



**ASÍ SON  
LOS SUELOS  
DE MI PAÍS**



E.E.T.P N° 299 “CARLOS SILVESTRE BEGNIS”  
Zona Rural RN (Autovía) N°19, KM 56  
Dpto. Las Colonias- Pcia Santa Fe.  
Tel: (03404)-494759  
E-mail: sec299sapereira@gmail.com

## **“ASÍ SON LOS SUELOS DE MÍ PAÍS”**

### **“Degradación física de suelos; compactación superficial y subsuperficial”**

Autores: Acosta Ignacio  
Azzano Martín  
Balla Ma. Belén  
Calandra Cecilia  
Cassino Franco  
Fontana Paula  
Moncho Paula  
Muller Franco  
Scaldaferro Franco

Docentes a cargo: Ing. Agr. Arnaudo Juan Pablo  
Profesor Ré Fabián

Miembro Asesor CREA: Ing. Agr. López Gustavo

20 de septiembre de 2017



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación propuesto por CREA (Consortio Regional de Experimentación Agrícola) a través de EduCREA, bajo el lema “**Así son los suelos de mi país**”, tiene por objetivo adquirir conocimientos acerca del recurso suelo; sus características más importantes, sus posibles formas de degradación física y química y las herramientas que existen para hacer un uso racional y sustentable del mismo.

Entendemos que es el recurso

Reconocemos a la producción agropecuaria como la base de la economía argentina y al suelo como el soporte de la actividad. Es por ello que resulta necesario conocer las posibles prácticas de degradación y posibles consecuencias, ante un futuro que presenta un escenario de mayor intensificación de uso, con una población mundial que sigue en crecimiento y que demandará más alimentos.

A través del método de la entrevista con informantes calificados se recopiló información acerca de las prácticas culturales que propician las buenas prácticas en cuanto al uso del suelo por parte de las entidades tecnológicas y los productores de la zona. De esta manera se cotejó lo recomendado por dicha entidad y las prácticas de manejo de los productores.

Se evidencia una toma de conciencia por parte de los productores en cuanto a la problemática del uso y cuidado del suelo y en la adopción de prácticas de manejo que favorezcan el aumento de la producción sin descuidar el cuidado del recurso suelo.



## **OBJETIVOS GENERALES**

- Generar un espacio de intercambio entre organizaciones tecnológicas (CREA e INTA), productores y alumnos.
- Lograr el trabajo en red con instituciones del sector agropecuario.
- Fomentar la conciencia del uso y cuidado del suelo como soporte para asegurar la seguridad alimentaria, sin descuidar la sustentabilidad de los sistemas productivos.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Conocer la composición y formación del suelo.
- Interpretar sus funciones ambientales y como recurso indispensable para la producción de alimentos.
- Indagar acerca de su degradación física y sus posibles soluciones.
- Indagar acerca de la presencia de compactaciones en distintos sitios de la escuela en la cual nos encontramos.
- Comparar lo recomendado por las entidades tecnológicas y las prácticas de los productores.



## ¿QUÉ ES EL SUELO?

El suelo es la capa externa de la Tierra, en la cual crecen las plantas y los árboles. Usamos muchas palabras diferentes para referirnos a este: tierra, suelo, polvo, lodo, piso; pero, ¿cuál es la diferencia?

Tierra: una palabra general para referirse al suelo, así como un nombre común para nuestro planeta como un todo. 'Tierra' con 'T' mayúscula se refiere a nuestro planeta, mientras que 'tierra' con 't' minúscula se refiere al suelo.

Suelo: la capa superior de la superficie de la Tierra donde las plantas tienen sus raíces. El tipo y la calidad del suelo varían de lugar a lugar.

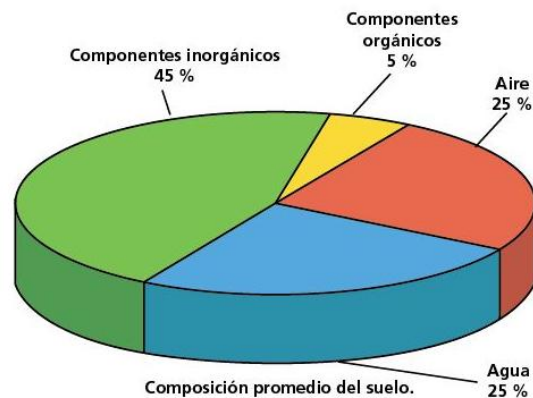
**“El suelo es un cuerpo natural proveniente de distintos procesos físicos, químicos y biológicos, actuando sobre el material original, que le imprimen rasgos característicos y es capaz de soportar la vida vegetal”.**

El suelo es un sistema dinámico y en constante evolución. En su proceso de formación, los diferentes tipos de rocas fueron alterados por la acción de los factores ambientales y dieron origen, primero al material madre del suelo y luego al suelo mismo.

