

El Dossier Agronómico: Transformación Sistémica del Suelo con MaXan

Validación científica de eficacia en la remediación
de suelos sódicos y altamente alcalinos.

Basado en el informe técnico oficial – Facultad de Agronomía (UBA)

El Desafío Edáfico

Textura: Franco-Arenoso (59% Arena, solo 2.7% Arcilla - altísima fragilidad estructural).

KPI

KPI

pH Extremo: ~9.99
~9.99 (Condición restrictiva severa).

KPI

Problema Central: Alta concentración de Sodio (Na^+) que dispersa coloides y destruye la estructura.



La Intervención



Producto: Enmienda MaXan (Leonardita - Ácidos húmicos y fúlvicos).

Dosis Evaluadas: D0 (Control), D1 (50 l/ha), D2 (100 l/ha), D3 (300 l/ha).

Biotipo Activo: *Lolium multiflorum*
(Sinergia raíz-producto).

Impacto Máximo: Control (D0) vs. Dosis 300 l/ha (D3)

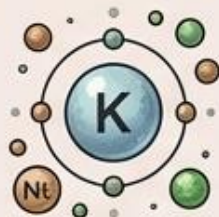


Dimensión Química (El Reseteo)

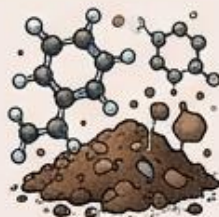


-18.2%
Sodio Intercambiable
(Tóxico)

+5.8%
Potasio Intercambiable
(Nutriente)



+23%
Carbono Orgánico Total



Dimensión Física (La Reconstrucción)



+152%
Macroporosidad (>50 µm)
(con vegetación)



+64%
Capacidad de Aire



1.2 Mg m⁻³
Densidad Aparente reducida
a niveles óptimos agrícolas

Dimensión Biológica (La Explosión)



+64.1%
Biomasa Fresca



+53.8%
Biomasa Seca



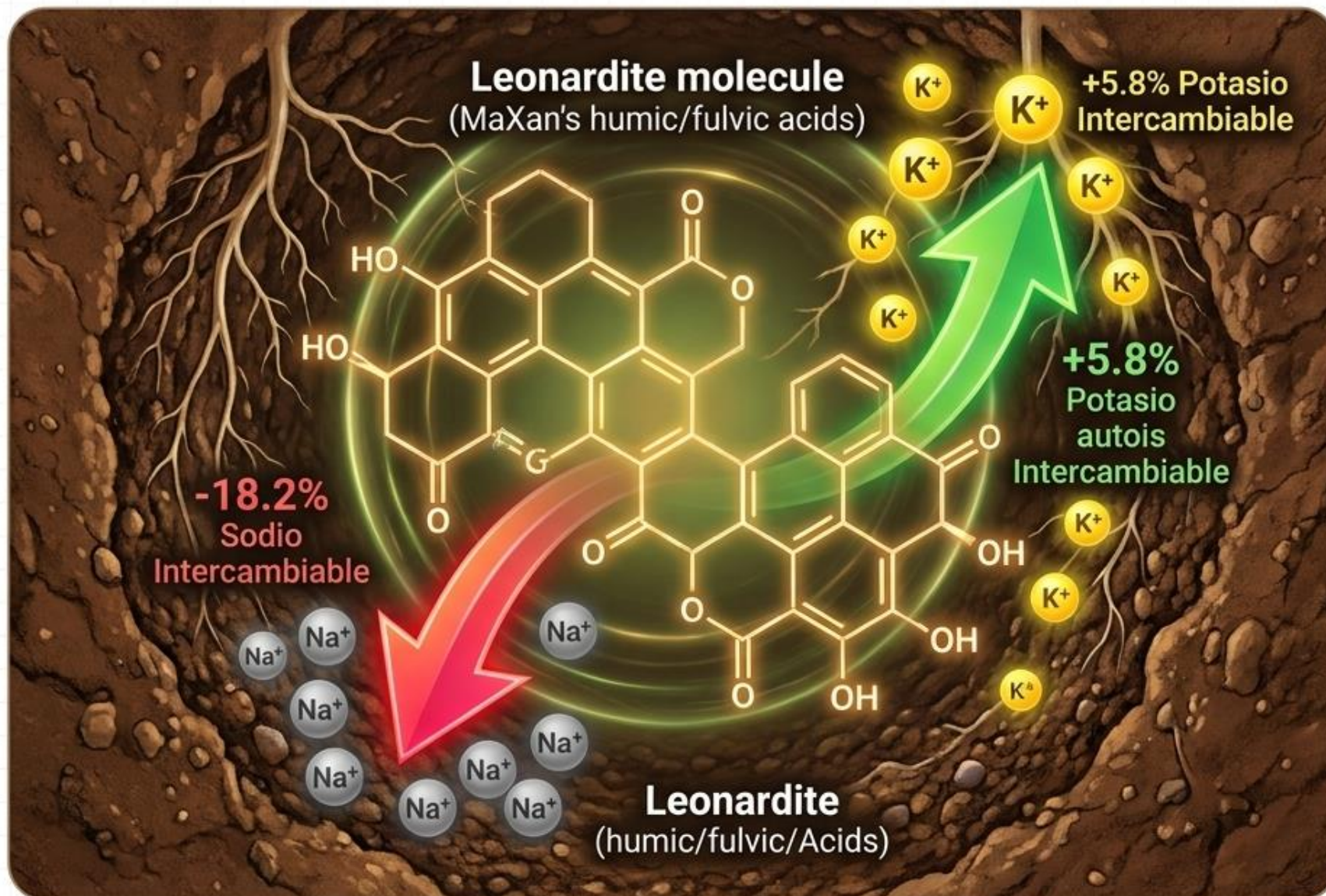
+13.7%
Clorofila
(Pico de +23.7% en D2)

