17° Simposio P-K 2021

BODEN
ökologie analytik landschaft
TB UNTERFRAUNER GMBH

Geschäftsführer DI Hans Unterfrauner
Rochuspark, Erdbergstraße 10/33, A-1030 Wien
office: +43 676 3641030
mobil: +43 664 3890397
office@bodenoekologie.com
www.bodenoekologie.com

FN 430626z / Gerichtsstand Wien
UID: AT U69409936
Bankverbindung: Erste Bank Oesterreich
IBAN: AT41 2011 1826 6448 0200
BIC: GIBAATWWXXX

Jornada por el suelo con DSV
Balance hídrico - Erosión - Medidas
Estrés hídrico
Acidificación
Nitrógeno y estiércol líquido

Univ. Lek. DI Hans Unterfrauner, Dr. Albert Novotny
Resumen de un seminario en línea del 5.2.2021

1) Jornada por el suelo con DSV

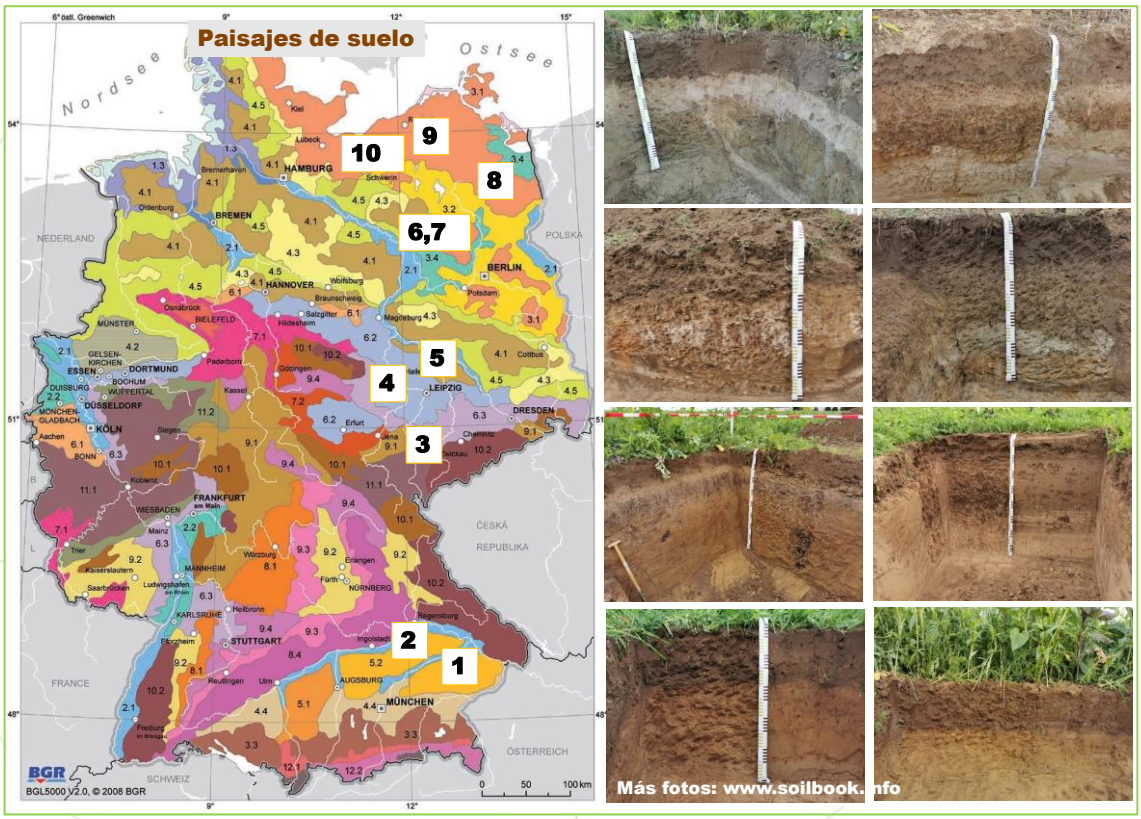

Figura 1: A la izquierda, estaciones del recorrido con la DSV, a la derecha selección de perfiles de suelo.

En octubre de 2020 tuvo lugar una fascinante jornada por los suelos de Alemania, que fue planeada y organizada por la **DSV (Deutsche Saatveredelung = Empresa alemana del refinamiento de semillas)** y **KARNER Ltd.** (productos **AKRA**). En total, se incluyeron más de 20 perfiles de suelo, que fueron presentados por los expertos en suelos **Ulrich Völker, Gernot Bodner, Jana Epperlein** y **Hans Unterfrauner**, junto con los colegas de la **DSV** y los **expertos** de la empresa **KARNER** a los agricultores locales.

La pregunta más importante fue: **"¿Mi suelo es apto para el cambio climático?"** Basado en la descripción de los perfiles de suelo in situ y de sencillas pruebas de campo, esta incógnita ya puede aclararse en gran medida. Para facilitar la evaluación, hemos creado una **lista de chequeo** (descarga aquí: *https://www.bodenoekologie.com/wp-content/uploads/2020/12/Checkliste-Klimafit.pdf*).

Los suelos de diferentes regiones geológicas y climáticas mostraron una aptitud muy diferente en relación con los retos previstos del cambio climático.

Dos resultados que más o menos se aplican a todos los sitios:

- **Los suelos son susceptibles a la erosión (agua, viento)**
- **Los suelos son susceptibles a los procesos de sedimentación y el encenagamiento**

En el **evento de clausura** en Uelzen (Baja Sajonia), se abordaron y retomaron los temas más esenciales (como la acidificación, la erosión, resiembra o la formación de humus). La grabación de esta sesión está disponible en el siguiente **enlace:** *https://www.duenger-akra.at/ueber_uns/neuigkeiten*

En *http://www.soilbook.info* están disponibles todos los perfiles de suelo de la jornada y muchos más.

2) Erosión del suelo

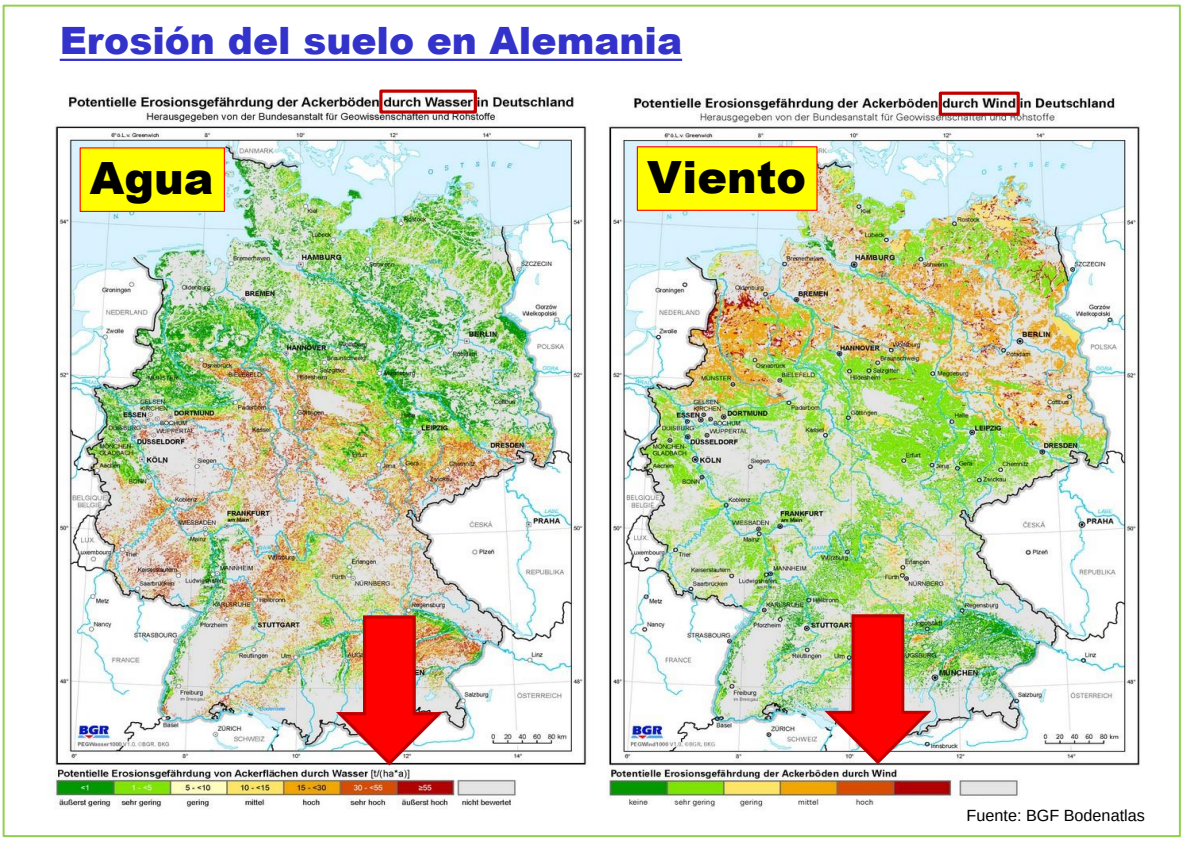

Figura 2: Riesgo potencial de erosión hidrica e eólica [t/h*a] de suelos de cultivo en Alemania (fuente: Bodenatlas Deutschland)

