

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

Trabajo Final presentado para optar al

Grado de Ingeniero Agrónomo

Modalidad: Práctica Profesional

**“Evaluación de rendimiento del cultivo de Soja (*Glycine max*  
*L.*) con diferentes métodos de control de la erosión hídrica”**

**Alumno: Nicolás Guaita**

**DNI: 37275116**

**Director:** Ing. Agr. Dr. José Manuel Cisneros

**Tutor Externo:** Ing. Arg. Alberto Montesano

**Río Cuarto – Córdoba**

**Marzo/2019**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

**Título del Trabajo Final: “Evaluación de rendimiento del cultivo de Soja (Glycine max L.) con diferentes métodos de control de la erosión hídrica”**

Autor: Guaita Nicolás

DNI: 37275116

Director: Ing. Agr. Dr. José Manuel Cisneros

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

**ING. AGR. DR. FEDERICO MORLA** \_\_\_\_\_

**ING. AGR. MARIA JOSÉ GANUN GORRIZ** \_\_\_\_\_

Fecha de Presentación:

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.  
\_\_\_\_\_

Secretario Académico

# ÍNDICE

<b>CERTIFICADO DE APROBACIÓN</b> .....	I
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	III
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	IV
<b>ÍNDICE DE IMÁGENES</b> .....	V
<b>RESUMEN</b> .....	VI
<b>OBJETIVOS</b> .....	VIII
Objetivos Planteados .....	VIII
Objetivos Alcanzados.....	VIII
Introducción. ....	3
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS REALIZADAS</b> .....	11
Análisis estadístico:.....	16
<b>CONCLUSIONES</b> .....	19
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	21

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO N° 1: RESUMEN DE TEMPERATURAS MAX. MIN. MEDIA Y PRECIPITACIONES EN EL PERIODO DEL CULTIVO.....</b>	<b>7</b>
<b>CUADRO N° 2: TEMPERATURAS MAX. MIN. MEDIA Y PRECIPITACIONES HISTÓRICAS PARA LA LOCALIDAD DE SAMPACHO. ....</b>	<b>7</b>
<b>CUADRO N° 3. TABLA DE DIFERENTES RENDIMIENTOS POR TRATAMIENTOS Y REPETICIONES. PARA LA DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO SE EXPLICA EN EL APARTADO ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....</b>	<b>16</b>
<b>CUADRO N° 4. RESULTADO ESTADÍSTICO. ....</b>	<b>17</b>
<b>CUADRO N° 5 COMPARACIÓN DE RENDIMIENTOS.....</b>	<b>17</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA N° 1: PRECIPITACIONES DEL PERIODO 2015/2016 EN CAROLINA EL POTOSÍ.</b> .....	7
<b>FIGURA N° 2: CENTRO POBLADOS CERCANOS.</b> .....	9
<b>FIGURA N° 3 ESTABLECIMIENTO DON EMILIO</b> .....	9
<b>FIGURA N° 4. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA EN ESTUDIO.</b> .....	10
<b>FIGURA N° 5. MODELOS DE CONTROL DE EROSIÓN Y PERFIL DE ELEVACIÓN.</b> ● <b>A FAVOR DE LA</b>	
<b>PENDIENTE.</b> ● <b>CURVAS A NIVEL SIN TERRAZAS.</b> ● <b>TERRAZA, PARTE MEDIA.</b> ● <b>TERRAZA,</b>	
<b>CANAL.</b> ● <b>TERRAZA, LOMO.</b> <b>PENDIENTE</b> .....	14
<b>FIGURA N° 6. MODELOS DE CONTROL DE EROSIÓN Y PERFIL DE ELEVACIÓN.</b> ● <b>A FAVOR DE LA</b>	
<b>PENDIENTE.</b> ● <b>CURVAS A NIVEL SIN TERRAZAS.</b> ● <b>TERRAZA, PARTE MEDIA.</b> ● <b>TERRAZA,</b>	
<b>CANAL.</b> ● <b>TERRAZA, LOMO.</b> <b>— PENDIENTE</b> .....	14
<b>FIGURA N° 7. ESQUEMA DE UBICACIÓN DE REPETICIONES Y TRATAMIENTOS A ACAMPO. TN:</b>	
<b>TRATAMIENTO; FLECHA: DIRECCIÓN DE LA PENDIENTE.</b> .....	15

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>IMAGEN N° 1. ESTACIÓN DE MEDICIÓN S.A.O.C.O.M. ....</b>	<b>10</b>
<b>IMAGEN N° 2. DETERMINACIÓN PERFIL DEL SUELO. ....</b>	<b>11</b>
<b>IMAGEN N° 3. UBICACIÓN DE LOS SECTORES DE ENSAYO.....</b>	<b>12</b>
<b>IMAGEN N° 4. COSECHA DE SOJA EN ESTADO DE MADUREZ FISIOLÓGICA R7.....</b>	<b>13</b>
<b>IMAGEN N° 5. PUESTA A PUNTO DE COSECHADORA, EN LA AGENCIA EXPERIMENTAL I.N.T.A. ....</b>	<b>15</b>
<b>IMAGEN N° 6. EQUIPO DE TRABAJO. DE IZQUIERDA A DERECHA. GUAITA NICOLÁS, ING. A. MONTESANO ALBERTO, SCALISE ADRIANO.....</b>	<b>20</b>

## RESUMEN

El cultivo de soja es importante a nivel nacional, por lo que se busca un sistema de producción más eficiente, con el objetivo de incrementar el rendimiento, la calidad y a su vez disminuir el impacto ambiental con mayor énfasis en las regiones de piedemonte, debido que las mismas cuentan con pendientes importantes, por ende, no hay que minimizar la problemática y prestarle el cuidado necesario para evitar erosiones por causa de las precipitaciones. Este trabajo se basó en la implementación de diferentes métodos para el control de la erosión hídrica mediante distintos esquemas de siembra en busca de evitar dicha erosión y a su vez aumentar el rendimiento del cultivo de soja. La práctica se realizó en la zona de Carolina el Potosí, en el establecimiento Don Emilio, perteneciente al Señor Gustavo Aluffi bajo la tutoría del Ing. A. Alberto Montesano perteneciente a la A.E.R.I.N.T.A. Río Cuarto. Se lograron realizar dos métodos de siembras, versus la siembra a favor de la pendiente (testigo). El primero de ellos fue la siembra siguiendo la curva a nivel y el segundo mediante terrazas de absorción de base ancha. La densidad de semillas fue homogénea, siendo la misma de 300.000 semillas/ha. en todo el lote, al igual que la variedad elegida que fue Nidera A5009RG, con un distanciamiento entre hileras de 52,5 cm. La fecha de siembra fue el 21/12/2015 y la de cosecha, manual, fue el 4/04/2016 tomando unas 15 muestras en total, pertenecientes a los tres métodos, obteniendo 3 por cada uno de ellos, con la salvación que en la terraza se tomaron 9 muestras ya que se considera 3 grandes partes en la misma, las cuales se detallan a continuación: la parte media entre terrazas, el canal y el lomo, ya que el rendimiento es explicado en un 80% en la parte media y el 20 restante en el canal y lomo. Los resultados obtenidos no fueron los esperados, debido a que en el ciclo del cultivo tuvo abundantes precipitaciones en el orden de los 691 mm lo cual enmascaró el efecto perjudicial. Ya que la disminución del rinde en -2 % para la siembra en terrazas con respecto a la siembra siguiendo la pendiente no es significativo, al igual que el -4 % entre la primera y la siembra en curvas a nivel. De todas maneras, hay una ganancia en el cuidado del suelo debido a que con estos métodos de control (terrazas y curvas a nivel) disminuye la probabilidad de que se produzcan eventos desfavorables como la pérdida de suelo debido a la escorrentía del agua entre otras o más grave aún como la formación de cárcavas. Lo cual hace que sea un método recomendado para la zona de estudio.

