



ENSAYO DE CAMPO · 2024–2026

# Efecto de dosis crecientes de Maxan sobre la resistencia a la penetración

Establecimiento Don Nicolás — Estudio de penetrometría por dosis (0 · 30 · 60 · 90 L/ha)

RESP. TECNICO: ING. AGR. JORGE MAZZIERI

*60 mediciones · profundidad 0–60 cm · relevamiento 16/07*

# Objetivo y metodología



Evaluar cómo responde la resistencia mecánica del suelo (penetrometría) a dosis crecientes de Maxan, comparando cada dosis contra el testigo sin aplicar.

**60**

mediciones de penetrómetro  
georreferenciadas

**0-60**

cm de profundidad, registro cada 1  
cm

**4**

niveles de dosis en franjas contiguas

**kPa**

resistencia a la penetración (RP)

## Diseño de dosis



**Testigo — 0 L/ha**

n = 20 mediciones



**30 L/ha**

n = 13 mediciones



**60 L/ha**

n = 13 mediciones

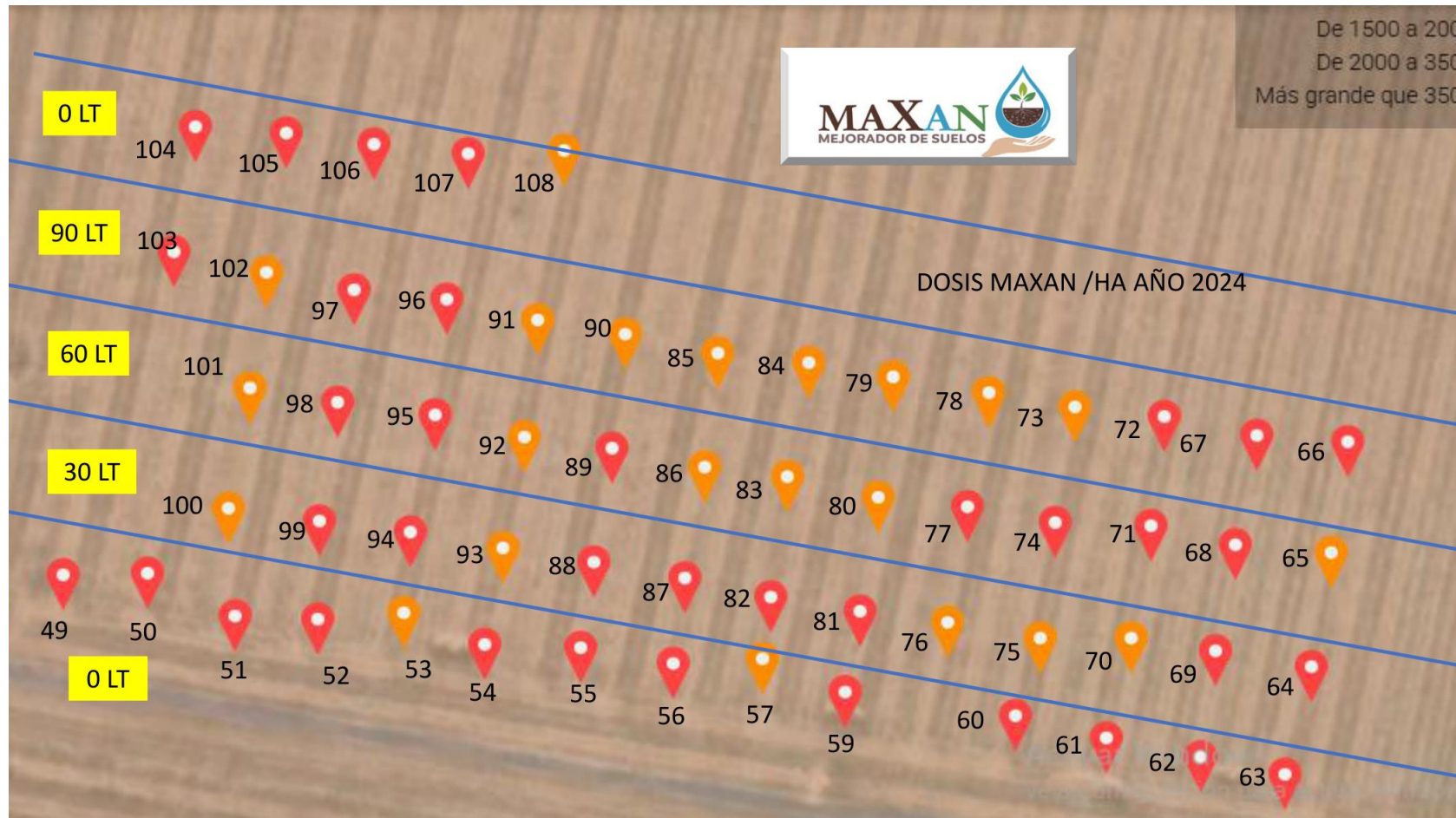


**90 L/ha**

n = 14 mediciones

# Puntos de muestreo en el campo

Relevamiento georreferenciado con penetrómetro Falker — Establecimiento Don Nicolás



Franjas de dosis (0 · 30 · 60 · 90 L/ha) y ubicación de las 60 mediciones sobre el lote.

## Cómo se relevó

- 60 puntos medidos con penetrómetro Falker, cada uno georreferenciado (GPS).
- Los puntos se distribuyen en franjas contiguas según la dosis de Maxan.
- El color del pin indica la resistencia máxima (R.P.) registrada en cada punto.