La erosión del suelo significa que las partículas se **movilizan** y se **desprenden** de la estructura del suelo y son transportadas. Los **vectores** de este proceso son el **viento** y el **agua.** Dependiendo de la región, la erosión hídrica (centro-sur de Alemania) o la erosión eólica (norte de Alemania) es el factor dominante. **La erosión del viento** comienza a partir de una velocidad de viento de **2 m/s!** Dependiendo del tamaño de las partículas y la velocidad del viento, las partículas desprendidas suelen ser transportadas a lo largo de kilómetros (erosión/formación de dunas). La **erosividad** de la lluvia desempeña un papel importante en la **erosión hídrica**. Las velocidades de caída de gota de hasta **9,3 m/s** y los tamaños de gota de **2 a 6 mm** implican una **energía cinética gigantesca** de la lluvia.

Esta energía se descarga cuando las gotas de lluvia golpean al suelo y puede producir la destrucción de los agregados del suelo. Los componentes de los agregados destruidos son arrastrados por la escorrentía (los procesos comienzan a partir de un **1%** de inclinación) y pueden dar lugar a la erosión en forma de cárcavas, barrancos o erosión superficial. Otro proceso que a menudo se subestima es el **chorro de aire**. El agua de las precipitaciones penetra ampliamente en los poros del suelo, impidiendo que el aire contenido se escapa. El aire comprimido provoca la **explosión** de las partículas del suelo, lo que posteriormente promueve la formación de **costras impermeables** y la **erosión**.

Figura 3: Pérdidas de material y consecuencias de eutrofización debido a la erosión hídrica

CADA proceso de erosión resulta en la pérdida de suelo cultivable fértil, que se ha desarrollado lentamente a lo largo de los siglos. La **EROSIÓN** es uno de los **principales factores** de **pérdida** de **fertilidad** del suelo en todo el mundo.

La EROSIÓN afecta todas las **funciones del suelo:**

- Producción
- Balance hídrico
- Filtro
- Búfer
- Función de transformación
- Diversidad biológica
- Fijación y almacenamiento de carbono
- ……

En promedio, cada año se pierden alrededor de 4 toneladas de suelo de cada hectárea de tierra cultivable austriaca debido a los procesos de erosión. Al mismo tiempo, se forman unas 1,5 t de suelo “nuevo” por hectárea. ¡Esto da como resultado un balance negativo de menos 2,5 t de tierra por hectárea al año!

Figura 4: Costes de la erosión (fuente: Publicación de la UE)

Los **costes** derivados por la erosión son **enormes**. La **UE** estima los costes in **situ en** 1.258 millones de euros al año. Los costes in situ son los que surgen de la pérdida directa de rendimiento. Los **costes externos** son los causados por el material erosionado "depositado" (por ejemplo, la limpieza de las rutas de tráfico y las tuberías de agua) y se calculan en 32 euros por hectárea al año.

En total, ¡los costes de la erosión en la UE se estiman en 40 €/ha al año!

Se plantea la cuestión de si este dinero podría o debería utilizarse más eficazmente para medidas preventivas.

2.1 Medidas para el control de la erosión

"¡Todo el mundo puede tomar medidas para combatir la erosión!"

El control de la erosión se refiere a todas las medidas que contribuyen a la estabilidad de los agregados del suelo y a medidas que protegen el suelo de la erosividad del viento y del agua (¡cubrimiento del suelo!). La **estabilidad de los agregados** depende en gran medida de los **puentes** de **Ca y Mg** en el complejo de sorción, la saturación de los intercambiadores, los **exudados** de las raíces y la **actividad biológica** (palabra clave**: ingeniería biológica**). El producto **AKRA DGC** libera continuamente Ca y Mg, lo que contribuye significativamente a la estabilización de los agregados y proporciona un control eficaz de la **erosión**. Al mismo tiempo, los parámetros físicos del suelo se mejoran de forma significativa y **rentable** (¡almacenamiento de agua, hábitat para la biología del suelo!).

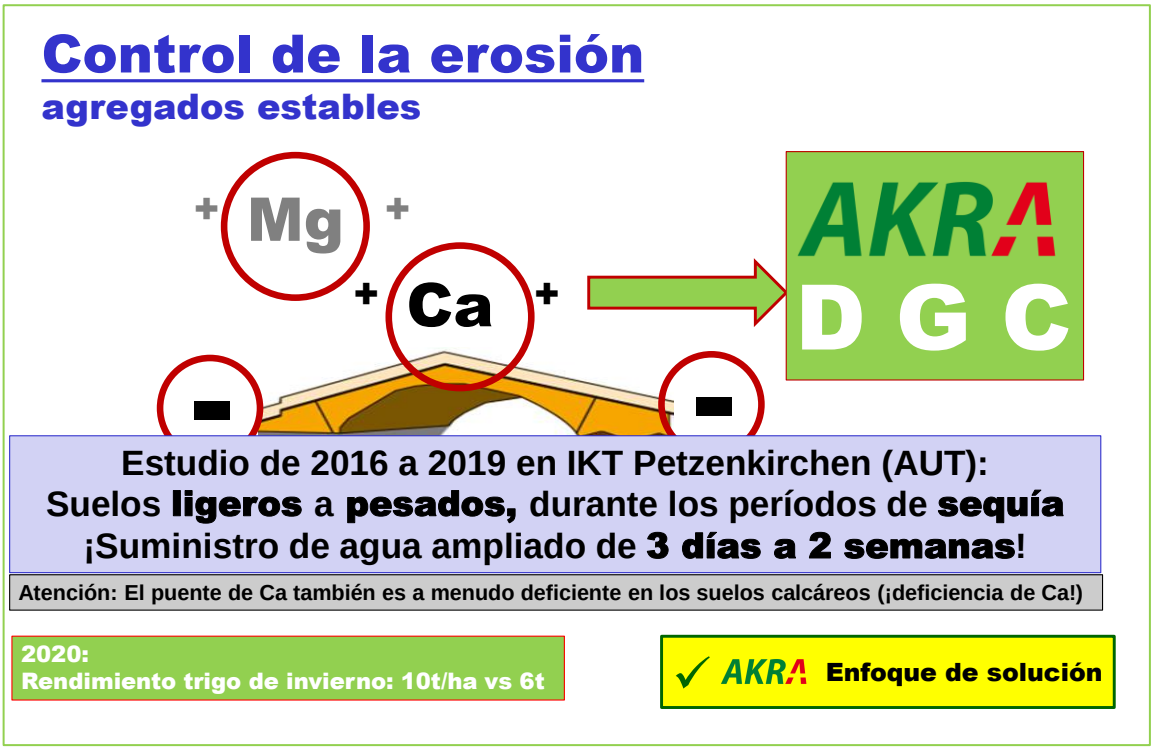

Figura 5: AKRA DGC estabiliza los agregados y mejora el suministro de agua

Una vez los agregados están estabilizados, el agua de lluvia puede penetrar en las capas más profundas del suelo y permanecer almacenada allí. Cuando el suelo tiende a sedimentarse y formar una costra impermeable, el agua de precipitación se **embalsa** cerca de la superficie, puede contribuir a la **erosión** y gran parte se **evapora improductivamente.**

Un proyecto de investigación muestra de forma impresionante las diferencias.
En 2016, se examinaron **3 tipos de suelo (ligero, mediano, pesado)** utilizando el método **del análisis fraccionado.** Las áreas estudiadas se dividieron, en una subparcela se **aplicó todas** las **recomendaciones** de mejora (aplicación de una mezcla de dolomita, yeso y cal), en la otra subparcela de referencia no se aplicó esta medida. Por lo demás, todas las medidas tomadas fueron idénticas.