**Palabras Claves:** Terrazas, Erosión Hídrica, Curvas a nivel, A.E.R.I.N.T.A. Río Cuarto, U.N.R.C., Soja.

## SUMMARY

Soybean growing is important at national level. As a result, a more efficient system of production is being targeted in order to increase the crop yield and its quality as well as to decrease the environmental impact, focusing on foothills regions (Piedmont areas), as these ones have remarkable slopes. Minimizing this current problem is not the right course of action. On the contrary, it is necessary to focus on it, so that erosion caused by precipitation can be avoided. This task has been based on the implementation of different methods for water erosion control through various planting diagrams searching to avoid this erosion as well as to increase yields of soybean. The field practice was carried out in Carolina el Potosí, at rural establishment Don Emilio, owned by Mr Gustavo Aluffi, under the training and coaching of Ing.A. Alberto Montesano, who belongs to A.E.R.I.N.T.A. Río Cuarto. Two kinds of sowing methods were used versus the sowing in favour of slope. The first one was the sowing following the contour line and the second one through the wide base absorption terraces. The planting density was uniform, 300,000 seeds/ha in whole lot, like the chosen variety, Nidera A5009RG, with a planting distance between rows of 52.5 cm. 21<sup>st</sup> December 2015 was the sowing date and 4<sup>th</sup> April 2016 was the manual harvest, taking around 15 samples altogether, which belong to the 3 methods, getting 3 out of each one, except from the terrace, where 9 samples were taken as it is divided into 3 large parts, which are detailed next: the middle part between terraces, the channel and the ridge. The results obtained weren't as good as expected, due to the high rainfalls during the cultivation cycle of the crop. It was about 691 mm what covered up the detrimental effect. The -2 % crop yield decrease for sowing in terraces regarding the sowing following the slope is not significant, like the -4 % between the first one and the sowing in contour lines. On the other hand, there is a profit from the soil care. It is on account of the control methods (terraces, contour lines) which decrease the probability of producing unfavorable events such as the loss of soil due to water flows among other things, or even more serious like gullies formation. As a result, this method is recommended for the studied area.

**KEY WORDS:** terraces, water erosion, contour lines, A.E.R.I.N.T.A. Río Cuarto, U.N.R.C., soy.

## **OBJETIVOS**

### Objetivos Planteados

- Enfrentar el tipo de problemas que se hallará en el ejercicio cotidiano de la profesión y reforzar la capacidad de extensión y diálogo entre los productores y demás técnicos que se desarrollan en dicho contexto.
- Favorecer el conocimiento práctico y aprender a integrar aspectos para desarrollar técnicas de manejo y de resolución de problemas.
- Adquirir conocimientos y experiencia práctica, complementaria a la formación académica, sobre la evaluación del rendimiento de soja en diferentes métodos de conservación del suelo.

### Objetivos Alcanzados

- Los objetivos planteados fueron logrados con éxitos, además de tareas anexas al proyecto, como la colaboración en la determinación del perfil del suelo en dicho establecimiento, la revisión y toma de muestreo de humedad del suelo para la calibración de la estación allí instalada por la Red de la C.O.N.A.E. (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) y S.A.O.C.O.M. (Satélite Argentino de Observación Con Microondas).

## Introducción.

Los procesos de degradación de tierras en varias regiones de América Latina y África tienen su origen en factores sociales, económicos y culturales, que se traducen en la sobreexplotación de los recursos naturales y en la aplicación de prácticas inadecuadas de manejo de suelos y aguas. La consecuencia de todo ello es la inhabilitación productiva de muchas tierras agrícolas que va en detrimento de la producción de alimentos para una población creciente en estos dos continentes (FAO, 2000).

Se ha estimado que, para obtener una cosecha satisfactoria, por ejemplo, 4000 kg/ha de soja, 10.000 kg/ha de maíz, se necesitan más de 500 milímetros de agua disponible para el vegetal en su etapa de crecimiento. En muchas áreas agrícolas del país, el déficit de agua no radica solamente en la escasez de las precipitaciones sino, además, en el insuficiente almacenaje de agua en el suelo, debido a alguna forma no adecuada de manejo de la infiltración y el escurrimiento. Mediciones realizadas por el I.N.T.A. indican que, muchas veces se pierde por escurrimiento más del 40% del agua de lluvia (Casas *et al.*, 2008).

En la Argentina, alrededor de un 20 % de su territorio está afectado por procesos de erosión hídrica y eólica, lo cual representa unos 60 millones de hectáreas (Forziati y Jodor, 2008).

En el sur de Córdoba se encuentran llanuras onduladas ubicadas hacia el este del piedemonte, que cuenta con unas 700.000 ha de tierras sujetas a severos procesos de erosión hídrica con un uso predominantemente agrícola (Cisneros, 2015).

En un estudio realizado por la U.N.R.C. y el I.N.T.A. en el sur de la provincia de Córdoba se pudo observar que la mayoría de los productores no utilizan o adoptan ninguna estrategia de aprovechamiento del agua de lluvia, dado que mayoritariamente se realizan a favor de la pendiente y frecuentemente los altos niveles de compactación superficial del suelo obstaculizan la infiltración de agua de lluvia, aumentando el escurrimiento superficial (Cisneros *et al.*, 2008).

El esfuerzo político debería orientarse a fomentar prácticas de conservación del suelo y el agua, tales como manejo de la condición superficial y subsuperficial del suelo y del relieve, que permitan un mejor aprovechamiento del recurso hídrico (Cisneros *et al.*, 2008).

Dada la situación de la región, es muy importante conocer las técnicas de conservación que se pueden aplicar en la zona y evaluar el impacto que éstas tienen. Muchas veces se comete el error de aplicar técnicas en zonas para las que no fueron diseñadas, dando resultados poco favorables y generando desagrado en los productores. Medir el impacto y determinar el correcto uso de una técnica es clave para su utilización.