Referencia — R.P. Máxima (kPa)



# Hallazgos clave



*Maxan reduce la compactación de forma progresiva: a mayor dosis, menor resistencia a la penetración.*

## –17,6 %

menor RP máxima con 90 L/ha  
vs. testigo (4048 → 3334 kPa)

## –34,8 %

en la capa superficial 0–15 cm  
con 90 L/ha (la más compactada)

## –16,7 %

resistencia media global 0–60 cm  
con la dosis alta

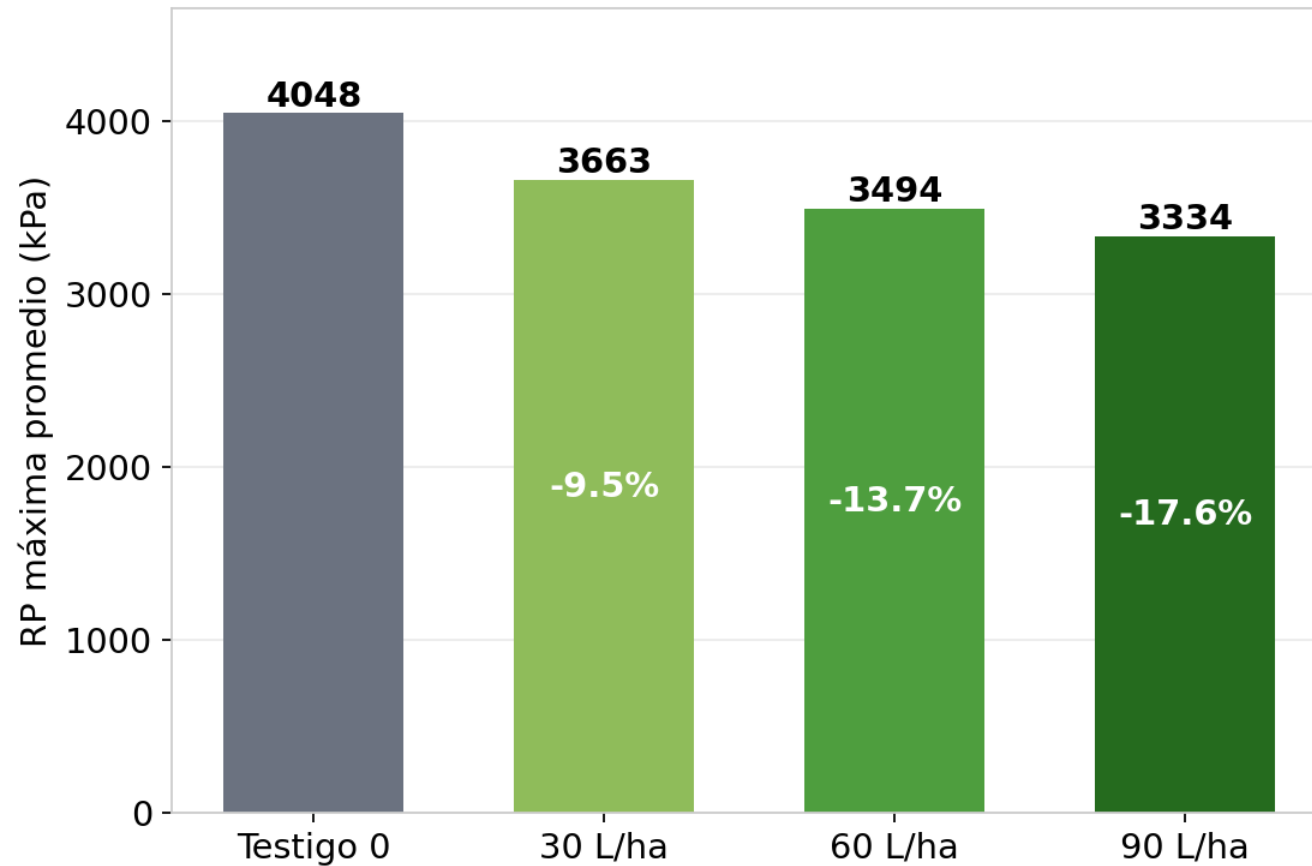
## Dosis-respuesta

la mejora crece de forma  
ordenada: 30 < 60 < 90 L/ha

# Resistencia máxima promedio por dosis



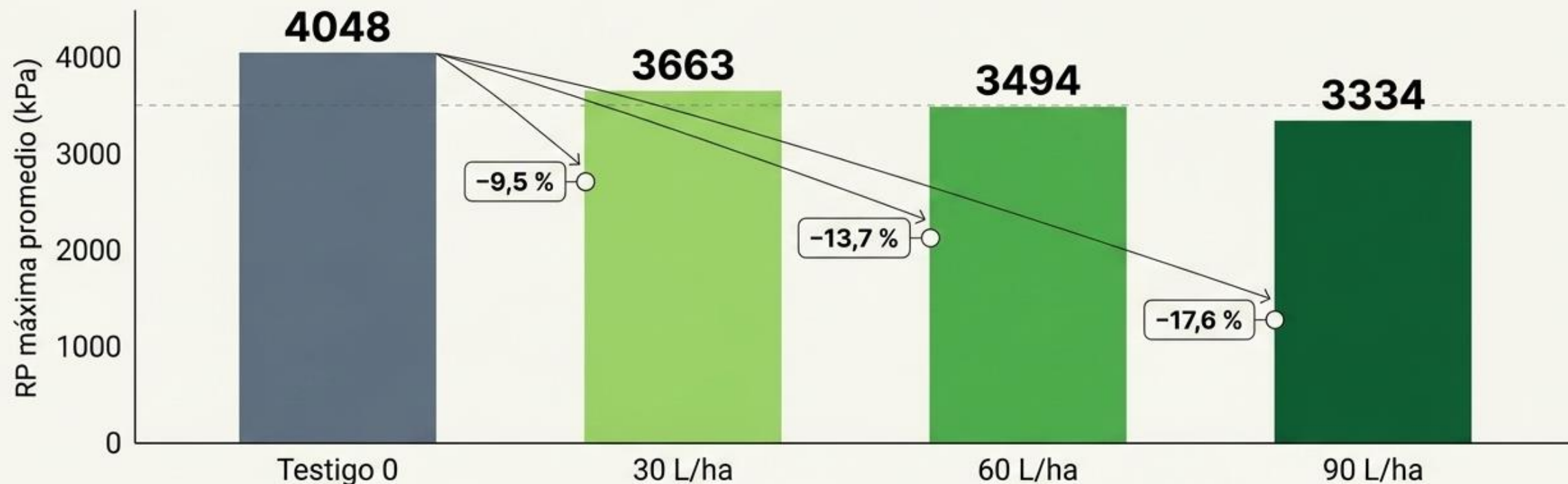
RP máxima promedio por dosis



## Lectura

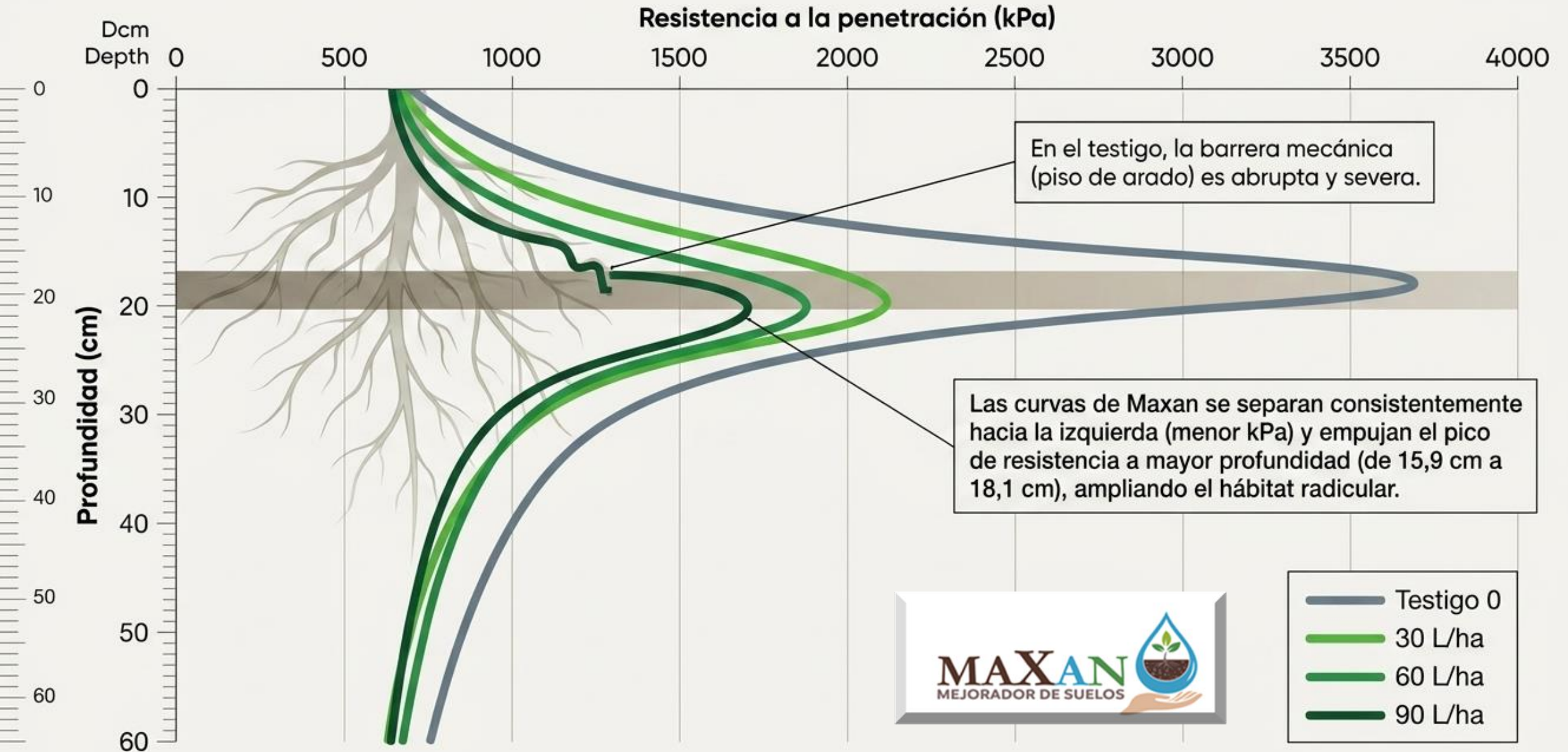
- La RP máxima cae de forma sostenida al subir la dosis.
- Testigo 4048 kPa → 90 L/ha 3334 kPa.
- Reducciones: 30 L/ha -9,5 % · 60 L/ha -13,7 % · 90 L/ha -17,6 %.
- Valores >3500 kPa indican suelo muy compactado: Maxan lo aliviana.

# La Ley de Dosis-Respuesta: Caída sostenida de la resistencia máxima



**Rompiendo el límite crítico.** Valores superiores a 3500 kPa indican un suelo severamente compactado. Las dosis de 60 y 90 L/ha logran perforar este techo, devolviendo al suelo a rangos explorables.

# El "Rayos X" Agronómico: Radiografía del perfil (0-60 cm)



# Foco superficial: Desbloqueando la capa de 0–15 cm

El mayor impacto descompactador de Maxan ocurre exactamente **donde la semilla necesita germinar y establecer sus primeras raíces.**