Mapa de Impacto: ¿Qué variables transforma MaXan?

Alta Transformación	Transformación Moderada	Sin Alteración Significativa
Sodio y Potasio intercambiables	Fósforo disponible	Nitrógeno Total (esperable por la naturaleza recalcitrante del N húmico en 3 meses)
Estabilidad Estructural (Microfisuración y Cohesión)	Capacidad de Agua Disponible (CAD)	
Biomasa vegetal	Tenor de Clorofila	
Macroporosidad	Densidad Aparente	

Insight: El bioestimulante no actúa como un fertilizante tradicional de NPK; opera como un ingeniero del suelo, priorizando la estructura física y el equilibrio catiónico para desbloquear el crecimiento.

Pilar 1: El Reseteo Químico – Desplazamiento Tóxico



El Mecanismo

Los grupos funcionales ácidos (carboxílicos y fenólicos) de MaXan actúan como quelatantes. Retienen cationes valiosos (K^+) en el complejo de intercambio mientras facilitan el **lavado del Na^+** tóxico, aliviando el estrés salino de la planta.

El Efecto Buffer

Aunque el pH inicial es extremo (9.99), el aporte de carbono orgánico amortigua ligeramente la alcalinidad, desbloqueando micronutrientes atrapados.

Pilar 2: Reconstrucción Física – El Cemento Orgánico



Metáfora del Terrón

D0 (Sin Producto): Estallido / Slaking



Colapso estructural total y taponamiento de poros.

