



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

# DIFERENCIAS DE RENDIMIENTO EN UN MISMO LOTE

**DISCIPLINA:** Área de Consolidación: Sistemas Agrícolas de Producción Extensivos

**INTEGRANTES:** Cantone Lionel  
Gianre Germán

**TUTOR:** Viotti Gloria

**AÑO:** 2015

## **ÍNDICE:**

Introducción-----	Pág. 3
Materiales y Métodos -----	Pág. 5
Resultado y Discusiones-----	Pág. 7
Conclusiones-----	Pág. 11
Bibliografía-----	Pág. 12

-

## **Introducción:**

La agricultura se incrementó significativamente en los últimos años. La intensificación del uso agrícola del suelo ha provocado una disminución en el contenido de materia orgánica y fósforo (P) disponible, y la actividad agropecuaria ha crecido y se ha transformado de manera notable en los últimos 20 años (Bernardo et al., 2001). Además en las últimas décadas, se ha producido un incremento sistemático en el peso de la maquinaria agrícola, lo que puede haber propiciado una persistente compactación del suelo (Hakansson y Reede, 1994). Por su parte, han ocurrido en nuestro país cambios sustanciales en el manejo de los sistemas de producción agrícola. Quizás, el más emblemático, haya sido el retroceso de las formas tradicionales de preparación del suelo frente al avance de la siembra directa. La introducción de sistemas de labranzas conservacionistas como la siembra directa (SD), producen cambios en las propiedades químicas y físicas de los suelos que pueden afectar la biología del mismo y el desarrollo radicular de las plantas (Doran, 1980). En todo sistema suelo-planta hay una serie de factores físicos (contenido de agua, temperatura de suelo, resistencia mecánica) que tienen incidencia directa sobre el comportamiento del cultivo. Propiedades físicas como la densidad aparente, la estabilidad de agregados, la porosidad total y la distribución del tamaño de poros modifican o determinan los parámetros mencionados, (contenido de agua, temperatura de suelo, resistencia mecánica) por lo cual su incidencia es indirecta (Letey, 1985). La técnica de no labranza presenta su principal desafío en suelos pobremente drenados, en los cuales sus propiedades físicas superficiales son afectadas debido a la ausencia de la labranza como medida correctiva (Licht and Al Kaisy, 2005). El tránsito repetido provoca un fuerte reacomodamiento de los agregados del suelo y la formación de una estructura masiva o platiforme con fisuras horizontales (Horn, 1993), las que no permiten un correcto desarrollo radicular. Estos tipos de estructuras pueden originarse principalmente con texturas limosas o arcillosas.

La compactación de los suelos, si bien es un término que se refiere a la reducción en su espacio poroso, implica la ocurrencia de otros cambios en sus propiedades fisicoquímicas que pueden afectar el normal desarrollo de las raíces y, en algunos casos, reducir la producción aérea de las plantas. En general, la presencia de capas compactadas reduce el desarrollo de las raíces, incrementa su diámetro y su crecimiento se desvía en dirección lateral (Russell and Goss 1974 ; Cook et al., 1996).

Un sistema radical denso y profundo le permite al cultivo acceder a un mayor volumen de agua y de nutrientes en el suelo, con el cual sostiene la demanda del cultivo (Calviño y Sadras, 2001). La tasa de expansión foliar responde marcadamente a la disponibilidad de recursos: deficiencias de agua o de nutrientes reducen la tasa de expansión foliar (Rousseaux et al., 1996). El rendimiento generado en un cultivo de grano puede ser explicado a través de:

$$\text{Rendimiento (Kg/ha)} = \text{BT (Kg/ha)} \cdot \text{IC}$$

donde BT es la biomasa total e IC el índice de cosecha (Andrade y col., 1999). El IC es un factor fijo, dependiente de cada cultivo, en cambio la BT está en función de la expansión foliar, que en suelos con las limitantes descritas, no alcanzan a expresar su potencial. El siguiente trabajo, tiene como objetivo

analizar un sistema de producción agrícola con 20 años de siembra directa, que muestra marcadas diferencias de rendimientos dentro de un mismo lote.

## **Materiales y métodos:**

### *Descripción de la investigación y del sitio experimental:*

La investigación se realizó en un campo de 84,5 ha. ubicado 12 km. al Sur de la localidad de Monte Maíz, (33° 19' S ; 62° 40' O) sobre un suelo que pertenece al gran grupo de los Haplustoles Udicos. Se trata de un suelo bien drenado, desarrollado sobre material franco a franco arenoso, vinculado a lomas muy suavemente onduladas.