Mediante el efecto de los **puentes de Ca**, el agua de las precipitaciones pudo ser drenada hacia las capas más profundas del suelo y permanecer almacenada allí. En general, esto significó que, dependiendo de la gravedad del suelo, los cultivos se abastecieron de agua durante **3 días a 2 semanas más** que en la zona de referencia. En 2020, esto resultó en una **diferencia de rendimiento** de trigo de invierno de **~10 t/ha** frente a **~6 t/ha**. Este estudio demuestra el efecto del DGC de manera contundente.

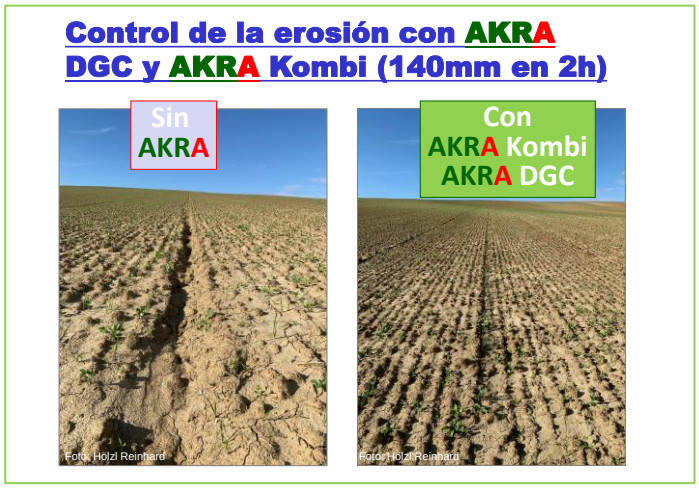

Figura 6 +7: Protección contra la erosión por AKRA DGC, visible después de 140 mm en 2 h (verano 2020)

3) Estrés hídrico

Figura 8: Los períodos secos se vuelven más frecuentes y extensos

La Figura 8 procedente de un **estudio** de gran actualidad realizado por ZAMG (2020) muestra que los períodos secos serán más **frecuentes,** durarán **más** y serán más **severos.** Los autores del estudio consideran que una posible **vía de solución** para salir de este dilema es que los suelos entren en la **fase seca** lo más **hidratados** posible. Sólo un suelo húmedo puede emitir vapor de agua, cambiar la humedad y la temperatura del aire y, en el mejor de los casos, provocar un **evento de precipitación.**

"Cada agricultor tiene la obligación de hacer todo lo posible para que cada gota de precipitación que caiga del cielo pueda ser absorbida y almacenada en el ecosistema en cualquier momento. Garantizando esto, existe la posibilidad de crear eventos climáticos por sí mismo".

Por lo tanto, las propiedades **físicas** del suelo están en el centro de la atención. Porque sólo unos agregados del suelo adecuados y estables garantizan el equilibrio **entre** el **aire y** el **agua,** que a su vez es el requisito para la **actividad biológica** (véase también el capítulo EROSIÓN).

La **capacidad de retención de agua** de un suelo también puede aumentar significativamente mediante la acumulación de **carbono orgánico** y por la aplicación de productos minerales con una gran superficie específica. El producto **AKRA Kombi** a base de zeolita es capaz de **almacenar** unas **20 veces** su propio **peso** en **agua disponible** para las plantas. La cantidad de aplicación de 250 kg/ha correspondería a 1000 l/ha. Con una aplicación anual regular, al cabo de **5 años** se puede esperar unos **5 m^3** o **0,5 mm** de **reserva de agua adicional**.

La cualidad más destacada es que la estructura del **AKRA Kombi** no se consume, pero el efecto sobre los parámetros físicos del suelo aumenta después de cada aplicación. Por lo tanto, la aplicación de **AKRA Kombi** tanto en suelos ligeros como en suelos **medianos, pesados** y ricos en materia **orgánica** (p.ej., en suelos de monte) supone una gran **ventaja** para adaptarse a los efectos del cambio climático (véase figura 9).

Figura 9: AKRA Kombi almacena agua y contribuye a aumentar el rendimiento

El **sistema de fertilización AKRA** tiene otro enfoque de solución innovadora para apoyar los cultivos en pie durante los períodos de sequía: el producto **AKRA Plus 9**.

El Dr. Novotny, biólogo, líder del departamento de investigación y desarrollador del producto ha diseñado el producto de tal manera que el efecto de uno de los componentes del **AKRA** Plus **9** conduce a una reducción significativa del **estrés por sequía.** Si después de una fase de sequía se producen precipitaciones, las plantas se recuperan rápidamente y, en muchos casos, alcanzan su vitalidad original y se puede lograr el **nivel de rendimiento** perseguido.

El **componente** eficaz del **AKRA Plus 9** contra el estrés por sequía, está científicamente probado en **estudios internacionales** actuales de Asia y África y se considera **LA** herramienta para **contrarrestar** las pérdidas drástica de **rendimiento** debida al estrés por sequía y la **pobreza** asociada, especialmente en los países en desarrollo.

*Esto demuestra una vez más que el **sistema de fertilización AKRA** está por delante de muchos otros sistemas y siempre ha seguido un enfoque ecológico global.*

Si **AKRA Plus 9 se aplica** en el **momento oportuno** (es decir, los cultivos deben ser todavía vitales y pueden mostrar como mucho leves síntomas de estrés hídrico), se inducen en la planta mecanismos que conducen al **cierre** inmediato de las **estomas**. Esto evita que el agua valiosa se evapore de forma improductiva. Algunas estomas permanecen abiertos para que un mínimo de fotosíntesis pueda continuar.

Sin **AKRA Plus 9,** la planta también cerraría las estomas, pero sólo mucho más tarde, una vez que el estrés por sequía ya ha progresado y ya se están produciendo síntomas nocivos.

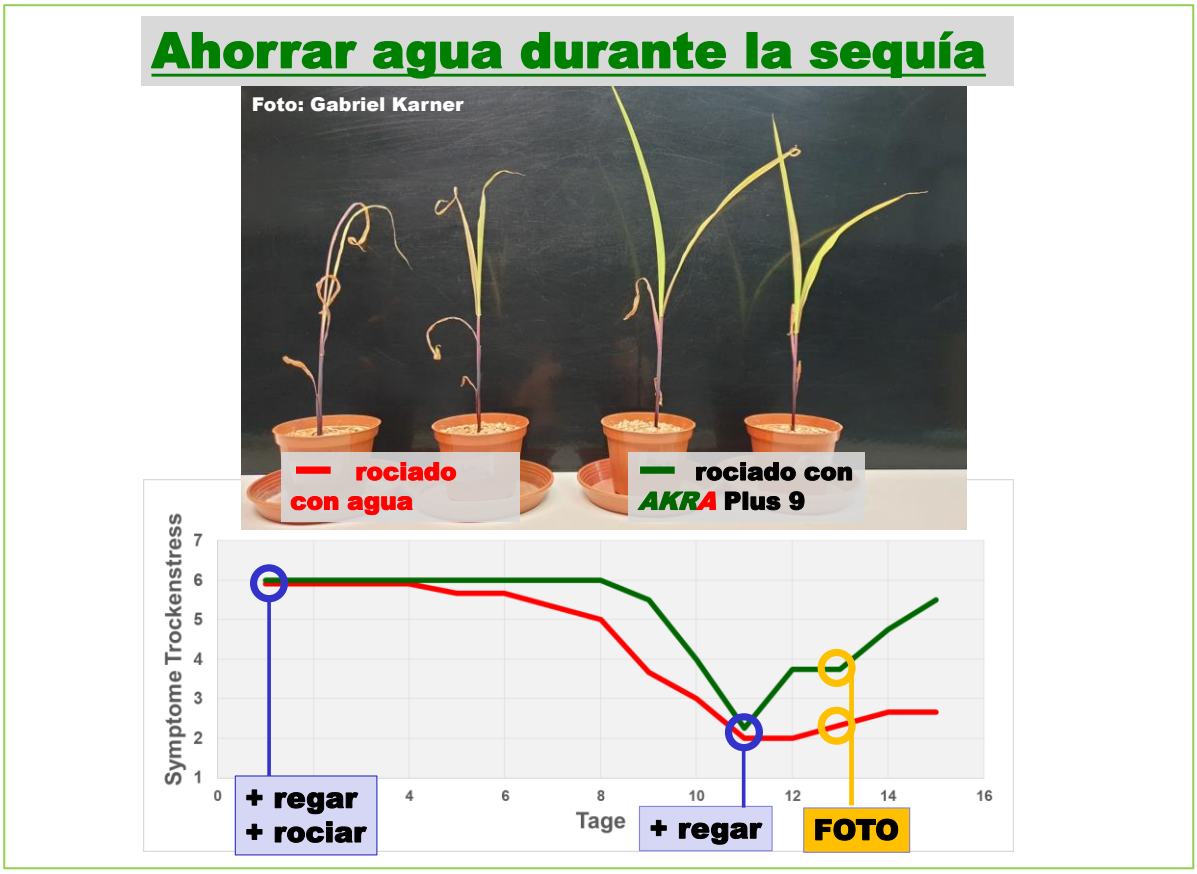

Figura 10: Efecto de AKRA Plus 9 demostrado en un ensayo de macetas (Fuente: Gabriel Karner)