D2/D3 (Con MaXan): Microfisuración y Cohesión

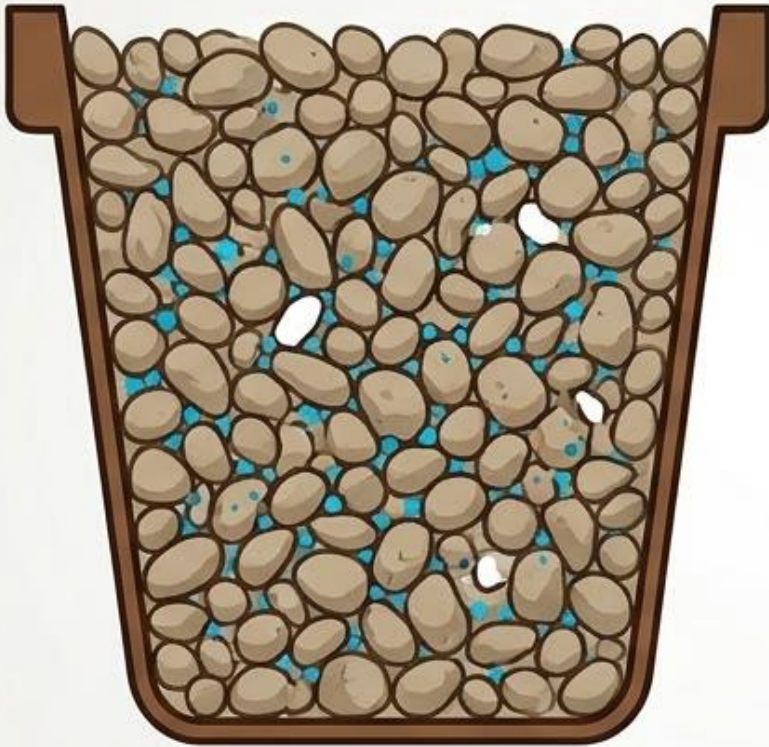


Agregados estables. Asegura la infiltración y previene el sellado.

Insight: Las sustancias húmicas de MaXAin actúan como un pegamento **biológico**. La clasificación estructural del suelo pasó de **Inestable a Estable**, previniendo el colapso de partículas finas.

Pilar 2: Hidráulica – El Efecto Esponja

D0: Suelo Colapsado



Sin MaXan, estructura compacta.

D3: El Reservorio Dinámico



Con MaXan, estructura esponjosa.

+22%

Capacidad de Agua Disponible (CAD):
Aumenta de 0.082 a 0.100 cm³ cm⁻³.

+64%

Capacidad de Aire (CA):
Aumenta de 0.096 a 0.157 cm³ cm⁻³.

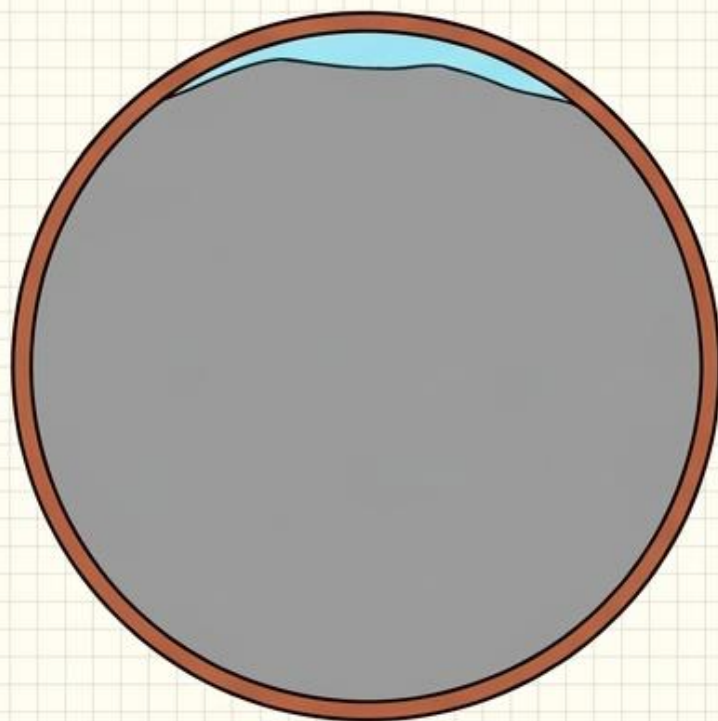
2.5x

Macroporos (>50 µm):
Se multiplican por dos veces y media.

Al reducir la densidad aparente y crear macroporos, MaXan transforma un suelo franco-arenoso compactado en una esponja que respira y retiene agua útil.

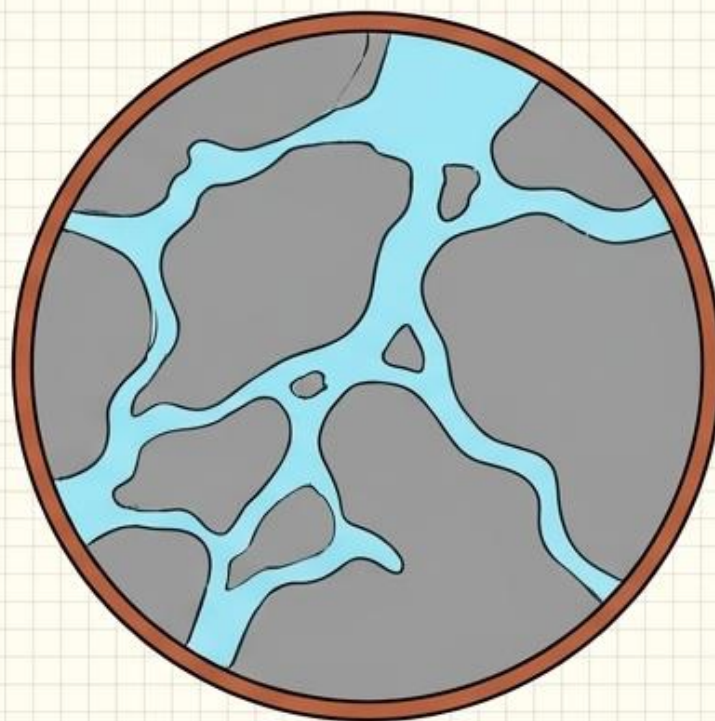
Pilar Físico: Expansión de la Macroporosidad