Las técnicas de conservación de suelo involucran la modificación en el relieve, las mismas también llamadas prácticas de conservación, prácticas estructurales o de

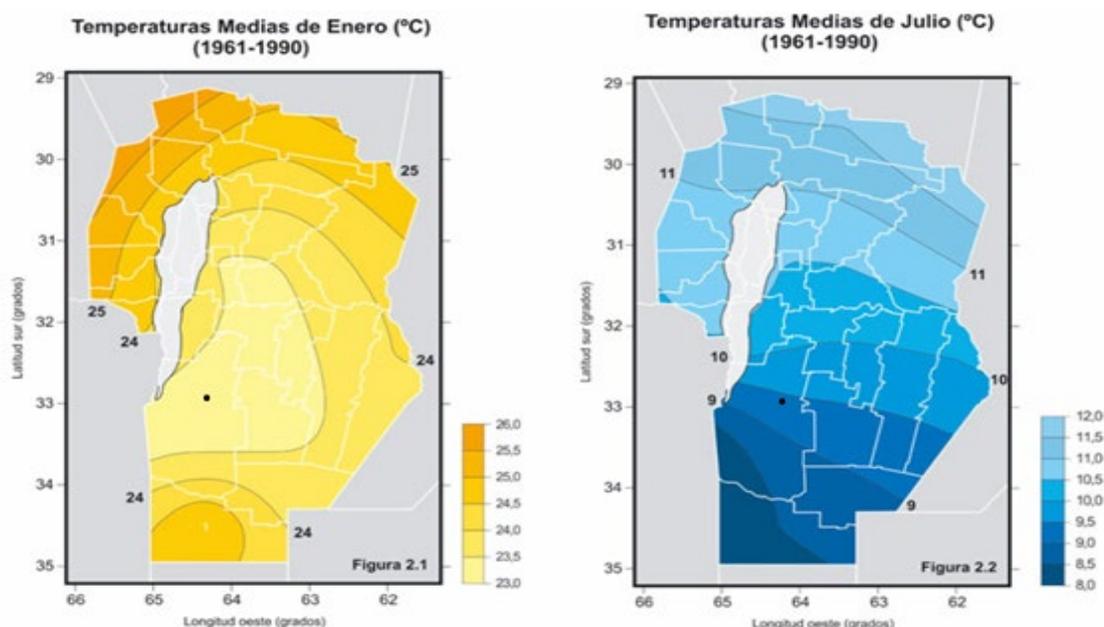
sistematización, son un conjunto de técnicas que abarcan desde la simple ordenación de las líneas de cultivo, hasta prácticas muy complejas como la nivelación completa de terrenos muy inclinados, con fines de implementar el uso agrícola. Las técnicas de manejo del relieve se basan en diferentes principios del ordenamiento hidrológico: Acortar la longitud de la pendiente, de modo de reducir la velocidad del escurrimiento o directamente detenerlo, generar microrelieves superficiales que permiten incrementar la retención y el detenimiento superficial del agua en superficie y de ese modo mejorar la captación del agua en el lugar donde cae, atrapar los sedimentos que se mueven con el escurrimiento, por el efecto de “filtro” que pueden tener los residuos en superficie siguiendo líneas en contorno, controlar el movimiento de partículas por el viento (saltación) cuando la dirección de los microrelieves o las fajas de cultivos cortan la dirección del viento predominante, conducir controladamente los escurrimientos que no pudieron ser manejados por otras técnicas a lugares predeterminados sin que causen erosión. (Cisneros *et al*, 2012).

Para este trabajo se utilizaron las técnicas de conservación del suelo en la que se involucró, cultivo en curva de nivel y terrazas, siendo la primera en orden de complejidad para su diagramación y ejecución, la menor. Se basa en el trazado de una línea que tenga en cuenta todas las posibles direcciones de la pendiente del lote para que las tareas posteriores sigan la misma, disminuyendo el riesgo de erosión. Para el caso de la segunda técnica, pueden ser de desagüe o de absorción. El objetivo común a ambos tipos de terrazas es cortar la longitud de la pendiente del lote con estructuras conformadas por un bordo de tierra de baja altura. El bordo interrumpe el flujo de la escorrentía, el que puede tomar dos caminos posibles, en función del tipo de terraza. En las de desagüe, el escurrimiento circula lentamente por la porción cóncava de la terraza (canal de esta) y descarga en un canal de desagüe planificado a tal fin. En las de absorción el escurrimiento se acumula en la porción cóncava de la terraza, provocando allí su infiltración en el suelo. La primera está construida con una leve pendiente de alrededor de 0,5 %, para que circule el agua en forma controlada, asegurando que no produzca sedimentos en el canal ni tampoco genere un flujo erosivo del mismo, en cambio la última está construida siguiendo puntos de igual altura sobre el nivel del mar, por ende, su pendiente es nula. (Cisneros *et al.*, 2004).

## Descripción Climatológica de la Región

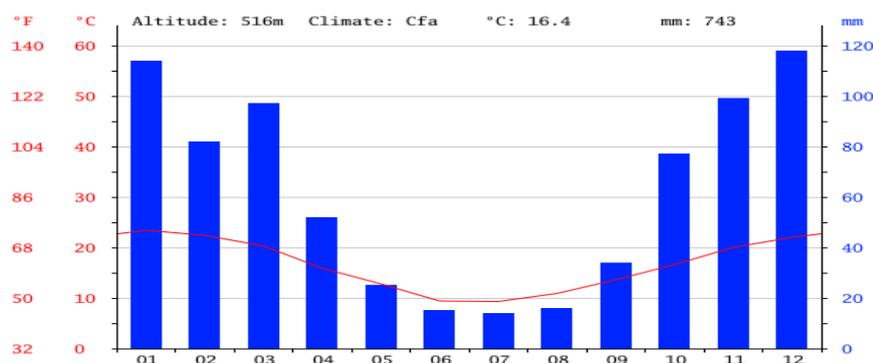
El clima es cálido y templado en Sampacho, Córdoba, ciudad localizada a 24 km al sur de la localidad La Carolina el Potosí. Posee un régimen monzónico por lo que las precipitaciones se concentran en los meses más cálidos. La temperatura media anual se encuentra a 16,4 °C. (Climate-Data. 2019)

En la Figura 4 podemos observar las temperaturas medias del mes más frío y del mes más cálido. (el punto señala a la localidad de Sampacho).



**Figura 4: Temperaturas medias de Enero y Julio de la provincia de Córdoba. (Zupan, E).**

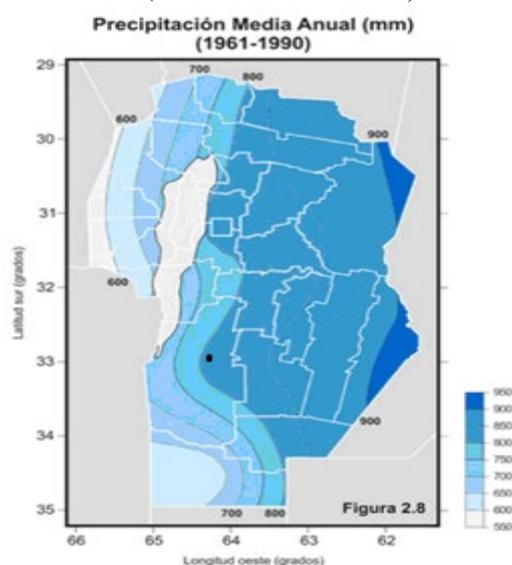
Como se puede observar en la Figura 5 el mes más seco es julio, con 14 mm. Mientras que el mes con más precipitación es diciembre con 118 mm.



**Figura 5: Climograma de Sampacho. (Climate-Data. 2019)**

## Precipitaciones:

El régimen de precipitaciones es monzónico, concentrándose la mayoría de éstas en el periodo estival, con un promedio anual de 743 mm. (Climate-Data. 2019)



**Figura 6: Precipitaciones medias anual de la provincia de Córdoba (Zupan, E).**

En la figura 6 se puede observar que las precipitaciones medias anual del establecimiento productivo analizado está sobre las isohietas de 700 mm y 750 mm.