En resumen, el **sistema de fertilización AKRA** contiene varios componentes que reducen específicamente el riesgo de pérdida de rendimiento causado por el estrés hídrico:

Supera el estrés por sequía con el sistema de fertilización AKRA

1. **AKRA DGC**
   Estabiliza los agregados del suelo, previene la erosión, mejora las propiedades físicas del suelo (infiltración, reserva de agua, equilibrio entre aire y agua) y, en base a esto, mejora las propiedades biológicas del suelo (ampliación del espacio radicular, actividad biológica).

2. **AKRA Kombi**
   Aumenta la capacidad de almacenamiento de agua de un sitio cuando se aplica regularmente.

3. **AKRA Plus 9**
   Si se aplica a los órganos de la planta por encima del suelo a tiempo, las estomas se cierran prematuramente y se ahorra agua valiosa.

4) Estrés por sequía y plagas

A veces, en la práctica, los síntomas del estrés hídrico se confunden con síntomas de las plagas, ya que la infestación con patógenos también afecta a la vitalidad de las plantas.

4.1) Pata negra (Gaeumannomyces Gaminis)

Tratamiento de rastrojos con AKRA Stroh

La “pata negra” es la enfermedad fúngica más frecuente en la agricultura y causa pérdidas de miles de millones de dólares por la pérdida de los rendimientos cada año

Foto: Firma Karner

Figura 11: Gaeumannomyces Gaminis, patógeno vegetal (enfermedad del pie negro) en los cereales

La pata negra es una infección fúngica que se encuentra comúnmente, pero no exclusivamente, en los cereales. El tratamiento específico de los **residuos de la cosecha** es un requisito esencial para que los cultivos siguientes serán saludables.

más información: *https://www.duenger-akra.at/anwendungen/ernterueckstandsbehandlung*

... ¡también los colegas in situ proporcionan información adicional!

4.2) Plagas animales

Los **ratones**, los **gusanos blancos**, pero también los insectos como los **escarabajos pulga**, los **piojos** y diferentes especies de **Anthomyiidae (moscas)** pueden afectar gravemente a la vitalidad de los cultivos.

Por lo tanto, es absolutamente esencial revisar los rodales de los cultivos con regularidad, desenterrar las plantas y eventualmente cortarlas para determinar a tiempo si es necesario tomar medidas correctivas. Las medidas rutinarias, como **la fertilización foliar**, pueden **combinarse** a menudo con **medidas contra los patógenos**.

Más información: *https://www.duenger-akra.at/anwendungen*

Aplicación del sistema de fertilización AKRA

Defensa contra las plagas animales mediante la formación de aceites de puerro y mostaza a través AKRA abono foliar

✓ **AKRA Enfoque de solución**

Figura 12: La implementación del sistema de fertilización AKRA fortalece la autodefensa de las plantas

5) Daño por heladas

- **Los daños por heladas se producen todos los años (véase la fruticultura)**
- **En inviernos severos, también puede verse afectado más del 10% de los cereales**

Daños directos por heladas :

- **La formación de cristales de hielo en las células comienza en los órganos expuestos, desde donde la formación de hielo progresa;**
- **El resultado es un daño irreversible (el cono de vegetación muere)**

Sensibilidad de los diferentes cultivos

Cultivo	Temperatura °C
Maíz	< 2
Avena de invierno	- 12 a - 15
Durum de invierno	- 15 a - 17
Cebada de invierno	- 15 a - 17
Colza de invierno	- 15 a - 20
Trigo de invierno	- 18 a - 23
Triticale de invierno	- 18 a - 23
Centeno de invierno	hasta - 27

En función de:

- **Tiempo (endurecimiento)**
- **Duración de la exposición**
- **Cobertura de nieve**
- **Variedad**
- **Estado nutricional**

Figura 13: Heladas y daños invernales

Los daños causados por **las heladas,** especialmente las **heladas tardías,** no sólo afectan a los **huertos frutales** sino también a los **cultivos herbáceos.** Los registros climáticos muestran que la suma de temperatura necesaria para la **floración** de los manzanos se alcanza cada vez más temprano.
En las regiones en las que la floración de los manzanos se producía en **mayo** en la década de 1960, hoy en día comienzan a florecer ya a **mediados de abril**. Al mismo tiempo, las heladas también tienden a producirse antes. Sin embargo, el inicio de la floración es bastante más temprano que las heladas. Por lo tanto, el **riesgo** de que las **heladas tardías** causen daños **cada vez mayores**. La magnitud de los

daños causados por las heladas tardías depende de muchos factores (véase la **figura 13**). Un factor en el que todo agricultor puede influir es **optimizar** el **estado nutricional** del cultivo.

6) Acidificación

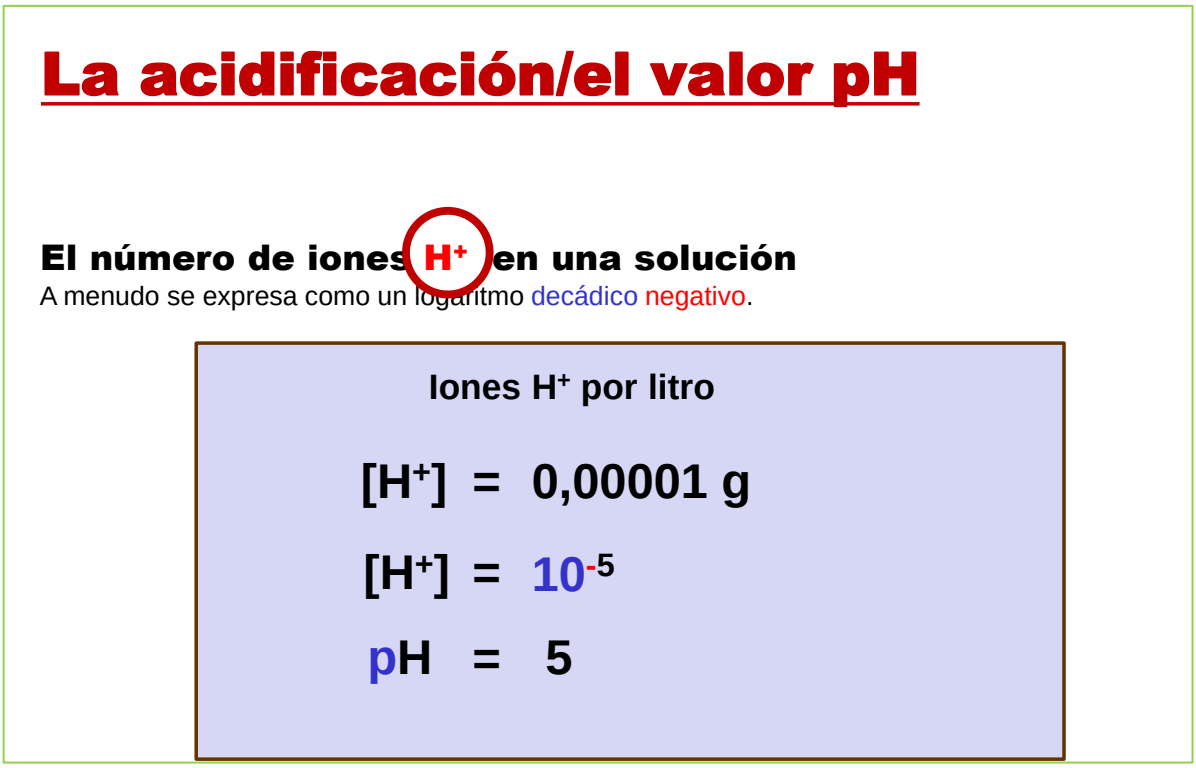

Figura 14: Derivación del término "valor pH"

La acidificación es un proceso **esencial** del desarrollo de un suelo. Los **ácidos,** que pueden ser **orgánicos** o **minerales,** de **bajo peso molecular** o **muy complejos,** se representan de manera **simplificada** como partículas de hidrógeno con carga positiva H^+.