D0 (Control)



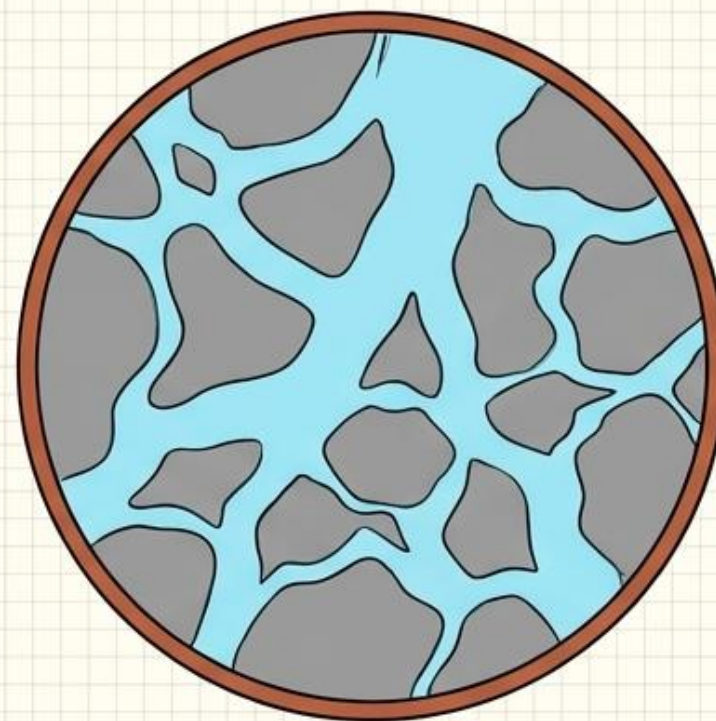
2.3% Macroporos

D2 (100 l/ha)



4.1% Macroporos

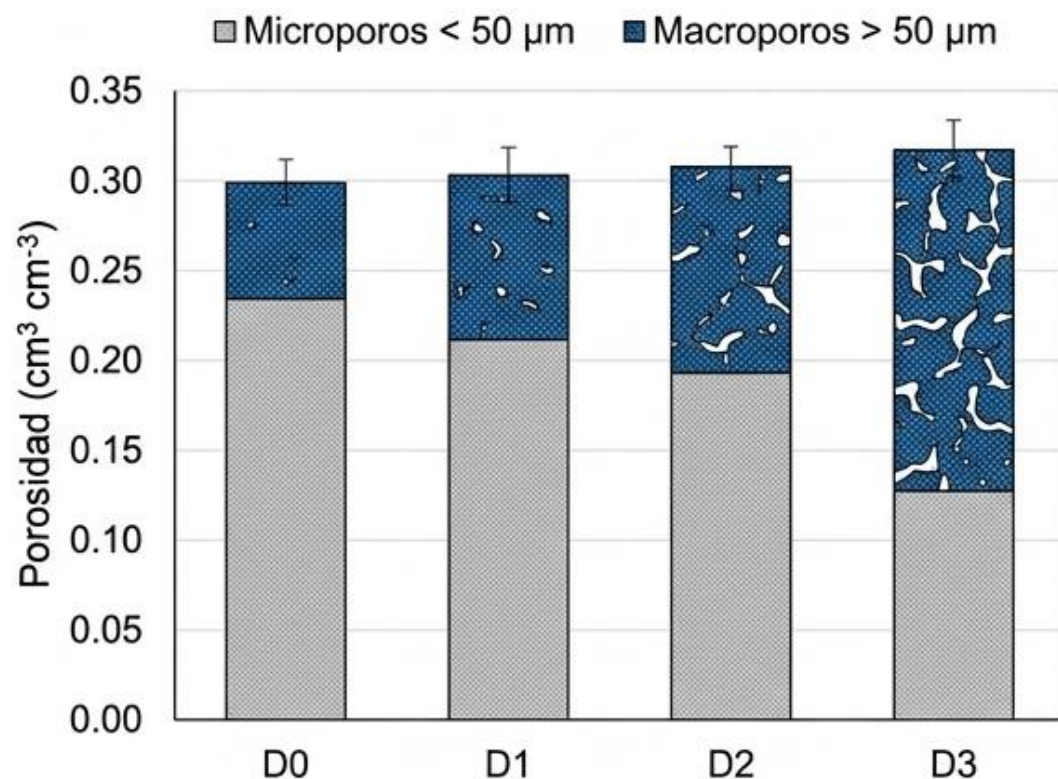
D3 (300 l/ha)