A partir de este material disgregado, llamado también **“roca madre”**, se fueron formando los suelos, debido a la acción del clima, el relieve, el agua y los organismos vivos, que fueron actuando durante siglos sobre esa roca madre o material original. A estos factores que dieron origen a los suelos tal como los conocemos hoy se los denomina **“factores formadores”**.

Los grandes macizos rocosos, como por ejemplo la Cordillera de los Andes, se vieron afectados a lo largo del tiempo, principalmente por estos factores que los fueron disgregando en bloques o fracciones cada vez más pequeñas, contribuyendo a dar origen a nuestros suelos.

Aproximadamente, el suelo está hecho de aire (25 por ciento de su volumen), agua (25 por ciento), partículas minerales inorgánicas (45 por ciento) y materia orgánica (5%).



## ¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE ESTE RECURSO?

El suelo es esencial para la vida – provee nutrientes, agua y minerales a las plantas y a los árboles y es hogar de millones de insectos, bacterias y animales pequeños.

Sin el suelo, no podríamos producir ningún cultivo u otras plantas útiles, sustentar al ganado u obtener materiales para construir refugios. Los suelos saludables también almacenan y filtran el agua, reciclan los nutrientes y nos ayudan a tratar con los efectos negativos del cambio climático al almacenar grandes cantidades de carbono. Pero nuestros suelos están en peligro; las acciones negativas, como la contaminación y las malas prácticas agrícolas, dejan a nuestros suelos expuestos y dañados. Necesitamos suelos saludables para sustentar el bienestar humano y tener un planeta sano.

## ¿TODAS LAS PARTÍCULAS DEL SUELO SON DEL MISMO TAMAÑO?

Si se toma un trozo o agregado de suelo y se lo observa con detalle, se pueden distinguir una parte sólida y una porosa, la que en parte está ocupada por aire y otra parte por agua.



La fracción sólida, constituida fundamentalmente por minerales, presenta partículas de diversos tamaños: desde macroscópicas a fracciones no visibles, aún con los microscopios comunes.

Las partículas más grandes corresponden a la arena, las más pequeñas a la arcilla, y las de tamaño intermedio al limo.

La proporción en que se encuentran estas partículas se denomina **textura**.

De acuerdo al porcentaje de arcilla, limo y arena los suelos se agrupan en: arenosos, arcillosos y francos.

La forma en que se disponen y agregan las partículas primarias del suelo (Arena, limo y arcilla), quedando entre ambas, poros o canales por donde se desplaza el agua y el aire se denomina **estructura**. El principal elemento que ayuda a formar y mantener la estructura del suelo es la **materia orgánica**. Las raíces vivas crecen en el suelo y ayudan a la agregación de las partículas, así como los restos de las cosechas son los alimentos de los seres vivos del suelo que participan de la formación de estructura, aireación, intercambio y mantenimiento de la fertilidad y productibilidad del suelo.

La estructura influye en el movimiento del agua y del intercambio del aire dentro del suelo y con la atmosfera, determinando la facilidad con que el agua se infiltra, conserva o escurre, favoreciendo la actividad biológica y la salud del suelo y, por sobre todo, el uso de agua por las plantas.

Los diferentes tipos de estructura que puede adoptar un suelo son: laminar, Columnar, prismática, Bloques angulares, bloques subangulares, granular y migajosa.

### **¿CÓMO LA MATERIA ORGÁNICA MEJORA LA ESTRUCTURA DEL SUELO?**

La materia orgánica tiene un fuerte poder cementante o de agregación entre las partículas primarias –arcilla, limo y arena–, permitiendo una buena estructura.

Un suelo bien estructurado ofrece condiciones óptimas para el desarrollo de raíces, posibilitando un buen drenaje y aireación, y además buena capacidad de retención hídrica para ser fácilmente utilizada por las plantas.

#### **Un suelo bien estructurado tiene mayor resistencia a la erosión hídrica y/o eólica.**

La disminución de la materia orgánica provoca la separación de las partículas, reducción del espacio poroso y una mayor compactación, es decir, que la pérdida de materia orgánica reduce las buenas condiciones para la óptima existencia de vida en el suelo. Con la pérdida de materia orgánica se pierde calidad y salud del suelo.

En un suelo poco trabajado, las partículas se encuentran unidas con más fuerza y mejor agregadas o estructuradas, que las partículas de un suelo que ha sido muy trabajado. Ello está relacionado con la mayor cantidad de materia orgánica que se halla presente en el suelo virgen o poco trabajado, porque la labranza oxida y favorece su destrucción.

### **¿EXISTE VIDA EN EL SUELO?**

Un buen suelo es un sistema vivo donde habitan macroorganismos (insectos, lombrices, bichos bolita, roedores) y microorganismos (algas, hongos y bacterias), íntimamente asociados a la fracción orgánica del suelo, que representa para la mayoría de ellos una fuente de alimentos (energía y nutrientes).

