos con rúcula restantes, se eligió la variedad de mayor rendimiento relativo (T3) para sumar al tercer muestreo. Las fotos 6, 7 y 8 ilustran diferentes estados fisiológicos del cultivo al momento del muestreo.

Se tomaron muestras compuestas de suelo integradas cada una por 5 submuestras, utilizando un barreno-muestreador. Las muestras se tomaron desde la superficie hasta los 20 centímetros de profundidad, cada 10 cm (de 0-10 cm y de 10-20 cm) y se colocaron en bolsas plásticas debidamente identificadas para su posterior análisis en el laboratorio.



Foto 6: Imagen captada a 30 días de iniciado el ensayo, previo al primer muestreo.



Foto 7: Imagen captada a los 60 días de inicio del ensayo, posterior al corte de los cultivos y previo al segundo muestreo.



Foto 8: Imagen captada a los 90 días posteriores al inicio del ensayo, previo al tercer muestreo.

En el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía, se realizaron determinaciones en cada muestra de suelo con las técnicas indicadas:

- pH: Se determinaron valores correspondientes a pH actual (1:2,5), por el método potenciométrico, utilizando un pH-metro electrónico. AltronixTPX-III.
- CE en extracto de pasta saturada. Se utilizó un conductímetro y se corrigió el valor de la CE a 25 °C.

Los resultados fueron evaluados por ANOVA, sometidos a pruebas de diferencias de medias ($p \leq 0,05$) utilizando el programa InfoStat versión 2011 (Di Rienzo *et al.*, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de las variables pH y CE en los diferentes tratamientos

A continuación, se presentan los resultados del análisis de los valores medios de pH, CE y desvío estándar (DE) para cada variable registrados en los espesores 0-10 cm y 10-20 cm, para los diferentes tratamientos.

La reacción del suelo hace referencia al grado de acidez o basicidad del mismo y generalmente se expresa por medio de un valor de pH (Porta Casanellas *et al.*, 1999). La medida se extiende en una escala de 1 a 14, siendo un pH inferior a 7 ácido y uno superior a 7 alcalino.

La CE de una disolución puede definirse como la aptitud de ésta para transmitir la corriente eléctrica y dependerá, además del voltaje aplicado, del tipo, número, carga y movilidad de los iones presentes y de la viscosidad del medio en el que éstos han de moverse. Se tomaron los siguientes valores como marco general de referencia para clasificar el pH y la CE del suelo:

pH		
< 3,5	ULTRA ÁCIDO	UA
3,5 - 4,4	EXTREMADAMENTE ÁCIDO	EA
4,5 - 5	MUY FUERTEMENTE ÁCIDO	MFA
5,1- 5,5	FUERTEMENTE ÁCIDO	FA
5,6 - 6	MODERADAMENTE ÁCIDO	MA
6,1 - 6,5	LIGERAMENTE ÁCIDO	LA
6,6 - 7,3	NEUTRO	N
7,4 - 7,8	LIGERAMENTE ALCALINO	LA
7,9 - 8,4	MODERADAMENTE ALCALINO	MA
8,5 - 9	FUERTEMENTE ALCALINO	FA
> 9	MUY FUERTEMENTE ALCALINO	MFA

CE (dS m⁻¹)		
0 - 2	NO SALINO	NS
3 - 4	MUY LIGERAMENTE SALINO	MLS
4 - 8	LIGERAMENTE SALINO	LS
8 - 16	MODERADAMENTE SALINO	MS
> 16	FUERTEMENTE SALINO	FS

Sobre la base conceptual de las diferentes tolerancias a la salinidad de los cultivos de rúcula y lechuga y por ende de sus diferentes capacidades potenciales de extraer sales del suelo, para el análisis de los resultados se realizó un análisis comparativo de los tratamientos con rúcula (T6, T3, T4 y T5) respecto a los tratamientos sin cultivar T1 y cultivado con lechuga T2, que se interpretan en este sentido como tratamientos controles.

Tratamientos con rúcula

Tratamiento 6

En este tratamiento se utilizaron las tres variedades de rúcula, en sus tres densidades de siembra: B: Bonanza, 10 kg·ha⁻¹ (T6B-10), 15 kg·ha⁻¹ (T6B-15), 20 kg·ha⁻¹ (T6B-20); S: Sais, 10 kg·ha⁻¹ (T6S-10), 15 kg·ha⁻¹ (T6S-15), 20 kg·ha⁻¹ (T6S-20); F: Florensa, 10 kg·ha⁻¹ (T6F-10), 15 kg·ha⁻¹ (T6F-15) y 20 kg·ha⁻¹ (T6F-20).

Con respecto al pH, los valores medios calculados en T6 variaron entre un mínimo de 6,6 y un máximo de 7,5, a lo largo de todo el ensayo como se muestra en la tabla 5 del anexo. Entre variedades, se pudo observar que mientras en T6S y T6B los pH se mantuvieron dentro del rango neutro (N) desde M1 a M3, en ambas profundidades de muestreo, en T6F, el pH varió de rango N a ligeramente alcalino (LA), de M1 a M2, y luego nuevamente a valores de rango N en M3, es decir hubo una mayor variabilidad. Cuando se analizaron las diferentes densidades de siembra, se observó que, si bien dentro del rango de pH N, los mayores valores relativos estuvieron asociados a las mayores densidades de siembra (15 y 20 kg·ha⁻¹), incluso cuando el pH cambió a rango LA, también se asoció a las mayores densidades, independientemente de las profundidades analizadas (gráficos 1 y 2).

Por otro lado, en la tabla 5 del anexo, también se observa el desvío estándar (DE) de cada promedio calculado para T6, lo que permite analizar la variabilidad de la propiedad estudiada, en este caso el pH. El mismo varió de 0,1 a 0,4, de 0,1 a 0,5 y de 0 a 0,6 para M1, M2 y M3, respectivamente, con los máximos desvíos asociados a T6F-20.

En el tratamiento cultivado con lechuga T2, se observaron valores medios de pH, que pasaron de 6,8 en M1 a 7,2 en M2; aunque según la clasificación de pH se

mantuvieron en rangos N. En cuanto al DE, se registró un desvío relativamente mayor en M2 (0,5, en la profundidad 0- 20 cm), respecto a M1 (0,3).

En el tratamiento sin cultivar T1, en cambio, se observó un aumento gradual en el pH desde M1 a M3, desde valores medios iniciales de 6,9, es decir en rango N, a valores máximos de 7,8, correspondientes al rango LA, con valores muy similares en las dos profundidades analizadas. Del análisis de los gráficos 1 y 2, se puede observar que los máximos valores de pH se alcanzaron en el tratamiento sin cultivar, en ambas profundidades, y en M3 particularmente. Los valores de DE, fueron relativamente menores a los registrados en T6, variando entre 0,1 y 0,3 unidades de pH, aunque también mostraron una tendencia de aumento desde M1 a M3.

Con respecto a la CE de T6, los valores medios registrados se observan en la tabla 6 del anexo. Los máximos alcanzaron a $8,5 \text{ dS m}^{-1}$ y los mínimos a $4,6 \text{ dS m}^{-1}$. En cuanto a la evolución de la CE a lo largo del ensayo, se pudo observar que los valores se mantuvieron dentro de rangos ligeramente salinos (LS) en M1, independientemente de la variedad y densidad de rúcula, como así también de la profundidad del suelo considerada. En cambio, se registraron conductividades moderadamente salinas (MS) en M2, en T6S-20, y en M3 en todas las densidades de T6S, en todos los casos a profundidades de 10-20 cm.

En los gráficos 3 y 4, se puede observar más claramente esta tendencia general de aumento relativo de los valores de CE desde M1 a M3 en ambas profundidades de muestreo, pero particularmente de 10 a 20 cm de profundidad. En muchas ocasiones se asociaron los valores máximos relativos a las máximas densidades de cultivo, particularmente a 15 y 20 kg ha^{-1} , en ambas profundidades de suelo. Estos resultados podrían indicar que las mayores densidades de cultivo serían menos efectivas para provocar cambios positivos en la distribución de sales en el suelo, concretamente en la disminución de la CE.

En cuanto a la CE del tratamiento sin cultivar T1, los valores medios fueron 6,7, en M1, 6,5 en M2 y 7,2 en M3, siempre dentro del rango LS.

La variabilidad de la CE en T6 puede considerarse alta, según surge del análisis del DE (Tabla 6 anexo). El rango de variación del mismo fue de 0,2 a 3 en M1, de 0,4 a

3,5 en M2 y de 0,5 a 3,6 en M3, registrándose mayor variabilidad relativa en los valores de CE del último muestreo y en particular en todos los muestreos en las profundidades 10 a 20 cm. Un comportamiento similar se encontró en T1, donde el mayor desvío estuvo asociado a M3.

Para el tratamiento de lechuga T2, la CE en M1 fue de 5,8 y de 7,1 en M2, manteniéndose en el rango LS, independientemente de la profundidad considerada. Sin embargo, el análisis del DE registró valores más altos a mayores profundidades (10-20 cm) respecto a los primeros 10 centímetros, que variaron de 0,2 a 1,8, en M1 y de 1,3 a 2,2 en M2, es decir que la CE fue relativamente más variable a mayor tiempo de ensayo acumulado y a mayor profundidad considerada, pero menor al tratamiento con rúcula T6.

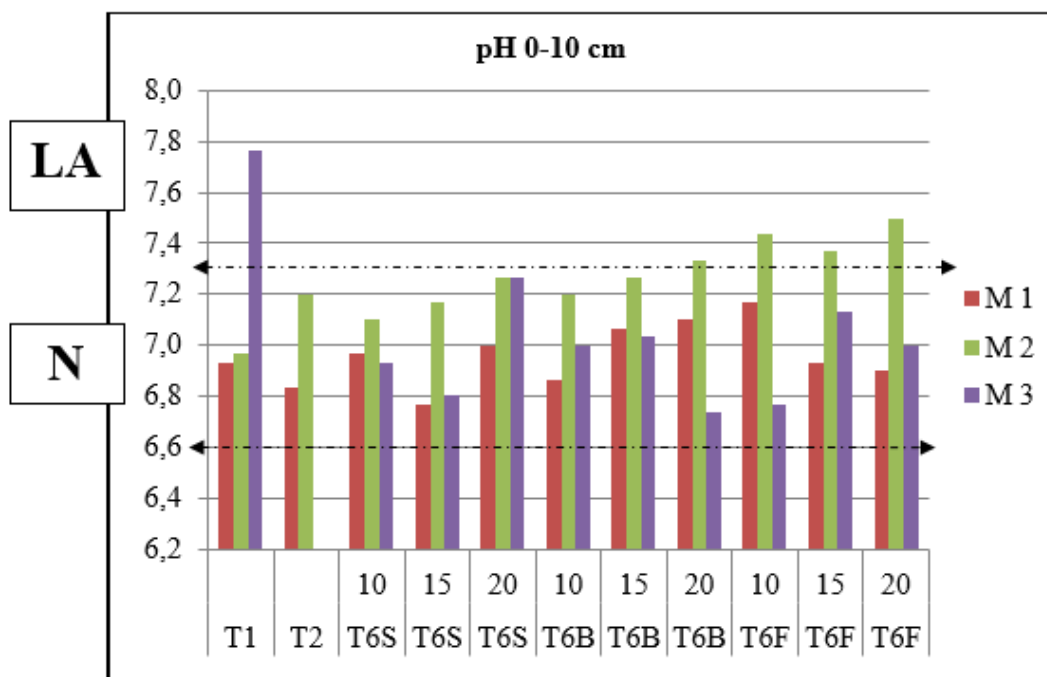


Gráfico 1: Variación del pH de 0-10 cm a lo largo del ensayo en T6 y tratamientos controles (T1 y T2), en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). Las líneas cortadas indican la clasificación del pH. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha⁻¹. N: Neutro; LA: Ligeramente alcalino.

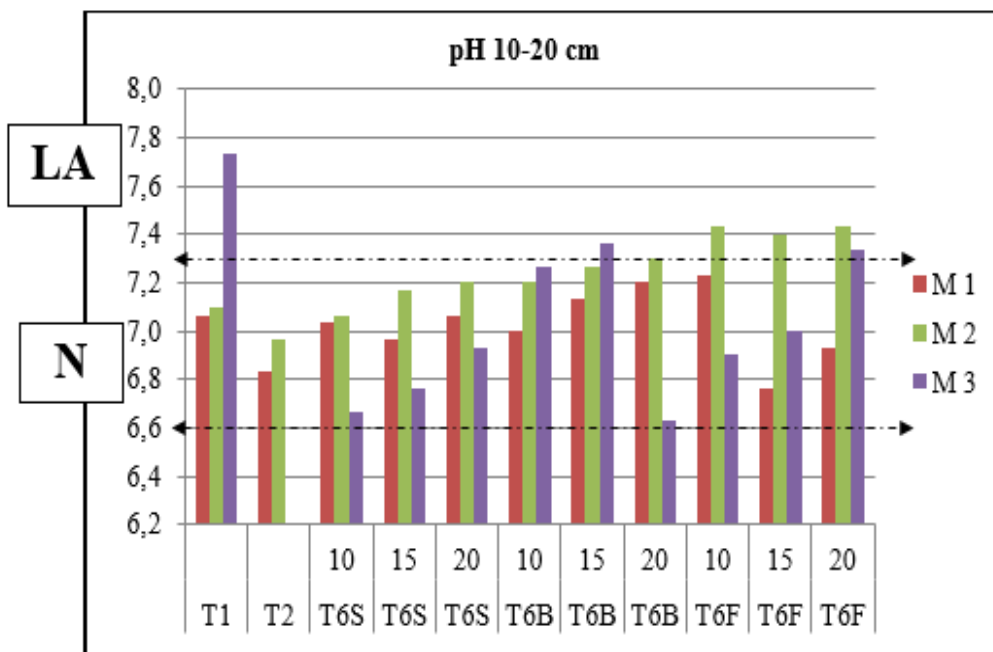


Gráfico 2: Variación del pH de 10-20 cm a lo largo del ensayo en T6 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). Las líneas cortadas indican la clasificación del pH. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha⁻¹. N: Neutro; LA: Ligeramente alcalino.

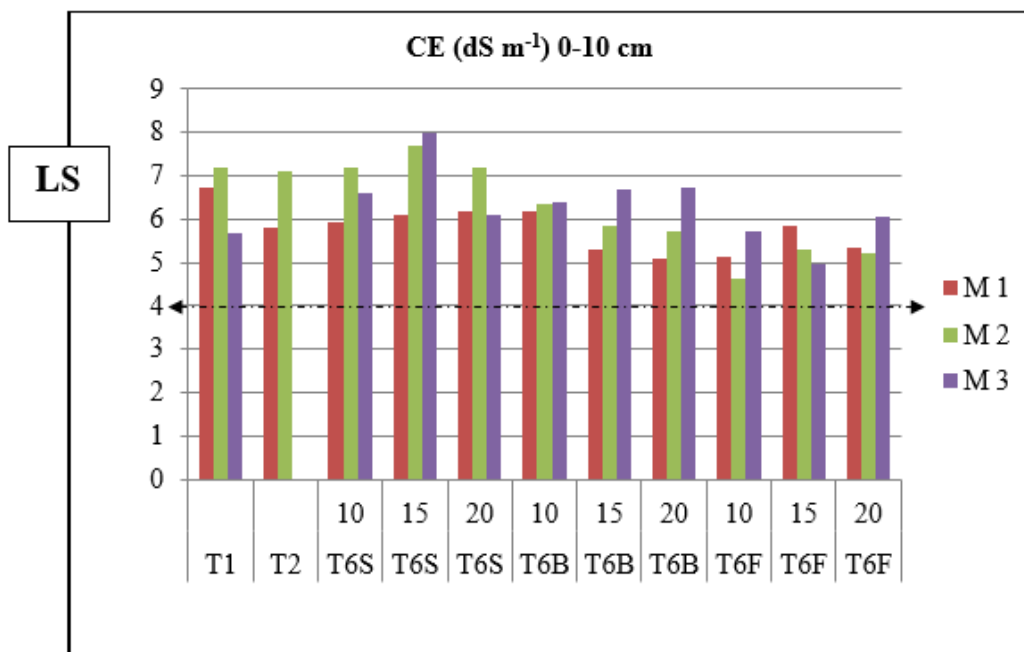


Gráfico 3: Variación de la CE de 0-10 cm a lo largo del ensayo en T6 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). Las líneas cortadas indican la clasificación de la CE. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha⁻¹. LS: Ligeramente Salino.

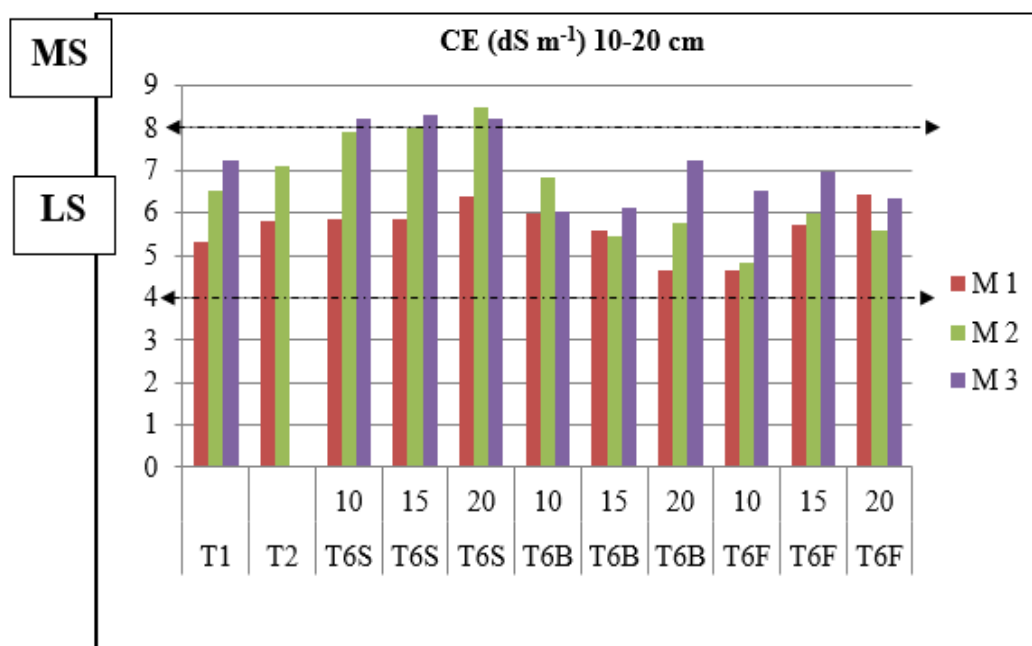


Gráfico 4: Variación de la CE de 10-20 cm a lo largo del ensayo en T6 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). Las líneas cortadas indican la clasificación de la CE. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha⁻¹. LS: Ligeramente Salino; MS: Moderadamente Salino.

Tratamientos asociados rúcula-lechuga

Tratamiento 3

Este tratamiento corresponde a la asociación de la variedad de rúcula Bonanza en las tres densidades de siembra: 10 kg·ha⁻¹ (T3-10), 15 kg·ha⁻¹ (T3-15) y 20 kg·ha⁻¹ (T3-20), con lechuga (T3-A).

Como se muestra en la tabla 7 del anexo, los valores de pH que se registraron en T3 variaron entre mínimos de 6,9 y máximos de 7,5. Entre densidades, los valores correspondieron al rango N en T3B-10 a lo largo de todo el ensayo, mientras que en T3B-15 y T3B-20 los valores de pH cambiaron de valores neutros en M1 a ligeramente alcalinos en M2 y M3, en ambas profundidades analizadas, es decir que las densidades más altas, T3-15 y T3-20, presentaron un comportamiento similar al registrado en T1.

También se registró un cambio de valores N a LA, de M1 a M2 en T3-A. En cuanto al cultivo de lechuga, si se compara T3-A con T2, es interesante notar que, a diferencia del cultivo asociado, en T2 el pH se mantuvo dentro del rango N.

Cuando se analizó el DE del pH en T3, se pudo observar que los valores registrados variaron de 0,1 a 0,4 en M1, de 0 a 0,2 en M2 y en M3 de 0,3 a 0,5, es decir la variabilidad fue similar a la registrada en T6, con coeficientes de variación (CV) menores al 15 %.

En los gráficos 5 y 6 se puede observar claramente que, al alcanzar el máximo tiempo acumulado, es decir 90 días de riego, los valores máximos de pH se asociaron al tratamiento testigo sin cultivar (T1) en ambas profundidades, alcanzando rangos LA; en cambio en T3 se aprecia una tendencia de incremento más atenuada del pH, con pH similares a M2, producto de cierta interrelación suelo cultivo.

Por otro lado, en cuanto al análisis de la CE en T3, como se puede observar en la tabla 8 del anexo, los valores mínimos y máximos fueron $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ y $7,6 \text{ dS m}^{-1}$ respectivamente. Todos los valores medios analizados correspondieron al rango LS, independientemente de las densidades y las profundidades consideradas, aunque se destaca que los valores fueron comparativamente más elevados en general en los primeros 10 cm del suelo, y en particular en T3-A, donde se alcanzaron los máximos (gráficos 7 y 8). En el tratamiento sin cultivar, los valores de CE también se mantuvieron en rangos LS a lo largo de todo el ensayo.