## La Magnificación



## Los Datos

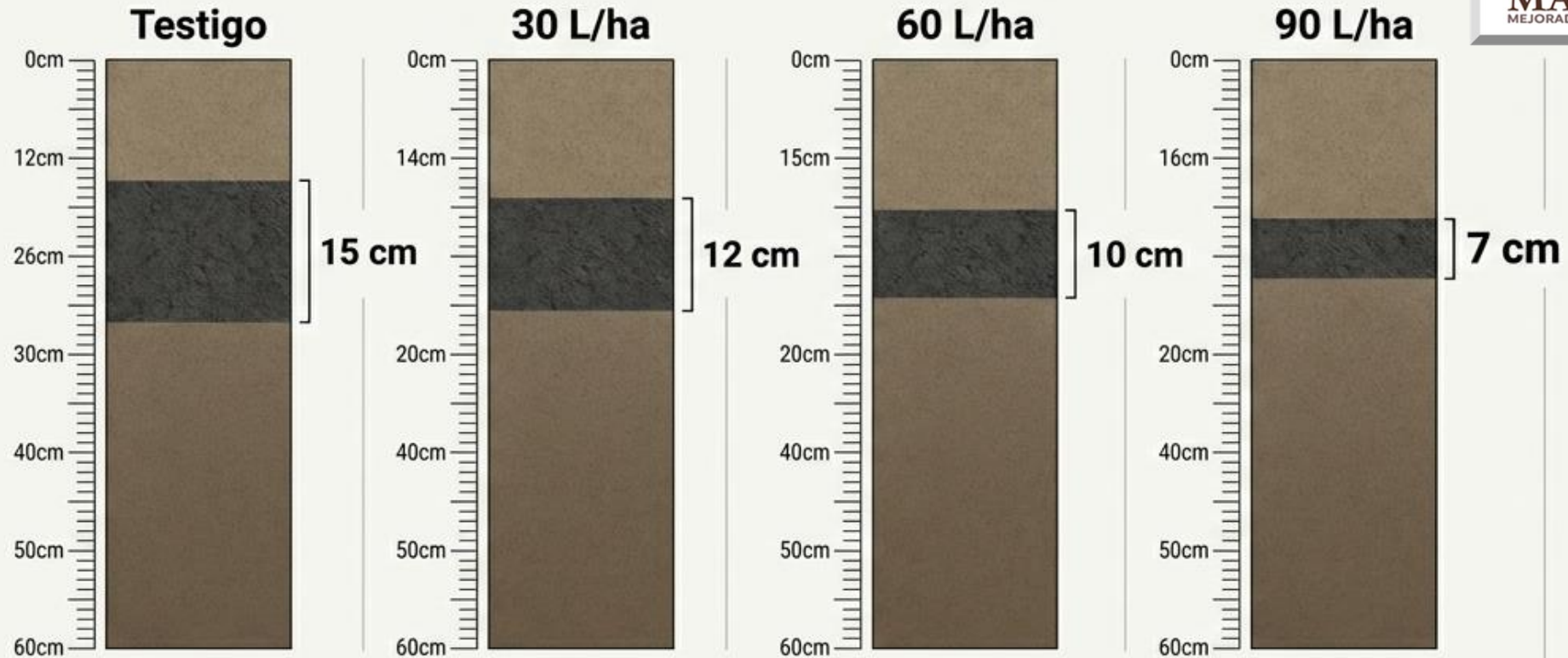


**–34,8% de resistencia**

Esta reducción drástica en la dosis alta elimina el estrés mecánico temprano, garantizando una emergencia uniforme y un vigor inicial superior.

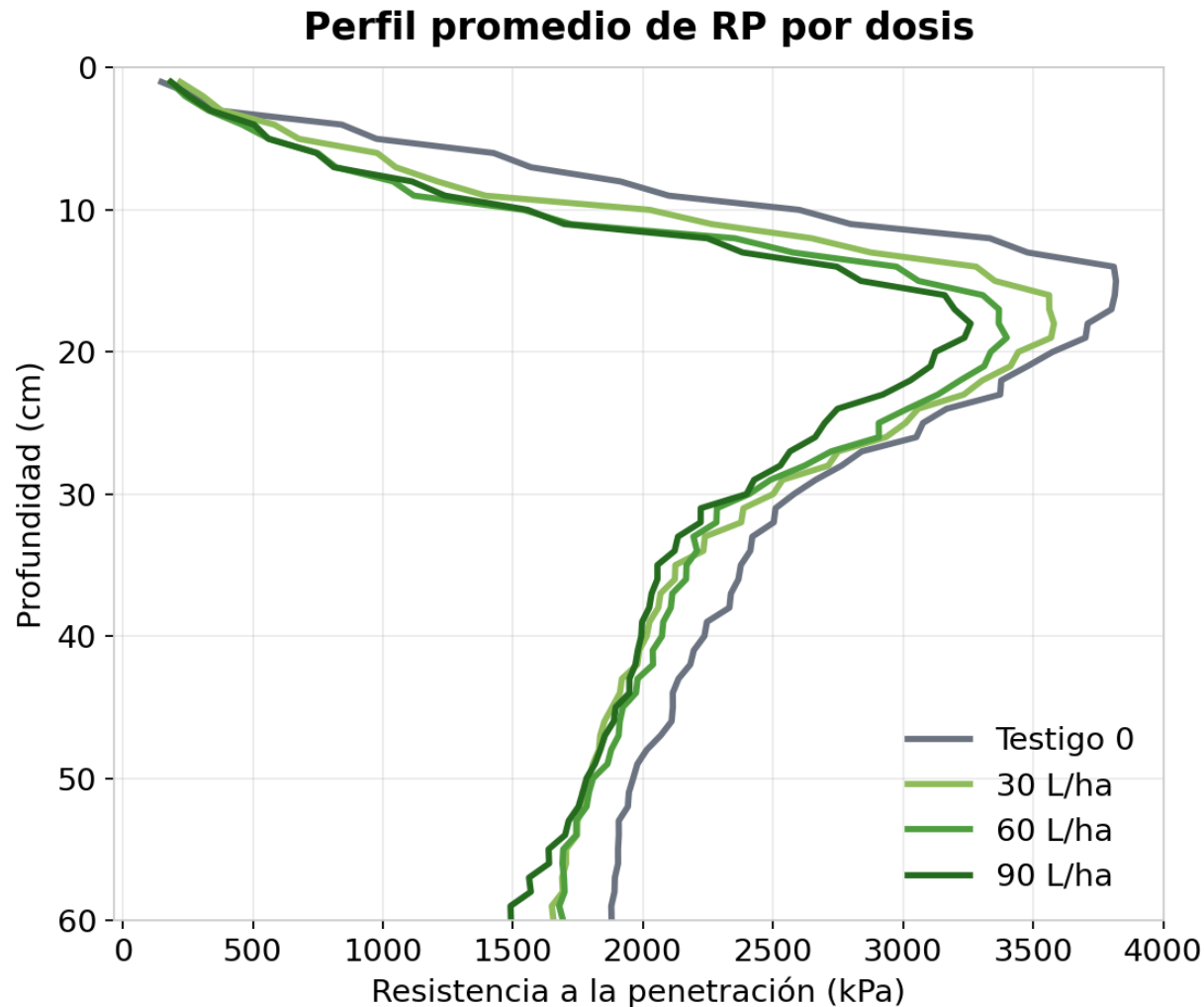
# Contrayendo el “Piso de Arado” a la mitad

Espesor físico de la capa que supera los 3000 kPa de resistencia.