Los primeros 20 cm son de color pardo grisáceo muy oscuro, de textura franca y estructura en bloques moderados y granular. Luego pasa a un horizonte ligeramente más arcilloso (B2) que se extiende hasta los 37 cm. de color pardo, estructura en prismas débiles y bloques. La transición al material originario (C) es muy gradual a una profundidad de 70 cm. y un material franco a franco arenoso, con material calcáreo diseminado a partir de los 130 cm. (INTA y SEAGyRR, 1986).

Se llevó a cabo una reunión con el productor el cual manifestó su preocupación por la diferencia de rendimiento citada. Históricamente el establecimiento era de producción porcina, basado en un sistema extensivo, el cual dividía al campo en dos mitades, una zona Sur que poseía los córrales de cría, recría y engorde, y una zona Norte agrícola, en la que se cultivaba principalmente alfalfa, maíz, y trigo, con aproximadamente unos 40 años de agricultura.

El establecimiento mostró una desigualdad en el desarrollo aéreo de cultivo de soja, en las campañas 2012/13, 2013/14 y 2014/15. En esta última campaña se realizaron varios estudios para dar con el problema planteado. En Julio de 2014 se realizó un muestreo de suelo para su análisis, el que se llevó a cabo en el laboratorio de Suelo y Agua de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad Nacional de Córdoba, dividiendo dicho lote en Zona Sur (Sur), la zona que no presentó anomalías en el cultivo en el ciclo anterior, y Zona Norte (Norte) en la que se observó menor desarrollo del cultivo.

La siembra se realizó entre los días 12 y 13 de Noviembre de 2014, utilizando la variedad DM 3810 RR, con una sembradora Agrometal TX-Mega de 16 surcos a 52 cm., con un tractor Zanello Pauny 500.

Desde estadios tempranos (V3-V4) (Fig. 1) comenzaron a notarse las diferencias entre los sectores Sur y Norte, y se procedió a muestrear plantas en la zona afectada llegado en el estadio (V5-V6) (Fig. 2) para hacer análisis sanitarios, con la hipótesis de un problema de esa índole. El análisis fue derivado a un laboratorio privado especializado en Sanidad Vegetal.



**Figura1:** Muestra la sintomatología del cultivo en la zona NORTE en estadio V3-V4.



**Figura2:** Muestra la sintomatología del cultivo en la zona NORTE en estadio V5-V6.

La cosecha comenzó el 21 de Abril 2015 desde la zona Sur, finalizando el 25 de Abril 2015.

Luego de la cosecha, se realizó un muestreo para realizar estudios sobre la estructura de suelo.

El 21 de Septiembre 2015, cuando el lote se encontraba en barbecho largo, se procedió a realizar mediciones para determinar el estado de compactación de suelo, en las dos zonas anteriormente identificadas. Dicha medición consiste en la introducción en el terreno de un elemento de penetración (penetrómetro) de 40 cm de longitud, unido solidariamente a un varillaje. La hinca se realiza por golpes con un peso definido, sobre un cabezal colocado en la parte superior del varillaje.

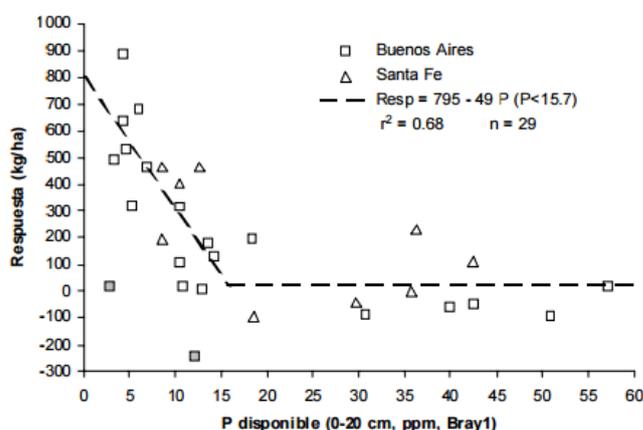
## Resultados y Discusiones:

La cosecha en la zona Sur arrojó un rendimiento promedio de 50qq, mientras que en la zona Norte fue de 44qq, (12% menos que en la zona Sur).

**Tabla 1:** Resultados comparativos del análisis de suelo a los 20 cm. de profundidad efectuado en zona Sur y Norte, realizado en el laboratorio de Suelo y Agua de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba previo a la siembra.