## Características de Temperaturas y precipitaciones de La Carolina el Potosí.

Los registros de temperaturas medias para la campaña 2015/2016 fueron normales, encontrándose entre los valores promedio esperados para cada mes analizado.

Con respecto a la precipitación, fueron de 691 mm desde diciembre a marzo, encontrándose dentro de valores enmarcados en el año “Niño” ya que los pronósticos indicaron una probabilidad de este evento durante el último trimestre de 2015; el mismo se extendió hasta los meses de otoño de 2016, comenzando luego una fase neutra. (Ver cuadro N°1.) (B.C.Cba., 2015/2016)

Es importante recordar que, durante la fase Niño, se espera que los registros de precipitaciones sean superiores a las normales en gran parte del territorio provincial. (B.C.Cba., 2015/2016)

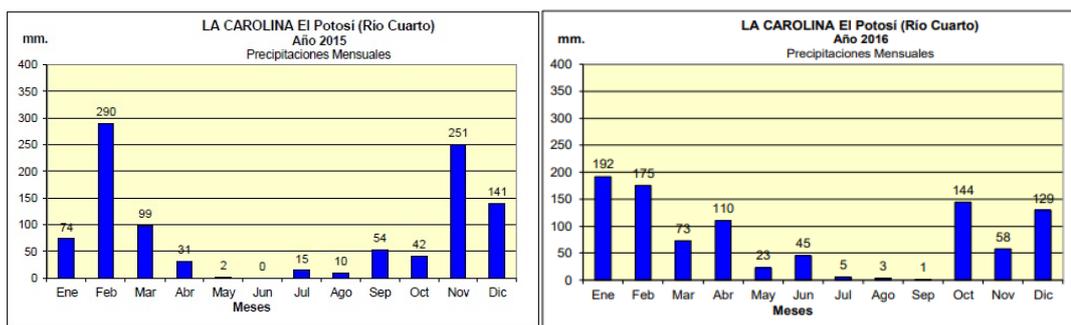


Figura N° 1: Precipitaciones del periodo 2015/2016 en Carolina el Potosí. (B.C.Cba., 2015/2016)

Mes	T° (C) max media	T° (C) min media	T° (C) media	Precip (mm)
Diciembre	30	16	23	141
Enero	28	27	22	192
Febrero	29	18	24	175
Marzo	26	13	19	73
Abril	21	10	15	110
<b>TOTAL</b>				<b>691</b>

Cuadro N° 1: Resumen de temperaturas Max. Min. Media y precipitaciones en el periodo del cultivo. (B.C.Cba., 2015/2016)

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	23.4	22.4	20.3	15.8	12.8	9.3	9.3	10.9	13.6	16.6	20	22
Temperatura min. (°C)	16.1	15.1	13.3	8.6	5.7	2.9	2.3	3.3	6	9.9	13	15.1
Temperatura máx. (°C)	30.7	29.8	27.3	23.1	19.9	15.8	16.4	18.5	21.2	23.4	27	29
Temperatura media (°F)	74.1	72.3	68.5	60.4	55.0	48.7	48.7	51.6	56.5	61.9	68.0	71.6
Temperatura min. (°F)	61.0	59.2	55.9	47.5	42.3	37.2	36.1	37.9	42.8	49.8	55.4	59.2
Temperatura máx. (°F)	87.3	85.6	81.1	73.6	67.8	60.4	61.5	65.3	70.2	74.1	80.6	84.2
Precipitación (mm)	114	82	97	52	25	15	14	16	34	78	99	118

Cuadro N° 2: Temperaturas Max. Min. Media y precipitaciones históricas para la localidad de Sampacho. (Climate-Data, 2019)

Debido a la escasas de información de la localidad, se tomó datos de la ciudad de Sampacho, para poder observar el acumulado anual histórico y contrastarlo con los datos del año

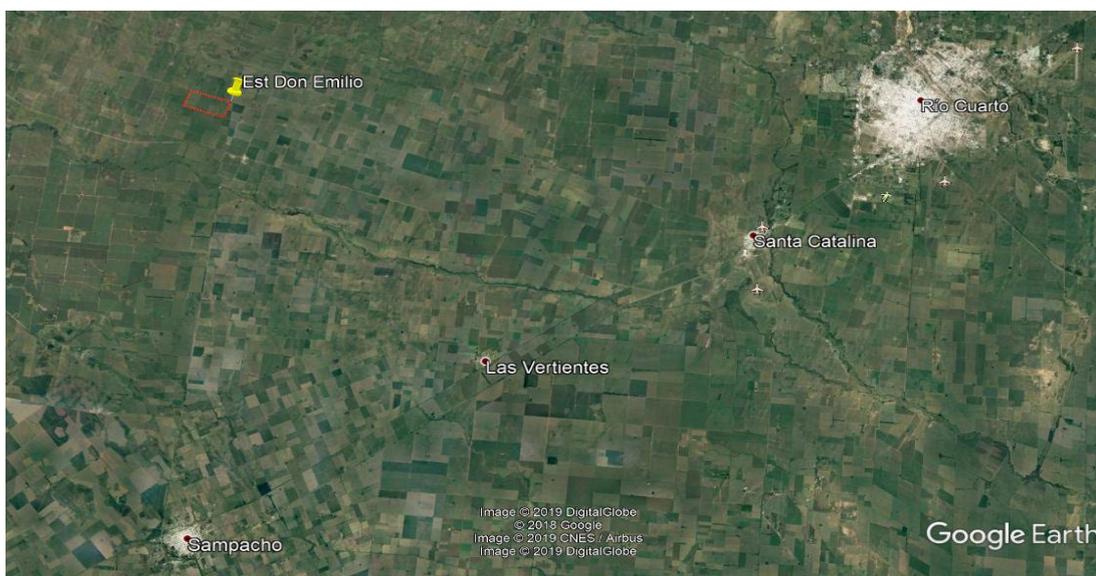
estudiado, pudiéndose encontrar un aumento en las precipitaciones ocurridas en el ciclo del cultivo en torno a los 228 mm.

### Características del relieve

Se trata de una llanura que suaviza gradualmente su relieve desde su inicio, en el área del piedemonte a los 600 metros snm, hasta su contacto con la Pampa Arenosa Anegable, a una altitud de 150 metros snm. La pendiente regional es continua y hacia el Este, si bien existen relieves locales definidos por el patrón de las formas individuales, que varían de fuertemente ondulado al Oeste (pendientes de hasta 7%), a plano al Este (pendientes inferiores a 1%). En las cubetas, los procesos erosivos profundizaron hasta la freática, dando origen a "charcas" o lagunas que se alimentan de aquella, con la consiguiente salinización de los suelos asociados. También existen lagunas dispersas asociadas a derrames de los cursos de agua, alimentadas superficial y subsuperficialmente. (I.N.T.A. 2019)

## DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

El Establecimiento “Don Emilio” se encuentra en el departamento Río Cuarto, a unos 4,8 km del poblado más cercano llamado La Carolina El Potosí, a 24 km. De Sampacho y a unos 50 km desde la ciudad de Río Cuarto por la ruta provincial número N.º 30. La Latitud del establecimiento es 33°9'23.68"S y la Longitud es 64°44'20.61"O. Siendo más preciso en lote ubicado bajo las siguientes coordenadas 33°09'25.92” S, 64°45'37”O.