En las soluciones acuosas hay diferentes concentraciones de H^+. En las soluciones altamente ácidas hay significativamente más iones H^+ que en soluciones débilmente ácidas o alcalinas. Sin embargo, las concentraciones en g/l están dentro del rango de **< 1,** en el rango de **punto decimal cero** (0,...). Para soluciones con **pH 5**, el número correspondiente sería **0,00001g/l**. Como esta representación es relativamente confusa, se utiliza un "truco matemático" formando el logaritmo negativo (-) decádico (p) para describir la concentración de iones H^+:

[H+] = 0.00001g/l se convierte en pH = 5

El **valor de pH,** es decir, la suma de varios ácidos disueltos (activos) en el respectivo agente de extracción, es un **parámetro de suma**. Dependiendo de las condiciones ambientales, el pH depende de 17 a 24 variables individuales diferentes (TB Unterfrauner: **Evaluación** estadística de aprox. 8000 muestras examinadas con el análisis fraccionado).

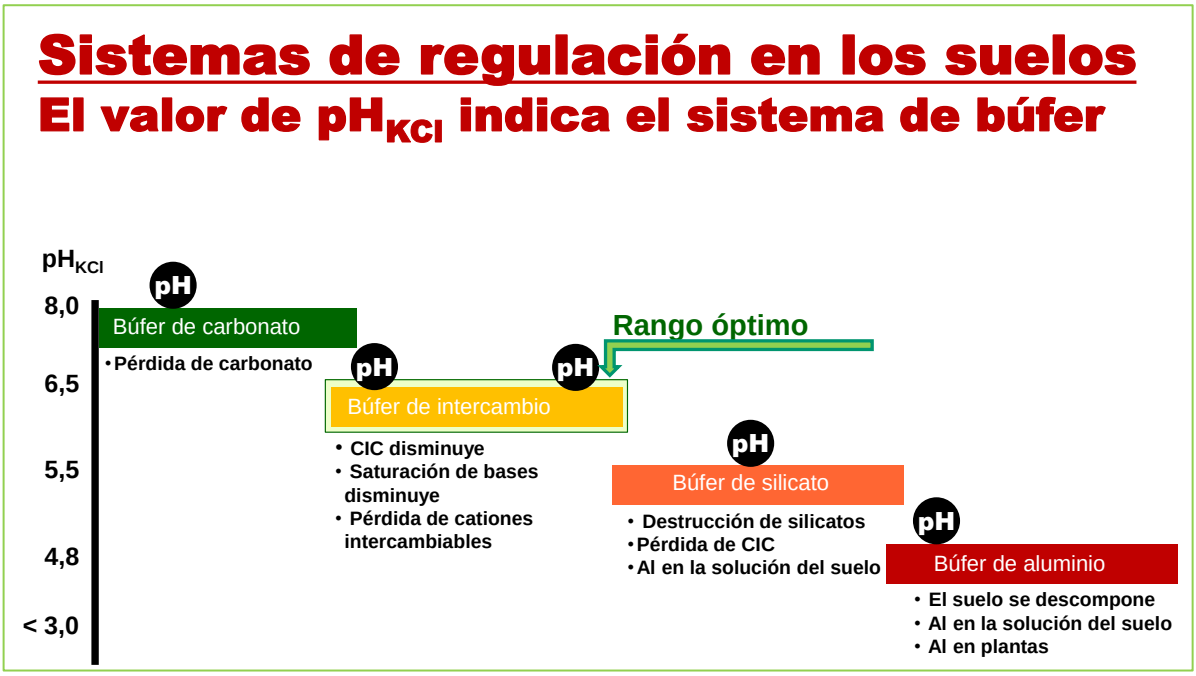

Figura 15: Sistemas de regulación (búfer) en el suelo

El pH medido en sal neutra (KCl) indica en cuál sistema de amortiguación se encuentra un suelo actualmente. El rango más favorable para muchas funciones del suelo es el rango del **búfer de intercambio** desde pH **5,9 a 6,9**. Este rango de pH ha demostrado de ser generalmente favorable para todos los **suelos** y debería ser el objetivo especialmente para los **suelos ligeros**.

Si el suelo ya se ha desplazado hacia el rango del búfer de silicato, deben aplicarse **MEDIDAS de MELIORACIÓN** para **neutralizar específicamente los ácidos**, de modo que el suelo pueda volver al rango óptimo del búfer de intercambio.

Una vez finalizada la melioración o si el suelo ya se encuentra en el rango de regulación favorable, deben llevarse a cabo **MEDIDAS de CUIDADO** del suelo cada 3 años para **mantenerlo** en **condiciones favorables** y evitar que pase a un sistema de amortiguación desfavorable.

<u>¿Cómo podemos determinar qué medidas son necesarias para la melioración/preservación?</u>
La determinación de las condiciones ambientales del suelo con el fin de derivar medidas agrícolas específicas y planificadas es proporcionada exclusivamente a través de la evaluación ecológica y holística del suelo, el **análisis fraccionado**.

<u>¿Qué productos se deben utilizar para la melioración/conservación?</u>
Dado que hay una variedad casi **inmanejable de** "cales" en el mercado (productos naturales, subproductos industriales, etc.) con diferentes orígenes, composición, granulometría y reactividad, se remite la derivación de las medidas de melioración basado en el análisis **fraccionario** a los productos de **AKRA DGC.** Debido a nuestras experiencias positivas de muchos años recomendamos desde la oficina técnica Unterfrauner recomienda AKRA DGC. Se trata de una mezcla de **d**olomita-**y**eso-**c**al (en alemán: DGC), finamente molida, compuesta por materias primas de la más alta **calidad** y en proporciones derivadas de los **resultados** del **análisis fraccionado** del sitio muestreado.

El **AKRA DGC** funciona de forma **gradual:** Ca^{2+} y SO_4^{2-} se liberan del componente de **yeso,** el aumento de la concentración de Ca^{2+} moviliza $2H^+$, esto reacciona con CO_3^{2-} **(Cal/Dolomita)** y de nuevo se libera Ca^{2+} y posteriormente Mg^{2+}. El ciclo continúa hasta que se consume la cantidad total de CO_3^{2-}.

Al mismo tiempo, los ácidos se neutralizan de forma selectiva y las condiciones en el complejo de **sorción** se optimizan, ya que el Ca^{2+} estabiliza los **agregados.** Además, Ca^{2+} puede ser absorbido por las raíces y contribuir a la nutrición **vegetal.**

ATENCIÓN: A menudo se subestima el **efecto del magnesio** procedente de la **dolomita**. Como se señaló en el volumen del Congreso de la VDLUFA (1991) por el Sr. Gutser, el magnesio procedente de la dolomita tiene un efecto que debe evaluarse al menos de forma **equivalente** a una combinación de cal y **kieserita**.