Siguiendo la línea de análisis, se pudo observar que los valores de DE de la CE, al igual que en T6, fueron altos; variaron de 0,6 a 2,9 para M1, de 0,1 a 4,8 para M2 y por último en M3 de 1,1 a 2,9, correspondiendo los máximos desvíos a CV de 67 %. En el tratamiento sin cultivar, el DE los valores pasaron de 1,7 a 2,8 en M1, de 1 a 1,7 en M2 y de 1,1 a 3,4 en M3, con coeficientes de variación máximos de 48 %.

En cuanto al tratamiento de lechuga y lechuga asociada (T2 y T3-A), es destacable que la CE se mantuvo también dentro del rango LS, aunque con valores relativamente más altos en el cultivo asociado, en ambas profundidades (gráficos 7 y 8).

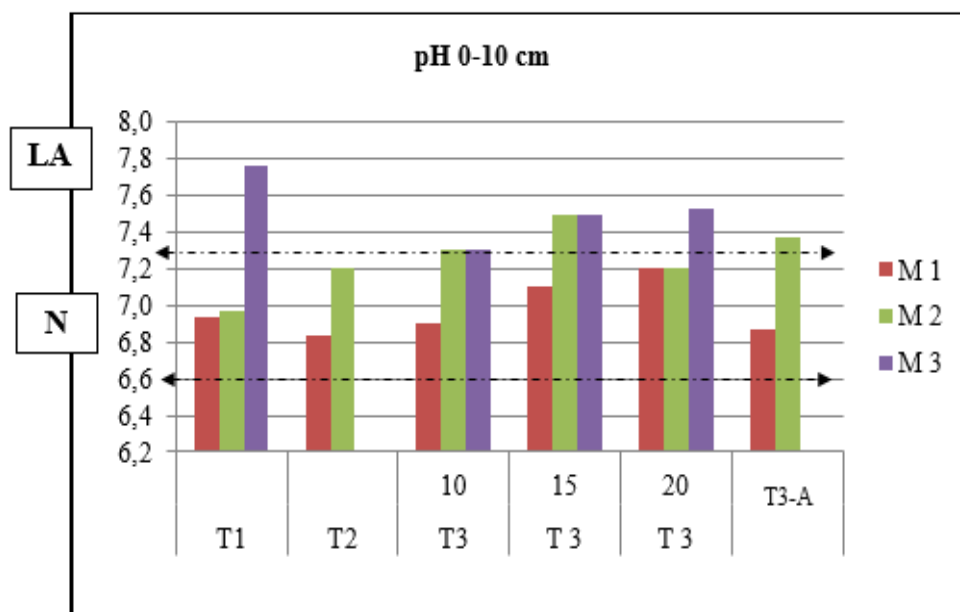


Gráfico 5: Variación del pH de 0-10 cm a lo largo del ensayo en T3 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T3-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación del pH. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. N: Neutro; LA: Ligeramente alcalino.

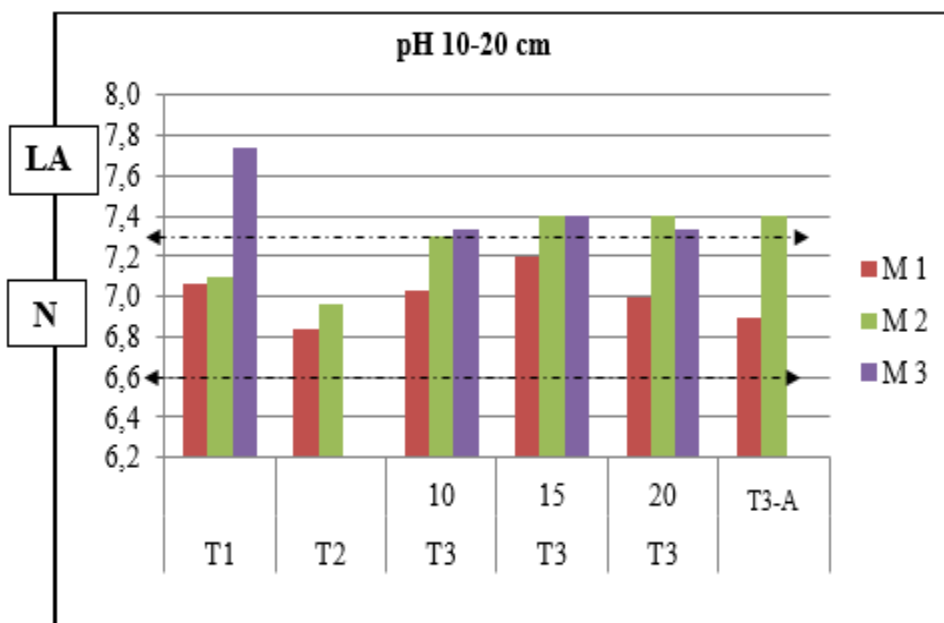


Gráfico 6: Variación del pH de 10-20 cm a lo largo del ensayo en T3 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T3-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación del pH. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. N: Neutro; LA: Ligeramente alcalino.

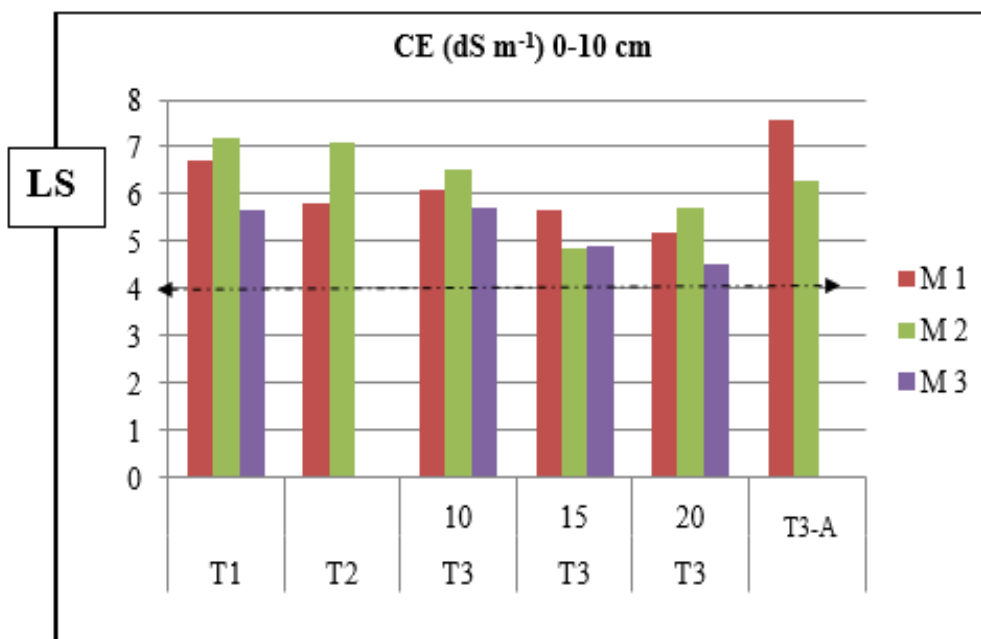


Gráfico 7: Variación de la CE de 0-10 cm según el muestreo (M1, M2 y M3) del ensayo en T3 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T3-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación de la CE. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha⁻¹. LS: Ligeramente Salino.

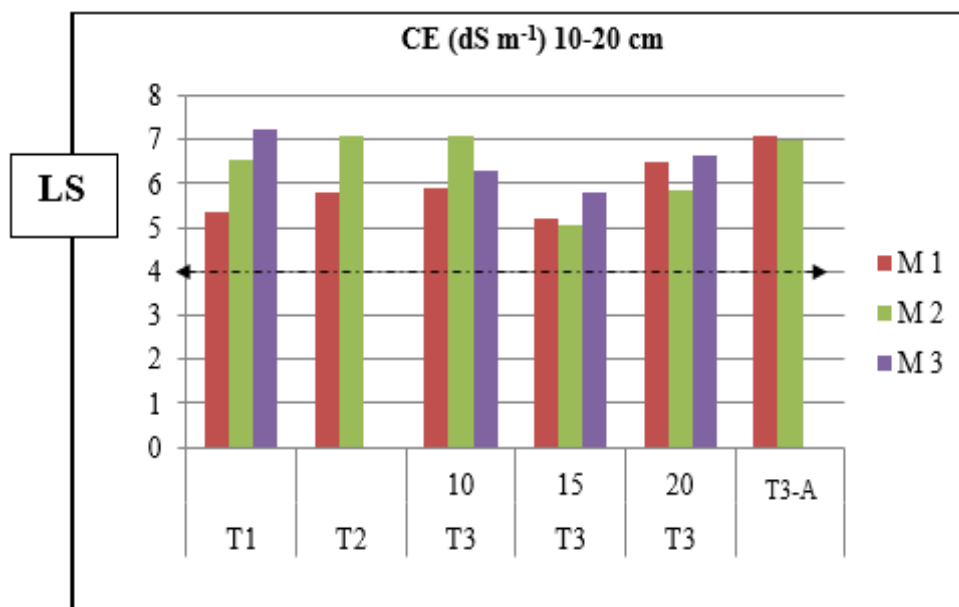


Gráfico 8: Variación de la CE de 10-20 cm a lo largo del ensayo en T3 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T3-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación de la CE. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha⁻¹. LS: Ligeramente Salino.

Tratamiento 4

Este tratamiento corresponde a la asociación de la variedad de rúcula Sais en las tres densidades de siembra: 10 kg·ha⁻¹ (T4-10), 15 kg·ha⁻¹ (T4-15) y 20 kg·ha⁻¹ (T4-20), con lechuga (T4-A).

En cuanto al pH, el mismo varió en T4 de 6,8 a 7,6; con valores de rango neutro en M1, independientemente de la densidad de siembra y profundidad considerada, mientras que en M2 se registraron valores de pH de rangos LA en todas las densidades y profundidades consideradas, excepto en T4-10 0-10 cm (tabla 9 anexo).

En los tratamientos con lechuga, T2 al igual que T4-A, se pudo observar que en M1 los valores medios de pH se mantuvieron dentro del rango N, independientemente de la profundidad considerada, mientras que en M2 el pH alcanzó rangos LA sólo en T4-A de 10-20 cm.

Entre densidades se observó un aumento gradual en el pH desde T4-10 a T4-20, desde rangos N a LA, de M1 a M2 respectivamente (gráficos 9 y 10), en ambas profundidades de suelo, indicando para esta variedad de rúcula, un menor aumento de pH en la menor densidad de siembra (T4-10) con respecto al control.

Analizando los DE del pH, se pudo observar que en M1 fueron ligeramente más altos que en M2, (0,1 a 0,4 y 0,1 a 0,2 respectivamente), con CV máximos de 5,2 %. Es interesante destacar que estos valores indican una variabilidad semejante a la variedad Bonanza y a T6 en general.

En cuanto al análisis de la CE de T4 y T1, en la tabla 10 del anexo se puede observar que, el valor mínimo registrado fue de 4,4 dS m⁻¹ y el valor máximo fue de 6,7 dS m⁻¹, siempre estas fluctuaciones de 0-10 cm, y se comportó dentro de los valores de LS. Los DE de T4 registraron que, la variabilidad de los datos fue mayor, en M1 varió de 0,3 a 1,4 y en M2 de 0,4 a 1,7.

En T4-A al igual que, en el tratamiento T2 se mantuvo alrededor de valores superiores a 5 dS m⁻¹ (M1), en cambio en M2 para T4-A varió de 4,9 dS m⁻¹ a 4 dS m⁻¹ (de 0-10 cm a 10-20 cm), es decir que la CE disminuyó con la profundidad, en T2 la CE en M2 fue de 7,1, y en todo el ensayo ambos tratamientos de lechuga (T2 y T4-A) se mantuvieron en rango LS.

En los gráficos 11 y 12 se puede observar que los máximos valores se registraron en T1 y T2 y para T4-10 de 0-10 cm en M1.

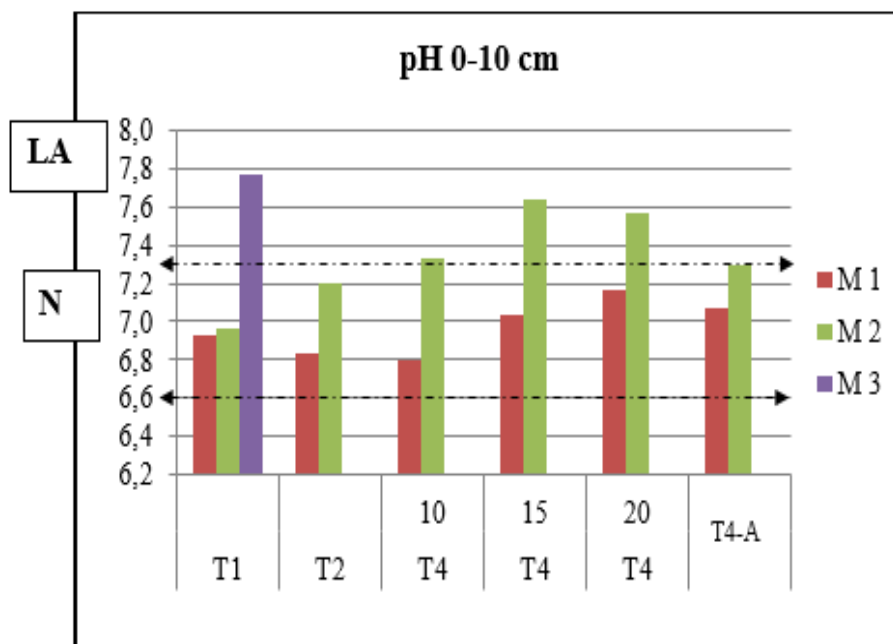


Gráfico 9: Variación del pH de 0-10 cm a lo largo del ensayo en T4 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T4-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación del pH. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. N: Neutro; LA: Ligeramente alcalino.

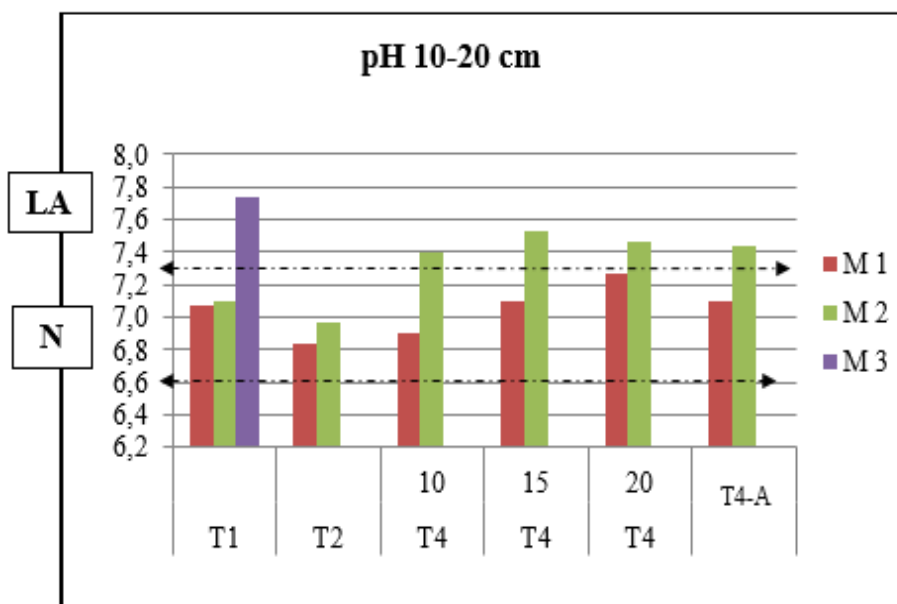


Gráfico 10: Variación del pH de 10-20 cm a lo largo del ensayo en T4 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T4-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación del pH. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. N: Neutro; LA: Ligeramente alcalino.

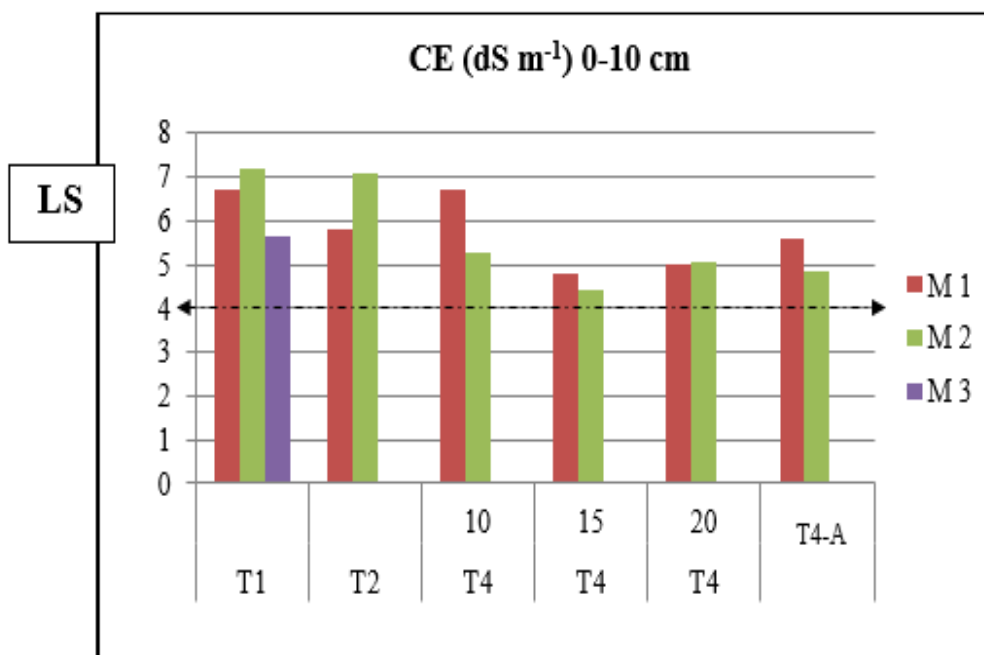


Gráfico 11: Variación de la CE de 0-10 cm a lo largo del ensayo en T4 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T4-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación de la CE. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha⁻¹. LS: Ligeramente Salino.

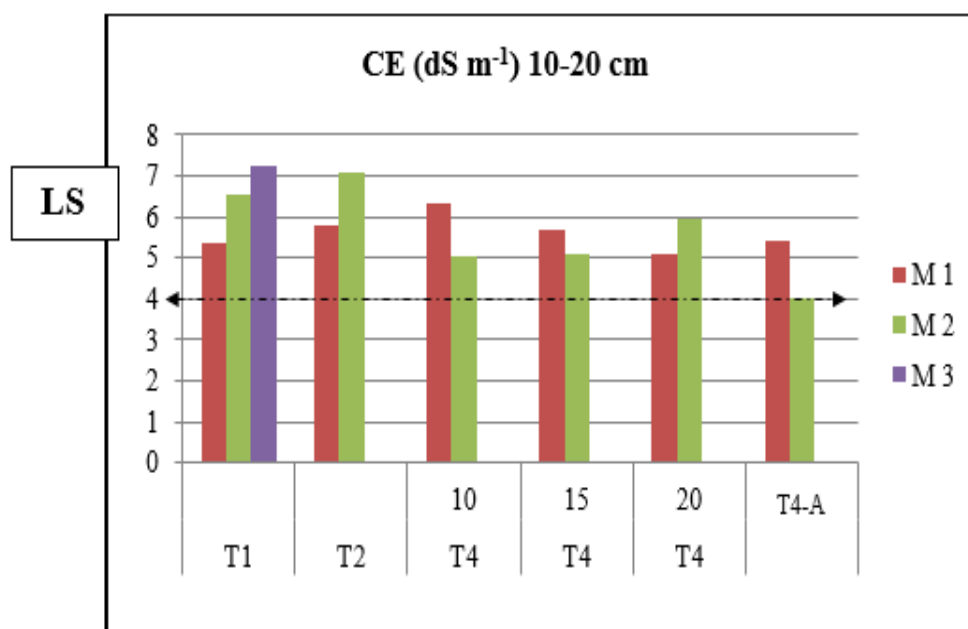


Gráfico 12: Variación de la CE de 10-20 cm a lo largo del ensayo en T4 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T4-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación de la CE. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha⁻¹. LS: Ligeramente Salino.

Tratamiento 5

Este tratamiento corresponde a la asociación de la variedad de rúcula Florensa en las tres densidades de siembra: 10 kg·ha⁻¹ (T5-10), 15 kg·ha⁻¹ (T5-15) y 20 kg·ha⁻¹ (T5-20), con lechuga (T5-A).

En la tabla 11 del anexo se pueden observar los valores medios de pH registrados para T5. Los mismos variaron entre un mínimo de 6,6 y un máximo de 7,5. En cuanto a la evolución del pH en el tiempo, los valores medios analizados se enmarcaron en rango N en M1 en todas las densidades analizadas e independientemente de la profundidad, aunque fueron ligeramente inferiores en T5-10. En cambio, en M2 los valores de pH variaron a rango LA, particularmente en T5-15 y T5-20, mientras que se mantuvieron en rango neutro en la densidad más baja.

La variabilidad del pH, al igual que en las variedades de rúcula consideradas anteriormente, se puede decir que fue baja, con DE de 0,1 a 0,3 en M1 y desvíos relativamente más altos en M2, particularmente en T5-10, que variaron de 0 a 0,5.

En cuanto al cultivo de lechuga en T2 y T5-A, comparativamente, se observaron valores de pH similares en M1, dentro del rango N (en ambas profundidades analizadas), mientras que en M2, los valores de pH se mantuvieron en rangos N sólo en T2, aunque con DE relativamente mayores.