*Figura N° 2: Centro poblados cercanos.* (Google Earth®, 2019)

El campo pertenece a una empresa familiar del cual es propietario el Señor Gustavo Aluffi, siendo la tercera generación, donde también participa su hermano y cuatro empleados de la zona. Su producción es netamente agrícola siendo los principales cultivos realizados: Trigo, Maíz y Soja, respetando como mínimo en su rotación un 50% de gramíneas.



*Figura N° 3 Establecimiento Don Emilio.* (Google Earth®, 2019)

El productor se caracteriza por tener gran apertura, con asesoramiento profesional, y adoptante de nuevas tecnologías. Es muy solidario y colabora con instituciones como I.N.T.A., la cual generó una unidad demostrativa de uso del suelo, como así también destinó una

superficie en donde se instaló una red telemétrica para determinación de humedad de suelo a distintas profundidades, la cual pertenece a la CO.N.A.E. (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) en conjunto con S.A.O.COM. (Satélite Argentino de Observación Con Microondas).



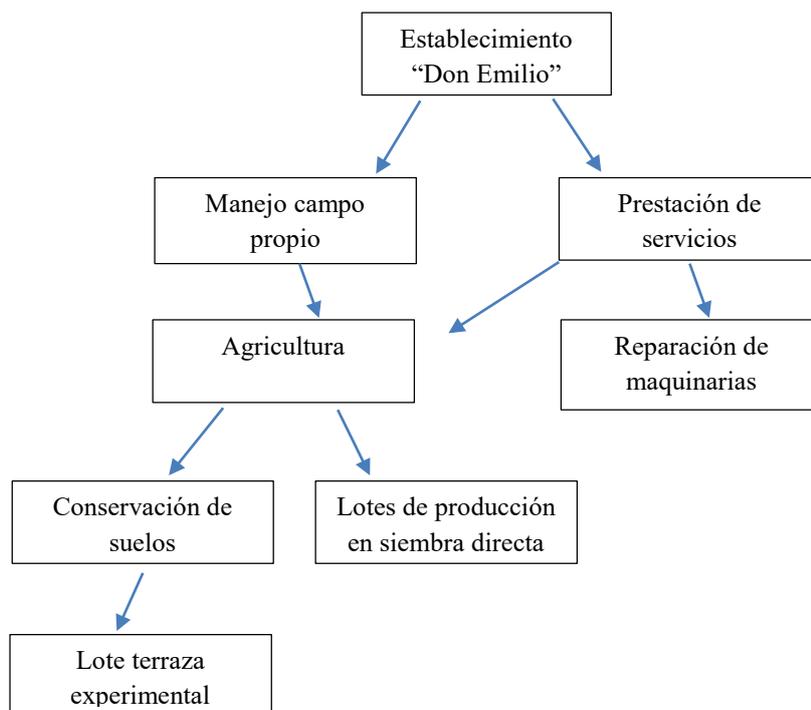
**Imagen N° 1.** Estación de medición S.A.O.C.O.M.

La maquinaria utilizada es propia y moderna, prestando servicios de cosecha, pulverización y siembra a terceros, siendo muy responsable en cuanto a atención y reparación de las mismas.

Se encuentra incursionando en la siembra de precisión y desde hace varios años almacena los mapas de rendimientos de sus cultivos obtenidos de la cosechadora.

El productor residía en dicho establecimiento, pero por cuestiones familiares, se fue a vivir a Río Cuarto, aunque visita seguido el campo y al poseer una casa en el mismo se aloja un par de días, nunca perdiendo el espíritu de

pertenencia que se lo inculcó su padre, siempre y cuando no esté prestando servicio de cosecha, pulverización o siembra, ya que en dichas tareas se ausenta por un tiempo considerable de sus actividades en el establecimiento en estudio. A continuación, se presenta el organigrama de la empresa.



**Figura N° 4.** Organigrama de la empresa en estudio.

## DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS REALIZADAS

En conjunto con el técnico del I.N.T.A., Ingeniero Agrónomo Alberto Montesano, se realizaron lecturas y discusiones de diferentes artículos y trabajos relacionados con el modelo de conservación de suelos “terrazas” y su efecto en el manejo del agua de escorrentía, como así también sobre relevamientos de lotes y manejo sanitario del cultivo de soja para poder tener un repaso de conceptos vistos en las diferentes materias de la carrera de ingeniería agronómica antes de realizar las visitas a campo.

1. La primera salida a campo la realizamos el día 16/10/2015, se colaboró con una caracterización del perfil del suelo, realizada por el Dr. Ingeniero Agrónomo José Manuel Cisneros arrojando los siguientes resultados:



Imagen N° 2. Determinación perfil del suelo.

Descripción perfil del suelo, similar a Hapludol/ustol típico.

- Ap 0-6 cm, color pardo grisáceo oscuro, franco arenoso fino, estructura en bloques subangulares y granular, medios, moderados, friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, límite inferior abrupto suave
- Ad 6-22 cm, color pardo grisáceo oscuro, franco arenoso fino, estructura en bloques angulares, medios, fuertes, ligeramente duro en seco, friable, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, límite inferior claro, suave.
- Bw1 22-45 cm, color pardo claro, franco arenoso fino, estructura en bloques subangulares, medios, débiles, blando en seco, ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, límite inferior difuso, suave.
- Bw2 45-67 cm, color pardo claro, franco arenoso, estructura en bloques subangulares, finos, débiles, blando en seco, no plástico, no adhesivo, límite inferior difuso, suave.
- C1 67-75 cm, color pardo claro, franco arenoso, estructura en bloques subangulares y grano suelto, blando en seco no plástico, no adhesivo, límite inferior abrupto, suave.
- Ck + de 75 cm, color pardo claro, franco arenoso, estructura en bloques subangulares y grano suelto, blando en seco no plástico, no adhesivo. Reacción a carbonatos en la masa.

Estos resultados concuerdan con los datos proporcionados en el mapa de suelos de la provincia de Córdoba, escala 1:500000 estando referenciado en el departamento Río Cuarto, Unidad MNtc-28. (I.N.T.A. 2018)

2. La segunda salida fue el día 21/10/2015 para realizar un reconocimiento del lugar. Se



Imagen N° 3. Ubicación de los sectores de ensayo.

observó la topografía, estado general del lote en cuanto a presencia de malezas, insectos de suelo, estado de las terrazas de absorción, ya que las mismas habían sido construidas en el año 2014, nivel de cobertura de rastrojos de campañas anteriores, entre otras.

Las terrazas de absorción fueron diseñadas por el Ingeniero Agrónomo Alberto Montesano y construidas por el productor con maquinaria propia. Son terrazas de base ancha siguiendo el diseño de una terraza madre en el lote.

El cultivo antecesor fue maíz, cosechado en el mes de abril del corriente año.

3. La tercera salida fue al momento de la siembra el día 21/12/2015, la cual fue realizada por el productor con maquinaria propia. La semilla utilizada fue A5009RG implantada con un distanciamiento entre hileras de 52,5 cm y una densidad de 300000 semillas por hectárea.