5.8% Macroporos (> 2.5x vs control)

Sinergia Biológica: La presencia de *Lolium multiflorum* disparó la macroporosidad hasta un **+152%** en la Dosis 3. Mayor macroporosidad equivale a una **drástica mejora en drenaje y conductividad hidráulica (Ksat)**.

Apertura de Macroporos ($> 50 \mu\text{m}$)



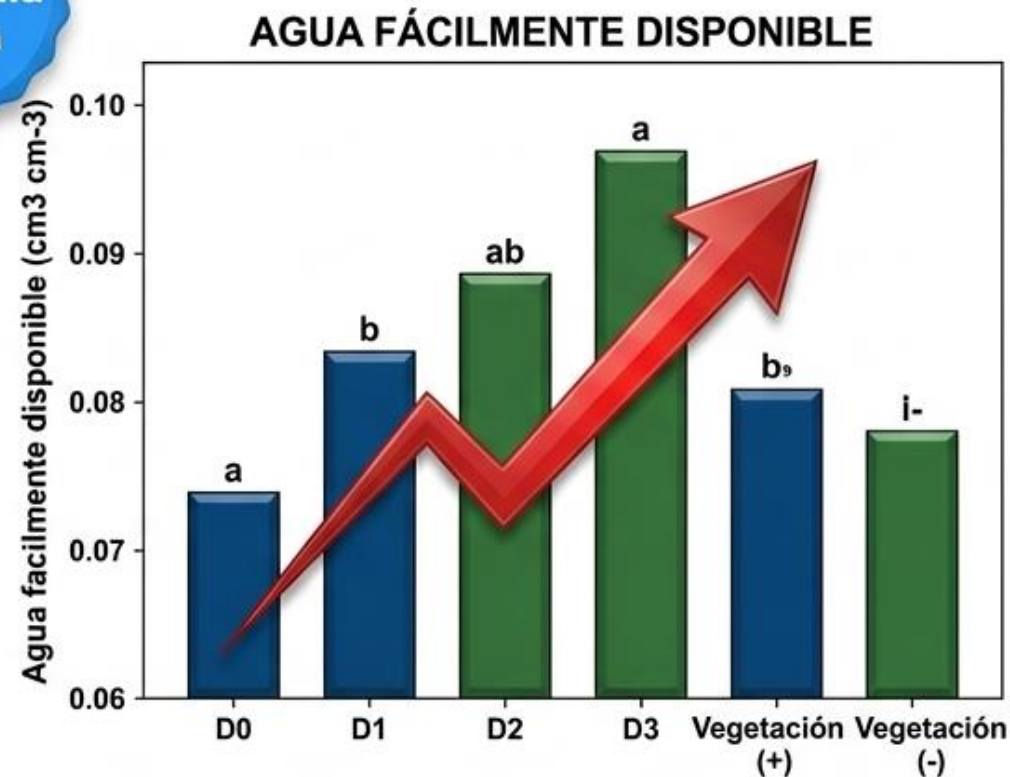
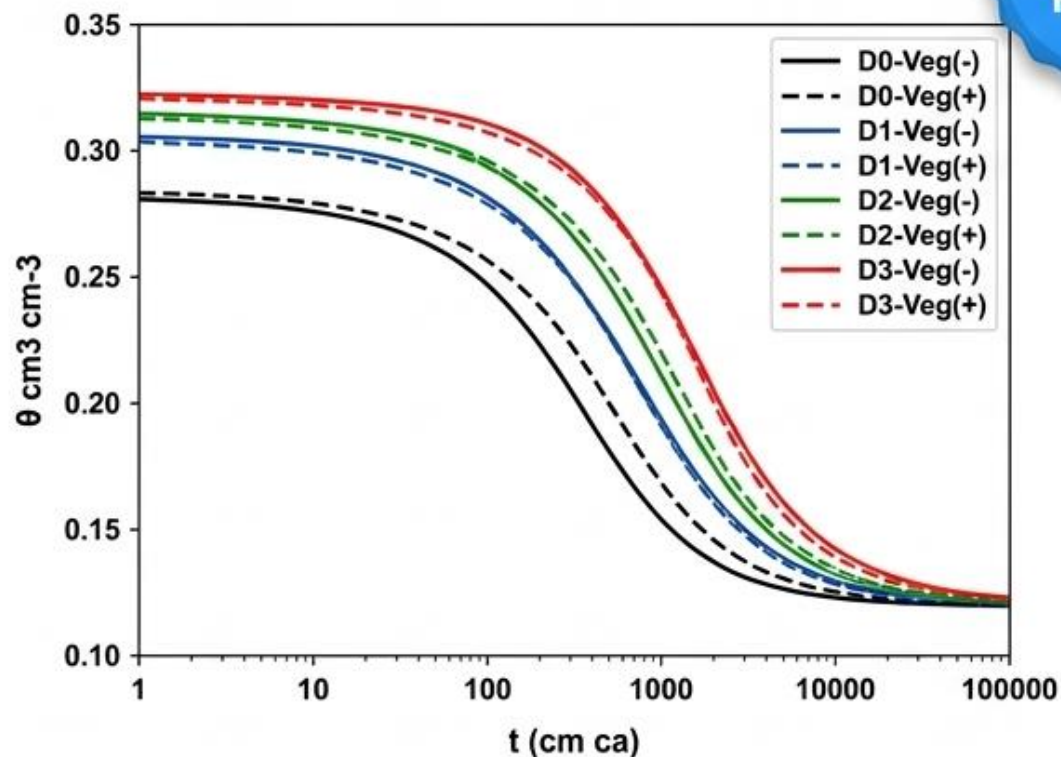
**Aumento
del
espacio
vital.**