A mayor dosis, la franja compactada empieza más abajo y termina más arriba. El **obstáculo físico se reduce a menos de la mitad**, requiriendo mucha menos energía de la planta para atravesarlo.

# Perfil de resistencia según profundidad



## Qué muestra el perfil

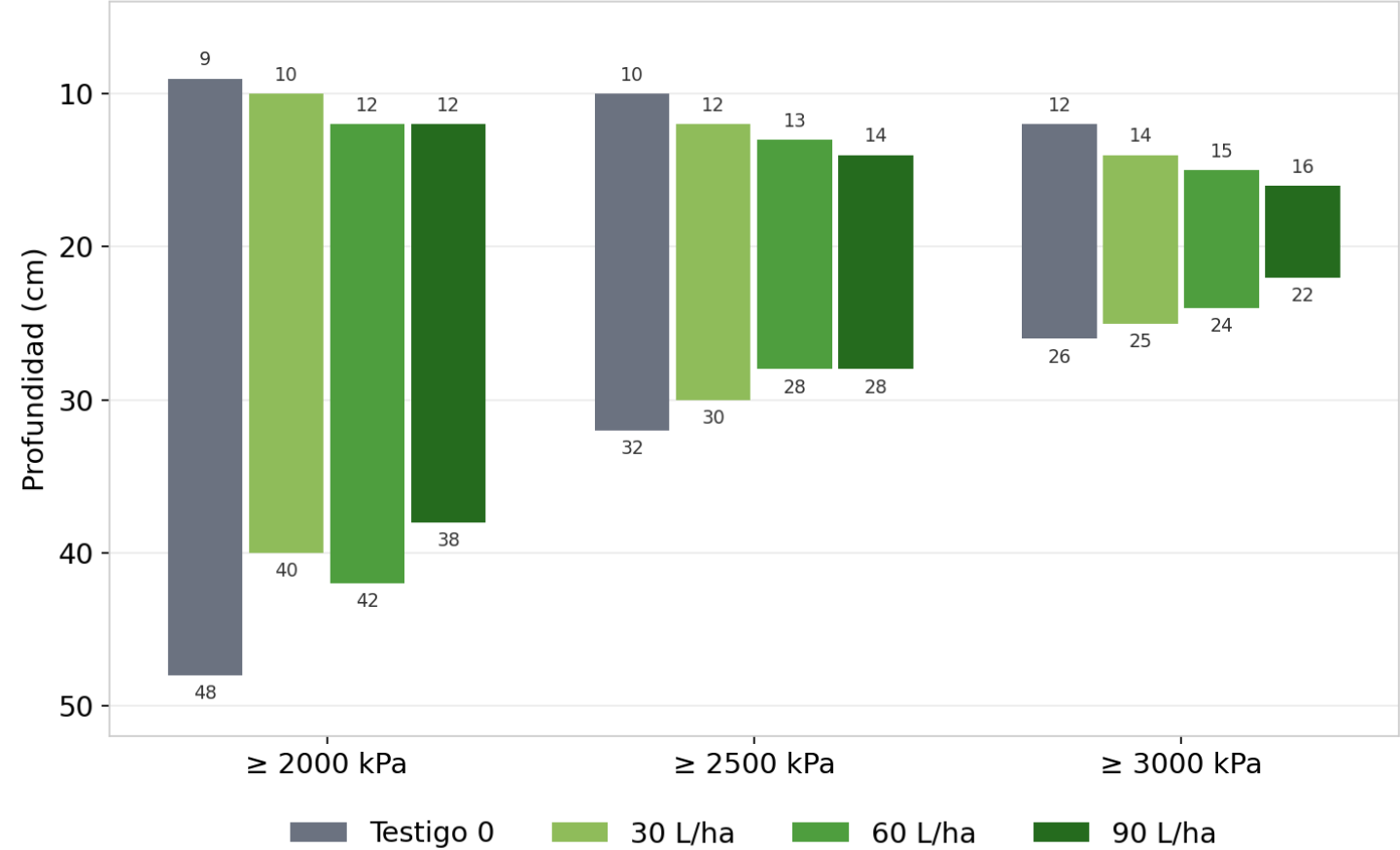
- Las curvas con Maxan quedan por debajo del testigo en casi todo el perfil.
- El pico de compactación (piso de arado, ~15–20 cm) es notablemente menor con dosis crecientes.
- En profundidad (30–60 cm) las dosis tratadas también sostienen menor resistencia.
- La separación entre curvas ordena las dosis:  $90 < 60 < 30 < \text{testigo}$ .

# Desde y hasta qué profundidad supera cada nivel

Profundidad de inicio y fin de las franjas que superan 2000, 2500 y 3000 kPa (perfil promedio por dosis).



Franja de profundidad que supera cada nivel de resistencia



Rango de profundidad (cm)

| Dosis   | ≥2000 | ≥2500 | ≥3000 |
|---------|-------|-------|-------|
| Testigo | 9–48  | 10–32 | 12–26 |
| 30 L/ha | 10–40 | 12–30 | 14–25 |
| 60 L/ha | 12–42 | 13–28 | 15–24 |
| 90 L/ha | 12–38 | 14–28 | 16–22 |