En los gráficos 13 y 14 se puede observar claramente el aumento gradual en el pH, desde T5-10 a T5-20 desde M1 a M2, en ambas profundidades de muestreo, indicando un mejor comportamiento relativo en la densidad más baja de siembra.

Por otro lado, en la tabla 12 del anexo se pueden observar los valores de CE para las tres densidades de siembra en T5 y los tratamientos testigo. Corresponden a este tratamiento los valores medios más altos registrados; el valor máximo fue de 9,5 dS m⁻¹ y el mínimo de 4,8 dS m⁻¹. Entre densidades, los valores más altos de CE se asociaron a rangos MS en T5-10 en M1 y en M2, mientras que en T5-15 y T5-20 se mantuvieron dentro del rango LS al igual que en T1.

En cuanto al análisis del DE, se registraron valores que variaron entre 0,5 y 4,6 en los dos muestreos analizados de T5, con CV máximos de 58 %.

Tanto en T5-A como en T2, la CE se mantuvo en rango LS en ambos muestreos, independientemente de la profundidad considerada, aunque con valores relativamente más bajos en el tratamiento asociado.

En los gráficos 15 y 16, se puede observar claramente, que entre densidades y a diferencia del comportamiento respecto al pH, los valores máximos estuvieron asociados a T5-10 en ambas profundidades, en cambio los valores fueron comparativamente y en términos relativos menores en las mayores densidades T5-15, T5-20, indicando una posible tendencia de mayor control de la CE del suelo a mayores densidades de siembra.

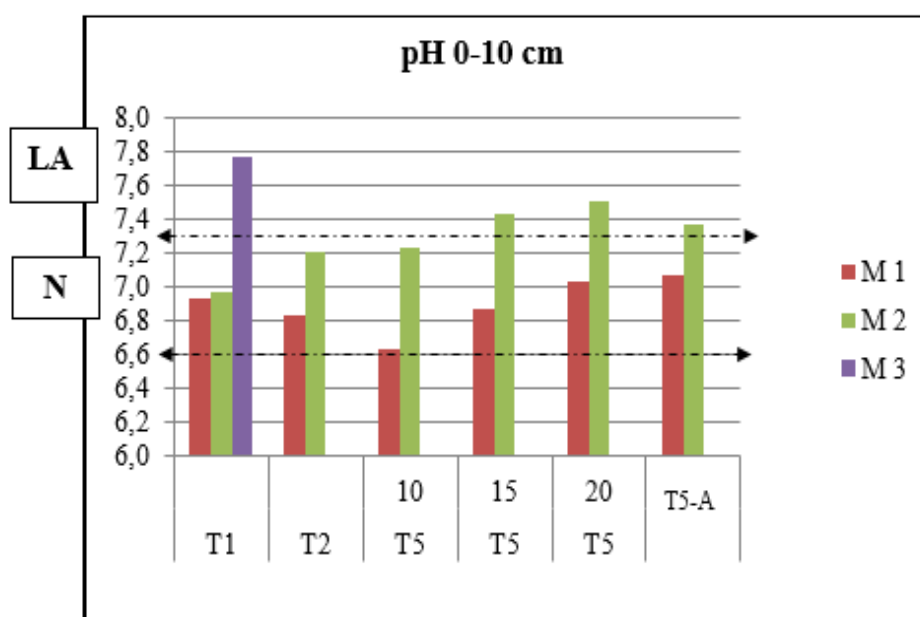


Gráfico 13: Variación del pH de 0-10 cm a lo largo del ensayo en T5 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T5-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación del pH. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. N: Neutro; LA: Ligeramente alcalino.

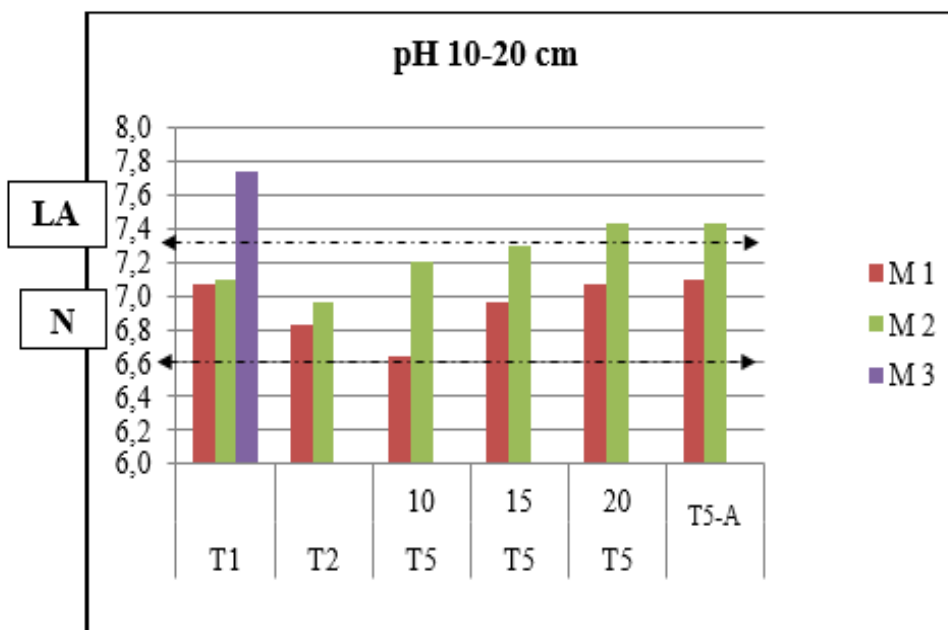


Gráfico 14: Variación del pH de 10-20 cm a lo largo del ensayo en T5 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T5-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación del pH. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha⁻¹. N: Neutro; LA: Ligeramente alcalino.

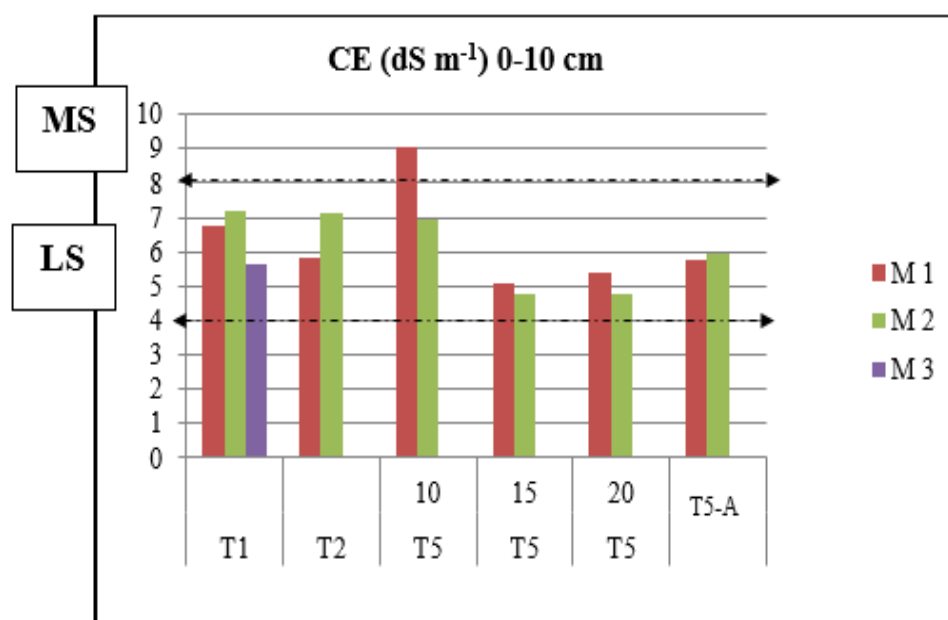


Gráfico 15: Variación de la CE de 0-10 cm a lo largo del ensayo en T5 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T5-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación de la CE. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha⁻¹. LS: Ligeramente Salino; MS: Moderadamente Salino.

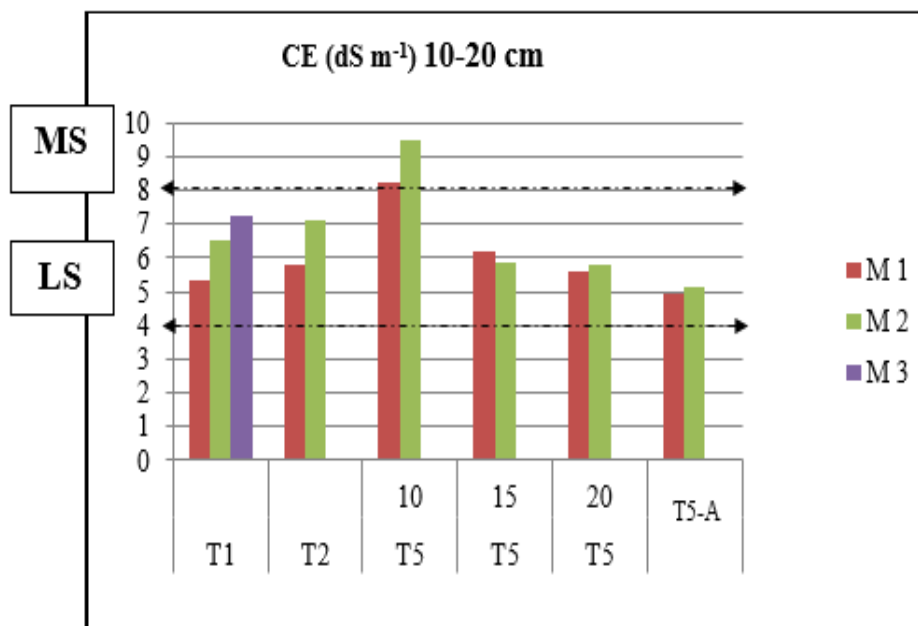


Gráfico 16: Variación de la CE de 10-20 cm a lo largo del ensayo en T5 y tratamientos controles (T1 y T2) en los tres muestreos realizados (M1, M2 y M3). T5-A corresponde a la muestra tomada en la línea cercana al cultivo de lechuga. Las líneas cortadas indican la clasificación de la CE. 10, 15 y 20 corresponden a densidades de siembra para las variedades de rúcula en kg·ha⁻¹. LS: Ligeramente Salino; MS: Moderadamente Salino.

Respecto al pH en este trabajo, es interesante resaltar que se observó un aumento relativo de pH respecto a la situación de partida del ensayo, ya que se alcanzaron rangos de pH ligeramente alcalino en M3. Al respecto Spedaletti (2015) informó rangos neutros en los primeros 20 cm del suelo de este mismo invernadero, en T1, en un ensayo anterior al presente estudio. Este incremento se asocia al efecto de la acumulación de riegos.

Por otro lado, si se tienen en cuenta los valores de pH del suelo natural, el cual presenta pH moderadamente y ligeramente ácidos en los primeros 20 cm (Spedaletti, 2015), se puede cuantificar el efecto acumulado a causa del uso del suelo, principalmente asociado al riego con agua de mala calidad. Los resultados muestran, considerando los máximos pH registrados en este trabajo en T1 (7,8) un aumento de pH de hasta 2,1 unidades en los primeros 10 cm del suelo y de 1,6 unidades de 10 a 20 cm del suelo, respecto al suelo natural, que se corresponde con un proceso de alcalinización del suelo (gráfico 17).

Cuando se comparan los ciclos de uso que se llevaron a cabo anteriormente en el mismo invernadero, regados con la misma calidad de agua (C₄ S₃), se puede observar que

en T1 se han alcanzado en este trabajo valores de pH tan altos como los máximos registrados (gráfico 17).

Por otro lado, teniendo en cuenta que el valor de CE límite para considerar a un suelo salino es de 4 dS m^{-1} , se comprobó que todos los tratamientos estuvieron por encima de ese valor, mostrando un proceso de salinización notorio del suelo producto del uso de agua de mala calidad para el riego. Respecto al suelo natural, SN, y considerando los máximos valores de CE registrados en este trabajo en T1 ($7,2 \text{ dS m}^{-1}$) se registró un aumento de 6,4 unidades de CE (gráfico 18).

Sin embargo, los valores de CE máximos registrados en este trabajo ($7,2 \text{ dS m}^{-1}$) fueron relativamente menores a los valores máximos, 11 y 10 dS m^{-1} , que se han registrado en el invernadero considerando los últimos años de uso del suelo (gráfico 18), y que corresponden a las estaciones del año primavera y otoño. En cuanto a la variabilidad de la CE respecto a las estaciones, se comprobó que los mínimos de CE siguen correspondiendo a la estación de invierno y los valores relativamente más elevados a las de primavera (gráfico 18).

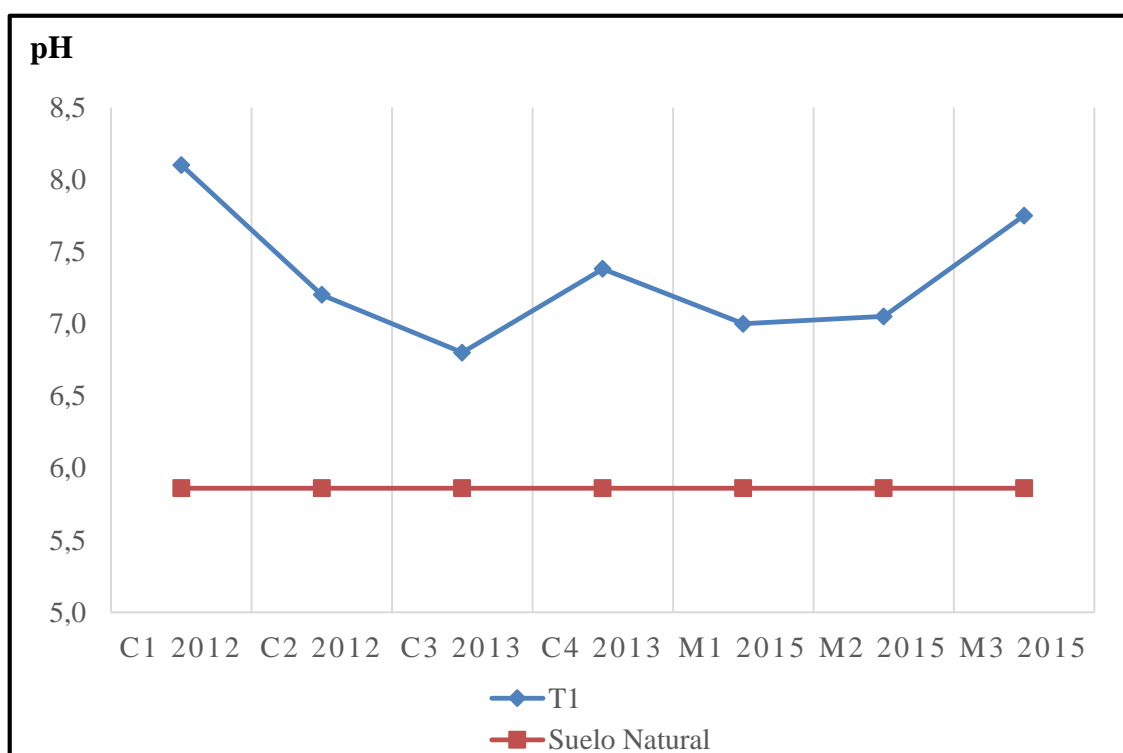


Gráfico 17: Evolución del pH del suelo de invernadero (0-20 cm), para el tratamiento sin cultivar, T1, respecto al suelo natural. Datos de C1, C2, C3, C4 y suelo natural, tomados de Collazo (2012); Collazo *et al.*, (2014); Rebollo (2014) y (Spedaletti, 2015), M1 a M3, de este trabajo.

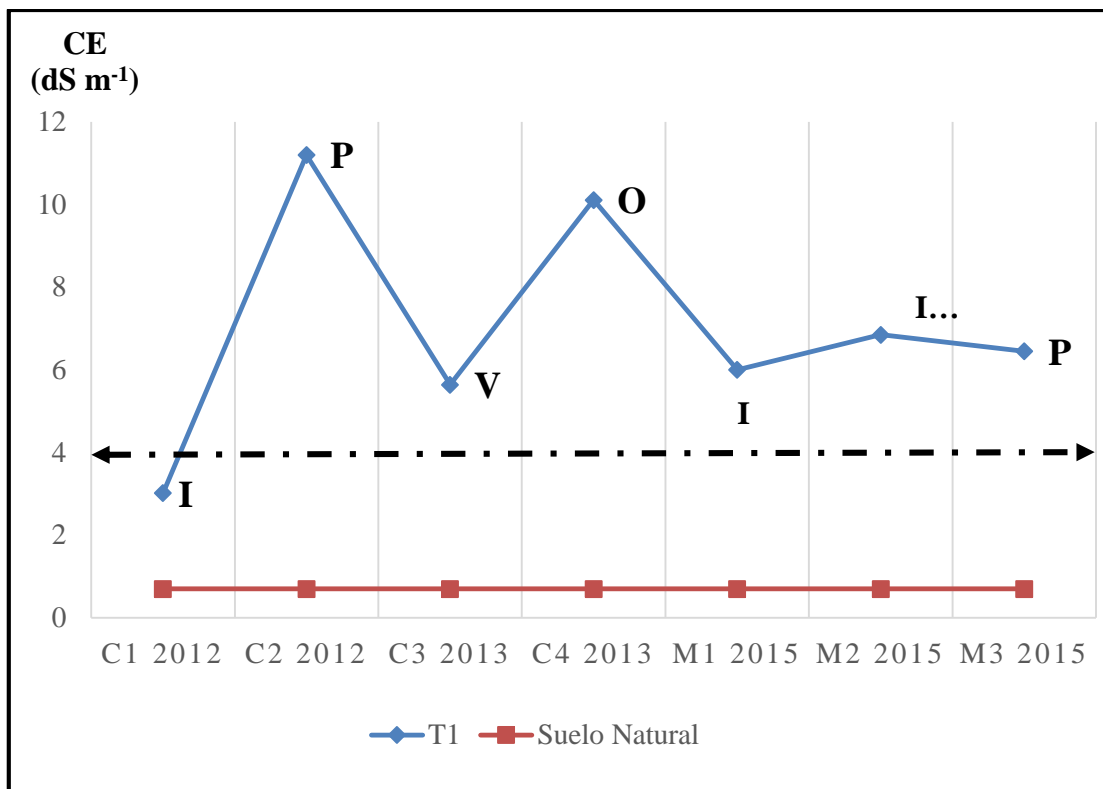


Gráfico 18: Evolución de la CE del suelo de invernadero (0-20 cm), para el tratamiento sin cultivar, T1, respecto al suelo natural. Línea cortada indica la CE umbral de suelos salinos. Datos de C1, C2, C3, C4 y suelo natural, tomados de Collazo (2012); Collazo *et al.*, (2014); Rebollo (2014) y (Spedaletti, 2015), M1 a M3, de este trabajo. Para cada valor se asigna la estación del año en que se registraron los valores.

Complementariamente al análisis descriptivo de los datos, realizado anteriormente, se realizó un análisis estadístico, que permitió determinar que se encontraron diferencias significativas de pH en el tratamiento sin cultivar, T1, en los primeros 10 cm del suelo, entre M3 y los muestreos anteriores M1 y M2 y entre el tratamiento sin cultivar, en los primeros 10 cm del suelo, en M3, y todos los tratamientos cultivados en general (T2, T3, T4, T5 y T6), independientemente de la profundidad, densidad de cultivo y tiempo considerado (ver anexo).

Estos resultados muestran en principio que, el aumento de pH del suelo por efecto acumulado del agua de riego se atenuaría en el suelo cultivado producto de cierta interacción suelo-cultivo. Entre tratamientos cultivados, en cambio, sólo se registraron diferencias estadísticas con aumentos de pH, entre T3B-20M3, T4S-15M2, T4S-20M2 (gráficos 28 y 29) y los restantes tratamientos cultivados. Es decir que, en cuanto a

variedades de rúcula, las diferencias registradas, se asociaron a Bonanza y Sais en las máximas densidades y en general a tiempos acumulados de riego.

En cambio, para la CE, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

RENDIMIENTO

Complementariamente a este trabajo, se realizaron cortes en lechuga y rúcula, a 30 y 60 días de desarrollo de los cultivos, a fin de evaluar su rendimiento, que arrojaron los siguientes valores (com. pers. Luciano Carassay): en lechuga, para T2: 2,1 Kg.m² (Peso Fresco) y en lechuga asociada: 1,58 kg.m² (Peso Fresco) para T3, T4 y T5; sin embargo, los pesos por planta no arrojaron diferencias significativas debido a que el marco de plantación en el tratamiento de lechuga fue de 14 plantas.m² y en el cultivo asociado de 10,5 plantas.m². Este es un dato interesante porque la asociación con rúcula no parece afectar por competencia al cultivo de lechuga.

Por otro lado, analizando los rendimientos de las diferentes variedades de rúcula los resultados de rendimientos arrojaron comparativamente mayores rendimientos en la menor densidad de siembra (10 kg·ha⁻¹), independientemente de la variedad considerada, como se muestra en el gráfico 19.

Cuando se analizó el peso fresco por corte (g), de acuerdo a las conductividades eléctricas registradas a 30 y 60 días se registró que todas las variedades de rúcula tuvieron similares rendimientos a una misma conductividad, es decir que éste no se vio afectado por la salinidad (gráfico 20), sin embargo, Florensa, a diferencia de Bonanza y Sais, mostró menores rendimientos a conductividades más altas, es decir sería en principio la variedad menos tolerante. En base a estos resultados preliminares, la variedad y densidad de siembra a recomendar en suelos salinizados serían Sais y Bonanza con 10 kg·ha⁻¹.