La siembra en el sector de las terrazas fue cortando la pendiente mayor, y en el sector sin terrazas sembrado a favor de la pendiente con orientación norte-sur.

Ese mismo día se constató junto con el productor el correcto funcionamiento de la maquinaria y se observó el estado general del lote en cuanto a malezas, encontrándose libre de las mismas por un correcto barbecho químico realizado.

4. La cuarta salida se realizó el día 02/02/2016 encontrándose el cultivo en estado fenológico R1. No se encontró presencia de enfermedades. Con respecto a los insectos se encontró en diferentes muestreos “bolillera” (*Helicoverpa gelotopoeon*) por debajo del umbral de control. Las malezas presentes fueron *Portulaca oleracia* y *Eleusine indica* en baja cobertura y abundancia. El lote se encontraba en muy buenas condiciones generales.

5. La quinta y última salida se realizó el día 04/04/2016 cuando la soja se encontraba en estado fenológico R7 con el follaje amarillento, procediendo a realizar la recolección manual de las muestras que luego serían procesadas. El método de recolección utilizado consistió en



determinar distintos sitios, en donde se utilizó una varilla de longitud conocida (1,50 m.) dispuesta en el entresurco procediendo a arrancar manualmente dos hileras de plantas enteras repetido tres veces.

**Imagen N° 4.** Cosecha de Soja en estado de Madurez fisiológica R7

Esas muestras se almacenaron en bolsas debidamente identificadas.

Los modelos elegidos fueron:

- A favor de la pendiente
- Curvas a nivel sin terrazas
- Terrazas

En la superficie de terrazas se determinaron tres tratamientos distintos realizando tres repeticiones de extracción de muestras:

- Punto medio entre terrazas
- Canal
- Lomo

El muestreo se realizó de esta manera, previa consulta a los Ingenieros A. Montesano y J. Cisneros, ya que el rendimiento en el sector de terrazas es explicado en un 80% por el sector de punto medio entre terrazas y en un 20% en el sector de canal y lomo. (ver figura 4)

La pendiente del lote es compleja ya que tiene mas de un punto de depresión en el terreno. Se observa mediante el perfil de elevación (ver figura 4 y 4 B) que la pendiente es en el orden del 0.65/0.9%. (Google Earth®)

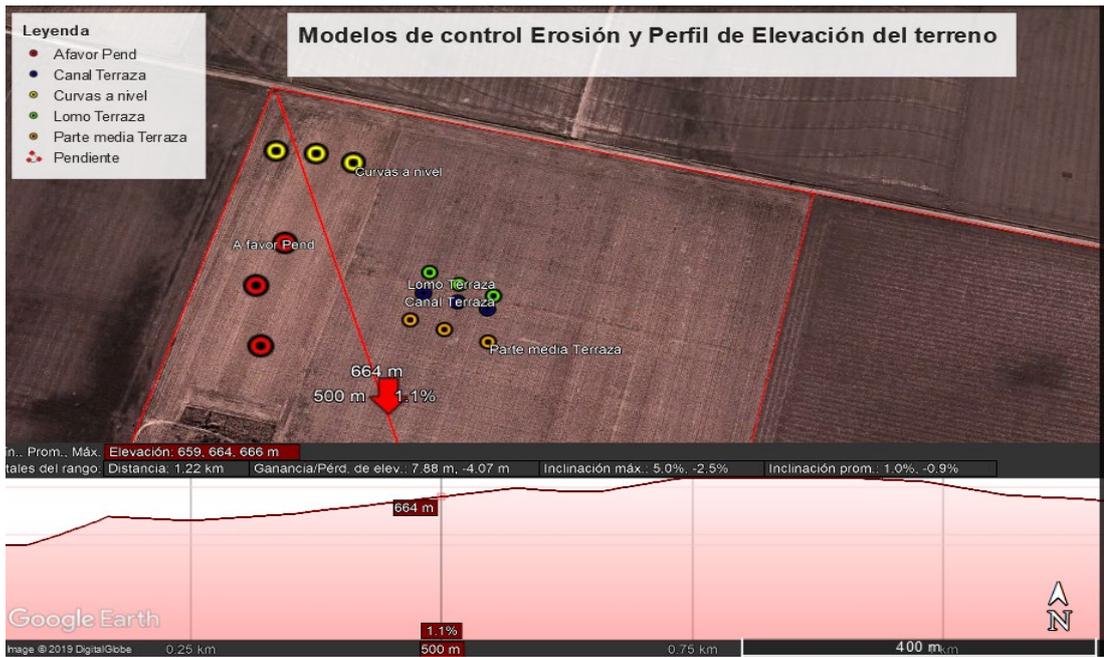


Figura N° 5. Modelos de control de erosión y perfil de elevación. ● Afavor de la pendiente. ● Curvas a nivel sin terrazas. ● Terraza, parte media. ● Terraza, canal. ● Terraza, lomo. — Pendiente. (Google Earth®, 2019)

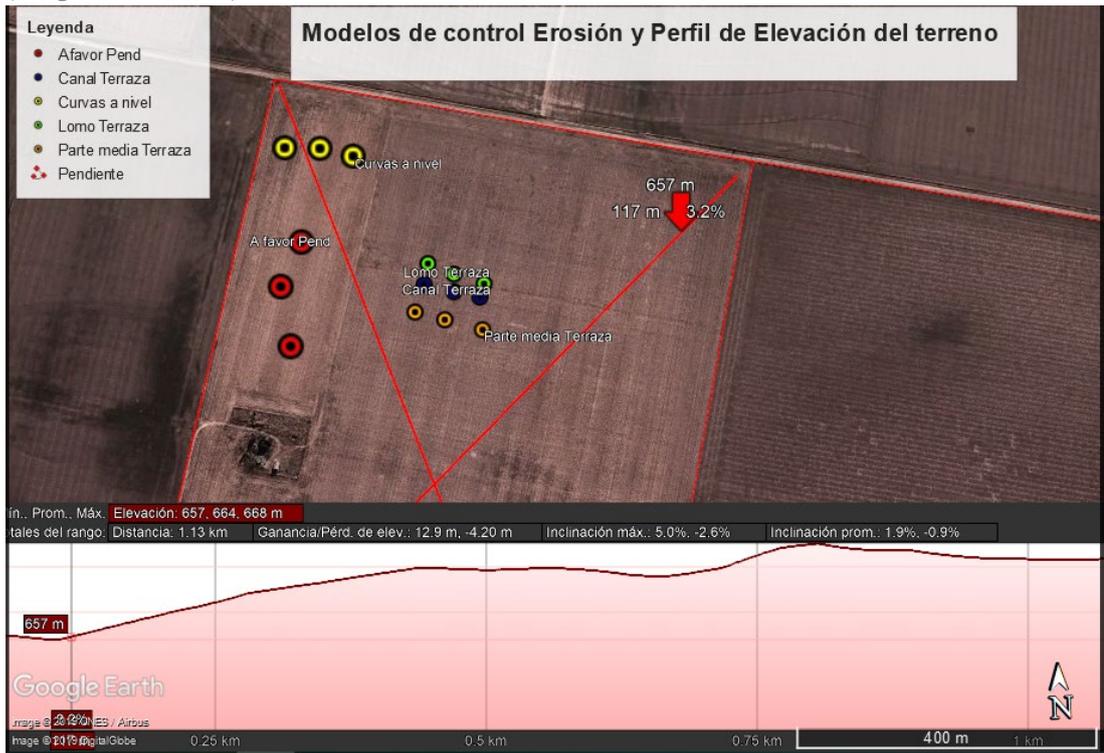
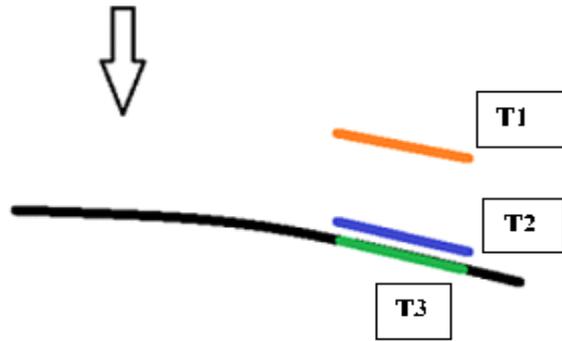