	Zona Sur	Zona Norte
Materia Orgánica (%)	2,31	2,25
Carbono Orgánico (%)	1,34	1,3
Nitrógeno Total (%)	0,128	0,126
Relación C:N	10,5	10,3
N-NO3 (ppm)	9,6	7,1
S-SO4 (ppm)	7,5	7,5
<b>Fósforo (ppm)</b>	<b>9,6</b>	<b>32,6</b>
PH actual	5,9	5,6
Cond. Elect. (ds/m)	0,3	0,4

De acuerdo a los datos arrojados por el análisis de suelo, prácticamente no hay limitaciones para el cultivo, solamente se desprende que en el Sur los niveles de fósforo inferiores a 14-17 ppm. indican que habría respuesta a la fertilización según datos de Fontanetto y Gambaudo, 1996.



**Figura 3:** Respuesta a la fertilización fosfatada, en función del nivel de P disponible en el suelo (Bray 1) para 31 ensayos en las Provincias de Santa Fe y Buenos Aires, Campañas 2000/01 y 2001/02. Red de Ensayos Proyecto INTA Fertilizar (Díaz Zorita et al., 2002).

En las plantas remitidas para el análisis sanitario se marcó la presencia de plantas con una gran deformación de raíces, presentando una curvatura de casi 90° respecto al eje de crecimiento entre los 15 y 20 cm de profundidad como indica la (Fig. 4 B). Esto haría presumir la presencia de un estrato de mayor dureza impidiendo el desarrollo radicular en profundidad normal. Esta limitación del área de exploración de dichas raíces podría estar relacionada con el menor crecimiento de plantas en sectores del lote como consecuencia de

una escasa capacidad de absorción tanto de agua como de nutrientes desde el suelo.

Por otra parte, en las plantas de menor tamaño se detectaron raíces secundarias necrosadas, las que incubadas en distintas condiciones, desarrollaron micelio y fructificaciones cuyas características se correspondieron a los siguientes hongos fitopatógenos: *Rhizoctonia sp.* y *Fusarium spp.* reduciendo aún más el área radicular.

A



B

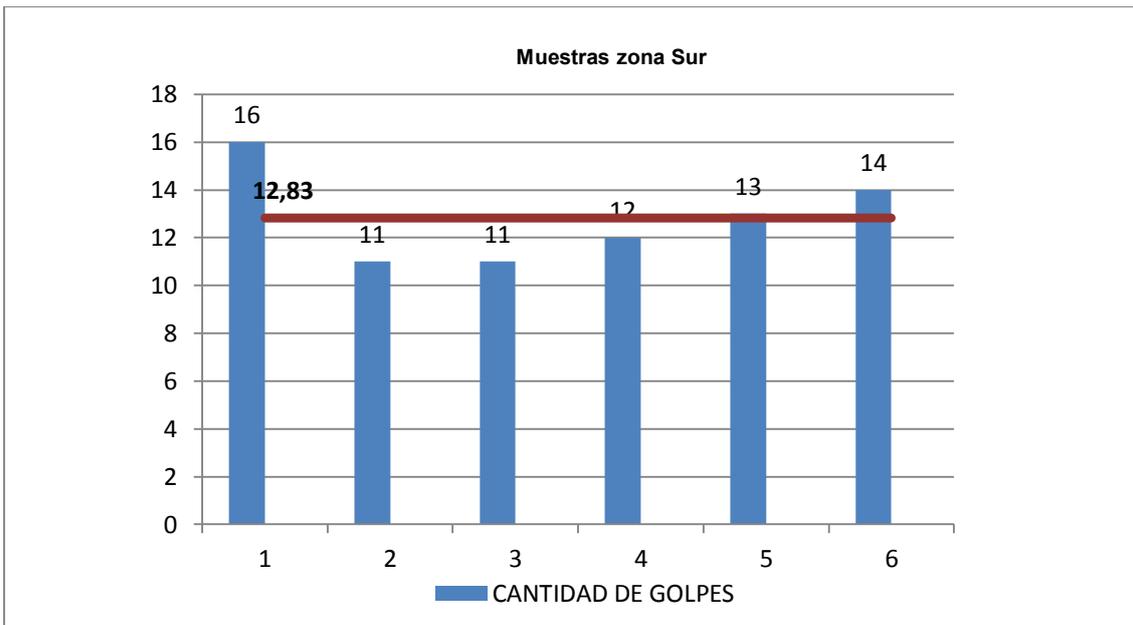


**Figura 4:** (A) Muestra de raíces de plantas normales. (B) Muestra raíces de las plantas del sector Norte con una curvatura de 90° entre los 15 y 20 cm. De profundidad.