Otro aspecto relevante desde el punto de vista comercial, es la calidad del producto, que también se puede ver disminuida por efecto de la salinidad del suelo. En la foto 8 se ilustra el efecto de la salinidad sobre los cultivos analizados. Mientras que la lechuga muestra un efecto notorio sobre la calidad comercial del producto (bordes quemados), la rúcula, más tolerante, no muestra tales daños.

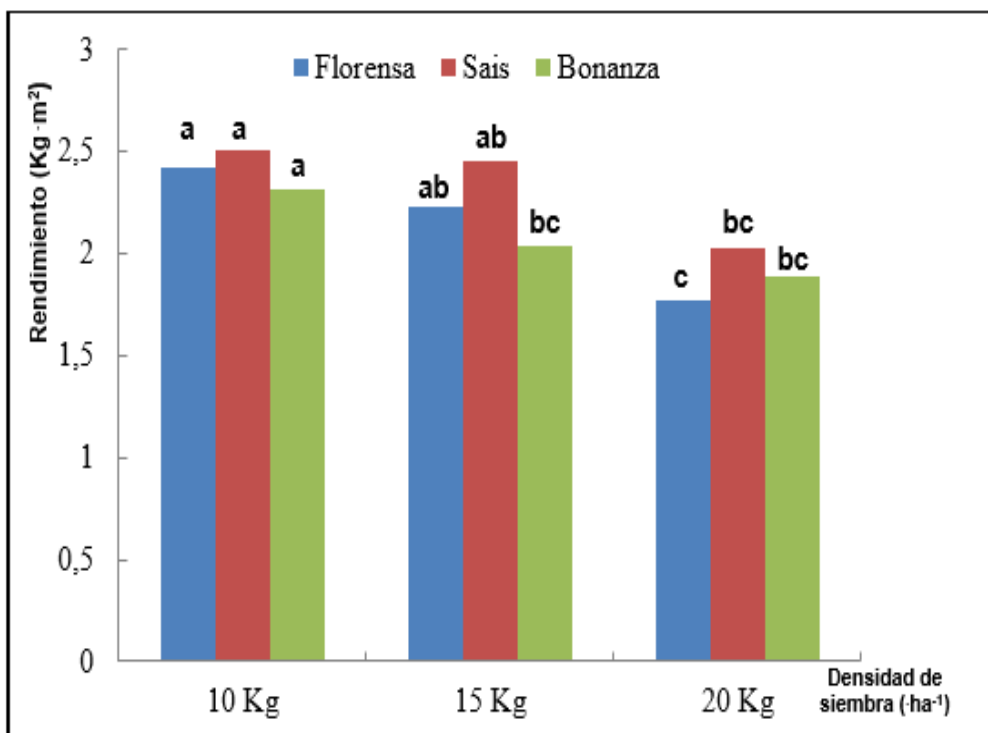


Gráfico 19: Rendimiento (kg·m²) de las diferentes variedades de rúcula: Florensa, Sais y Bonanza, diferenciados por densidad de siembra (kg·ha⁻¹).

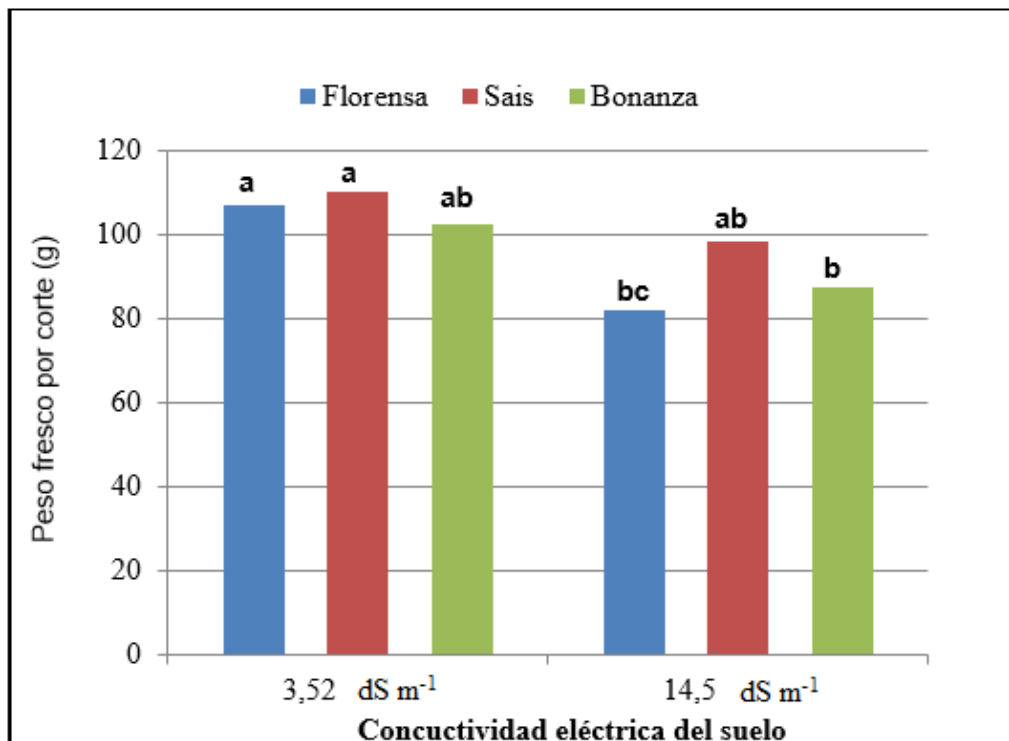


Gráfico 20: Peso fresco por corte (g) de las diferentes variedades de rúcula, de acuerdo a 2 conductividades eléctricas registradas en el suelo. El corte corresponde a 10 cm lineales.

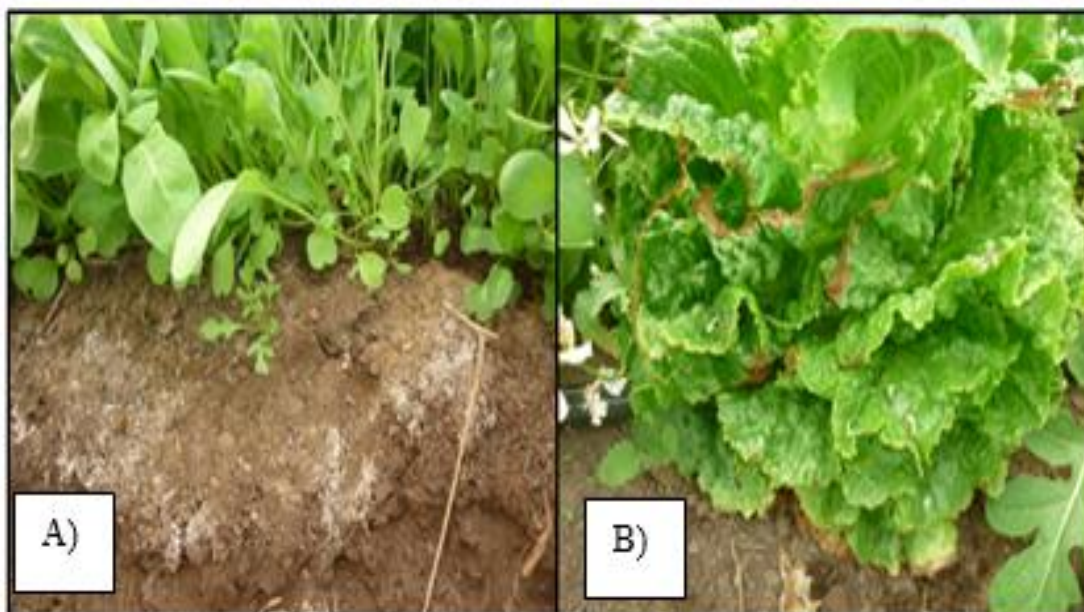


Foto 9: Efecto de la salinidad sobre el cultivo. A) rúcula, B) lechuga

ANÁLISIS DE REGRESIÓN

Con el objetivo de analizar el efecto del pH sobre la CE del suelo, se realizó un análisis de regresión lineal entre ambas variables. En la tabla 2 se muestran los valores de R^2 , obtenidos para todos los tratamientos en conjunto (TT) y en particular para cada uno de los diferentes tratamientos. En TT se obtuvo una tendencia negativa no significativa ($R^2 = 0,261$) entre ambas variables (gráfico 21), que se mantuvo en todos los tratamientos analizados individualmente, aunque en T2 fue positiva no significativa. Es decir, no se comprobó un efecto del pH sobre la conductividad del suelo, por lo que serían otras propiedades del suelo las que estarían controlando el comportamiento de la misma.

En este sentido, Spedaletti (2015), estudiando la influencia del agua de riego en este mismo suelo de invernadero, atribuyó el aumento en la CE del suelo al aumento en los contenidos de Ca^{2+} , Mg^{2+} y principalmente al contenido de Na^+ en la solución, variables entre las que encontró una relación positiva altamente significativa.

Por otro lado, con el objetivo de analizar el efecto acumulado a lo largo del ensayo en las variables pH y CE, se realizó un análisis de regresión lineal entre estas variables y el tiempo (desde M1 a M3), para todos los tratamientos en conjunto y para cada tratamiento en particular. Como se observa en la tabla 3 y en los gráficos 22 al 27, se registró una relación positiva y significativa ($R^2 \geq 0,6$) en todos los tratamientos (excepto

en T6), y particularmente en T1. Es decir, que existiría una tendencia de aumento de pH en función del tiempo como consecuencia del efecto acumulado del riego, independientemente del cultivo implantado.

En cambio, cuando se analizó lo que sucedía con la CE en relación al tiempo, se observó que los valores de R^2 fueron muy bajos (Tabla 4), no significativos en todos los tratamientos. Este comportamiento se atribuye a la mayor variabilidad de la CE respecto a la del pH, tal como se indicó anteriormente.

Tabla 2: Efecto del pH sobre la CE del suelo. Ecuación de regresión y valores de R^2 , para todos los tratamientos en conjunto (TT) y para cada uno en particular.

TRATAMIENTO	ECUACIÓN- R^2
T1	Y= -0,184x + 7,791
	$R^2= 0,008$
T2	Y= 1,551x -3,784
	$R^2= 0,098$
T3	Y= -2,781x + 21,79
	$R^2= 0,285$
T4	Y= -1,842x + 18,63
	$R^2= 0,434$
T5	Y= -2,812x + 26,26
	$R^2= 0,266$
T6	Y= -1,705x + 18,21
	$R^2= 0,190$
TT	Y= -2,114x + 21,10
	$R^2= 0,261$

Tabla 3: Efecto del tiempo en el pH. Ecuación de regresión y valores de R^2 , para todos los tratamientos en conjunto (TT) y para cada uno en particular.

TRATAMIENTO	ECUACIÓN- R^2
T1	Y= 0,375x + 6,511
	$R^2= 0,763$
T2	Y= 0,25x + 6,583
	$R^2= 0,696$
T3	Y= 0,201x + 6,880
	$R^2= 0,604$
T4	Y= 0,404x + 6,65
	$R^2= 0,728$
T5	Y= 0,441x + 6,479
	$R^2= 0,697$
T6	Y= 0,015x + 7,119
	$R^2= 0,003$
TT	Y= 0,096x + 6,976
	$R^2= 0,091$

Tabla 4: Efecto del tiempo en la CE. Ecuación de regresión y valores de R^2 , para todos los tratamientos en conjunto (TT) y para cada uno en particular.

TRATAMIENTO	ECUACIÓN- R^2
T1	Y= 0,208x + 6,033
	$R^2= 0,055$
T2	Y= 0,883x + 5,683
	$R^2= 0,354$
T3	Y= 0,244x + 6,427
	$R^2= 0,05$
T4	Y= 0,625x + 6,204
	$R^2= 0,222$
T5	Y= 0,179x + 6,45
	$R^2= 0,003$
T6	Y= 0,419x + 5,291
	$R^2= 0,165$
TT	Y= 0,194x + 5,677
	$R^2= 0,023$

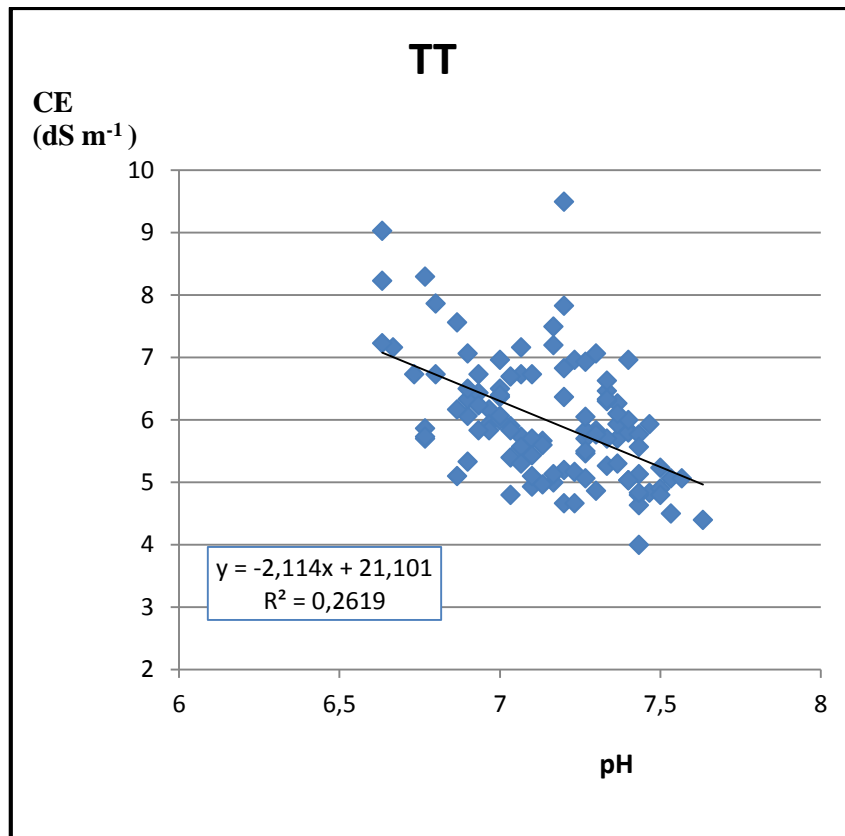


Gráfico 21: Efecto del pH sobre la CE, reuniendo los valores de todos los tratamientos.

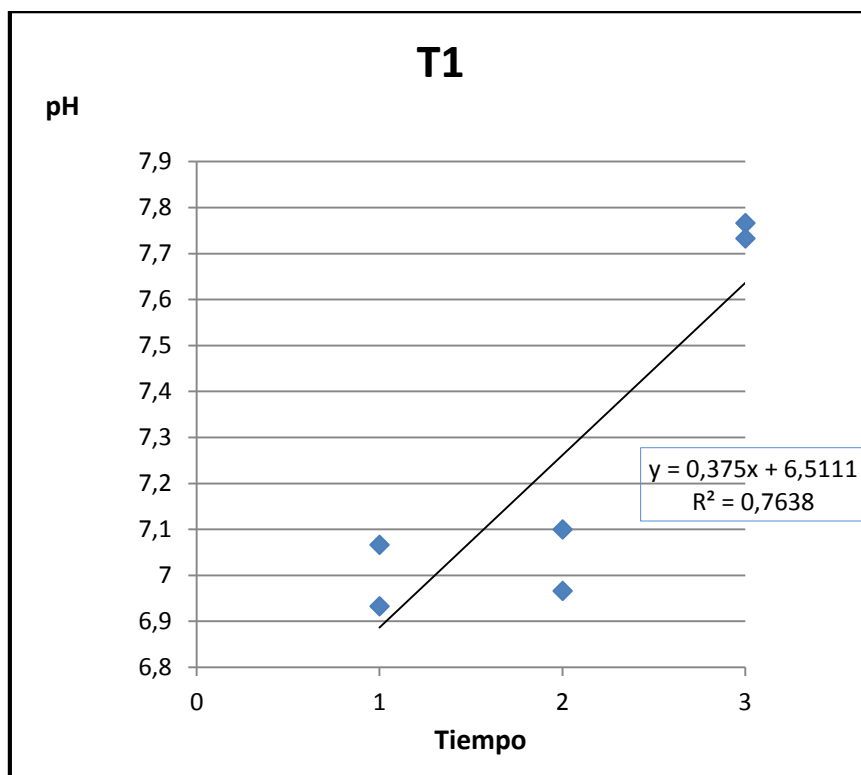


Gráfico 22: Efecto del tiempo sobre el pH en el tratamiento 1.

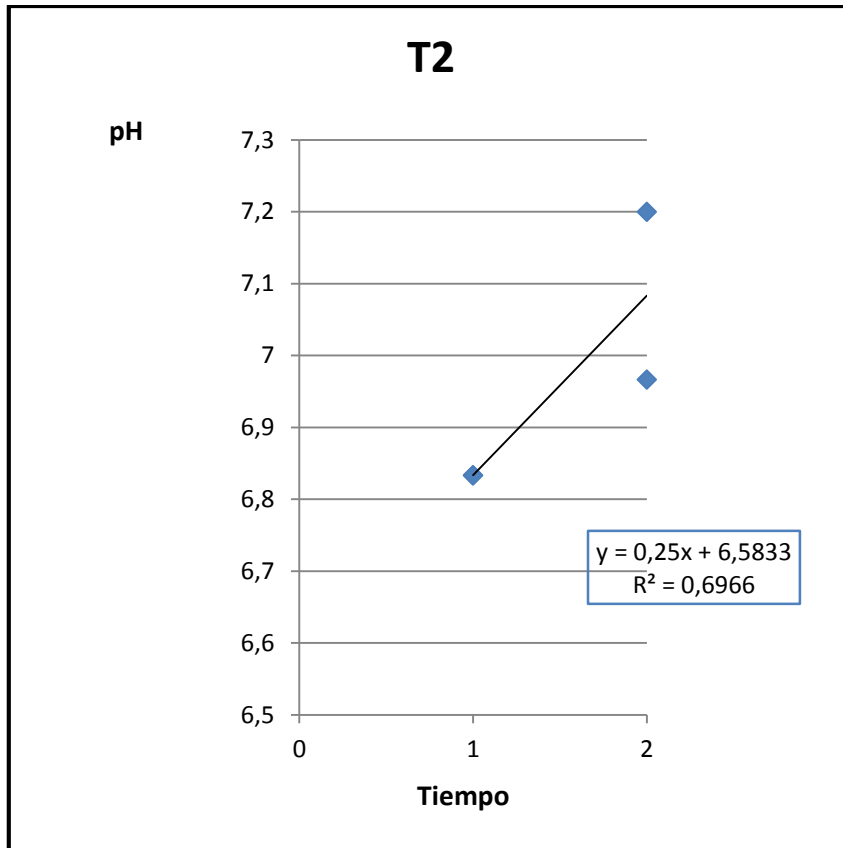


Gráfico 23: Efecto del tiempo sobre el pH en el tratamiento 2.

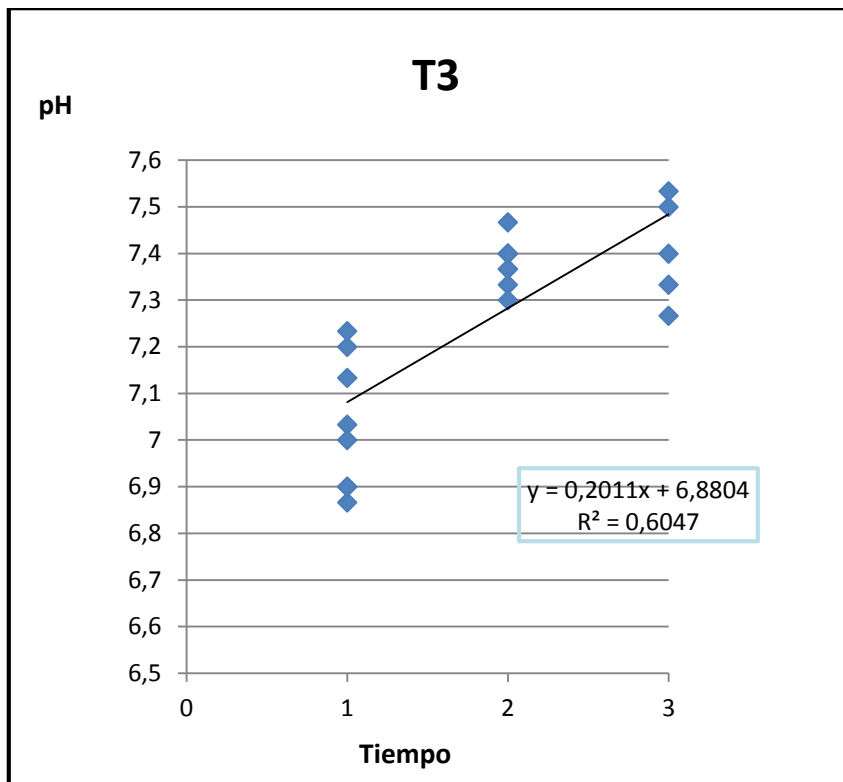


Gráfico 24: Efecto del tiempo sobre el pH en el tratamiento 3.