La cantidad, el tipo y la actividad desarrollada por estos organismos, está relacionada con el material alimentario disponible o, en otras palabras, con el contenido y calidad de la materia orgánica del suelo y especies vegetales que crecen en él. También inciden la textura del suelo, el pH (acidez) y las condiciones de temperatura, humedad y aireación.

Los microorganismos que actúan en la descomposición de la materia orgánica, liberan nutrientes necesarios para la vida de las plantas.



Algunas sustancias tóxicas producidas por la aplicación de pesticidas, son parcialmente destruidas o utilizadas por los organismos como fuentes de energía, reduciéndose así la contaminación del ambiente y los cultivos que en él se desarrollen.

Gracias a la actividad de estos organismos, que segregan ciertas sustancias, se mejora la agregación de partículas o estructura del suelo y con ello la capacidad de producción del mismo, porque con una buena estructura se mejora la salud del suelo y con ello la producción.

### **¿POR QUÉ SE FORMARON PAISAJES DIFERENTES?**

El material disgregado, producto de la alteración de las rocas, permanece en el lugar o es transportado por el agua y el viento a otras zonas, donde se va depositando en capas sucesivas de acuerdo al tamaño de las diferentes partículas.

Las fracciones de mayor peso y volumen se localizaron en las cercanías de los macizos montañosos (origen), mientras que las más livianas y pequeñas fueron trasladadas por acción de estos agentes, a regiones más lejanas. Un ejemplo de ello, es el material que dio origen a los suelos de la Región Pampeana, conocido como loess, integrado principalmente por sedimentos de grano fino, fácilmente transportados por el viento.

Por lo expuesto anteriormente podemos observar diferentes paisajes a lo largo y a lo ancho de nuestro país, lo que lo hace apto para diversas actividades productivas.

Estos diversos paisajes se sustentan sobre diferentes capas y perfiles de suelo.

Como se mencionara anteriormente, el suelo se forma cuando se descomponen materiales orgánicos e inorgánicos. Como resultados de este lento proceso, el suelo se forma en diferentes capas, también llamadas **horizontes del suelo**. Existen seis horizontes principales conocidos como horizontes maestros, que difieren en textura, color, actividad biológica y estructura:

**Horizonte O:** capa más externa del suelo, formada principalmente por la acumulación de material orgánico (hojas, ramas, musgos y líquenes en varias etapas de descomposición.

**Horizonte A:** se encuentra cerca de la superficie y es llamado mantillo. Contiene grandes cantidades de minerales (arena, limo arcilla) y materiales orgánicos. Capa más fértil del suelo, rica en humus.

**Horizonte E:** color claro y sus materiales son lixiviados con facilidad. La lixiviación sucede cuando los nutrientes que están disueltos en el suelo se pierden porque la precipitación o la irrigación los arrastra.

**Horizonte B:** llamado subsuelo, tiene un color más claro ya que contiene menos materia orgánica. Se forma debido a la acumulación de los minerales que fueron lixiviados de los horizontes A y E.

**Horizonte C:** este horizonte se encuentra entre el suelo y el lecho de roca subyacente, o la capa R. Este se encuentra menos desintegrado que los horizontes superiores.

**Horizonte R:** capa hecha de roca sólida, la cual yace debajo del suelo. Esta roca también se conoce como lecho de roca o material parental. El lecho de roca puede contener grietas, pero estas son tan pocas y tan pequeñas que solo unas pocas raíces las pueden penetrar.

### **¿QUÉ SUELOS ENCONTRAMOS EN ESTA REGIÓN?**

Los suelos de nuestra región están desarrollados sobre material originario de tipo loésico. Predominan los Molisoles, Alfisoles en las depresiones (“cañadas”) y Entisoles en el complejo isleño del río Paraná. En las tierras con mejor drenaje y aptitud, predominan los Argiudoles (típicos y ácuicos) y, en las depresiones (“cañadas”), suelos con drenaje pobre,



sódicos y salino-sódicos (Natracualfes). En posiciones intermedias se asocian Argialboles y Natralboles.

En nuestra región hay suelos moderadamente profundos, imperfectamente drenados, desarrollados en las pendientes bajas y en los sectores deprimidos donde escurre lentamente el agua y genera sobresaturación y lixiviadas importante de coloides y minerales solubles.

En términos generales son suelos de alta fertilidad natural modificada por el uso, con un potente Bt aptos para Agricultura, ganadería y producción mixta: soja, maíz, trigo, girasol, sorgo, alfalfa, pasturas consociadas, etc.

Las principales limitaciones son la pérdida de estructura por labranzas, tránsito de maquinaria y pisoteo animal.

Como se mencionara en el párrafo anterior, una de las principales limitantes de la productividad de los suelos de la región es la pérdida de estructura debido a la compactación. A continuación se explicará este fenómeno tan complejo de identificar y resolver.