**Tabla 2:** La tabla 2 muestra la ubicación referencial de cada muestra.

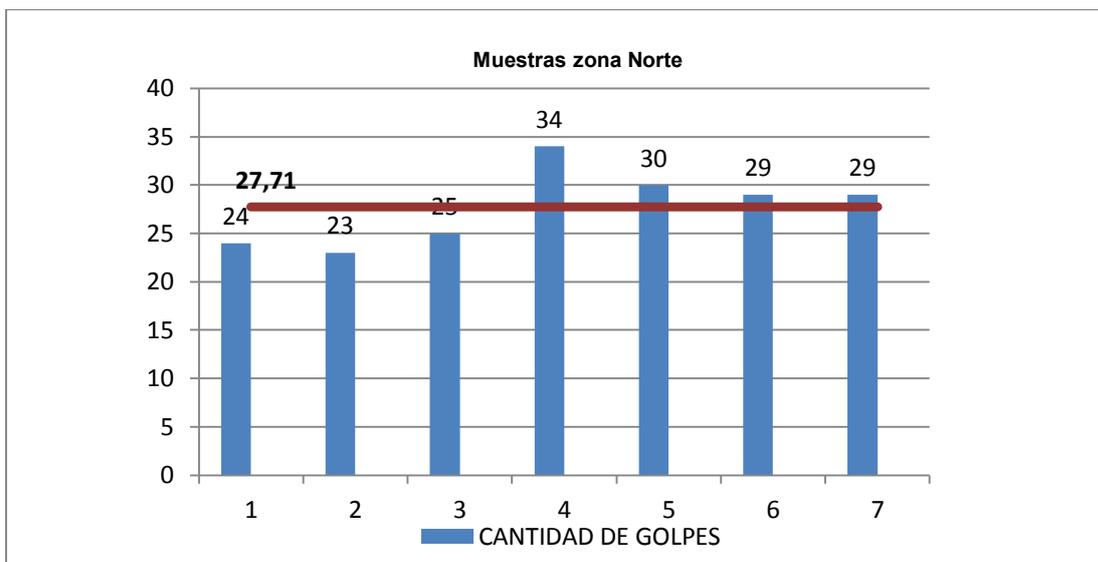
Muestra	Norte	Muestra	Sur
1	33° 19' 37" S	1	33° 19' 52,0" S
	62° 40' 34,3" O		62° 40' 49,4" O
2	33° 19' 35,6" S	2	33° 19' 56,5" S
	62° 40' 41,1" O		62° 40' 41,1" O
3	33° 19' 33,6" S	3	33° 19' 55,5" S
	62° 40' 40,3" O		62° 40' 32,4" O
4	33° 19' 36,2" S	4	33° 20' 06,6" S
	62° 40' 30,0" O		62° 40' 35,7" O
5	33° 19' 39,9" S	5	33° 20' 08,0" S
	62° 40' 28,7" O		62° 40' 45,1" O
6	33° 19' 43,5" S	6	33° 20' 03,9" S
	62° 40' 33,0" O		62° 40' 52,1" O
7	33° 19' 40,8" S		
	62° 40' 45,0" O		

Las mediciones realizadas con el penetrómetro arrojaron un promedio de 12,8 golpes, es la zona Sur (Fig. 5).



**Figura 5:** Cantidad de muestras realizadas en la zona Sur (sin compactación), y el promedios de golpes necesario para introducir en penetrómetro.

La zona Norte arrojó 27,7 golpes, marcando una notable diferencia entre un sector y otro.



**Figura 6:** Cantidad de muestras realizadas en la zona Norte (compactada), y el promedio de golpes necesario para introducir en penetrómetro.

De este resultado se desprende que existe un aumento de la compactación de suelo en la zona Norte impidiendo el normal desarrollo radicular del cultivo, y por consiguiente el menor desarrollo aéreo, menor índice de área foliar, y por ende menor rendimiento.

En la entrevista con el productor, éste comentó que en la campaña 2014-2015 había realizado una labranza de escarificado, sin embargo se mantienen las diferencias de crecimiento entre ambos sectores.

Se procedió a recolectar datos de la zona, para comparar con la carta de suelo, por lo que se pudo determinar que todo el campo pertenece a serie Laborde, con un suelo bien drenado.