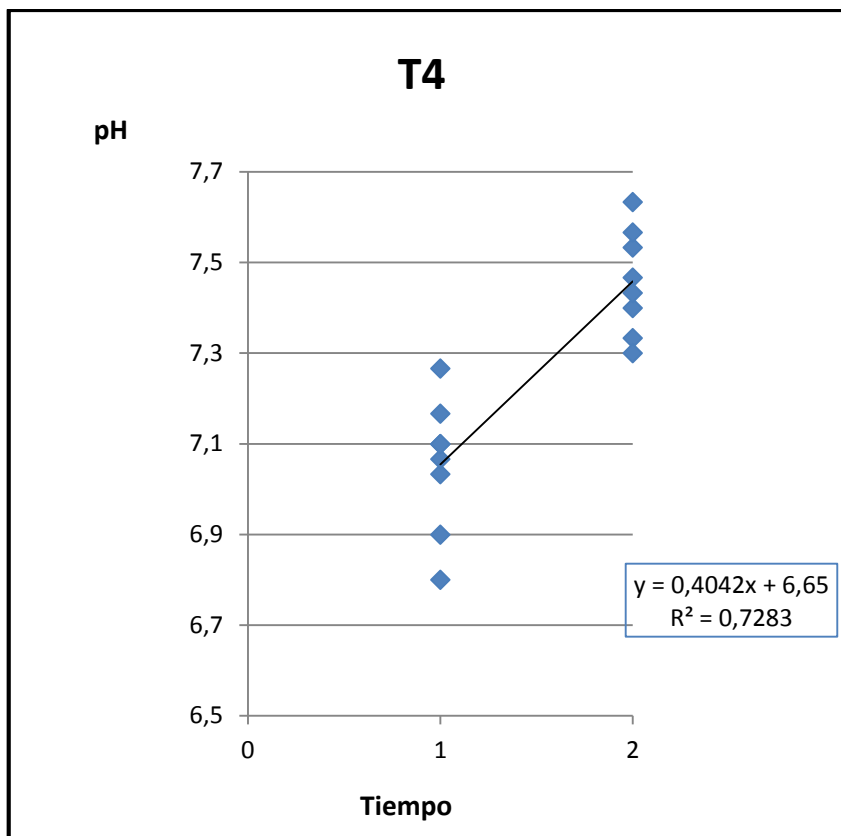


Gráfico 25: Efecto del tiempo sobre el pH en el tratamiento 4.

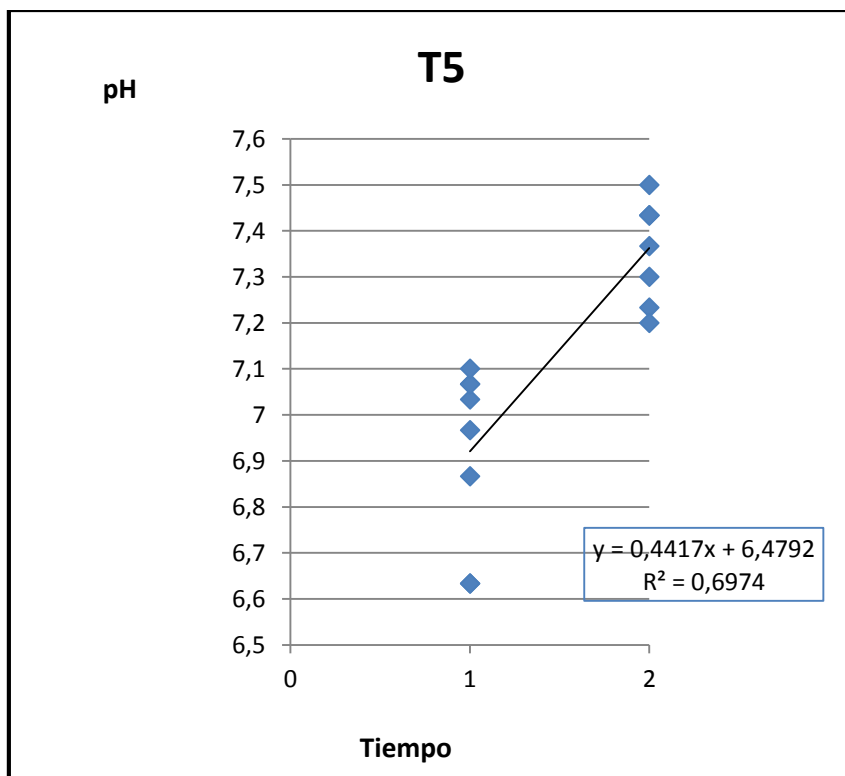


Gráfico 26: Efecto del tiempo sobre el pH en el tratamiento 5.

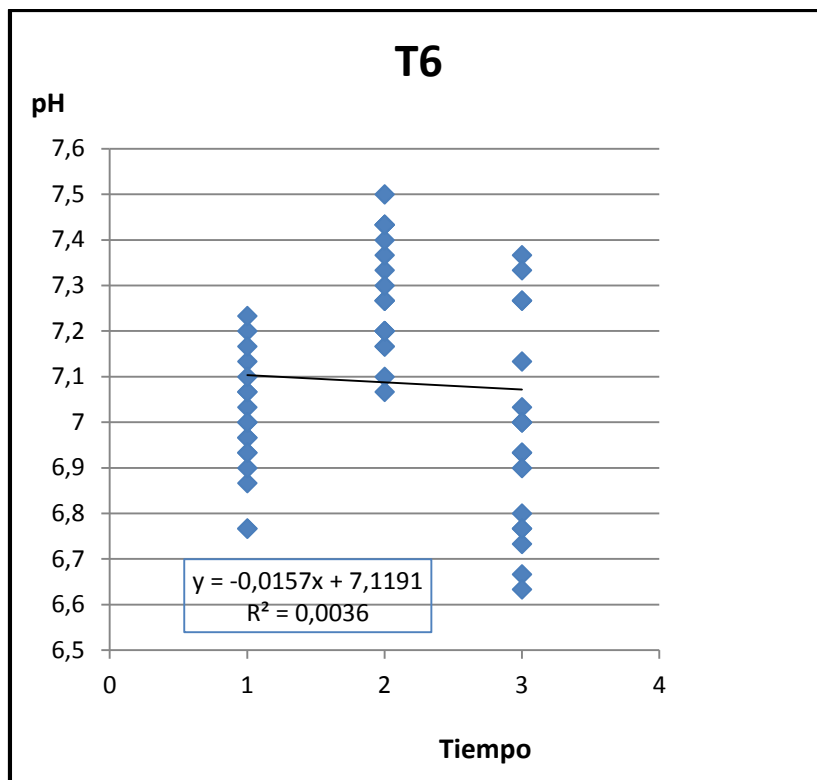


Gráfico 27: Efecto del tiempo sobre el pH en el tratamiento 6.

ANOVA

El análisis estadístico para cada variable, pH y CE, se muestra en detalle en las Tablas 13 y 14 de anexo. Como se mencionó anteriormente, para pH, se registraron diferencias significativas (aumentos de pH) entre T1 0-10M3 y los restantes tratamientos, es decir: T5-10 10-20M1, T5-10 0-10M1, T6B-20 10-20M3, T6S-10 10-20M3, T6B-20 0-10M3, T6F-10 0-10M3, T6S-15 0-10M1, T6F-15 10-20M2, T6S-15 10-20M3, T4-10 0-10M1, T6S-15 0-10M3, T2 0-10M1, T2 10-20M1, T6B-10 0-10M1, T5-15 0-10M1, T3-10 0-10M1, T6F-10 10-20M3, T6F-20 0-10M1, T4-10 10-20M1, T6F-15 0-10M1, T1 0-10M1, T6F-20 10-20M3, T6S-10 0-10M3, T6S-20 10-20M3, T2 10-20M2, T5-15 10-20M1, T6S-15 10-20M1, T1 0-10M2, T6S-10 0-10M1. A su vez, entre tratamientos cultivados, sólo se registraron diferencias estadísticas, con disminuciones de pH: en T5-10M1, en ambas profundidades de muestreo y en T6B-20M3 (gráficos 30 y 31) respecto a los restantes tratamientos cultivados; y con aumentos de pH en T3-20M3, T4-15M2, T4-20 M2 y respecto a los restantes tratamientos cultivados.

Si bien el efecto acumulado del riego, no se observa tan claramente entre los tratamientos cultivados como en el tratamiento sin cultivar, la mala calidad del agua de riego, seguiría siendo la principal causa de cambio de las propiedades del suelo, aunque atenuada por la interacción cultivo-suelo.

En cambio, no se registraron diferencias significativas de CE entre los tratamientos analizados. Es decir, no se pudo comprobar la hipótesis planteada acerca de la mayor potencialidad de extracción de solutos de la solución del suelo en las máximas densidades de rúcula, ni su efecto acumulado en ninguna variedad.

Sin embargo, estos resultados deben ser tomados con precaución debido a la gran variabilidad registrada en la CE que podría ser la causa de la falta de diferencias significativas. Estudios a más largo plazo podrían corroborar o no la tendencia de disminución de la CE en el suelo observada en todas las variedades de rúcula, particularmente en T5, en las mayores densidades de siembra respecto a la densidad más baja, a la luz de los resultados preliminares de este trabajo.

En base a los resultados expuestos en este trabajo, se puede concluir que los mismos no son suficientes para plantear una estrategia de manejo en cuanto a selección de variedades ni densidades de rúcula, a los efectos de reducir la CE o el pH del suelo. Sin embargo, teniendo en cuenta que los resultados de rendimientos arrojaron comparativamente mayores valores en la densidad $10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, lo cual podría estar asociado a un efecto de competencia intraespecífica en las densidades de siembra mayores, se aconsejarían densidades de siembra no mayores a $10 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Aun así, la hipótesis planteada en este trabajo no puede descartarse. Otros estudios deben realizarse a fin de evaluarla en lapsos de tiempo mayores.

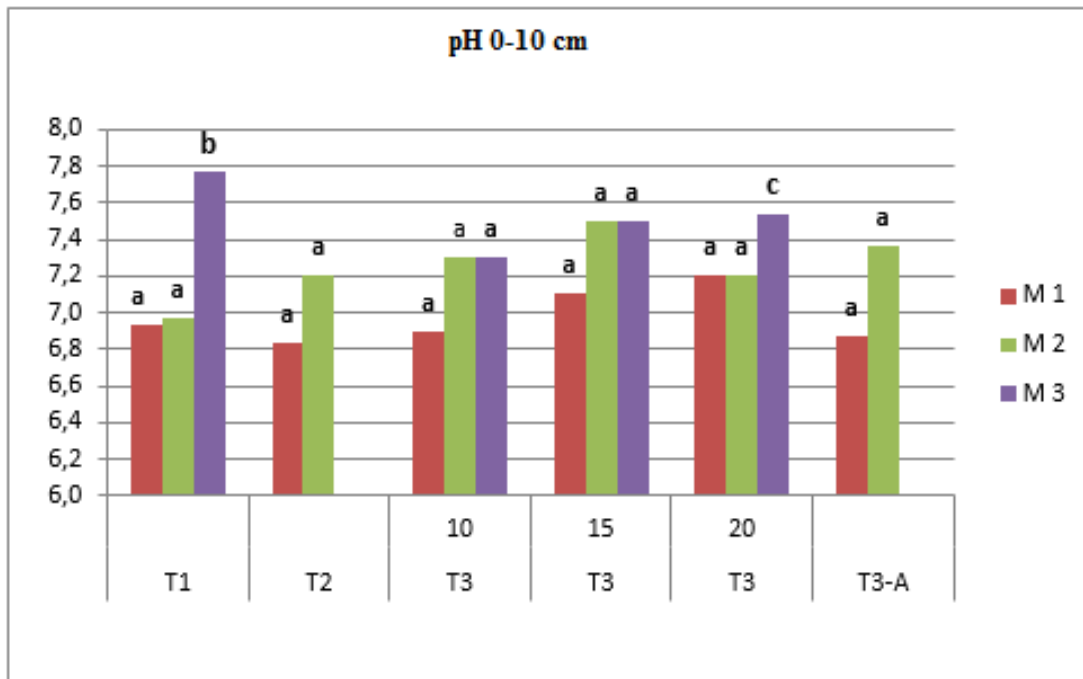


Gráfico 28: Variación del pH de 0-10 cm, en T3, T1 y T2. T3-A corresponde al cultivo de lechuga asociado. 10, 15 y 20: densidad de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. (Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)).

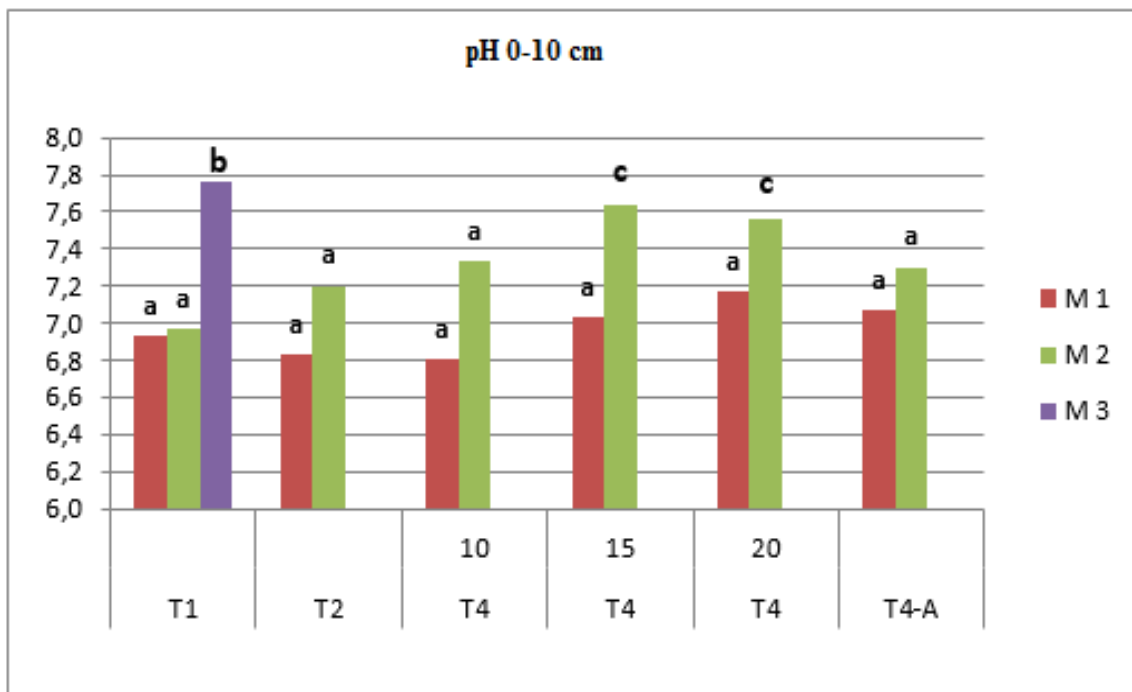


Gráfico 29: Variación del pH de 0-10 cm, en T4, T1 y T2. T4-A corresponde al cultivo de lechuga asociado. 10, 15 y 20: densidad de siembra para las variedades de rúcula en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. (Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p>0,05$)).

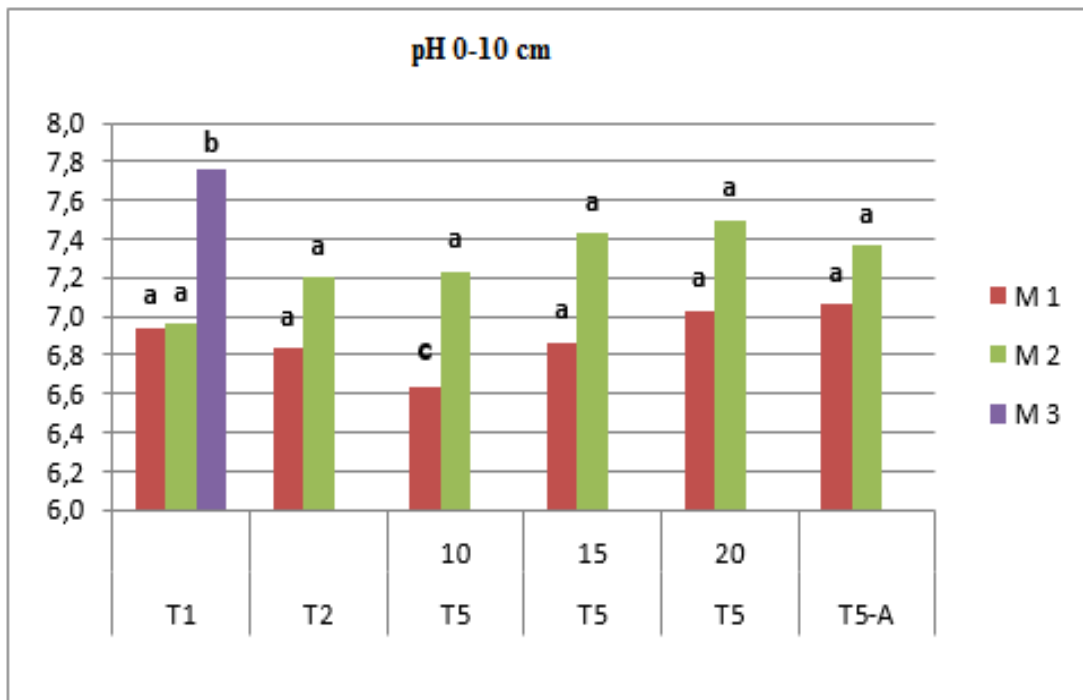


Gráfico 30: Variación del pH de 0-10 cm, en T5, T1 y T2. T5-A corresponde al cultivo de lechuga asociado. 10, 15 y 20: densidad de siembra para las variedades de rúcula en kg ha⁻¹. (Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)).

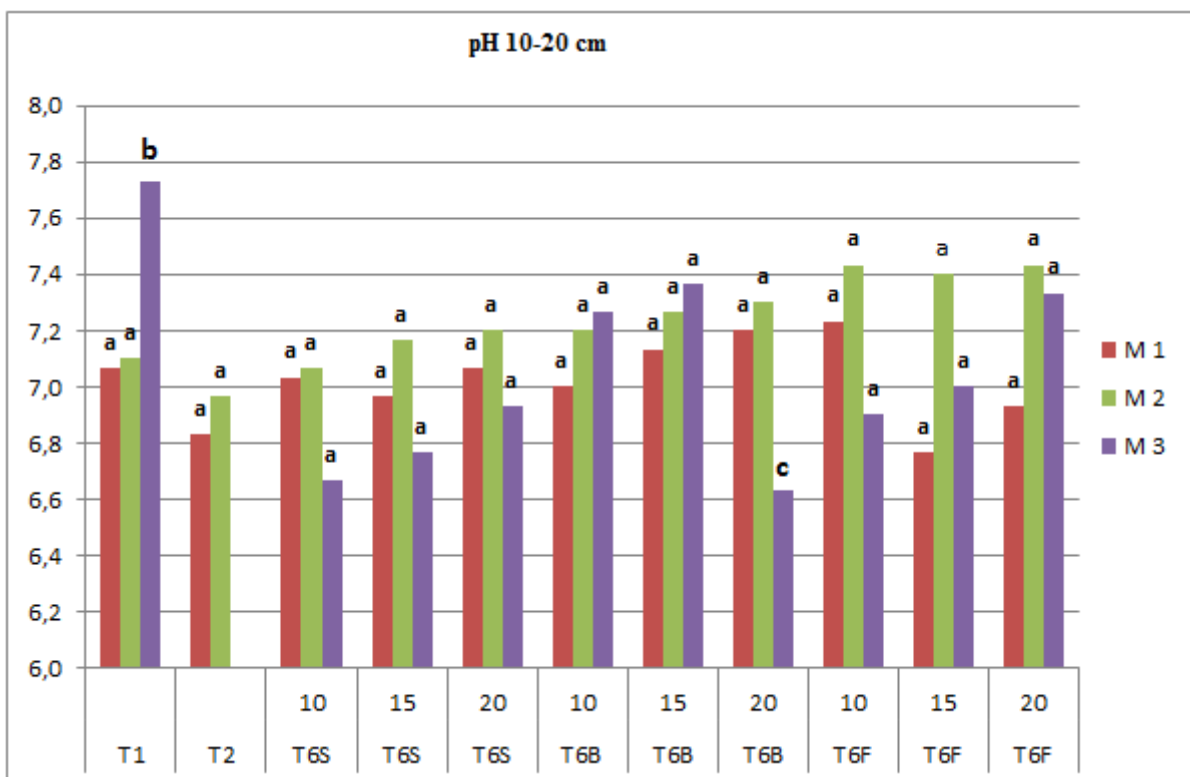


Gráfico 31: Variación del pH de 10-20 cm, en T6, T1 y T2. 10, 15 y 20: densidad de siembra para las variedades de rúcula en kg ha⁻¹. (Medias con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)).

DISCUSIÓN

Es frecuente que las propiedades físico-químicas del suelo (textura, contenido de materia orgánica, concentración de sales, pH del suelo, entre otras), presenten cierta variabilidad espacial, como respuesta a las complejas interacciones entre procesos físicos, químicos y biológicos, de origen geológico y pedogenético, que actúan simultáneamente con diferente intensidad (Mallarino & Vittry 2004), debiéndose añadir aquella que resulta de los procesos erosivos y la historia de manejo (Young *et al.*, 1999).