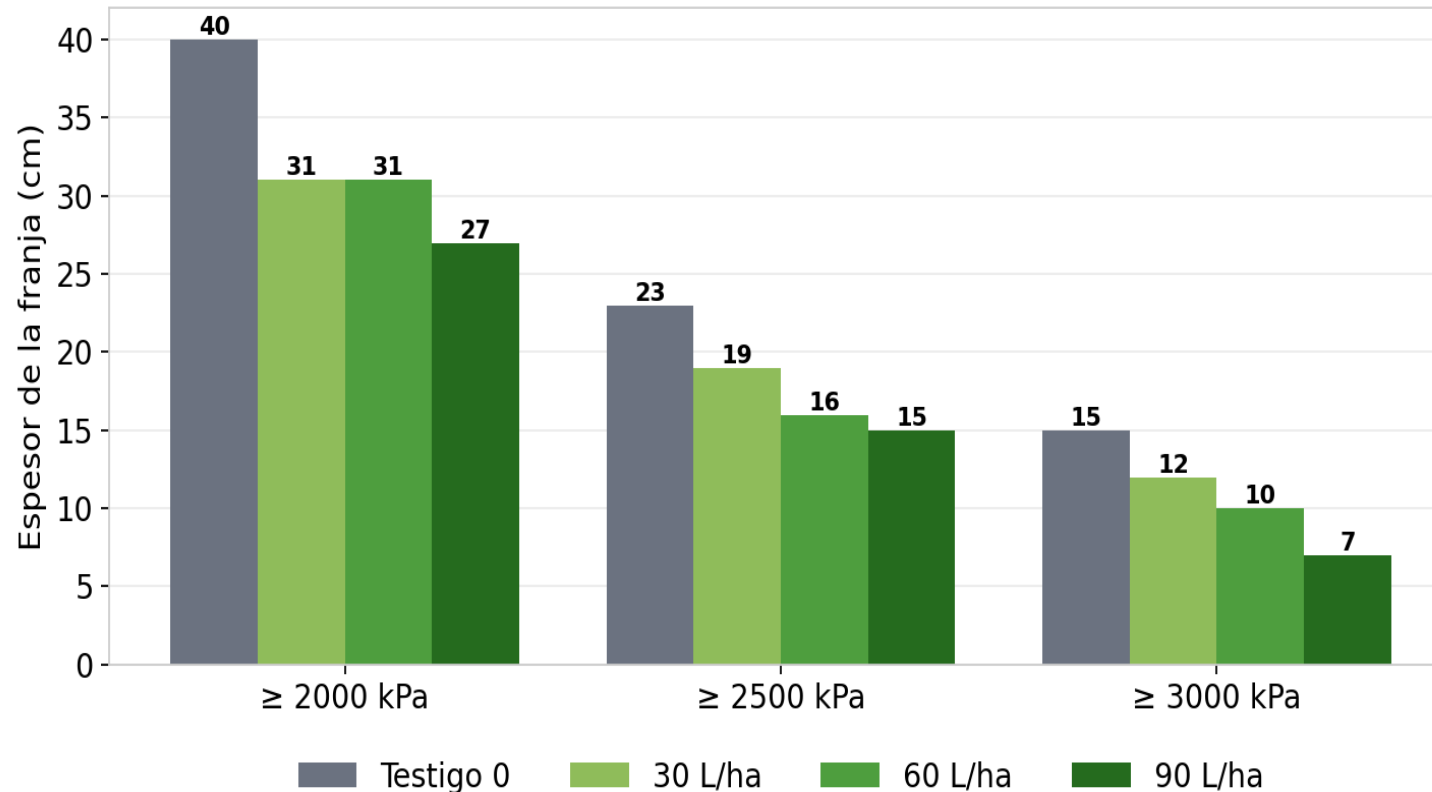
A mayor dosis, la franja compactada empieza más abajo y termina más arriba: la capa dura se hace más delgada.