### **¿QUÉ ES LA COMPACTACIÓN?**

El suelo es un recurso con una velocidad de degradación rápida y tasas de formación y regeneración extremadamente lentas. La compactación del suelo puede entenderse como la pérdida de volumen que experimenta una determinada masa del mismo o reducción del espacio poroso entre los agregados, debido a fuerzas externas que actúan sobre él. *La Soil Science Society (1990) la define como “el proceso por el cual las partículas del suelo sufren un rearreglo, aumentando el contacto entre sí mismas, disminuyendo el espacio poroso e incrementando la densidad aparente”.*

Este daño es similar a la pérdida de espacios en un bloque de apartamentos cuando estos son demolidos: permanece la misma cantidad de materiales, pero se pierde el valor de la arquitectura debido a que no hay espacios vacíos usables, en este caso, habitaciones.

La degradación de la estructura del suelo, muchas veces llamada compactación del suelo, es considerada la forma más seria de degradación de la tierra causada por las prácticas de labranza convencional y resulta un gran riesgo para el desafío de la seguridad alimentaria global. Paradójicamente, de todos los tipos de degradación de tierras, la degradación de la estructura del suelo es reversible y su ocurrencia es previsible o al menos controlable.

En condiciones naturales (sin intervención antrópica) se pueden encontrar en el suelo horizontes con diferentes grados de compactación, lo que se explica por las condiciones que dominaron durante la formación y la evolución del suelo. Sin embargo, es bajo condiciones de uso agrícola intensivo que este fenómeno se acelera y llega a producir serios problemas en el desarrollo de las plantas cultivadas.





¿Dónde puede darse esta compactación?

La compactación del suelo puede darse básicamente en dos sitios del perfil; por un lado **superficialmente** y por otro **subsuperficialmente**. La primera se da desde los 0 hasta los 10 cm de profundidad, mientras que la segunda la encontraremos desde los 10 a los 50 cm. En tierras en producción hay que considerar tanto compactación superficial como subsuperficial. Mientras que la primera es provocada básicamente por el tránsito de maquinarias y pisoteo de animales, la segunda suele ser acumulativa y obedece a tránsito de máquinas pesadas, camiones cargados y labranza continua y a la misma profundidad.

#### ¿CUALES SON LAS CAUSAS QUE LA PRODUCEN?

El uso agrícola intensivo e inadecuado al que se ha visto sujeta la región pampeana y dentro de ella, la pampa ondulada, cultivada con arado de reja y vertedera y rastras durante más de 80 años, provocó un deterioro importante de las propiedades físicas del suelo debido a su vasta historia agrícola y su textura limosa.

Una causa indirecta que contribuye a la compactación es la falta de rotaciones con gramíneas que hicieron a la producción agropecuaria casi de monocultivo. La falta de rotación hace que la materia orgánica, principal cementante de las partículas primarias y “amortiguador” de la compactación, vaya siendo consumida por los procesos biológicos propios del suelo y el perfil sea desprovisto de ella, quedando más susceptible a ser degradado físicamente.

La compactación de los suelos es “una problemática con numerosas causas”. Las más frecuentes son: **Naturales e inducidas**. Por estar las primeras fuera del alcance del productor, es que haremos hincapié en las causas inducidas.

#### - Naturales:

- Compresión natural de las partículas del suelo durante los procesos de formación de los mismos.
- Contracción natural por los procesos de humedecimiento-secado del suelo.

#### - Inducidas:

- Impacto de las gotas de lluvia o riego.
- Pisoteo de animales.
- Tránsito de maquinaria.

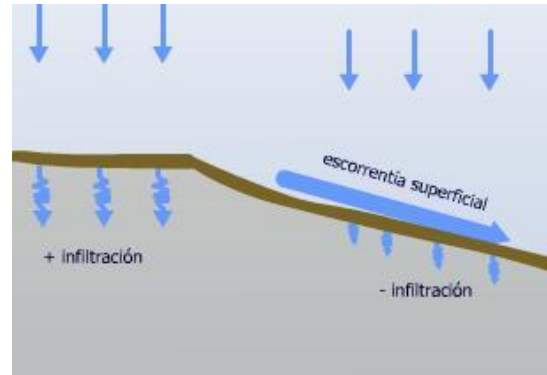




a) El impacto de las gotas de lluvia o riego caen sobre la superficie de suelo desnudo, sin vegetación, con suficiente fuerza como para deshacer y romper los agregados del suelo de la parte superficial. Esta ruptura provoca la dispersión de partículas finas que se irán movilizándose por la superficie del suelo e irán rellenando los poros, provocando así el **encostramiento superficial o sellado**.

Esto es una delgada capa compacta de unos pocos milímetros de espesor consecuencia del reordenamiento de las partículas; primero se depositan las de mayor tamaño para ser las últimas en depositarse, las más pequeñas, y así formar la costra característica del sellado.