Mientras la porosidad total se mantiene o incrementa levemente, el cambio crucial ocurre en la arquitectura interna: la expansión de los **macroporos** ($>50 \mu\text{m}$). Estos son los “**vasos sanguíneos**” del **suelo, fundamentales** para la aireación radicular y la rápida recarga de los perfiles hídricos.

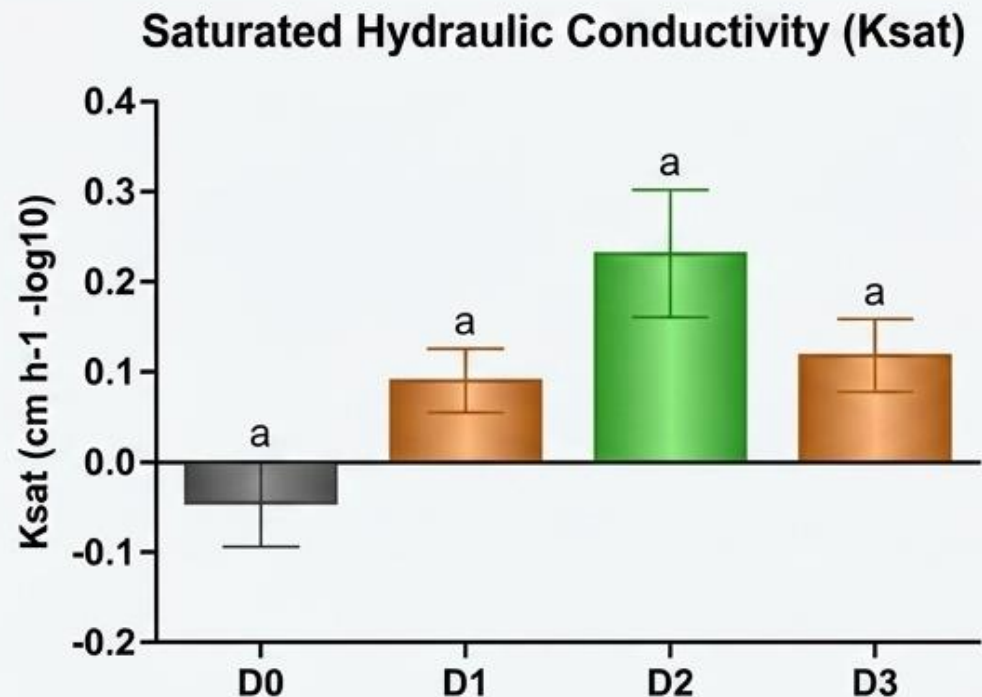
Retención y Capacidad de Agua Disponible