# Espesor de suelo por encima de cada nivel

*Espesor (cm) de la franja que supera cada umbral de resistencia, por dosis.*



## Espesor de suelo que supera cada nivel de resistencia



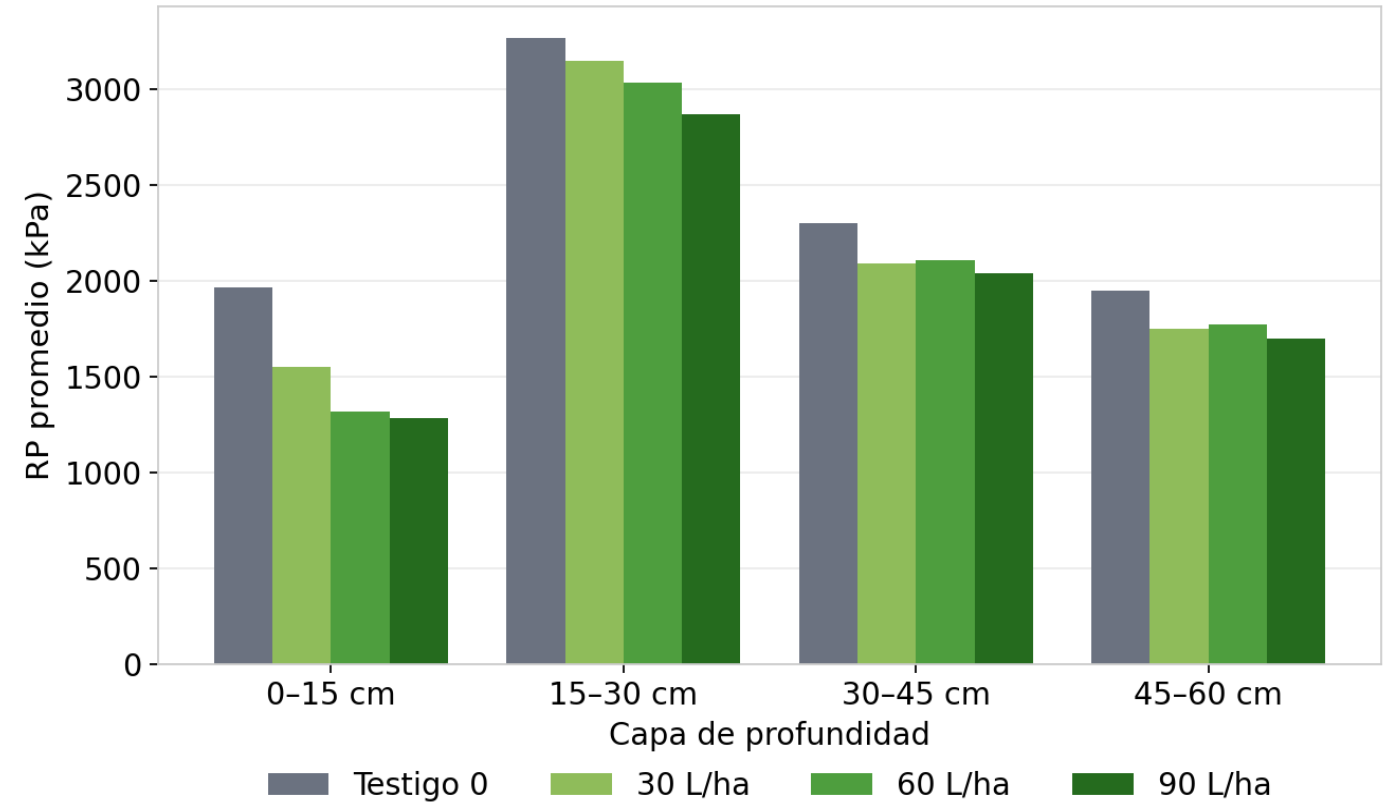
## Lectura

- Con 2000 kPa la capa pasa de 40 cm (testigo) a 27 cm con 90 L/ha (-13 cm).
- Con 2500 kPa baja de 23 a 15 cm; con 3000 kPa de 15 a 7 cm.
- El nivel más severo (3000 kPa) es el que más se reduce: menos de la mitad con dosis alta.
- Menos espesor compactado = menos barrera para raíces y agua.

# Resistencia promedio por capa de profundidad



RP promedio por capa de profundidad y dosis



RP promedio (kPa)

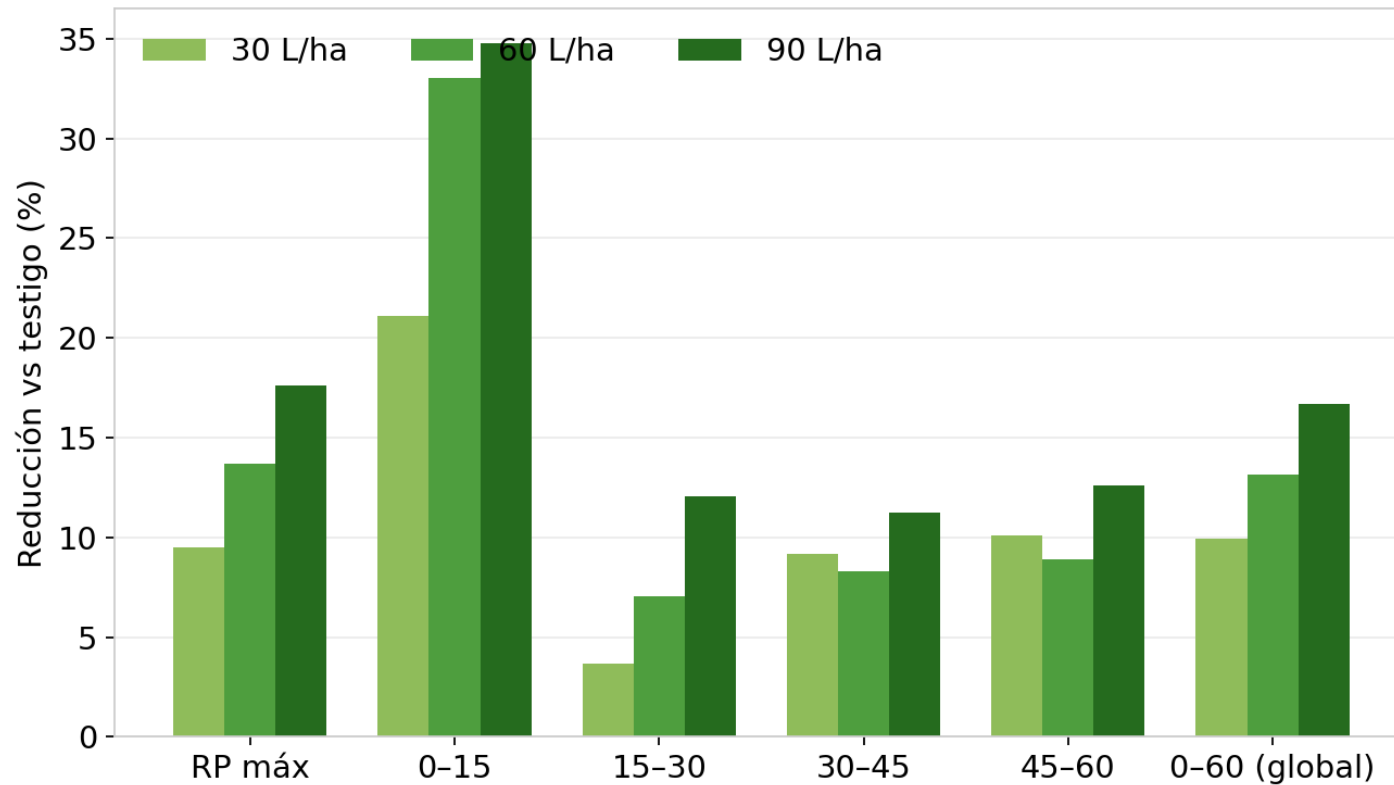
| Capa  | Test. | 30   | 60   | 90   |
|-------|-------|------|------|------|
| 0–15  | 1964  | 1550 | 1315 | 1281 |
| 15–30 | 3265  | 3144 | 3034 | 2871 |
| 30–45 | 2299  | 2088 | 2108 | 2040 |
| 45–60 | 1945  | 1749 | 1772 | 1700 |
| 0–60  | 2368  | 2133 | 2057 | 1973 |

La capa superficial 0–15 cm es donde Maxan produce la mayor descompactación.