Figura N° 6. Modelos de control de erosión y perfil de elevación. ● Afavor de la pendiente. ● Curvas a nivel sin terrazas. ● Terraza, parte media. ● Terraza, canal. ● Terraza, lomo. — Pendiente. ((Google Earth®, 2019)



**Figura N° 7.** Esquema de ubicación de Repeticiones y tratamientos a campo. Tn: Tratamiento; Flecha: dirección de la pendiente.

La humedad del grano al momento de la recolección de muestras fue de 23 %.

Una vez llegados a la agencia zonal de I. N. T. A. en Río Cuarto, se procedió a colgar las bolsas y dejarlas unos días para que disminuya el nivel de humedad llegando a 13-14%.

6. El 23/06/2016 se realizó la regulación de la máquina de trilla estacional perteneciente a la agencia de extensión de Río Cuarto, para un correcto funcionamiento. A posteriori, se realizó la trilla de las muestras.



**Imagen N° 5.** Puesta a punto de cosechadora, en la agencia experimental I.N.T.A.

Los resultados de peso de las muestras fueron los siguientes:

*Rendimientos por tratamientos*

MODELO DE SIEMBRA		Muestra 1 (g)	Muestra 2 (g)	RENDIMIENTO (kg/ha)
SEMBRADO EN TERRAZA	LOMO	396	410	4487,6
		348	452	
		381	403	
	CANAL	288	336	
		261	352	
		376	305	
		355	347	
	PARTE MEDIA	422	218	
		377	393	
SEMBRADO EN CURVA A NIVEL		321	375	4412,7
		322	441	
		285	341	
SEMBRADO A FAVOR DE LA PENDIENTE		369	385	4584,1
		335	347	
		390	340	

**Cuadro N° 3.** Tabla de diferentes rendimientos por tratamientos y repeticiones. Para la determinación del rendimiento se explica en el apartado análisis estadístico.

**Análisis estadístico:**

La tarea se derivó a la Estación Experimental de Marcos Juárez, al área de Estadística. Para el análisis del rendimiento, se utilizó un modelo lineal mixto, teniendo en cuenta los efectos repetición y muestra como aleatorio, y tratamiento como efecto fijo. Además, para el cálculo, la variable peso de muestra, en el método a favor de la pendiente y curva a nivel se utilizó promedio, mientras que para la evaluación de la terraza se tomó el peso de la muestra en un sentido diferencial, debido a que el 80% del rendimiento bajo esta práctica está determinado por la zona de la parte media, el 20% restante es debido al lomo y canal. De esta misma forma se tomó el peso para determinar el rendimiento expresado en la tabla anterior, teniendo en cuenta la superficie muestreada equivalente a 0,7875 m<sup>2</sup>.

### Teniendo en cuenta las 2 muestras

#### Variable dependiente: peso.gr

**peso.gr - Medias ajustadas y errores estándares para tratamiento**

*LSD Fisher (Alfa=0.05)*

*Procedimiento de corrección de p-valores: No*

tratamiento	Medias	E.E.	
a favor de la pendiente	361.00	18.54	A
terrazza	353.40	18.54	A
curva a nivel	347.50	18.54	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )*

**Cuadro N° 4. Resultado estadístico.**

Los distintos modelos de siembra no poseen diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ).

### Comparación de rendimiento entre distintos métodos de control de erosión

Se realizó una comparación entre distintos métodos como son, la siembra a favor de la pendiente, siembra en curvas a nivel y siembra en terrazas, con el objetivo de cuantificar el efecto de las distintas prácticas.

Métodos	Peso muestra g.	Rend. kg/ha.	%
<b>SEMBRADO EN TERRAZA</b>	353,4	4487,6	98 %
<b>SEMBRADO A FAVOR DE LA PENDIENTE</b>	361	4584,1	100 %
<b>SEMBRADO EN CURVA A NIVEL</b>	347,5	4412,7	96 %

**Cuadro N° 5** Comparación de rendimientos.

### Discusión

Como se observar la diferencia del rinde entre la siembra a favor de la pendiente con respecto de la siembra en terrazas, no es significativo, al igual entre la primera y la siembra en curvas a nivel. (Datos extraídos del Cuadro N°4)

Los resultados no fueron significativos en vista del aumento del rendimiento debido a que las precipitaciones fueron abundantes, en el orden de los 691 mm durante el ciclo del cultivo (ver Cuadro N°3), lo cual enmascaró el efecto de las mismas. En trabajos pasados se evidenciaron resultados favorables en cuanto al aumento en el rendimiento, donde “el aumento

del rinde fue de un 12,4 % para la siembra en curvas de nivel y de un 9 % para el conjunto de la terraza”. (Angeli, E. 2018). Similares resultados fueron obtenidos en otro trabajo en la localidad de Alcira Gigena, provincia de Córdoba, “el conjunto de sistematización más siembra en curvas a nivel tuvo un incremento de 169 kg/ha de granos a favor del sistema de terrazas y siembra en curvas a nivel, lo que representa un 7.2 % de incremento respecto al testigo” (Giacardi, M. 2015).

De todas maneras, hay una ganancia en el cuidado del suelo debido a que con estos métodos de control (terrazas y curvas a nivel) disminuye la probabilidad de que se produzcan eventos desfavorables como la pérdida de suelo debido a la escorrentía del agua entre otras o más grave aún como la formación de cárcavas. Lo cual hace que sea un método recomendado para la zona de estudio.