Esta variabilidad, que se detecta incluso a escala de lote, puede influenciar el crecimiento y desarrollo de los cultivos y, por ende, la distribución espacial del rendimiento (Corwin *et al.*, 2005), de aquí la importancia de conocer dicha variabilidad. Por otro lado, hay que considerar que el manejo uniforme de los lotes no tiene en cuenta la variabilidad existente, en consecuencia, no resulta una estrategia de manejo eficiente.

Particularmente, la CE está influenciada por una combinación de propiedades del suelo, como pueden ser la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la humedad del suelo, la capacidad de intercambio catiónico, la salinidad, el pH y el contenido de Ca^{2+} y Mg^{2+} , entre otras (Peralta *et al.*, 2013).

En cuanto a la variabilidad temporal de la CE del suelo, la misma suele tener correspondencia con la época del año en la que se realizan los distintos ciclos de cultivo, siendo más elevada en la época de verano, donde el proceso de evaporación es mayor. Rebollo (2014) analizó la evolución de la CE a lo largo de cuatro ciclos de cultivo de lechuga bajo invernadero y encontró que en los ciclos 1 y 3, correspondientes a las estaciones de invierno y verano, la CE fue relativamente más baja que en los ciclos 2 y 4 de primavera y otoño, respectivamente. Sin embargo, no encontró explicación para el descenso de la CE en el ciclo 3 de verano, teniendo en cuenta que la temperatura promedio registrada durante el mismo presentó valores normales para la época del año analizada.

Otros autores, también encontraron una gran variabilidad en la CE del suelo, en suelos con diferentes usos. Aunque algunos de ellos prestan especial atención al manejo del suelo como el principal factor que afecta la variabilidad de la CE y el pH del suelo, otros sostienen que, aunque el manejo sea uniforme, éste no anula la variabilidad propia de cada variable en un suelo en particular.

Jaramillo (2010), estudió en un suelo cultivado con crisantemos bajo invernadero, la dependencia espacial del pH y de la CE superficial del suelo, a 10 cm de profundidad,

y encontró una alta dependencia de rango muy corto en las propiedades estudiadas (un metro en promedio). Los semivariogramas experimentales fueron predominantemente cíclicos y mostraron dos estructuras espaciales separadas por una distancia de 3 m, que sugieren dependencia espacial en dos escalas diferentes. El autor, consideró este resultado como indicativo del efecto de los sistemas de preparación del terreno para establecer el cultivo y del manejo que se hace del mismo, donde muchas de las prácticas son manuales y pueden generar una alta heterogeneidad en las propiedades del suelo que se relacionan con las variables evaluadas, las que se pueden distribuir de manera casi anidada por efecto del diseño de la siembra y del tamaño de las unidades de producción que pueden generar importantes efectos de borde.

En otro tipo de sistemas de producción, también ha sido evaluada la variabilidad de las propiedades del suelo. Por ejemplo, Zarazúa *et al.* (2007), detectaron variabilidad espacial del pH en los primeros 20 cm del suelo en tres parcelas agrícolas, con rangos de 55 y 148 m y en un tercer caso con rangos más cortos.

Alesso (2014) estudió la variabilidad espacial (VE) y temporal (VT) de rendimientos de maíz y soja, y de las propiedades del suelo en condiciones edafoclimáticas de la Pampa llana Santafesina, en un lote dominado por Argiudoles, con secuencia de maíz-soja de cinco años. Observó variabilidad moderada en los rendimientos, con una estructura espacial de corta distancia (20 a 30 m) consistente entre campañas y otra de mayor distancia, pero variable a través del tiempo. La CE del suelo mostró fuerte estructura espacial a corta distancia (entre 20 y 30 m) con correlación débil a moderada con otros atributos del suelo. No se encontraron diferencias entre los AS de cada zona o fueron de escasa magnitud para sugerir estrategias de manejo diferenciadas, concluyendo que la aplicación del enfoque de zonas homogéneas podría no ser efectiva debido a la fuerte estructura espacial de corta distancia observada tanto en los rendimientos como en los atributos del suelo. Es necesario ampliar los estudios para abarcar otras condiciones experimentales incluyendo diferentes rotaciones de cultivos, relieve y heterogeneidad edáfica.

Conocer la variabilidad que presenta una determinada propiedad del suelo, puede ser importante a la hora de aplicar, por ejemplo, enmiendas o fertilizantes al suelo, el cual no tendría la misma respuesta en todos los puntos, si fueran similares otras variables que también influyen en dicha respuesta, como son por ejemplo los contenidos de materia orgánica. Éste sería el caso, si la recomendación de manejo se basara en un muestreo tradicional, donde se suele contemplar una muestra compuesta por unidad de producción.

De acuerdo al análisis estadístico descriptivo realizado en el presente trabajo en base a los DE, se observó que para el pH los máximos desvíos obtenidos fueron de 0,6 unidades, mientras que en la CE se registraron desvíos máximos de 4,8 unidades. Relacionado al DE se encuentra el coeficiente de variación (CV %). Siguiendo la clasificación realizada por Wilding (1985), se puede considerar que valores de CV de 2 a 15 % se asocian a una categoría baja en cuanto a magnitud de variabilidad. Este es el caso del comportamiento de la variable pH, en el presente estudio. Sin embargo, si bien todos los tratamientos mostraron una magnitud de variabilidad de pH baja, como ya se indicó, debe tenerse en cuenta que el valor del pH es una expresión logarítmica y que, por cada unidad de incremento o disminución en el pH, el efecto sobre algunos de los nutrientes del suelo podría ser hasta 10 veces mayor o menor, respectivamente.

Siguiendo el criterio propuesto por Wilding (1985), y considerando como variabilidad moderada aquella que presenta un CV de 15-40 % y como alta, la que presenta un CV mayor al 40 %, la variabilidad de la CE para cada tratamiento se comportó de la siguiente manera: en T1 moderada a alta, en T2 moderada, en T3 moderada, en T4 baja a moderada, en T5 moderada a alta y en T6S moderada a alta, en T6B baja a moderada y en T6F moderada a alta (Tablas anexo).

Sobre la base conceptual planteada, podría aseverarse que la variabilidad de pH ha sido moderada, ya que los desvíos fueron iguales o mayores a 0,5 (T6 y T3 en M3; T6, T2 y T5 en M2). Más aún, si tenemos en cuenta que las muestras sobre las que se determinaron las propiedades pH y CE fueron muestras compuestas, las que tenderían incluso a enmascarar la variabilidad natural de dichas propiedades.

De todos modos, para explicar la variabilidad encontrada en el pH y fundamentalmente en la CE del suelo a escala de invernadero, deberían realizarse análisis estadísticos específicos, con muestreos georeferenciados e incluso en períodos de tiempo más largos, que permitan establecer un modelo de comportamiento para cada variable y sobre esta base construir los mapas correspondientes. No obstante, preliminarmente podría atribuirse gran parte de la variabilidad encontrada en las propiedades analizadas a la compleja historia de manejo del invernadero.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo permitieron demostrar que:

Se comprobó un aumento de pH en los primeros 10 cm del suelo entre el tratamiento sin cultivar, en el máximo tiempo acumulado, y todos los tratamientos cultivados en general, independientemente de la profundidad del suelo, de la variedad de rúcula y la densidad de cultivo que se considere.

El aumento de pH del suelo por efecto acumulado del agua de riego se atenúa en el suelo cultivado.

Si bien la salinidad del suelo produjo un impacto negativo mayor en la calidad del cultivo de lechuga respecto al de rúcula, producto de su menor tolerancia a la salinidad, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la CE del suelo entre tratamientos, es decir no se comprobó un efecto del cultivo de rúcula en la CE del suelo.

El cultivo asociado no mostró diferencias con respecto al cultivo sin asociar en las propiedades del suelo analizadas.

No se comprobó un efecto del pH sobre la conductividad del suelo, en cambio, se registró una relación positiva y significativa ($R^2 \geq 0.6$) entre pH y tiempo acumulado de riego en todos los tratamientos, independientemente del cultivo implantado y particularmente en T1.

El pH presento variabilidad de muy bajo a bajo y la CE presento mayor variabilidad de moderada a alta.

Este comportamiento debería ser tenido en cuenta a la hora de aplicar, por ejemplo, enmiendas o fertilizantes al suelo, el cual no tendría la misma respuesta en todos los puntos.

Se comprobó que el suelo de invernadero regado con agua clasificada como C₄ S₃, alcanzó un proceso de alcalinización y de salinización que puede resultar difícil de revertir. En esta situación, la recomendación de manejo debe basarse tanto en la inclusión de cultivos tolerantes en la rotación, como rúcula, que no ven afectada ni su calidad ni su rendimiento (o levemente), siendo la densidad más recomendable la de 10 kg·ha⁻¹, como en la aplicación de enmiendas específicas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Alesso, C. (2014). Variabilidad espacial y temporal de rendimientos de maíz (*Zea mays* L.) y soja [*Glycine max* (L.) Merr.] y de las propiedades del suelo en las condiciones edafoclimáticas de la Pampa llana santafesina. Tesis doctoral. 132 pp.
- Andreau, R.; Gelati, P.; Provaza, M.; Bennardi, D.; Fernandez, D.; Vazquez, M. (2012). Degradación física y química de dos suelos del cordón hortícola platense. *Ciencia del Suelo* 30 (2): 107-117.
- Andriulo, A. y Cardone, G. (1998). Impacto de las labranzas y rotaciones sobre la MO de los suelos de la región pampeana húmeda. INTA y Hemisferio Sur SA. Argentina: 65-96 pp.
- Balcaza, L. (2000). Importancia de la calidad de agua de riego en los cultivos bajo cubierta.
http://anterior.inta.gov.ar/f/?url=http://anterior.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor/lb_001.htm, visitado el 3 de septiembre de 2015.
- Barbacone, A. y Costa, J. (1999). Efecto de la calidad de agua para riego sobre algunas propiedades químicas de dos suelos del sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. XIV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Pucón Chile.
- Cano, E.; Casagrande, G.; Conti, H.; Salazar Lea Plaza, J.; Peña Zubiarte, C.; Maldonado Pinedo, D.; Martínez, H.; Hevia, R.; Scoppa, C.; Fernández, B.; Montes, M.; Musto, J. y Pittaluga, A. (1980). Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la provincia de La Pampa. Clima, Geomorfología, Suelo y Vegetación. Buenos Aires, Argentina. Universidad Nacional de La Pampa, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 493 pp.
- Carassay, L. R.; Siliquini, O. A.; Bartel, A.; Rebollo, A.; Ponce, J. P.; Collazo, M.; Baudino, E. (2013). Efecto de la salinidad sobre el cultivo de lechuga (*Lactuca*

sativa L.) cultivada en invernadero en la provincia de La Pampa. XXXVI Congreso Argentino de Horticultura y II Congreso Internacional de Plásticos Agrícolas. Tucumán. ISSN de la edición on line 1851-9342.R 53.

Cavalié, C. (1979). Estudio hidrogeológico para la provisión de agua subterránea potable a la ciudad de Santa Rosa. Acuíferos Santa Rosa-Anguil y Santa Rosa-Toay. 42 pp.

Caviglia, O. y Paparotti, O. (2000). Efecto del uso de aguas de riego de calidad dudosa sobre algunas propiedades químicas del suelo en el centro oeste de Entre Ríos. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo (Comisión IV, Panel N° 15), Mar del Plata, Argentina.

Collazo, M. (2012). Efecto de dos abonos orgánicos sobre propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento de la lechuga (*Lactuca sativa L. var Brisa*). En un Haplustol éntico, Santa Rosa, La Pampa. Trabajo Final de Graduación para alcanzar el grado de Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente. UNLPam. 53 pp.

Collazo, M.; Bartel, A. y Velmonte, V. (2014). Efecto de abonos orgánicos sobre propiedades edáficas y rendimiento de *lactuca sativa l.* XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Bahía Blanca. 5 pp.

Corwin, D. y Lesch, S. (2005). Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture* 46: 11–43.

Costa, J. y Aparicio, V. (1999). Efecto de la calidad del agua sobre las propiedades químicas y físicas de los suelos bajo riego suplementario en el sud-este de la provincia de Buenos Aires en la República Argentina. XIV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Pucón, Chile, 8-12 noviembre, p. 82.

Del Pino, M. (2012). <http://contactorural.wordpress.com/2015/06/12/el-cultivo-de-rucula/>, visitada el 21 de noviembre de 2015.

- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. (2011). InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Ferratto, J.; Longo, A. y Scaglia, E. (2006). Análisis económico de los principales cultivos de hortalizas. Revista Agro mensajes. Facultad de Ciencias Agrarias de Rosario.
- Giai, S. y Tullio, J. (1998). Características de los principales acuíferos de la provincia de La Pampa. Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente. 12: 51-68. 24 pp.
- Grasso, R.; Rotondo, R.; Ortiz Mackinson, M.; Mondino, M.; Calani, P.; Firpo, I. y Cosolito, P. (2014). Efecto de distintos manejos agronómicos sobre parámetros productivos de rúcula (*Eruca sativa* Mill.). Horticultura Argentina 33 (82): R 192. ISSN de la edición online 1851-9342.
- Jaramillo, D. F. (2010). Dependencia espacial de algunas propiedades químicas superficiales del suelo y de algunas variables de producción en cultivos de crisantemo bajo invernadero. Revista Científica UDO Agrícola 10 (1): 60-67.
- Lafi, J.; Díaz N. ; Gabriel, E. y Tarquini, A. (2014). Efecto de la biofumigación con Brassicáceas sobre la producción de conidios de especies de *Fusarium* spp., patógenas de Aliáceas. Horticultura Argentina 33 (82): R 152. ISSN de la edición online 1851-9342.
- Lang, M.; Lipinski, V. y Balcaza, L. (2013). Efecto de la aplicación de enmienda y manejo del riego sobre el rendimiento y la calidad de lechuga bajo invernadero. Horticultura Argentina 32 (79): 32-42.
- Legaz, F. y Primo Millo, E. (1992). Influencia de la fertilización nitrogenada en la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas. Levante Agrícola (317-318): 4-15.

- Mallarino, A. P. y Wittry, D. J. 2004. Efficacy of grid and zone soil sampling approaches for site-specific assessment of phosphorus, potassium, pH, and organic matter. *Precision Agriculture* 5: 131–144.
- Martínez, H.; Sighel, R. y Calamari, N. (1972). Contribución al conocimiento de los suelos del departamento capital, Provincia de La Pampa. Santa Rosa, La Pampa. 51 pp.
- Maas, E. (1986). Salt tolerance of plant. *Applied Agricultural Research* 1: 12-26.
- Maas, E. y Hoffman, G. (1977). Crop salt tolerance: Current assessment. *Journal of Irrigation Drainage*. E-ASCE 103: 115-134.
- Ministerio de la Producción del Gobierno de La Pampa. (2011). Encuesta hortícola provincial. 5 pp.
- Muguiro, A.; Grasso R.; Pechin, C. y Olivieri, P. (2013). Resultados del Censo Hortícola de la provincia de La Pampa campaña 2010-2011. XXXVI Congreso Argentino de Horticultura, San Miguel de Tucumán. ISBN 978-987-99004-1-3.
- Munns, R. (1993). Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. *Plant, Cell and Environment*. 16: 15-24.
- Munns, R. y Tester, M. (2008). Mechanisms of Salinity Tolerance. *Annual Review of Plant Biology*. 59: 651-81.
- Ovalles, F. 1992. Metodología para determinar la superficie representada por muestras tomadas con fines de fertilidad. Serie B. FONAIAP-CENIAPIIAG. Maracay. 44 p.
- Peralta, N.; Costa, J.; Balzarini, M. y Angelini, H. (2013). Delineation of management zones with measurements of soil apparent electrical conductivity in the Southeastern Pampas. *Canadian Journal of Soil Science* (93): 205-218 doi:10.4141/CJSS2012-022.

- Porta Casanellas, J.; López Acevedo Reguerín, M. y Roquero De Laburu, C. (1999). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi. España. 848 pp.
- Quinteros, C.; Boschetti, N.; Durand Morat, A. y Fettolini, S. (2000). Recuperación de suelos dispersivos por medio de enmiendas. <http://www.fertilizando.com/articulos/recuperación%20de%20suelos>. Consultada el 29 de noviembre de 2015.
- Rebollo, M.A. (2014). Efecto acumulado de dos abonos orgánicos sobre el suelo y rendimiento de lechuga (*Lactuca sativa L. var. Brisa*) en un Haplustol éntico, Santa Rosa La Pampa. Trabajo Final de Graduación para alcanzar el grado de Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente. UNLPam. 84 pp.
- Rhoades, J.; Manteghi, N.; Shouse, P. y Alves, W. (1989). Soil electrical conductivity and soil salinity: new formulations and calibrations. *Soil Science Society of America Journal*. 53: 433-439.
- Richards, L. A. (1977). Diagnóstico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Ed. Limusa. México. 172 pp.
- Sánchez, T.; Gili, A.; Siliquini, O.; Baudino, E.; Olivieri, P.; Morazzo, G.; Reinaudi, N. y Sánchez, F. (2013). Efecto de dos calidades de agua diferentes y dosis de fertilizantes, sobre el rendimiento de lechuga y amaranto. Libro IV Congreso Pampeano del Agua. 263-271.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de La Nación (SAyDS). (2007). Primer inventario nacional de bosques nativos: informe regional espinal, segunda parte. Primera edición: Buenos Aires, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de La Nación. 154 pp.
- Shannon, M.C. y Grieve C.M. 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae*. 78: 5-38.

- Siliquini, O.; Gregoire, H. y Scarone, J. (2001). Evolución de la producción hortícola en la provincia de La Pampa. XXIV Congreso Argentino de Horticultura. Jujuy Resúmenes. Horticultura Argentina 20 (48).
- Spedaletti, M. (2015). Evaluación de la influencia del manejo en la evolución del perfil de salinidad en huertas bajo cubierta de la localidad de Santa Rosa, provincia de la Pampa. Trabajo Final de Graduación para alcanzar el grado de Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente. UNLPam. 53 pp.
- Spedaletti, M.; Bartel, A. y Carassay, L. (2015). Irrigación con diferente calidad de agua en suelos bajo invernadero, Santa Rosa, La Pampa. Efecto sobre propiedades químicas del suelo. XXXVIII Congreso Argentino de Horticultura. Bahía Blanca. Resumen.
- Vázquez, M.; Millán, G. y Gelati, P. (2006). Efecto del riego complementario sobre la salinidad y sodicidad de diferentes suelos del NO y Centro-E de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata. 11 pp.
- Vázquez, M.; Millán, G. y Gelati, P. (2008). Simulación del efecto del riego complementario en un suelo Udipsament típico. Ciencia del Suelo 26 (2): 195-203.
- Wilding, L. (1985). Spatial variability: its documentation, accommodation and implication to soil surveys. In: D. R. Nielsen and J. Bouma (eds.). Soil spatial variability. Pudoc, Wageningen, The Netherlands: 166-194 pp.
- Young, F.; Hammer, R. y Larsen, D. (1999). Frequency distributions of soil properties on loess-mantled Missouri watershed. Soil Science Society of America Journal. 63: 178-185.
- Zarazúa-Villaseñor, P.; González-Eguiarte, D.; Nuño-Romero, R.; Ruiz-Corral, J.; Torres-Morán, J. (2007). Variabilidad espacial del pH del suelo en tres parcelas agrícolas. Terra Latinoamericana. 25 (2): 203-210.

ANEXO: TABLAS DE DATOS

Tabla 5: Valores medios de pH, su clasificación (C) y desvío estándar (DE) según el muestreo (M1, M2 y M3), para el tratamiento con rúcula T6, comparados con el tratamiento sin cultivar T1 y cultivado con lechuga T2. S/D: sin datos. N: Neutro; LA: Ligeramente Alcalino.

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD	MUESTREO								
		M1			M2			M3		
		pH	DE	C	pH	DE	C	pH	DE	C
T6S-10	0-10 cm	7,0	0,2	N	7,1	0,5	N	6,9	0,1	N
	10-20 cm	7,0	0,3	N	7,1	0,4	N	6,7	0,2	N
T6S-15	0-10 cm	6,8	0,3	N	7,2	0,4	N	6,8	0,1	N
	10-20 cm	7,0	0,3	N	7,2	0,3	N	6,8	0,1	N
T6S-20	0-10 cm	7,0	0,2	N	7,3	0,2	N	7,3	0,5	N
	10-20 cm	7,1	0,2	N	7,2	0,1	N	6,9	0,3	N
T6B-10	0-10 cm	6,9	0,2	N	7,2	0,5	N	7,0	0,3	N
	10-20 cm	7,0	0,1	N	7,2	0,4	N	7,3	0,3	N
T6B-15	0-10 cm	7,1	0,2	N	7,3	0,4	N	7,0	0,4	N
	10-20 cm	7,1	0,1	N	7,3	0,4	N	7,4	0,5	LA
T6B-20	0-10 cm	7,1	0,2	N	7,3	0,3	N	6,7	0,1	N
	10-20 cm	7,2	0,1	N	7,3	0,3	N	6,6	0,1	N
T6F-10	0-10 cm	7,2	0,2	N	7,4	0,3	LA	6,8	0,2	N
	10-20 cm	7,2	0,1	N	7,4	0,2	LA	6,9	0,2	N
T6F-15	0-10 cm	6,9	0,3	N	7,4	0,3	LA	7,1	0,1	N
	10-20 cm	6,8	0,4	N	7,4	0,2	LA	7,0	0,0	N
T6F-20	0-10 cm	6,9	0,4	N	7,5	0,3	LA	7,0	0,4	N
	10-20 cm	6,9	0,2	N	7,4	0,2	LA	7,3	0,6	N
T1	0-10 cm	6,9	0,1	N	7,0	0,1	N	7,8	0,2	LA
	10-20 cm	7,1	0,1	N	7,1	0,2	N	7,7	0,3	LA
T2	0-10 cm	6,8	0,3	N	7,2	0,0	N	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	6,8	0,3	N	7,0	0,5	N	S/D	S/D	S/D

Tabla 6: Valores medios de CE, su clasificación (C) y desvío estándar (DE) según el muestreo (M1, M2 y M3), para el tratamiento con rúcula T6, comparados con el tratamiento sin cultivar T1 y cultivado con lechuga T2. S/D: sin datos. LS: Ligeramente Salino; MS: Moderadamente Salino.