# Reducción de la resistencia vs. testigo



**Reducción de la resistencia respecto al testigo**



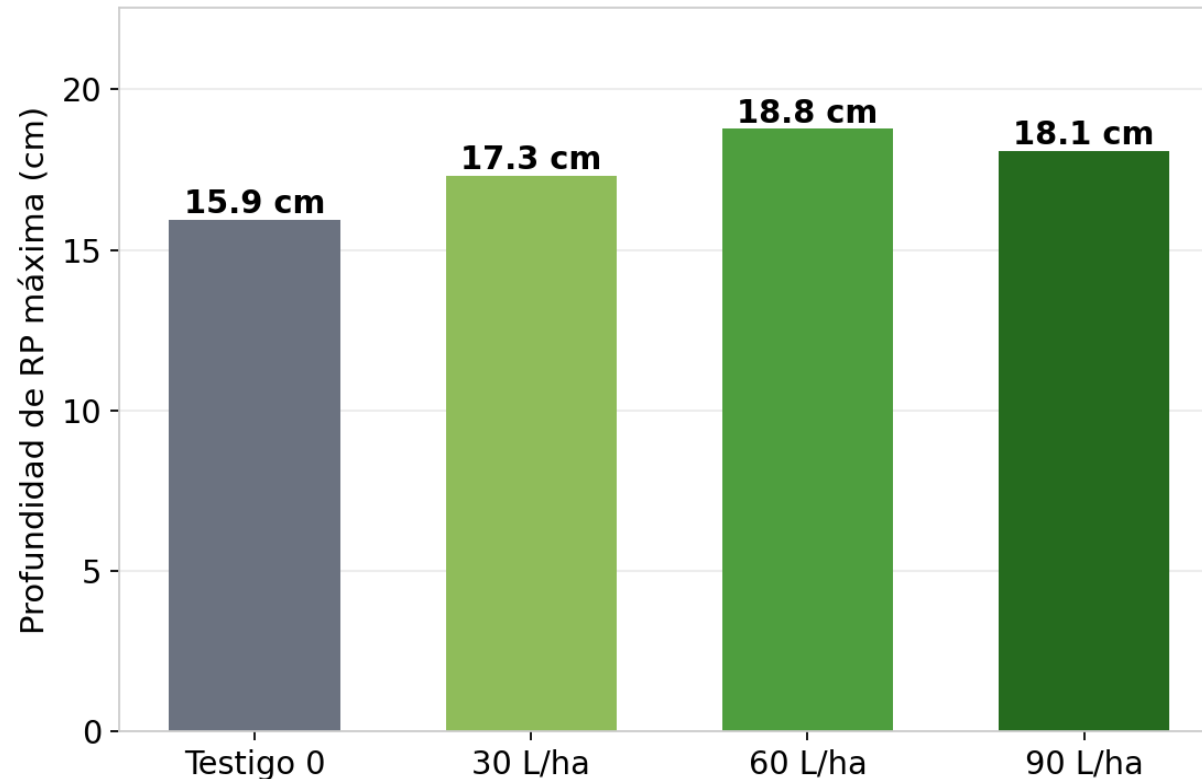
## En porcentajes

- Todas las dosis reducen la resistencia en todas las capas.
- El efecto es máximo en superficie (0–15 cm): hasta –34,8 %.
- La reducción global (0–60 cm) escala con la dosis: –9,9 % → –13,1 % → –16,7 %.
- La respuesta es consistente y ordenada por dosis.

# Profundidad del pico de resistencia



Profundidad promedio del pico de resistencia



## Interpretación

- En el testigo el pico de resistencia aparece más arriba (~15,9 cm).
- Con Maxan el pico se corre en profundidad (17–19 cm).
- Indica una capa superficial más blanda y mejor explorable por las raíces.
- Consistente con la fuerte descompactación observada en 0–15 cm.

# Resumen de resultados

| Parámetro                   | Testigo 0 | 30 L/ha | 60 L/ha | 90 L/ha        |
|-----------------------------|-----------|---------|---------|----------------|
| RP máxima (kPa)             | 4048      | 3663    | 3494    | <b>3334</b>    |
| Reducción RP máx vs testigo | —         | −9,5 %  | −13,7 % | <b>−17,6 %</b> |
| Prof. del pico RP (cm)      | 15,9      | 17,3    | 18,8    | <b>18,1</b>    |
| RP media 0–15 cm (kPa)      | 1964      | 1550    | 1315    | <b>1281</b>    |
| RP media 0–60 cm (kPa)      | 2368      | 2133    | 2057    | <b>1973</b>    |
| Reducción global 0–60 cm    | —         | −9,9 %  | −13,1 % | <b>−16,7 %</b> |
| N.º de mediciones           | 20        | 13      | 13      | <b>14</b>      |

Valores promedio por franja de dosis. Menor RP = suelo menos compactado.

# Matriz Diagnóstica Integral



Comparativa completa de parámetros mecánicos por nivel de tratamiento.

|       |                                 |                  |                |                |                |
|-------|---------------------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|
| 0 cm  |                                 |                  |                |                |                |
|       | <b>Parámetro Mecánico</b>       | <b>Testigo 0</b> | <b>30 L/ha</b> | <b>60 L/ha</b> | <b>90 L/ha</b> |
| 10 cm | RP Máxima (kPa)                 | 4048             | 3663           | 3494           | <b>3334</b>    |
| 20 cm | Reducción RP Máx vs Testigo     | —                | −9,5 %         | −13,7 %        | <b>−17,6 %</b> |
| 30 cm | RP Media Superficie 0–15 cm     | 1964             | 1550           | 1315           | <b>1281</b>    |
| 40 cm | RP Media Perfil 0–60 cm         | 2368             | 2133           | 2057           | <b>1973</b>    |
| 50 cm | Profundidad del pico de RP (cm) | 15,9             | 17,3           | 18,8           | <b>18,1</b>    |
| 60 cm |                                 |                  |                |                |                |

Valores promedio por franja. La consistencia transversal valida a Maxan como un acondicionador de suelo predecible y escalable.

# Conclusiones



1

## Efecto dosis-respuesta claro

Cada incremento de dosis reduce la resistencia a la penetración; el orden  $30 < 60 < 90$  L/ha se mantiene en toda la profundidad.

2

## Mayor impacto en superficie

La capa 0–15 cm —la más compactada— es la más beneficiada, con reducciones de hasta –34,8 % en la dosis alta.

3

## Beneficio en todo el perfil

La resistencia media 0–60 cm baja –16,7 % con 90 L/ha, y el pico de compactación se desplaza en profundidad.

4

## Implicancia agronómica

Menor compactación favorece la exploración radicular, la infiltración y el aprovechamiento del agua.