Esta situación se ve agravada tras una precipitación intensa y un suelo recién laboreado, donde el mismo presenta una gran perturbación de la estructura y los agregados más susceptibles a ser degradados por las gotas.

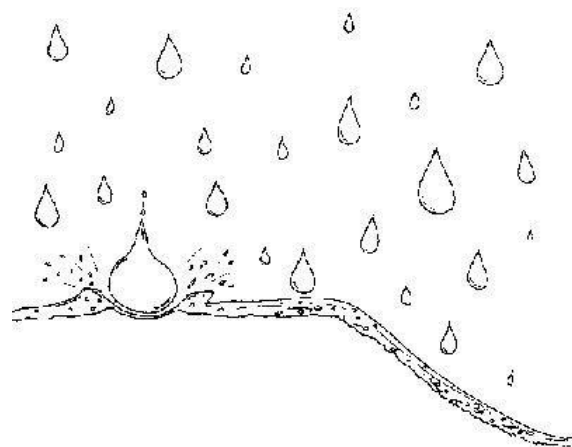


b) El pastoreo directo de la hacienda sobre la pastura indefectiblemente ejerce una presión por parte del animal al suelo pulverizando los agregados y afectando de esta manera su estructura. Así se afecta el estado de compactación de los primeros centímetros de suelo asociada a la pérdida de macroporosidad.

c) La preparación de la tierra, cuando los suelos tienen un contenido de humedad mayor que el óptimo para la labranza, promueve la compactación debido a las fuerzas de las ruedas de las máquinas e implementos agrícolas. Así mismo el tránsito en húmedo durante la cosecha y la falta de rotación de cultivos provoca la compactación superficial y sub-superficial en gran cantidad de lotes, poniendo en riesgo su productividad.

La compactación puede también desarrollarse en el subsuelo por el pasaje de maquinaria pesada como cosechadoras y camiones cargados, especialmente en condiciones húmedas. Así mismo se puede evidenciar la formación de **pisos de arado** densos, el cual se desarrolla debajo de la profundidad a la cual el suelo es labrado, presentando superficies superiores lisas con poros sellados causados además por la acción de frotación de la reja y el talón de los arados de vertederas.

En las últimas campañas, la presencia de napas freáticas cercanas a la superficie agravó el problema de la compactación, debido a que todas las labores se realizaron con excesiva humedad facilitando así la degradación de la estructura.



### ¿QUE CONSECUENCIAS PRESENTA?

Los efectos de la compactación del suelo sobre los cultivos y sobre las propiedades edáficas son numerosos y complejos.

### Efecto de la compactación sobre las propiedades de los suelos:

La principal consecuencia de la compactación sobre los suelos es la modificación en la porosidad, o sea se modifica la relación que existe entre el volumen de poros y el volumen total del



suelo. Si esta compactación se produce en la capa superficial se producirá una disminución de la infiltración e incremento de la escorrentía provocando así problemas de erosión, contando con menos agua para las plantas e impactando en su crecimiento. Si la capa compactada está a una cierta profundidad aparecerán problemas de encharcamiento al disminuir la velocidad de infiltración y percolación. De esta manera se disminuye la cantidad de agua y nutrientes disponibles para las raíces.

La consecuencia directa es la pérdida de la productividad del suelo. Por otra parte se ocasionan efectos indirectos fuera del ámbito rural ya que aumenta el riesgo de inundaciones por los mayores aportes de escurrimiento superficial en las cuencas rurales y urbanas.

### **Efecto de la compactación sobre los vegetales:**

El efecto de la compactación en los vegetales puede darse a dos niveles:

#### **1- Sobre la emergencia de plántulas.**

La emergencia de plántulas está altamente relacionada con el grado de compactación de la capa de suelo que se encuentra por encima de la semilla. Si esta compactación es demasiado resistente como para impedirla, afectará el normal crecimiento debido a que la plántula deberá gastar sus recursos en poder saltar esa barrera y serán necesarias adoptar medidas para romper la costra, incurriendo en un gasto de recursos.

La consecuencia directa es la emergencia desigual del cultivo, teniendo que incurrir en muchas ocasiones en la resiembra duplicando así recursos y tiempo.



#### **2- Sobre el crecimiento radical.**

Las raíces necesitan agua y oxígeno para poder desarrollarse, y además debe existir un espacio poroso adecuado entre las partículas del suelo por el que puedan ir creciendo. El principal obstáculo con el que se puede encontrar la raíz en su crecimiento es el impedimento mecánico que puede deberse tanto a la presencia de rocas u horizontes muy pedregosos a poca profundidad, como a la presencia de capas de suelo endurecidas o compactadas.

El aumento de la resistencia mecánica del suelo va a restringir el crecimiento de las raíces a espacios de menor resistencia, tales como los que se ubican entre las estructuras (terrones), en cavidades formadas





por la fauna del suelo (lombrices) y en espacios que se producen por la descomposición de restos orgánicos gruesos (raíces muertas). Esta situación va a producir un patrón de crecimiento característico de raíces aplanadas, cortas, delgadas, torcidas, horizontales a la superficie del suelo y ubicadas en sus fisuras, con una escasa exploración del volumen total.