## CONCLUSIONES

Aspectos Laborales: El establecimiento en estudio se encuentra muy bien cuidado desde el punto de vista estético ya que el mismo está bien mantenido, las herramientas están ubicadas en orden tal de aprovechar el espacio del predio y las mismas están tapadas por los daños que el sol genera a las piezas móviles de las mismas. Buen estado de los alambrados en general, al igual que los caminos internos, ningún bidón de agroquímico tirado, ni alrededor del tanque de agua. En cuanto a los silobolsas tampoco se halló, en ninguna visita, tirados o volados por el viento, esto nos brinda una idea de lo meticoloso y comprometido con el cuidado del suelo y medio ambiente. Con respecto a la tecnología empleada, como se nombró anteriormente, dicho productor está ahondando en la Agricultura de precisión lo cual lo compromete de una forma tal que renueva su parque de maquinaria seguido, logrando avanzar en términos tecnológico. En cuanto al I.N.T.A., se generó un vínculo excelente con el tutor a cargo Ing. A. Montesano en el cual brindó todo su conocimiento y capacidad para resolver problemas tanto a nivel práctico en el campo como en el procesamiento de los datos en laboratorio, también nos hizo partícipes, como fue mencionado en objetivos alcanzados, en la calibración de la estación provista por S.A.O.C.O.M., al igual que en una oportunidad nos invitó a una prueba de materiales sileros realizada en otro campo de un productor que está comprometido con el cuidado del suelo en la zona rural de Ranqueles, Córdoba. Por más que no fue una práctica contemplada como tal en el cronograma, fue muy productiva ya que la misma replanteó un nuevo desafío desde el punto de vista profesional debido a que se trataba de una situación diferente a la práctica estudiada y con diferentes ambientes y suelos, además de seguir practicando la toma de muestreos, en este caso de biomasa vegetal, y procesamiento de las mismas. Siempre el Ing. A. Montesano enseñando la metodología a emplear, lo cual la responsabilidad asumida para con nosotros fue excelente.

Aspectos Profesionales y Social-Humano: En lo personal estoy agradecido con la institución que me forma U.N.R.C., como la que nos acobijó para realizar dicha práctica I.N.T.A. además de lograr esta práctica en conjunto a un futuro colega, amigo mío Adriano Scalise, lo cual nos benefició en el trabajo en equipo, poder confrontar diferentes pensamientos técnico sobre problemáticas surgidas en el trascurso de la misma, como así en la mejora de la comunicación interna ya que ambos teníamos el mismo tutor y teníamos que ponernos de acuerdo para comunicarnos con él, coordinar distintas reuniones para debatir asuntos del trabajo, o futuras salidas, al igual de constatar resultados de las evaluaciones de rendimiento entre otras. Por otro parte, al no ver una diferencia significativa en el rendimiento a favor de los métodos de control de la erosión descriptos en el año de evaluación, se sugiere seguir con

el ensayo, pero sí podemos decir que disminuimos el impacto ambiental que genera la erosión hídrica en estos suelos de elevada pendiente.



**Imagen N° 6.** Equipo de trabajo. De izquierda a derecha. Guaita Nicolás, Ing. A. Montesano Alberto, Scalise Adriano

## BIBLIOGRAFIA

- Angeli, E. 2018. Desarrollo de un proyecto de terrazas de desague e impacto sobre el rendimiento del cultivo de soja. Tesis de grado. Fac. de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. 33 p
- B.C.Cba. 2015. Anuario meteorológico 2015- Red de Estaciones Meteorológicas. En: <http://www.bccba.com.ar/dia/info/anuario-meteorologico-2015red-estaciones-meteorologicas-7501.html>. Consultado: 29-04-2018.
- B.C.Cba. 2015. Estadísticas de precipitaciones Mensuales Totales- Año 2015. En: [http://www.bccba.com.ar/images\\_db/imgsImg/File/lluvias2015/R%C3%ADo%20Cuarto\\_2015.pdf](http://www.bccba.com.ar/images_db/imgsImg/File/lluvias2015/R%C3%ADo%20Cuarto_2015.pdf). Consultado: 29-04-2018.
- B.C.Cba. 2016. Anuario meteorológico 2016. En: <http://www.bccba.com.ar/dia/info/anuario-meteorologico-2016-7840.html>. Consultado: 29-04-2018
- B.C.Cba. 2016. Estadísticas de precipitaciones Mensuales Totales- Año 2016. En: [http://www.bccba.com.ar/images\\_db/imgsImg/File/lluvias2016/Historico\\_Localidades%202016.pdf-R%C3%ADo%20IV..pdf](http://www.bccba.com.ar/images_db/imgsImg/File/lluvias2016/Historico_Localidades%202016.pdf-R%C3%ADo%20IV..pdf). Consultado: 29-04-2018.
- Casas, R; Gil, R; Irurtia, C; Michelena, R; Mon, R; Noailles; Veiga, A; Di Giacomo, R. 2008. El suelo y su conservación. Castelar, Argentina P.15
- Cisneros, J., Cantero, A., Degioanni, A., Becerra, V. y A. Zubrzycki. 2008. Producción, uso y manejo de las tierras. En: de Prada, J y J. Penna. (Eds.) Percepción económica y visión de los productores agropecuarios de los problemas ambientales en el Sur de Córdoba, Argentina. Buenos aires: Ediciones INTA, 94 p.
- Cisneros, J.; Cantero, A.; Reynero, M.; Cholaky, C y J. González. 2004 . Manejo de la condición física de los suelos: manejo del agua. FAV-UNRC. Provincia de Córdoba, Argentina. 20P
- Cisneros, J.M. 2015. Degradación de las tierras en la región: ambiente, tecnología, producción y sociedad. En: <http://www.unrc.edu.ar/publicar/19/dosier1.htm> Consultado:29/04/ 2018.
- Cisneros, J; Cholaky, C; Cantero, A; Gonzales, J; Reynero, M; Diez, A; Bergesio, L. Cantero, J; Nuñez, C; Amuchastegui, A. Degioanni, A. 2012. Erosión hídrica: principios y técnicas de manejo. Unirio. 149 P
- Climate-Data.org. Clima Sampacho. En: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/argentina/cordoba/sampacho-144659/>. Consultado 17/1/19.

- FAO 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación del suelo. Roma. 220P. Boletín Tierras y Aguas 8
- Forziati, F; Jodor, M, 2008. Control de RRHH: Erosión Hídrica de Suelos 1<sup>er</sup> encuentro de investigadores en formación en recursos hídricos-. Ezeiza-Buenos Aires, Argentina.
- Giacardi, M. 2015. Efecto combinado de curvas de nivel y terrazas sobre la producción de soja y maíz. Tesis de grado. Fac. de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina. 40 p
- Google Earth. Image 2019 CNES / Airbus 2019 DigitalGlobe. Consultado: 17/01/19
- I.N.T.A. Regiones Naturales de la provincia de Córdoba. En: [http://wms.geointa.inta.gob.ar/files\\_manfredi/clases\\_regiones/11\\_pampa\\_arenosa\\_alta.pdf](http://wms.geointa.inta.gob.ar/files_manfredi/clases_regiones/11_pampa_arenosa_alta.pdf). Consultado: 17/01/19
- I.N.T.A. Visor Geointa En: [http://visor.geointa.inta.gob.ar/#infoFeature\\_0](http://visor.geointa.inta.gob.ar/#infoFeature_0). Consultado: 17/01/19
- Lucero, R; Faiad Y; D'Ércole Nicolas, 2010. Descripción geográfica de los departamentos del sur de la provincia de Córdoba. XIV Jornadas de investigación y trabajo científico y técnico. U.N.R.C. Río Cuarto- Córdoba, Argentina.
- Zupan, E. Cordoba Forestal. Córdoba Forestal, Información técnica. En: <http://cordobaforestal.blogspot.com.ar/p/informacion-tecnica.html>. Consultado: 15/12/18