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD	MUESTREO								
		M1			M2			M3		
		CE	DE	C	CE	DE	C	CE	DE	C
T6S-10	0-10 cm	5,9	1,3	LS	7,2	1,2	LS	6,6	1,2	LS
	10-20 cm	5,8	1,1	LS	7,9	2,1	LS	8,2	1,8	MS
T6S-15	0-10 cm	6,1	1,3	LS	7,7	2,1	LS	8,0	3,3	LS
	10-20 cm	5,8	2,6	LS	8,0	2,3	LS	8,3	2,9	MS
T6S-20	0-10 cm	6,2	1,9	LS	7,2	2,0	LS	6,1	1,2	LS
	10-20 cm	6,4	3,0	LS	8,5	3,5	MS	8,2	3,6	MS
T6B-10	0-10 cm	6,2	1,7	LS	6,4	2,1	LS	6,4	1,0	LS
	10-20 cm	6,0	2,3	LS	6,8	3,0	LS	6,1	2,3	LS
T6B-15	0-10 cm	5,3	0,6	LS	5,8	0,7	LS	6,7	0,8	LS
	10-20 cm	5,6	0,8	LS	5,5	1,0	LS	6,1	0,5	LS
T6B-20	0-10 cm	5,1	0,2	LS	5,7	1,0	LS	6,7	0,8	LS
	10-20 cm	4,7	0,6	LS	5,8	0,4	LS	7,2	1,2	LS
T6F-10	0-10 cm	5,1	2,0	LS	4,6	0,7	LS	5,7	2,0	LS
	10-20 cm	4,7	1,1	LS	4,8	0,9	LS	6,5	1,7	LS
T6F-15	0-10 cm	5,8	1,6	LS	5,3	1,3	LS	5,0	0,7	LS
	10-20 cm	5,7	1,7	LS	6,0	1,6	LS	7,0	0,9	LS
T6F-20	0-10 cm	5,3	1,2	LS	5,2	0,8	LS	6,1	3,1	LS
	10-20 cm	6,4	1,8	LS	5,6	1,6	LS	6,3	2,6	LS
T1	0-10 cm	6,7	2,8	LS	7,2	1,7	LS	5,7	1,1	LS
	10-20 cm	5,3	1,7	LS	6,5	1,0	LS	7,2	3,4	LS
T2	0-10 cm	5,8	0,2	LS	7,1	1,3	LS	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	5,8	1,8	LS	7,1	2,2	LS	S/D	S/D	S/D

Tabla 7: Valores medios de pH, su clasificación (C) y desvío estándar (DE) según el muestreo (M1, M2 y M3), para el tratamiento con bonanza T3, comparados con el tratamiento sin cultivar T1 y cultivado con lechuga T2. S/D: sin datos. N: Neutro; LA: Ligeramente Alcalino.

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD	MUESTREO								
		M1			M2			M3		
		pH	DE	C	pH	DE	C	pH	DE	C
T3-10	0-10 cm	6,9	0,3	N	7,3	0,1	N	7,3	0,3	N
	10-20 cm	7,0	0,3	N	7,3	0,1	N	7,3	0,4	N
T3-15	0-10 cm	7,1	0,2	N	7,5	0,1	LA	7,5	0,4	LA
	10-20 cm	7,2	0,1	N	7,4	0,0	LA	7,4	0,4	LA
T3-20	0-10 cm	7,2	0,1	N	7,4	0,1	N	7,5	0,5	LA
	10-20 cm	7,0	0,4	N	7,4	0,1	LA	7,3	0,4	N
T3-A	0-10 cm	6,9	0,4	N	7,4	0,2	LA	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	6,9	0,3	N	7,4	0,1	LA	S/D	S/D	S/D
T1	0-10 cm	6,9	0,1	N	7,0	0,1	N	7,8	0,2	LA
	10-20 cm	7,1	0,1	N	7,1	0,2	N	7,7	0,3	LA
T2	0-10 cm	6,8	0,3	N	7,2	0,0	N	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	6,8	0,3	N	7,0	0,5	N	S/D	S/D	S/D

Tabla 8: Valores medios de CE, su clasificación (C) y desvío estándar (DE) según el muestreo (M1, M2 y M3), para el tratamiento con bonanza T3, comparados con el tratamiento sin cultivar T1 y cultivado con lechuga T2. S/D: sin datos. LS: Ligeramente Salino.

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD	MUESTREO								
		M1			M2			M3		
		CE	DE	C	CE	DE	C	CE	DE	C
T3-10	0-10 cm	6,1	1,6	LS	6,5	2,4	LS	5,7	2,9	LS
	10-20 cm	5,9	2,9	LS	7,1	4,8	LS	6,3	1,5	LS
T3-15	0-10 cm	5,7	0,6	LS	4,8	1,2	LS	4,9	1,3	LS
	10-20 cm	5,2	0,7	LS	5,0	0,1	LS	5,8	1,1	LS
T3-20	0-10 cm	5,2	0,9	LS	5,7	1,1	LS	4,5	1,7	LS
	10-20 cm	6,5	1,5	LS	5,8	1,2	LS	6,6	1,7	LS
T3-A	0-10 cm	7,6	0,8	LS	6,3	1,0	LS	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	7,1	1,4	LS	7,0	1,2	LS	S/D	S/D	S/D
T1	0-10 cm	6,7	2,8	LS	7,2	1,7	LS	5,7	1,1	LS
	10-20 cm	5,3	1,7	LS	6,5	1,0	LS	7,2	3,4	LS
T2	0-10 cm	5,8	0,2	LS	7,1	1,3	LS	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	5,8	1,8	LS	7,1	2,2	LS	S/D	S/D	S/D

Tabla 9: Valores medios de pH, su clasificación (C) y desvío estándar (DE) según el muestreo (M1, M2 y M3), para el tratamiento con Sais T4, comparados con el tratamiento sin cultivar T1 y cultivado con lechuga T2. S/D: sin datos. N: Neutro; LA: Ligeramente Alcalino.

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD	MUESTREO								
		M1			M2			M3		
		pH	DE	C	pH	DE	C	pH	DE	C
T4-10	0-10 cm	6,8	0,3	N	7,3	0,1	N	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	6,9	0,4	N	7,4	0,2	LA	S/D	S/D	S/D
T4-15	0-10 cm	7,0	0,2	N	7,6	0,1	LA	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	7,1	0,1	N	7,5	0,1	LA	S/D	S/D	S/D
T4-20	0-10 cm	7,2	0,1	N	7,6	0,2	LA	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	7,3	0,1	N	7,5	0,2	LA	S/D	S/D	S/D
T4-A	0-10 cm	7,1	0,1	N	7,3	0,1	N	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	7,1	0,1	N	7,4	0,1	LA	S/D	S/D	S/D
T1	0-10 cm	6,9	0,1	N	7,0	0,1	N	7,8	0,2	LA
	10-20 cm	7,1	0,1	N	7,1	0,2	N	7,7	0,3	LA
T2	0-10 cm	6,8	0,3	N	7,2	0,0	N	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	6,8	0,3	N	7,0	0,5	N	S/D	S/D	S/D

Tabla 10: Valores medios de CE, su clasificación (C) y desvío estándar (DE) según el muestreo (M1, M2 y M3), para el tratamiento con Sais T4, comparados con el tratamiento sin cultivar T1 y cultivado con lechuga T2. S/D: sin datos. LS: Ligeramente Salino.

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD	MUESTREO								
		M1			M2			M3		
		CE	DE	C	CE	DE	C	CE	DE	C
T4-10	0-10 cm	6,7	1,4	LS	5,3	0,4	LS	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	6,3	1,1	LS	5,0	0,8	LS	S/D	S/D	S/D
T4-15	0-10 cm	4,8	0,3	LS	4,4	0,7	LS	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	5,7	0,8	LS	5,1	1,4	LS	S/D	S/D	S/D
T4-20	0-10 cm	5,0	1,0	LS	5,1	1,4	LS	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	5,1	0,7	LS	5,9	1,7	LS	S/D	S/D	S/D
T4-A	0-10 cm	5,6	0,6	LS	4,9	1,0	LS	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	5,4	0,8	LS	4,0	1,0	LS	S/D	S/D	S/D
T1	0-10 cm	6,7	2,8	LS	7,2	1,7	LS	5,7	1,1	LS
	10-20 cm	5,3	1,7	LS	6,5	1,0	LS	7,2	3,4	LS
T2	0-10 cm	5,8	0,2	LS	7,1	1,3	LS	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	5,8	1,8	LS	7,1	2,2	LS	S/D	S/D	S/D

Tabla 11: Valores medios de pH, su clasificación (C) y desvío estándar (DE) según el muestreo (M1, M2 y M3), para el tratamiento con Florensa T5, comparados con el tratamiento sin cultivar T1 y cultivado con lechuga T2. S/D: sin datos. N: Neutro; LA: Ligeramente Alcalino.

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD	MUESTREO								
		M1			M2			M3		
		pH	DE	C	pH	DE	C	pH	DE	C
T5-10	0-10 cm	6,6	0,3	N	7,2	0,4	N	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	6,6	0,3	N	7,2	0,5	N	S/D	S/D	S/D
T5-15	0-10 cm	6,9	0,1	N	7,4	0,3	LA	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	7,0	0,1	N	7,3	0,2	N	S/D	S/D	S/D
T5-20	0-10 cm	7,0	0,1	N	7,5	0,0	LA	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	7,1	0,1	N	7,4	0,1	LA	S/D	S/D	S/D
T5-A	0-10 cm	7,1	0,1	N	7,4	0,2	LA	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	7,1	0,1	N	7,4	0,2	LA	S/D	S/D	S/D
T1	0-10 cm	6,9	0,1	N	7,0	0,1	N	7,8	0,2	LA
	10-20 cm	7,1	0,1	N	7,1	0,2	N	7,7	0,3	LA
T2	0-10 cm	6,8	0,3	N	7,2	0,0	N	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	6,8	0,3	N	7,0	0,5	N	S/D	S/D	S/D

Tabla 12: Valores medios de CE, su clasificación (C) y desvío estándar (DE) según el muestreo (M1, M2 y M3), para el tratamiento con Florensa T5, comparados con el tratamiento sin cultivar T1 y cultivado con lechuga T2. S/D: sin datos. LS: Ligeramente Salino; MS: Moderadamente Salino.

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD	MUESTREO								
		M1			M2			M3		
		CE	DE	C	CE	DE	C	CE	DE	C
T5-10	0-10 cm	9,0	2,7	MS	7,0	2,0	LS	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	8,2	3,5	MS	9,5	4,6	MS	S/D	S/D	S/D
T5-15	0-10 cm	5,1	3,0	LS	4,8	1,3	LS	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	6,2	2,2	LS	5,8	1,0	LS	S/D	S/D	S/D
T5-20	0-10 cm	5,4	0,5	LS	4,8	0,2	LS	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	5,6	1,5	LS	5,8	0,3	LS	S/D	S/D	S/D
T5-A	0-10 cm	5,7	1,3	LS	5,9	1,8	LS	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	4,9	0,8	LS	5,1	1,3	LS	S/D	S/D	S/D
T1	0-10 cm	6,7	2,8	LS	7,2	1,7	LS	5,7	1,1	LS
	10-20 cm	5,3	1,7	LS	6,5	1,0	LS	7,2	3,4	LS
T2	0-10 cm	5,8	0,2	LS	7,1	1,3	LS	S/D	S/D	S/D
	10-20 cm	5,8	1,8	LS	7,1	2,2	LS	S/D	S/D	S/D

Cuadro 1: Análisis estadístico para el pH.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
PH	354	0,57	0,37	3,6	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	21,22	109	0,19	2,94	<0,0001
tratamiento	21,22	109	0,19	2,94	<0,0001
Error	16,16	244	0,07		
Total	37,38	353			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,88967					
Error: 0,0662 gl: 244					

Tabla 13: Análisis estadístico para el pH.

Tratamiento	Medias	n	E.E.						
T5-10 10-20M1	6,63	3	0,15	A					
T5-10 0-10M1	6,63	3	0,15	A					
T6B-20 10-20M3	6,63	3	0,15	A					
T6S-10 10-20M3	6,67	3	0,15	A	B				
T6B-20 0-10M3	6,73	3	0,15	A	B	C			
T6F-10 0-10M3	6,77	3	0,15	A	B	C	D		
T6S-15 0-10M1	6,77	3	0,15	A	B	C	D		
T6F-15 10-20M3	6,77	3	0,15	A	B	C	D		
T6S-15 10-20M3	6,77	3	0,15	A	B	C	D		
T4-10 0-10M1	6,8	3	0,15	A	B	C	D		
T6S-15 0-10M3	6,8	3	0,15	A	B	C	D		
T2 0-10M1	6,83	3	0,15	A	B	C	D		
T2 10-20M1	6,83	3	0,15	A	B	C	D		
T6B-10 0-10M1	6,87	3	0,15	A	B	C	D	E	
T5-15 0-10M1	6,87	3	0,15	A	B	C	D	E	
T3-10 0-10M1	6,9	3	0,15	A	B	C	D	E	
T6F-10 10-20M3	6,9	3	0,15	A	B	C	D	E	
T6F-20 0-10M1	6,9	3	0,15	A	B	C	D	E	
T4-10 10-20M1	6,9	3	0,15	A	B	C	D	E	
T6F-15 0-10M1	6,93	3	0,15	A	B	C	D	E	
T1 0-10M1	6,93	3	0,15	A	B	C	D	E	
T6F-20 10-20M3	6,93	3	0,15	A	B	C	D	E	
T6S-10 0-10M3	6,93	3	0,15	A	B	C	D	E	
T6S-20 10-20M3	6,93	3	0,15	A	B	C	D	E	
T2 10-20M2	6,97	3	0,15	A	B	C	D	E	
T5-15 10-20M1	6,97	3	0,15	A	B	C	D	E	
T6S-15 10-20M1	6,97	3	0,15	A	B	C	D	E	
T1 0-10M2	6,97	3	0,15	A	B	C	D	E	
T6S-10 0-10M1	6,97	3	0,15	A	B	C	D	E	
T6B-10 10-20M1	7	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6F-20 0-10M3	7	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6F-15 10-20M3	7	3	0,15	A	B	C	D	E	F
LA 0-10M1	7	9	0,09	A	B	C	D	E	F
T6B-10 0-10M3	7	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T3-20 10-20M1	7	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6S-20 0-10M1	7	3	0,15	A	B	C	D	E	F
LA 10-20M1	7,03	9	0,09	A	B	C	D	E	F
T5-20 0-10M1	7,03	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6S-10 10-20M1	7,03	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T3-10 10-20M1	7,03	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T4-15 0-10M1	7,03	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6B-15 0-10M3	7,03	3	0,15	A	B	C	D	E	F

T6S-20 10-20M1	7,07	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6S-10 10-20M2	7,07	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6B-15 0-10M1	7,07	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T1 10-20M1	7,07	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T5-20 0-10M2	7,07	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T4-15 10-20M1	7,1	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T1 10-20M2	7,1	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6S-10 0-10M2	7,1	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6B-20 0-10M1	7,1	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6B-15 10-20M1	7,13	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T3-15 0-10M1	7,13	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6F-15 0-10M3	7,13	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T4-20 0-10M1	7,17	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6S-15 10-20M2	7,17	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6S-15 0-10M2	7,17	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6F-10 0-10M1	7,17	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6B-10 10-20M2	7,2	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6B-20 10-20M1	7,2	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T5-10 10-20M2	7,2	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6B-10 0-10M2	7,2	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6S-20 10-20M2	7,2	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T3-15 10-20M1	7,2	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T2 0-10M2	7,2	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T3-20 0-10M1	7,23	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T5-10 0-10M2	7,23	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T4-10 10-20M2	7,23	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6F-10 10-20M3	7,23	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6B-15 10-20M2	7,27	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6S-20 0-10M2	7,27	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6B-15 0-10M2	7,27	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6B-10 10-20M3	7,27	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T4-20 10-20M1	7,27	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T4-20 0-10M3	7,27	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T3-10 0-10M3	7,27	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T3-10 10-20M2	7,3	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T5-15 10-20M2	7,3	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6B-20 10-20M2	7,3	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6F-20 10-20M3	7,33	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T3-10 10-20M3	7,33	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T3-10 0-10M2	7,33	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T3-20 10-20M3	7,33	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6B-20 0-10M2	7,33	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T4-10 0-10M2	7,33	3	0,15	A	B	C	D	E	F
LA 0-10M2	7,34	9	0,09	A	B	C	D	E	F
T6F-15 0-10M2	7,37	3	0,15	A	B	C	D	E	F

T6B-15 10-20M3	7,37	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T3-20 0-10M2	7,37	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6F-15 10-20M3	7,4	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T3-20 10-20M2	7,4	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T3-15 10-20M3	7,4	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T3-15 10-20M2	7,4	3	0,15	A	B	C	D	E	F
LA 10-20M2	7,42	9	0,09	A	B	C	D	E	F
T6F-20 10-20M3	7,43	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6F-10 10-20M3	7,43	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6F-10 0-10M2	7,43	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T5-20 10-20M2	7,43	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T5-15 0-10M2	7,43	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T4-20 10-20M2	7,47	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T3-15 0-10M2	7,47	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T5-20 10-20M1	7,5	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T3-15 0-10M3	7,5	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T6F-20 0-10M2	7,5	3	0,15	A	B	C	D	E	F
T3-20 0-10M3	7,53	3	0,15		B	C	D	E	F
T4-15 10-20M2	7,53	3	0,15		B	C	D	E	F
T4-20 0-10M2	7,57	3	0,15			C	D	E	F
T4-15 0-10M2	7,63	3	0,15				D	E	F
T1 10-20M3	7,73	3	0,15					E	F
T1 0-10M3	7,87	3	0,15						F
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)									

Cuadro 2: Análisis estadístico para la CE.

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
CE	354	0,32	0,01	29,28	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	360,85	109	3,31	1,04	0,3985
tratamiento	360,85	109	3,31	1,04	0,3985
Error	777,28	244	3,19		
Total	1138,13	353			
Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,16929					
Error: 3,1856 gl: 244					

Tabla 14: Análisis estadístico para la CE.