Los síntomas que se observan por arriba de la superficie del suelo son: plantas de menor tamaño, achaparradas y de escaso crecimiento en forma aislada o pequeños grupos de plantas con esta sintomatología rodeadas de plantas normales. El marchitamiento de las plantas en ciertas áreas de un campo puede ser señal de compactación. Esto puede deberse a que los sistemas radiculares poco profundos no permiten absorber la humedad en el subsuelo.

### **¿COMO PODEMOS SOLUCIONARLA?**

La compactación del suelo es un fenómeno difícil de corregir y de un elevado costo. Los suelos de la región pampeana son capaces de recuperar la estructura y porosidad, por lo tanto, hay que tomar las medidas necesarias para que este fenómeno no ocurra o bien se controle, de manera que no llegue a niveles que limiten el potencial productivo de la especie cultivada.

La introducción de la **Agricultura de Conservación** resulta indispensable para solucionar y/o prevenir el problema de la degradación física del suelo, adoptando para ello 2 vías complementarias:

Para atenuar estos efectos se pueden encarar 2 vías:

- 1- Directa: tiende a restablecer las condiciones óptimas.
- 2- Preventiva: apunta a evitar que se produzca la compactación.

La **vía directa** se centra en eliminar las capas compactadas con mínima alteración de la superficie. Si la compactación que existe en un lote es superficial se puede solucionar relativamente fácil con roturación del suelo en los primeros 5 cm. En cambio, si la compactación es en profundidad se deben realizar roturaciones hasta por lo menos 40 cm. de profundidad usando principalmente escarificadores, cincel subsolador o paratill. Estos aflojan el suelo y van soltando las capas compactadas, levantándolas y disgregándolas, formándose una red de macroporos interconectados, actuando como vías para la penetración de raíces y el flujo de agua y aire.

Hoy en día las descompactaciones por debajo de la profundidad normal del arado son difíciles de resolver y de alto costo económico.

Así mismo se pueden utilizar las raíces de la vegetación natural o de cultivos de cobertura plantados para actuar como subsoladores biológicos que penetren en los horizontes densos. La estabilidad de los canales creados por las raíces de las plantas será mayor que aquella de canales formados por métodos mecánicos, ya que la liberación de sustancias orgánicas de las raíces estabiliza las superficies internas de los canales. Una vez que las raíces se han muerto y contraído, estos poros serán lo suficientemente grandes y estables para permitir que penetren las raíces del cultivo siguiente.

Luego de eliminadas estas capas compactadas resulta indispensable realizar prácticas de manejo de suelos que eviten que este fenómeno se vuelva a producir en forma intensa. Es por ello que es necesario adoptar **técnicas de prevención** que consisten en:

### **Labranza cero y rotación de cultivos**

La labranza cero a través de la siembra directa, componente básico de la Agricultura de Conservación, es una herramienta vital para prevenir la compactación del suelo resultando



además, en un mejor control de la erosión, conservación del agua, ahorro en tiempo operativo y reducción de combustible fósil.

Los suelos bajo este tipo de siembra, con una adecuada rotación de cultivos, cultivos de cobertura, especialmente gramíneas, que ya se han mencionado sus beneficios, (como por ejemplo trigo, maíz, avena, cebada, sorgo, etc) y un manejo adecuado, tienen la capacidad de recuperar la estructura, gracias al efecto de sus raíces y de la actividad biológica.

Además, la alfombra de residuos amortigua el efecto de compactación de la maquinaria pesada en la superficie del suelo.

### ***Tráfico controlado***

El tráfico controlado es una herramienta vital para realizar la Agricultura de Conservación, principalmente por el control permanente de la localización de la compactación del campo.

El tráfico controlado y la labranza cero trabajan en forma conjunta. La compactación del suelo puede continuar siendo un problema bajo la labranza cero, ya que el suelo no es rutinariamente aflojado por la labranza y además el suelo continúa siendo sometido al paso de varios equipos potencialmente pesados en condiciones de suelo de húmedas a saturadas.

La finalidad del control del tráfico es mantener las ruedas de todos los equipos siempre en la misma huella, año tras año, y mantener estas zonas de tráfico separadas de las zonas de cultivo, manejando cada zona separadamente.

### ***Neumáticos flotantes***

Los neumáticos flotantes son un importante recurso para enfrentar la degradación de la tierra. La función principal de los neumáticos flotantes es reducir la compactación del suelo inducida por el tráfico.

Al aumentar la superficie del neumático en contacto con el suelo mediante el uso de neumáticos dobles, neumáticos de mayor diámetro, neumáticos radiales, o disminuyendo su presión de inflado, se logra una distribución más equitativa del peso de la maquinaria lo que reduce la compactación del suelo.