7) Nitrógeno y estiércol

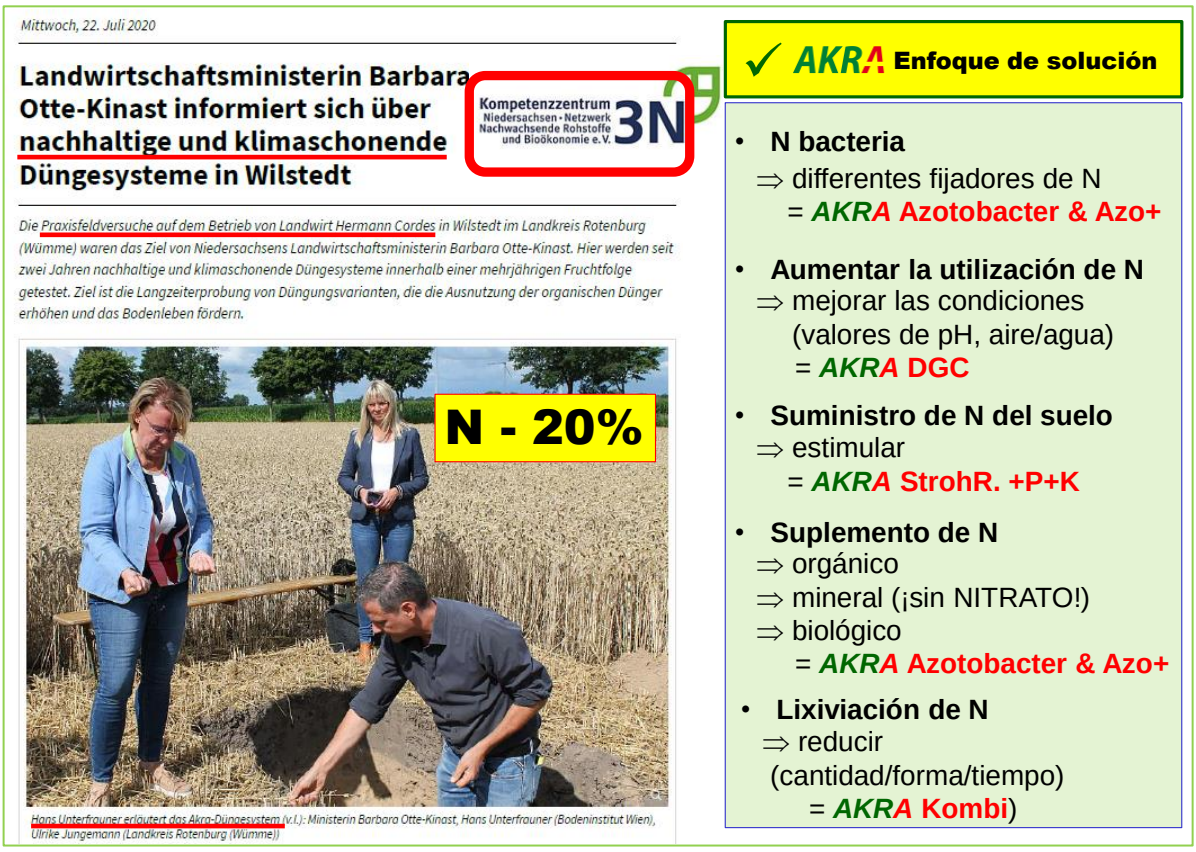

Figura 16: Agricultores, políticos, funcionarios y expertos debaten el tema de la reducción de N en la agricultura

Todo agricultor en Alemania y Austria conoce las irritantes palabras **"zonas rojas"** que se refieren a la Ordenanza de Fertilización. También es conocido por muchos, y **no es un secreto**, de dónde provienen los problemas relacionados (véase la figura 17).

Por ello, es aún más **satisfactorio** que haya **agricultores ambiciosos** que **busquen activamente** la solución de los problemas por sí mismos. En un ensayo de rotación de cultivos de **5 años** en Wilstedt, Baja Sajonia, se demostró cómo el uso del **sistema de fertilización** AKRA puede contribuir para cumplir con los requisitos de la Ordenanza de Fertilización actual **(- 20% de N**). En el caso de la remolacha azucarera y el trigo de invierno, los resultados fueron muy prometedores.

El experimento de rotación de cultivos también muestra que es **posible establecer reservas** entre diferentes grupos de interés y trabajar juntos en la solución de un problema con **expertos privados**, **políticos** y **funcionarios**.

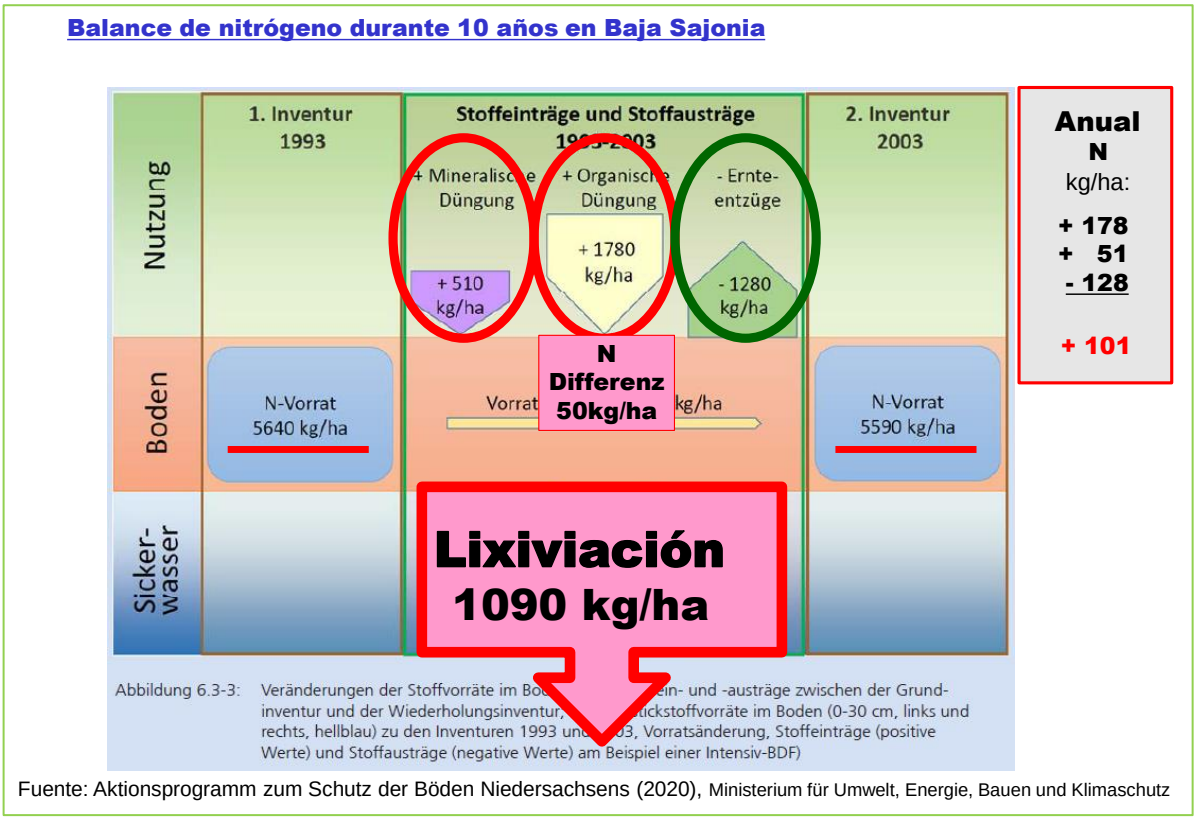

Figura 17: Representación gráfica del balance de nitrógeno de una zona de observación permanente del suelo

El esfuerzo de aplicar **un 20% menos de N** puede preocupar a algunos agricultores. Hay dos preocupaciones contradictorias que se están debatiendo:

- ¿Se pueden conseguir **rendimientos de alta calidad** utilizando **menos N?**
- ¿Cómo se puede hacer frente a un **excedente de N**?

El ciclo del Nitrógeno agrícola ha sido y sigue estando fuertemente influenciado por ciertos sectores de **la economía.**

Hecho: El **desperdicio de energía** al utilizar el proceso Haber-Bosch para fijar el nitrógeno del aire y producir un fertilizante que contenga **nitrato ya no es necesario ni** está **a la vanguardia**.

*Con la implementación sistemática del **sistema de fertilización AKRA,** se puede ahorrar más del 20% N previsto! (véanse también las figuras 16, 18 y 19).*

Al aplicar el **sistema de fertilización AKRA,** varios procesos **dinámicos** del suelo se **dirigen** en una dirección específica deseada. Esto ocurre de forma planificada y controlada. Tras una determinada **fase de cambio**, las diferentes secuencias de procesos se **interrelacionan** cada vez más y se mejora la resistencia a las influencias negativas externas (por ejemplo, sequías prolongadas).
El resultado es que los campos agrícolas aportan **rendimientos más estables** a pesar de las diferentes calidades del suelo. Además, el **nivel de rendimiento** se vuelve **más estable** incluso en condiciones climáticas difíciles.
En general, esto se traduce en posibilidades muy concretas de ahorrar mucho nitrógeno (¡**un 50% menos**!) sin pérdida de rendimiento (véanse las figuras 18 y 19). Al mismo tiempo se protege el **medio ambiente** y se mejoran las funciones del suelo (por ejemplo, la **protección de las aguas subterráneas**).
¡Esto es la agricultura contemporánea! ¡Hasta aquí debería llegar la gestión agrícola!