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T5-10 10-20M1	4,4	3	1,03	A
T5-10 0-10M1	4,5	3	1,03	A
T6B-20 10-20M3	4,63	3	1,03	A
T6S-10 10-20M3	4,67	3	1,03	A
T6B-20 0-10M3	4,67	3	1,03	A
T6F-10 0-10M3	4,8	3	1,03	A
T6S-15 0-10M1	4,8	3	1,03	A
T6F-15 10-20M3	4,8	3	1,03	A
T6S-15 10-20M3	4,83	3	1,03	A
T4-10 0-10M1	4,83	3	1,03	A
T6S-15 0-10M3	4,9	3	1,03	A
T2 0-10M1	4,97	3	1,03	A
T2 10-20M1	5	3	1,03	A
T6B-10 0-10M1	5,03	3	1,03	A
T5-15 0-10M1	5,03	3	1,03	A
T3-10 0-10M1	5,07	3	1,03	A
T6F-10 10-20M3	5,07	3	1,03	A
T6F-20 0-10M1	5,07	3	1,03	A
T4-10 10-20M1	5,1	3	1,03	A
T6F-15 0-10M1	5,1	3	1,03	A
T1 0-10M1	5,13	3	1,03	A
T6F-20 10-20M3	5,17	3	1,03	A
T6S-10 0-10M3	5,2	3	1,03	A
T6S-20 10-20M3	5,23	3	1,03	A
T2 10-20M2	5,27	3	1,03	A
T5-15 10-20M1	5,3	3	1,03	A
T6S-15 10-20M1	5,3	3	1,03	A
T1 0-10M2	5,33	3	1,03	A
T6S-10 0-10M1	5,33	3	1,03	A
T6B-10 10-20M1	5,37	9	0,59	A
T6F-20 0-10M3	5,4	3	1,03	A
T6F-15 10-20M3	5,47	3	1,03	A
LA 0-10M1	5,57	3	1,03	A
T6B-10 0-10M3	5,57	3	1,03	A
T3-20 10-20M1	5,6	3	1,03	A
T6S-20 0-10M1	5,67	3	1,03	A
LA 10-20M1	5,67	3	1,03	A
T5-20 0-10M1	5,69	9	0,59	A
T6S-10 10-20M1	5,7	3	1,03	A
T3-10 10-20M1	5,7	3	1,03	A
T4-15 0-10M1	5,7	3	1,03	A
T6B-15 0-10M3	5,7	3	1,03	A
T6S-20 10-20M1	5,7	3	1,03	A

T6S-10 10-20M2	5,73	3	1,03	A
T6B-15 0-10M1	5,77	3	1,03	A
T1 10-20M1	5,77	3	1,03	A
T5-20 0-10M2	5,8	3	1,03	A
T4-15 10-20M1	5,8	3	1,03	A
T1 10-20M2	5,8	3	1,03	A
T6S-10 0-10M2	5,8	3	1,03	A
T6B-20 0-10M1	5,81	9	0,59	A
T6B-15 10-20M1	5,83	3	1,03	A
T3-15 0-10M1	5,83	3	1,03	A
T6F-15 0-10M3	5,83	3	1,03	A
T4-20 0-10M1	5,83	3	1,03	A
T6S-15 10-20M2	5,9	3	1,03	A
T6S-15 0-10M2	5,93	3	1,03	A
T6F-10 0-10M1	5,93	3	1,03	A
T6B-10 10-20M2	6	3	1,03	A
T6B-20 10-20M1	6	3	1,03	A
T5-10 10-20M2	6,07	3	1,03	A
T6B-10 0-10M2	6,07	3	1,03	A
T6S-20 10-20M2	6,07	3	1,03	A
T3-15 10-20M1	6,1	3	1,03	A
T2 0-10M2	6,1	3	1,03	A
T3-20 0-10M1	6,17	3	1,03	A
T5-10 0-10M2	6,17	3	1,03	A
T4-10 10-20M2	6,2	3	1,03	A
T6F-10 10-20M3	6,29	9	0,59	A
T6B-15 10-20M2	6,3	3	1,03	A
T6S-20 0-10M2	6,33	3	1,03	A
T6B-15 0-10M2	6,33	3	1,03	A
T6B-10 10-20M3	6,37	3	1,03	A
T4-20 10-20M1	6,4	3	1,03	A
T4-20 0-10M3	6,43	3	1,03	A
T3-10 0-10M3	6,43	3	1,03	A
T3-10 10-20M2	6,47	3	1,03	A
T5-15 10-20M2	6,5	3	1,03	A
T6B-20 10-20M2	6,5	3	1,03	A
T6F-20 10-20M3	6,53	3	1,03	A
T3-10 10-20M3	6,57	3	1,03	A
T3-10 0-10M2	6,63	3	1,03	A
T3-20 10-20M3	6,7	3	1,03	A
T6B-20 0-10M2	6,73	3	1,03	A
T4-10 0-10M2	6,73	3	1,03	A
LA 0-10M2	6,73	3	1,03	A
T6F-15 0-10M2	6,83	3	1,03	A
T6B-15 10-20M3	6,97	3	1,03	A

T3-20 0-10M2	6,97	3	1,03	A
T6F-15 10-20M3	7	3	1,03	A
T3-20 10-20M2	7,07	3	1,03	A
T3-15 10-20M3	7,1	3	1,03	A
T3-15 10-20M2	7,2	3	1,03	A
LA 10-20M2	7,2	3	1,03	A
T6F-20 10-20M3	7,23	3	1,03	A
T6F-10 10-20M3	7,23	3	1,03	A
T6F-10 0-10M2	7,23	3	1,03	A
T5-20 10-20M2	7,33	3	1,03	A
T5-15 0-10M2	7,73	3	1,03	A
T4-20 10-20M2	7,8	3	1,03	A
T3-15 0-10M2	7,9	3	1,03	A
T5-20 10-20M1	7,97	3	1,03	A
T3-15 0-10M3	8	3	1,03	A
T6F-20 0-10M2	8,2	3	1,03	A
T3-20 0-10M3	8,2	3	1,03	A
T4-15 10-20M2	8,23	3	1,03	A
T4-20 0-10M2	8,27	3	1,03	A
T4-15 0-10M2	8,53	3	1,03	A
T1 10-20M3	9,03	3	1,03	A
T1 0-10M3	9,5	3	1,03	A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)				

Tratamiento 1

Tabla 15: Valores de pH y CE (dS m^{-1}) registradas en todas las repeticiones de T1, en las dos profundidades analizadas (amarillo: 0-10 cm y blanco: 10-20 cm) y en los tres muestreos.

	MUESTREO					
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
P 6	pH			CE		
45	6,8	6,9	7,6	9,9	6,7	6,5
46	7	7	7,5	6,7	6,4	11
	M 1	M2	M3	M1	M2	M3
P 7	pH			CE		
47	7	7	8	5,8	9,1	4,4
48	7,1	7,3	8	5,8	7,6	4,5
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
P 15	pH			CE		
113	7	7	7,7	4,5	5,8	6,1
114	7,1	7	7,7	3,5	5,6	6,2

Tratamiento 2

Tabla 16: Valores de pH y CE (dS m^{-1}) registradas en todas las repeticiones de T2, en las dos profundidades analizadas (amarillo: 0-10 cm y blanco: 10-20 cm) y en los tres muestreos.

	MUESTREOS					
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
P 4	pH			CE		
25	6,5	7,2		5,9	8,3	
26	6,5	6,4		5,6	8,9	
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
P 10	pH			CE		
65	7	7,2		5,9	5,7	
66	7	7,3		7,3	5,3	
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
P 13	pH			CE		
93	7	7,2		5,6	7,3	
94	7	7,2		9,1	9,2	

Tratamiento 3

Tabla 17: Valores de pH y CE (dS m^{-1}) registradas en todas las repeticiones de T3, en las dos profundidades analizadas (amarillo: 0-10 cm y blanco: 10-20 cm) y en los tres muestreos.

	MUESTREOS						
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	TRATAMIENTO
P 3	pH			CE			
17	6,7	7,4	7,6	6,4	5,1	3,9	T3-10
18	6,8	7,4	7,8	4,5	3,7	6,5	
19	7	7,4	8	6,2	6,2	3,5	
20	7,2	7,4	7,9	5	5,1	4,6	T3-15
21	7,3	7,4	8,1	5,3	6,7	3,4	
22	7,3	7,5	7,8	5,5	5,7	5,4	T3-20
23	7,1	7,3		7,2	7,1		
24	7,1	7,3		5,9	6,3		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	
P 11	pH			20			
67	6,8	7,3	7	7,5	9,2	9	T3-10
68	6,9	7,2	7,1	9,2	12,5	7,7	
69	7	7,5	7,2	5,8	4	6	
70	7,1	7,4	7,1	4,6	4,9	6,8	T3-15
71	7,1	7,4	7,4	6	5,8	6,4	
72	7,2	7,4	7,2	5,8	7,1	8,6	
73	7,1	7,6		7	5,1		T3-20
74	7,1	7,5		6,7	8,3		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	
P 16	pH			CE			
115	7,2	7,3	7,2	4,3	5,1	4,2	T3-10

116	7,4	7,3	7,1	4	5	4,7	
117	7,4	7,5	7,3	5	4,3	5,2	T3-15
118	7,3	7,4	7,2	6	5,1	6	
119	7,3	7,3	7,1	4,2	4,6	3,7	T3-20
120	6,5	7,3	7	8,2	4,7	5,9	
121	6,4	7,2		8,5	6,6		T3-A
122	6,5	7,4		8,6	6,3		

Tratamiento 4

Tabla 18: Valores de pH y CE (dS m^{-1}) registradas en todas las repeticiones de T4, en las dos profundidades analizadas (amarillo: 0-10 cm y blanco: 10-20 cm) y en los tres muestreos.

	MUESTREOS						
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	TRATAMIENTO
P 2	pH			CE			
9	6,5	7,2		7,8	5,7		T4-10
10	6,5	7,2		6,5	4,2		
11	6,9	7,6		4,6	4,2		T4-15
12	7	7,6		5,7	4,8		
13	7,1	7,7		4,1	4,2		T4-20
14	7,2	7,6		5	5,1		
15	7	7,2		6,3	5,3		T4-A
16	7	7,4		6,3	3,9		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	
P 8	pH			CE			
49	6,8	7,4		7,3	4,9		T4-10
50	7	7,5		7,3	5,2		
51	7	7,7		5,2	3,8		T4-15
52	7,1	7,6		4,9	3,8		
53	7,1	7,6		4,9	4,3		T4-20

54	7,4	7,5		4,4	4,8		
55	7,1	7,4		5,3	3,7		T4-A
56	7,1	7,4		4,9	3,1		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	
P 18	pH			CE			
131	7,1	7,4		5,1	5,2		T4-10
132	7,2	7,5		5,2	5,7		
133	7,2	7,6		4,6	5,2		T4-15
134	7,2	7,4		6,5	6,6		
135	7,3	7,4		6	6,7		T4-20
136	7,2	7,3		5,8	7,9		
137	7,1	7,3		5,1	5,6		T4-A
138	7,2	7,5		5,1	5		

Tratamiento 5

Tabla 19: Valores de pH y CE (dS m^{-1}) registradas en todas las repeticiones de T5, en las dos profundidades analizadas (amarillo: 0-10 cm y blanco: 10-20 cm) y en los tres muestreos.

	MUESTREOS						TRATAMIENTO
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	
P 1	pH			CE			
1	6,4	6,8		7,6	7,8		T5-10
2	6,4	6,7		5,4	10,6		
3	6,8	7,2		2,6	6,3		T5-15
4	7	7,1		5,2	7		
5	7	7,5		5,2	4,8		T5-20
6	7	7,4		5,8	5,5		
7	7,1	7,3		4,5	6,3		T5-A
8	7,1	7,3		4,1	5,5		

	M1	M2	M3	M1	M2	M3	
P 9	pH			CE			
57	6,6	7,4		12,2	8,4		T5-10
58	6,6	7,3		12,2	13,5		
59	6,9	7,7		8,4	4,4		T5-15
60	7	7,4		8,7	5,3		
61	7,1	7,5		5	5		T5-20
62	7,1	7,5		4	6		
63	7,1	7,6		5,7	4		T5-A
64	7,2	7,7		5	3,7		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	
P 17	pH			CE			
123	6,9	7,5		7,3	4,7		T5-10
124	6,9	7,6		7,1	4,4		
125	6,9	7,4		4,3	3,7		T5-15
126	6,9	7,4		4,6	5,2		
127	7	7,5		6	4,6		T5-20
128	7,1	7,4		6,9	5,8		
129	7	7,2		7	7,5		T5-A
130	7	7,3		5,7	6,2		

Tratamiento 6

Tabla 20: Valores de pH y CE (dS m^{-1}) registradas en todas las repeticiones de T6, en las dos profundidades analizadas (amarillo: 0-10 cm y blanco: 10-20 cm) y en los tres muestreos.

	MUESTREOS						TRATAMIENTO
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	
P 5	pH			CE			
27	6,8	6,8	7	6,3	8,3	6,2	T6S-10
28	6,8	6,7	6,5	5,6	7,3	6,1	
29	7	6,9	6,9	5,7	10	7,4	
30	7,1	7	6,9	4,9	7,6	6,1	T6S-15
31	7	7,1	7	7,2	7,5	4,8	
32	7,1	7,1	7	6	7,2	4	
33	6,8	7,1	7,2	8	6,8	5,3	T6S-20
34	6,9	7	7,4	8,6	9,6	4,4	
35	7,1	7,2	7,5	6	6,4	5,8	
36	7,1	7,2	7,5	5,7	4,6	5,9	T6B-10
37	7,2	7,2	6,6	5	6,4	6,2	
38	7,3	7,2	6,5	4,1	6,2	5,8	
39	7,2	7,2	6,7	4,1	5,4	4,6	T6B-15
40	7,2	7,2	6,8	3,5	4,8	5,2	
41	6,6	7,1	7,2	5,7	6,7	4,5	
42	6,7	7,2	7	5,9	5,8	6	T6B-20
43	6,8	7,2	7	6,7	5,8	4,1	
44	6,8	7,2	7,3	6,6	5,9	4	
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	
P 12	pH			CE			
75	7,2	7,5	7	7	7,4	7,9	T6F-10
76	7,3	7,4	6,8	7	10,2	9,5	

77	6,4	7,6	6,7	7,6	7,4	11,6	T6S-15
78	6,6	7,5	6,7	8,7	10,4	11,6	
79	6,8	7,5	7	7,4	9	7,2	T6S-20
80	6,9	7,3	7,2	9,6	12,5	10,3	
81	7,1	7,7	7,1	5,7	4,1	6,6	T6B-10
82	7,1	7,7	6,9	4,4	3,7	7,7	
83	7,2	7,7	6,8	5,1	5	7,4	T6B-15
84	7,2	7,7	6,8	6,3	6,6	6,7	
85	7,2	7,7	6,8	5	4,6	7,7	T6B-20
86	7,2	7,6	6,7	5,3	5,6	7,9	
87	7	7,7	6,6	7,4	4	8	T6F-10
88	7,2	7,6	6,8	5,6	5,7	8,4	
89	7,1	7,6	7	7,5	5	5,8	T6F-15
90	7,2	7,5	7	7,3	7,7	7,7	
91	7,3	7,7	6,6	4,8	5,6	9,6	T6F-20
92	7,2	7,6	6,8	8,1	7	9,1	
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	
P 14	pH			CE			
95	7,3	7,4	7	3,9	4,5	4,6	T6F-10
96	7,3	7,5	7,1	4,9	4	5,9	
97	7,1	7,4	7,2	4,3	4,2	4,6	T6F-15
98	6,4	7,5	7	3,9	4,5	7,2	
99	6,6	7,6	7,4	4,5	4,3	4,5	T6F-20
100	6,8	7,5	7,9	4,6	3,8	5,9	
101	6,7	6,8	6,7	4,8	8,2	7,3	T6B-10
102	7	6,9	7,5	5	7,2	8,9	
103	6,9	6,9	6,8	4,8	6,1	6,9	T6B-15
104	7,1	6,9	7,8	4,8	5,2	5,7	
105	6,9	7,1	6,8	5,3	6,1	6,3	T6B-20
106	7,1	7,1	6,7	4,6	5,5	8	
107	6,9	7	6,8	4,5	6	5,6	T6S-10

108	7	7,1	6,7	4,8	6,2	9	
109	6,9	7	6,8	5	5,8	5	T6S-15
110	7,2	7	6,7	3,8	5,9	7,1	
111	7,2	7,2	7,8	4	5,1	6,2	T6S-20
112	7,2	7,2	6,6	3,7	5,9	10,3	

Tabla 21: pH para T1 y en suelo natural, dato tomado de Spedaletti (2015). Datos tomados de Collazo (2012) y Collazo, et al. (2014) para C1 y C2 respectivamente; C3 y C4 de Rebollo (1014); M1, M2 y M3 obtenidos en este trabajo.

Ciclos y muestreos	T1	Suelo Natural
C1 2012	8,1	5,9
C2 2012	7,2	5,9
C3 2013	6,8	5,9
C4 2013	7,4	5,9
M1 2015	7,0	5,9
M2 2015	7,1	5,9
M3 2015	7,8	5,9

Tabla 22: CE (dS m^{-1}) para T1 y en suelo natural, dato tomado de Spedaletti (2015). Datos tomados de Collazo (2012) y Collazo, et al. (2014) para C1 y C2 respectivamente; C3 y C4 de Rebollo (1014); M1, M2 y M3 obtenidos en este trabajo.

Ciclos y muestreos	T1	Suelo Natural
C1 2012	3,0	0,7
C2 2012	11,2	0,7
C3 2013	5,6	0,7
C4 2013	10,1	0,7
M1 2015	6,0	0,7
M2 2015	6,9	0,7
M3 2015	6,5	0,7

TABLAS DE ANÁLISIS DE COEFICIENTE DE VARIACIÓN

Para analizar la variabilidad en pH y CE se tomó la siguiente clasificación (C):

COEFICIENTE DE VARIACIÓN	0-2 %	2-15 %	15-40 %	≥40 %
CLASIFICACIÓN	MUY BAJO	BAJO	MODERADO	ALTO

Tabla 23: Valores de coeficiente de variación (CV %) para el pH y la CE, para T1 y T2.

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD	pH						CE					
		CVM1	C	CVM2	C	CVM3	C	CVM1	C	CVM2	C	CVM3	C
T1	0-10 cm	1,7	MB	0,8	MB	2,7	B	41,9	A	23,7	M	19,7	M
	10-20 cm	0,8	MB	2,4	B	3,3	B	30,9	M	15,4	M	46,6	A
T2	0-10 cm	4,2	B	0,0	MB			3,0	B	18,5	M		
	10-20 cm	4,2	B	7,1	B			30,2	M	30,6	M		

Tabla 24: Valores de coeficiente de variación (CV %) para el pH y la CE, para T3.

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD	pH						CE					
		CVM1	C	CVM2	C	CVM3	C	CVM1	C	CVM2	C	CVM3	C
T3-10	0-10 cm	3,8	B	0,8	MB	4,2	B	26,8	M	36,6	M	50,2	A
	10-20 cm	4,6	B	1,4	MB	5,5	B	48,6	A	67,2	A	24,0	M
T3-15	0-10 cm	3,2	B	0,8	MB	5,8	B	10,8	B	24,7	M	26,1	M
	10-20 cm	1,4	MB	0,0	MB	5,9	B	13,9	B	2,3	B	19,2	M
T3-20	0-10 cm	1,6	MB	0,8	MB	6,8	B	17,6	M	18,5	M	36,7	M
	10-20 cm	6,2	B	1,4	MB	5,7	B	22,8	M	20,7	M	26,0	M
T3-A	0-10 cm	5,9	B	2,8	B			10,8	B	16,6	M		
	10-20 cm	5,0	B	1,4	MB			19,6	M	16,6	M		

Tabla 25: Valores de coeficiente de variación (CV %) para el pH y la CE, para T4.

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD	pH				CE			
		CVM1	C	CVM2	C	CVM1	C	CVM2	C
T4-10	0-10 cm	4,4	B	1,6	MB	21,3	M	7,7	B
	10-20 cm	5,2	B	2,3	B	16,7	M	15,2	M
T4-15	0-10 cm	2,2	B	0,8	MB	7,2	B	16,4	M
	10-20 cm	1,4	MB	1,5	MB	14,0	B	28,0	M
	0-10 cm	1,6	MB	2,0	B	19,1	M	27,9	M

T4-20	10-20 cm	1,6	MB	2,0	B	13,9	B	28,8	M
T4-A	0-10 cm	0,8	MB	1,4	MB	11,5	B	21,0	M
	10-20 cm	1,4	MB	0,8	MB	13,9	B	23,8	M

Tabla 26: Valores de coeficiente de variación (CV %) para pH y CE, para T5.

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD	pH				CE			
		CVM1	C	CVM2	C	CVM1	C	CVM2	C
T5-10	0-10 cm	3,8	B	5,2	B	30,4	M	28,5	M
	10-20 cm	3,8	B	6,4	B	43,0	A	48,9	A
T5-15	0-10 cm	0,8	MB	3,4	B	58,5	A	28,0	M
	10-20 cm	0,8	MB	2,4	B	35,9	M	17,3	M
T5-20	0-10 cm	0,8	MB	0,0	MB	9,8	B	4,2	B
	10-20 cm	0,8	MB	0,8	MB	26,3	M	4,4	B
T5-A	0-10 cm	0,8	MB	2,8	B	21,8	M	30,0	M
	10-20 cm	1,4	MB	3,1	B	16,3	M	25,1	M

Tabla 27: Valores de coeficiente de variación (CV %) para pH y CE, para T6.

TRATAMIENTO	PROFUNDIDAD	pH						CE					
		CVM1	C	CVM2	C	CVM3	C	CVM1	C	CVM2	C	CVM3	C
T6S-10	0-10 cm	3,0	B	6,7	B	1,7	MB	21,7	M	16,0	B	18,2	M
	10-20 cm	3,6	B	5,0	B	2,3	B	19,2	M	26,2	M	22,4	M
T6S-15	0-10 cm	4,8	B	5,3	B	1,5	MB	22,1	M	27,4	M	41,8	A
	10-20 cm	4,6	B	4,0	B	1,7	MB	44,3	A	28,5	M	35,4	M
T6S-20	0-10 cm	2,9	B	2,9	B	6,4	B	30,8	M	27,3	M	19,9	M
	10-20 cm	2,2	B	1,4	MB	4,4	B	46,2	A	41,0	A	44,4	A
T6B-10	0-10 cm	3,0	B	6,4	B	3,8	B	26,8	M	32,7	M	15,9	M
	10-20 cm	1,4	MB	6,1	B	4,4	B	37,9	M	43,4	A	38,6	M
T6B-15	0-10 cm	2,2	B	5,6	B	5,7	B	11,8	B	12,6	B	12,2	B
	10-20 cm	0,8	MB	5,6	B	7,0	B	13,5	B	18,8	M	8,7	B
T6B-20	0-10 cm	2,4	B	4,4	B	1,7	MB	3,4	B	16,9	M	12,5	B
	10-20 cm	1,4	MB	3,6	B	1,7	MB	12,9	B	6,6	B	17,2	M
T6F-10	0-10 cm	2,1	B	3,4	B	3,1	B	38,3	M	15,3	M	34,2	M
	10-20 cm	0,8	MB	2,8	B	2,5	B	22,9	M	17,6	M	25,9	M
T6F-15	0-10 cm	4,2	B	3,4	B	1,6	B	27,5	M	24,1	M	14,6	B
	10-20 cm	6,0	B	2,3	B	0,0	MB	30,0	M	26,8	M	12,5	B
T6F-20	0-10 cm	5,2	B	3,5	B	5,7	B	22,4	M	15,6	M	50,5	A
	10-20 cm	3,3	B	2,8	B	7,5	B	27,3	M	29,2	M	40,7	A