La producción sostenible de alimentos y fibras, en cualquier explotación y región, requiere que los métodos de producción sean económicamente competitivos y ambientalmente amigables. Para obtener estos resultados es necesario adoptar una tecnología de producción agrícola que no solamente beneficie a la producción sino que proporcione también un beneficio ambiental a largo plazo al suelo y a los recursos hídricos en los cuales está basado.

## **¿QUÉ OCURRE EN LA PRÁCTICA CON LA COMPACTACIÓN DE NUESTROS SUELOS?**

Con el objetivo de comparar lo que recomiendan las entidades tecnológicas como INTA en cuanto al manejo del recurso suelo, y las prácticas culturales aplicadas por los productores de la región, se realizaron 2 entrevistas. En primer lugar se entrevistó a un especialista de la estación experimental INTA Rafaela y luego a un asesor CREA- región Santa Fe Centro - quien asesora a 10 productores.

- Entrevista a la Licenciada en Edafología Verónica Sapino, coordinadora del área de agronomía de la Estación Experimental INTA Rafaela.



### **¿Qué nos puede decir acerca del recurso suelo?**

El suelo es un recurso sobre el cual se obtienen las principales fuentes de alimentos y toda la producción parte de las plantas, las cuales necesitan nutrirse y lo realizan mediante la absorción de minerales localizados en el suelo.

Es una capa muy delgada que no debe considerarse aislado de los demás ya que está en estrecha relación respecto a la atmósfera, biosfera y los demás recursos. Cuando estudiamos el suelo, lo hacemos como un sistema complejo tratando de producir de modo que las propiedades del mismo no sean deterioradas, bregando que los productores opten por adoptar prácticas de manejo para lograr la sustentabilidad de los sistemas.

Para lograr concientizar a los productores interesados en el cuidado de sus lotes y la mejora de su producción, se deben realizar muestreos de suelos, dejando en claro así su textura y estructura determinando posibles problemas que limitarán su utilización.

### **Desde esta estación experimental ¿Se está trabajando acerca de este recurso?**

Desde la estación experimental, y más específicamente el grupo de manejo de suelos, se está trabajando sobre varias líneas de investigación tratando de abarcar todas estas cuestiones (fertilidad física y química, prácticas de manejo y rotaciones), de cómo usar el suelo para que siga siendo productivo y produzca cada vez más.

### **¿Y más específicamente en la cuestión de física y compactación de suelos?**

Desde esta estación experimental no pero INTA tiene un programa a nivel nacional con líneas de trabajo sobre esta temática. El programa se llama "Programa Suelos" y una de las líneas es física de suelos.

### **¿En qué consisten?**

La compactación hace hincapié en que las partículas minerales del suelo son obligadas a estar en contactos más cercanos unas con otras, lo cual implica que se pierdan los poros en donde se localiza el agua y el aire. Así las raíces encuentran impedimentos para explorar el perfil y poder absorber los nutrientes y el agua del suelo.

Las líneas de trabajo apuntan a cómo usamos el suelo y cómo lo proveemos de materia orgánica, como utilizamos en la rotación las gramíneas, las cuales tienen raíz en cabellera que generan estructura y no se compactan los suelos.

Si el suelo está bien provisto de materia orgánica, cementante de los agregados, se generan espacios y poros que facilitan la infiltración y percolación del agua, el intercambio de aire entre el suelo y la atmósfera y la normal exploración del perfil por parte de las raíces. El principal problema es que esta se fue perdiendo bastante a lo largo del tiempo; cuando anteriormente era de 5%, hoy ese ronda el 2% a 3%. Aún con buenos contenidos de materia orgánica, si el suelo es mal usado por ejemplo con el paso de las maquinarias con humedad elevada o incluso con el pastoreo, nuestro suelo va a sufrir compactación. El problema de la compactación por pisoteo se agrava en sistemas con alta carga y años húmedos. Si el suelo está bien provisto de materia orgánica va a resistir mejor ese pisoteo o compactación por tránsito y será más fácil su recuperación.

### **¿Qué se está haciendo en extensión respecto a este tema?**

Se busca llegar a los productores, mediante charlas, jornadas a campo y demostraciones, con herramientas para mejorar su producción y hacer un uso más sustentable de los recursos.



**¿Cuál es la propuesta del INTA acerca de esta problemática y que recomendaciones se les pueden dar a los productores?**

Siempre se debe tener en cuenta que el suelo es complejo. Está ensayado y demostrado que las rotaciones deben incluir a las gramíneas y todo lo que favorece la incorporación de materia orgánica. Esto constituirá no solo una solución a la problemática sino también a la prevención y propiciando el uso racional y sustentable del suelo.

No solo se intenta llegar a productores sino también a técnicos para que sean ellos el nexo entre INTA y los productores, y puedan acercarle las prácticas y tecnologías de prevención y concientización.