Consultando algunos trabajos realizados en problemas de compactación en siembra directa fue posible determinar que es frecuente este tipo de planteos por parte de los productores. Esta problemática se convertiría en una amenaza a la sostenibilidad del sistema productivo. En la actualidad los productores agropecuarios descompactan el suelo en forma preventiva, con diferentes implementos mecánicos y muchas veces sin ningún diagnóstico previo. Los resultados son confusos y a veces contra productores (Pozzolo, 2012).

## **Conclusiones:**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de suelo y según la bibliografía consultada, es posible descartar la hipótesis de una deficiencia de algún macronutriente.

La hipótesis de un problema sanitario también fue descartada, por el correspondiente análisis. Pese a que se detectó *Rhizoctonia sp.* y *Fusarium spp.* en las plantas con menor desarrollo, ya que estas son más susceptibles al ataque de patógenos.

Posiblemente de acuerdo a lo observado en las raíces de las plantas muestreadas, la diferencia marcada en el rendimiento y desarrollo de las plantas en los distintos sectores del lote están dados por un impedimento físico. La presencia de capas compactadas reduce el desarrollo de las raíces, incrementa su diámetro y su crecimiento se desvía en dirección lateral. Este impedimento correspondería a un acomodamiento de los agregados del suelo y la formación de una estructura masiva o platiforme con fisuras horizontales, las que no permiten un correcto desarrollo radicular, la cual generaría un menor rendimiento, aún cuando se realizaron labores de descompactación.

La resistencia mecánica (RM) o resistencia a la penetración que ofrece el suelo en la zona de las raíces, impediría el crecimiento de las raíces, reducir la producción aérea de las plantas, dando como resultado la diferencia de rendimientos.

## **Bibliografía:**

Andrade, F.H; S.A. Uhart; A.G Cirilo; M. Cantarero and O. Valentinuz. 1999. Kernel number determination in maize. *Crop Sci.* 39:453-459.

Bernardo, JN; EF Viglizzo; V Jovet; FA Lértora; AJ Pordomingo ET AL. 2001. The use of EPIC model to study the agroecological change during 93 years of farming transformation in the Argentine pampas. *Agricultural Systems* 69:215-234.

Bray, R. and, - Kurtz LT. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. *Soil Sci.*59:39-4.

Calviño y Sadras V.O Sadras. 2001. Quantification of grain yield response to soil depth in soybean, maize, sunflower, and wheat. *Agron. J* 92:577-583.

Cook A, Marriot CA, Seel W, Mullins CE. 1996. Effect of soil mechanical impedance on root and shoot growth of *Lolium Perenne* L., *Agrostis capillaris* and *Trifolium repens* L. *J. of Exp. Bot.* 47:1075-1084.

Doran, J.W. 1980. Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. *Soil Sci. Soc. Am J.* 44:765-771.

Fontanetto, H,- y S.Gambaudo, . 1996. Sistemas de labranzas para el trigo. Su influencia sobre propiedades físicas y químicas del suelo. *Public. Misc. Nº 74. INTA EEA Rafaela.*

Hakansson, I. and C.R Reeder, . 1994. Subsoil compaction by vehicles with high axle load - extent, persistence and crop response. *Soil y Tillage Research*, 29(2-3)277.

HORN, R. 1993. Mechanical properties of structured unsaturated soils. *Soil Technology.* 6: 47-75.

INTA y SEAGyRR, 1986. Carta de suelos de la República Argentina: hoja 3363-22-4, Laborde – Plan Mapa de Suelos – Córdoba.

Letey, J. 1985. Relationship between soil physical properties and crop production. *Adv. Soil Sci.* 1:277-294.

Licht, M.A. and; Al Kaisi, M. 2005 strip tillage effect on seedbed soil temperature and other soil physical properties. *Soil y Tillage Research* 80(2005)233-249.

Pozzolo, Oscar Ruben. 2012. Compact Test.  
<http://inta.gob.ar/documentos/herramienta-de-diagnostico-para-determinar-la-compactacion-de-suelos>

Rousseaux, M.C; Hall, A.J and R.A Sanchez. 1996. Far-red enrichment and photosynthetically active radiation level influence leaf senescence in field-grown sunflower. *Physiol. Plant.* 96:217-224.

Russell RS, Goss MJ. 1974. Physical aspects of soil fertility. The response of roots to mechanical impedance. *Neth. J. of Agric. Sci.* 22:305-318.