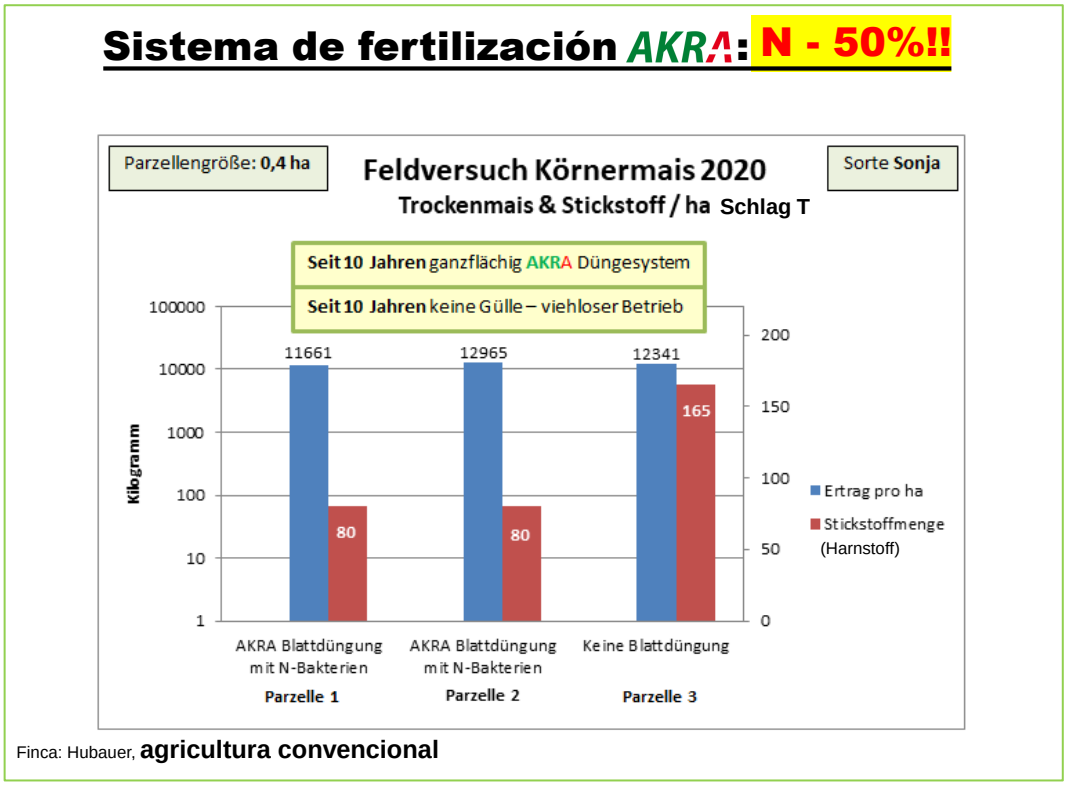

Figura 18: El maíz de grano con 80kg N no muestra ninguna diferencia de rendimiento a 160kg N (fuente: Karner)

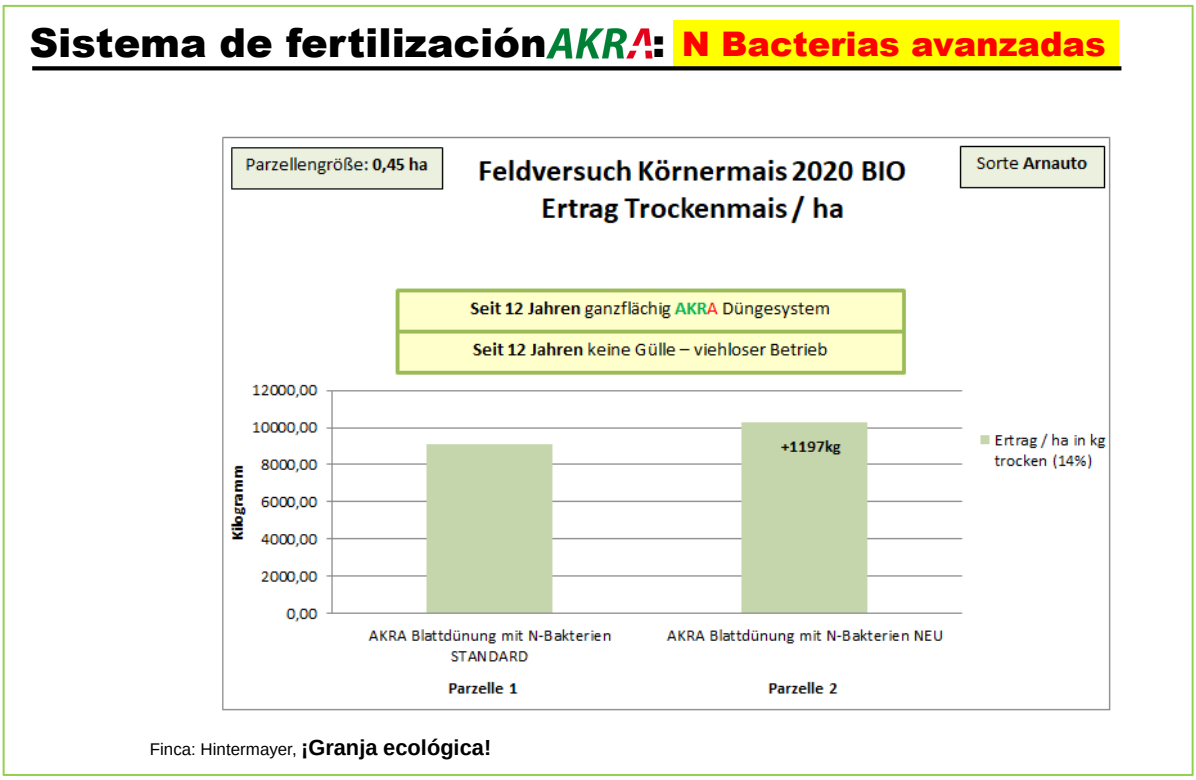

Figura 19: La investigación contribuye a que los microorganismos sean aún más eficientes (fuente: Karner)

Nitrógeno y estiércol

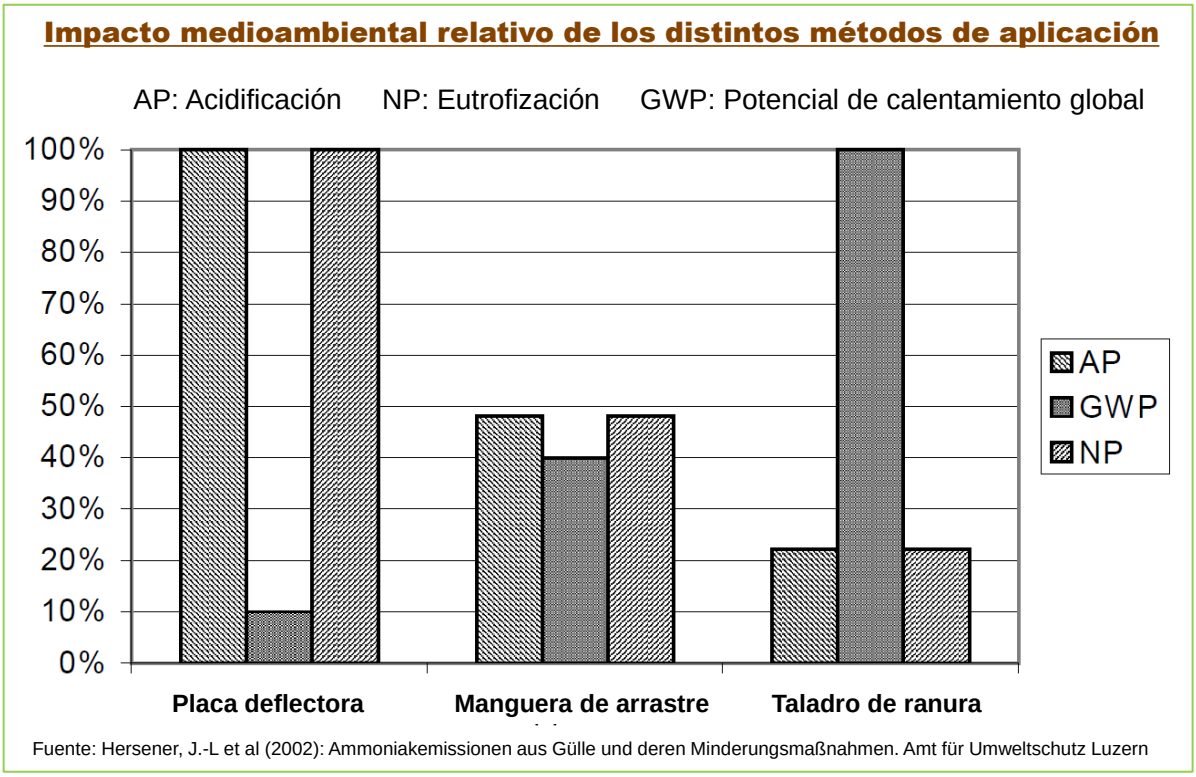

Figura 20: Impacto medioambiental relativo de los diferentes métodos de aplicación

Las **mayores pérdidas** de nitrógeno del **estiércol líquido y sólido** se producen en el establo y durante el almacenamiento (Instituto Estatal de Agricultura de Baviera, 2019). Unas medidas estructurales sencillas y rentables podrían suponer una mejora considerable.