Mayor
Autonomía
Hídrica



La reestructuración permite que el suelo no solo drene los excesos, sino que retenga más humedad a tensiones aprovechables por la raíz. Las plantas soportarán ventanas de sequía prolongadas con menor estrés.

Dinámica Hidrológica - El Suelo Vuelve a Drenar



Reactivación de
la Conductividad
Hidráulica
Saturada (Ksat)



Un suelo salino está sellado. Al aplicar MAXAN, la tasa de infiltración y drenaje se dispara exponencialmente desde la primera dosis (D1). El perfil vuelve a 'respirar', permitiendo el lavado profundo de las sales restantes.



UBA

Universidad de Buenos Aires



Facultad de Agronomía

Universidad de Buenos Aires

Av. San Martín 4453 | C1417DSE
Argentina | Tel. +54-11 5287-0000
www.agro.uba.ar



La Explosión Biológica

Crecimiento de Biomasa



+64.1%

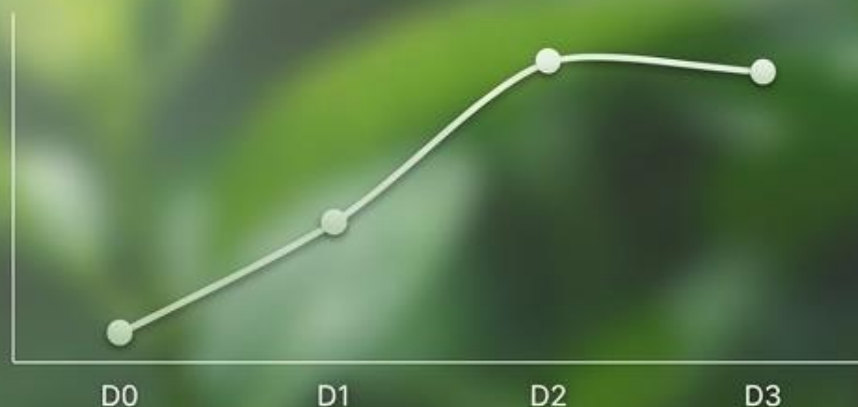
Biomasa Fresca
(D3 vs D0)

+53.8%

Biomasa Seca
(D3 vs D0)

Mecanismo: El alivio del estrés sódico y la mejora en la retención de agua permiten una expansión radicular sin precedentes.

Eficiencia Fotosintética



+23.7%

Tenor de Clorofila
(Pico máximo alcanzado en D2)

Mecanismo: La acción quelatante de MaXan mantiene el Hierro (Fe) asimilable, revirtiendo la clorosis típica de los suelos con pH extremo.

La Matriz de Sinergia: Producto + Raíz



Vegetación (Ausente a Presente)	Sin MaXan, Sin Raíz Suelo colapsado. Drenaje deficiente con $K_{sat} < 0.5 \text{ cm/h}$.	Con MaXan, Sin Raíz Mejora química inicial y reducción de densidad aparente. Estructura aún frágil sin sostén biológico.
	Sin MaXan, Con Raíz Leve mejora biológica, pero las raíces sufren severa toxicidad por sodio y estrés hídrico.	Con MaXan, Con Raíz (El Punto Óptimo) Sinergia Total. La macroporosidad explota. La Conductividad Hidráulica alcanza picos de 3.9 cm/h.

MaXan (D0 a D3)

Las raíces y MaXan trabajan en equipo. El producto estabiliza el entorno edáfico, y las raíces generan los bioporos que maximizan el efecto.