No debemos perder de vista que el productor debe llevar adelante una empresa entonces debemos buscar herramientas que se puedan conjugar entre las “prácticas ideales” y el manejo más adecuado a cada productor.

- Entrevista al Ingeniero Agrónomo Darío Cortese, Asesor del grupo CREA Rafaela perteneciente a la región CREA Centro recibido en FCA-UNL.  
El grupo está conformado por productores pertenecientes a una amplia región comprendida entre Angélica y Eusebia.

**¿Qué nos puede decir acerca del recurso suelo?**

La ventaja que tiene esta zona en el uso del recurso del suelo es que está basada en producción mixta (agrícola y ganadera) por lo cual no es una agricultura pura de monocultivo y lo que predomina es la actividad lechera (tambo) esto implica que la degradación del suelo es mucho más limitada y controlada por esta combinación de actividades.

**La degradación física del suelo ¿Es un tema que le preocupa? ¿Sabe de la presencia de lotes compactados en los establecimientos que asesora?**

Si, de hecho hace 5 o 6 años que venimos trabajando porque nos preocupaba la pérdida de pasturas, principalmente alfalfa producto de la compactación. Al observar manchones de alfalfas que se iban perdiendo decidimos hacer un estudio con calicatas en esos lugares y observamos una compactación muy fuerte en el orden de los 5- 6 cm de suelo producto del pisoteo causado por la hacienda. Este problema se fue agravando producto que la alfalfa se venía plantando sola sin ningún tipo gramíneas que amortiguara un poco la compactación.

En lotes agrícolas la compactación fue detectada a los 8-10 cm de profundidad producto fundamentalmente del tránsito de la maquinaria.

**¿Qué le parece que deberían hacer los productores para disminuir esa compactación?**

Lo que estamos haciendo en las explotaciones mixtas, a partir de ese diagnóstico, es consociar alfalfa con gramíneas (festuca, cebadilla o raigrás, ) de manera que el suelo quede más cubierto por las mismas y esto disminuya este problema. Además incorporar en la rotación gramíneas puras de verano e invierno para generar más raíces disminuyendo así esa compactación. En explotaciones de agricultura como única actividad, se hace lo mismo incorporando gramíneas (maíz o trigo) para generar así raíces.

En suelos muy compactados se realiza una labranza vertical muy superficial a 12 a 13 cm como para romperla.

**¿En qué condiciones se pasa el implemento?**



Con humedad intermedia, no muy húmedo porque sino no rompe la compactación y tampoco muy seco porque sino saca a la superficie cascotes muy grandes difíciles de trabajar.

La particularidad de los suelos de la región es que son muy limosos y eso facilita la compactación y revertir esa situación no es fácil, si no lo hacemos con raíces de gramíneas no es tan sencillo mejorar esa estructura.

Estos últimos años el efecto de las abundantes lluvias agravó el problema. Cuando las lluvias impactan en el suelo eliminan los rastrojos, lavan el suelo y provocan que las labores se hagan con suelos húmedos y el pisoteo de los animales se produzca en las mismas condiciones. La lluvia se llevó el rastrojo que iba a ser materia orgánica.

En los manchones de alfalfa medimos infiltración y observamos que es menor que en el resto del lote. Esto significa menos agua para el cultivo y más que se escurre y arrastra la cobertura.

### **¿Alguno de los establecimientos hace control de tránsito de la maquinaria?**

En lo posible si pero estos últimos años las labores se realizaron con mucha humedad debido a las altas precipitaciones y no se pudo respetar eso.

El mismo consiste en que solo ingresa al lote la cosechadora y la tolva al momento de la cosecha.

Estamos viendo que hay mucha conciencia de atacar el problema, los productores están concientizados en que eso hay que cambiarlo.

### **¿Cómo hizo el productor para darse cuenta que tenía que cambiar?**

Primero con la observación visual de plantas de alfalfa con manchones que se terminaban perdiendo, cultivos con menos crecimiento, raíces con crecimiento anormal hacia el costado y no en profundidad. Todo esto era síntoma de que había un problema, entonces a partir de ahí se hizo el estudio con gente de la facultad y otros profesionales para ver como atacar el problemas. Surge como solución el cambio de rotaciones, incorporar gramíneas a la siembra de alfalfa.

## **CONCLUSIÓN**

A partir del trabajo de investigación sobre el recurso suelo, su conformación y sus formas de degradación física -más específicamente compactación- podemos decir que es una problemática que requiere de su correcta identificación y posterior confección de soluciones integrales, debido a la complejidad del problema.

De la entrevista a INTA se puede afirmar que existen herramientas al alcance de los productores para hacer un uso racional del suelo y generar un ámbito de debate para llegar a soluciones que sean amigables con el medio ambiente.

Se evidencia una toma de conciencia por parte de los productores de la zona analizada sobre la problemática de degradación de suelo, y el abordaje de soluciones que apunten a la sustentabilidad de los sistemas.