Al **esparcir** el estiércol, también se producen pérdidas de varios **compuestos de N**.

Dependiendo de la **técnica** utilizada, las principales pérdidas durante la aplicación son las pérdidas directas de amoníaco (**NH_3**), que posteriormente pueden contribuir a la **acidificación** o **eutrofización** de los ecosistemas adyacentes, o la **emisión** de óxido nitroso **(N_2O),** que se forma tras la aplicación en condiciones **reductoras**. Cabe mencionar que el **N_2O** tiene un impacto **300 veces más negativo** en el calentamiento global que el **CO_2** (con un tiempo de residencia de **116 años** (!) en la atmósfera).

Un estudio suizo ha examinado y comparado el **impacto medioambiental** de las diferentes técnicas de aplicación "**placa deflectora**", **"manguera de arrastre"** y **"taladro de ranura"**(véase figura 20).

Cuando se utiliza la **placa deflectora,** existe el riesgo **de** que el **amoníaco** emita gases y contribuya a la acidificación y eutrofización, pero el impacto sobre el **potencial** de efecto invernadero es muy **bajo.**
Por el contrario, la aplicación de purines con el **taladro de ranura** emite **menos amoníaco**, pero la deposición concentrada de los purines bajo la superficie del suelo provoca condiciones reductoras y el **riesgo** de **emitir óxido nitroso** aumenta **considerablemente**.
Teniendo en cuenta el **cambio climático, lo más importante** sería evitar la emisión de **óxido nitroso.** Asimismo, habría que encontrar formas de reducir la emisión de amoníaco**.**

La empresa **KARNER Ltd.** ofrece un enfoque de solución fácil de aplicar y **rentable (AKRA WD).**

Sobre la base de los resultados de un ensayo de laboratorio en 2019 (véase el resumen del Simposio PK 2020), en otoño de 2020 se realizó otro ensayo con resultados sólidos:

Se probaron tres tipos de estiércol en **3 repeticiones**. Los respectivos purines fueron bien homogeneizados y posteriormente se probaron tres variantes de aditivos: purín con **agua**, purín con agua + **AKRA WD** y purín **sin tratamiento**. Los purines preparados se introdujeron en recipientes Schott y se agitaron intensamente con remolinos de aire (para simular el **peor escenario**). Los gases que se filtraron se eliminaron en una trampa de ácido y se analizaron en el laboratorio.

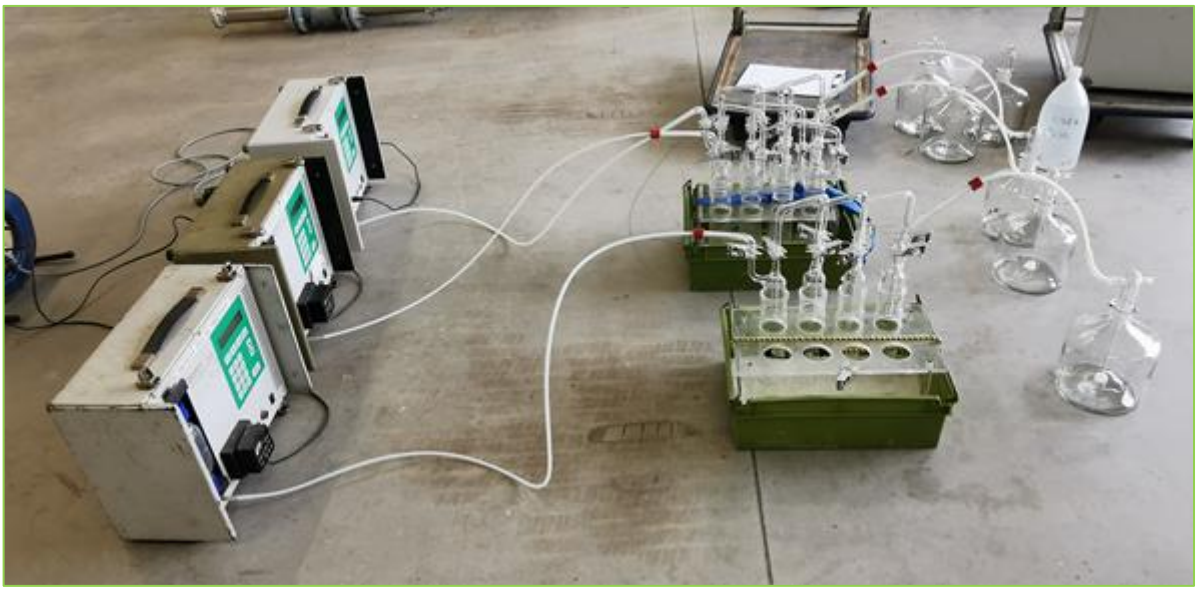

Figura 21: Análisis experimental de las pérdidas de NH_3 de los purines usando AKRA WD

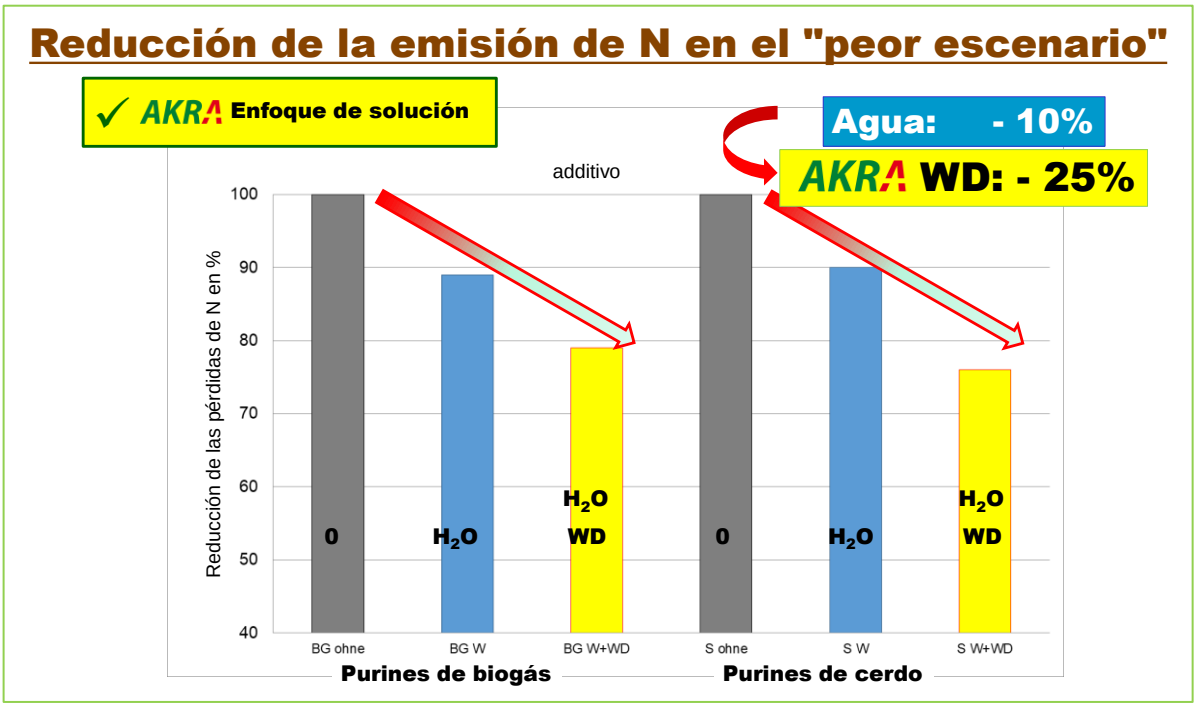

Figura 22: Resultados del estudio de las pérdidas de NH_3 del estiércol líquido

Los **resultados** muestran **claramente** que la adición de **agua** dulce ya ha reducido la emisión de NH_3 en aproximadamente **un 10%.** Si se añade **AKRA WD** adicionalmente al agua dulce, las pérdidas NH_3 se reducen en aproximadamente un **25%** en el peor escenario. En **la práctica,** cabe suponer que se pueden esperar **resultados aún mejores**.

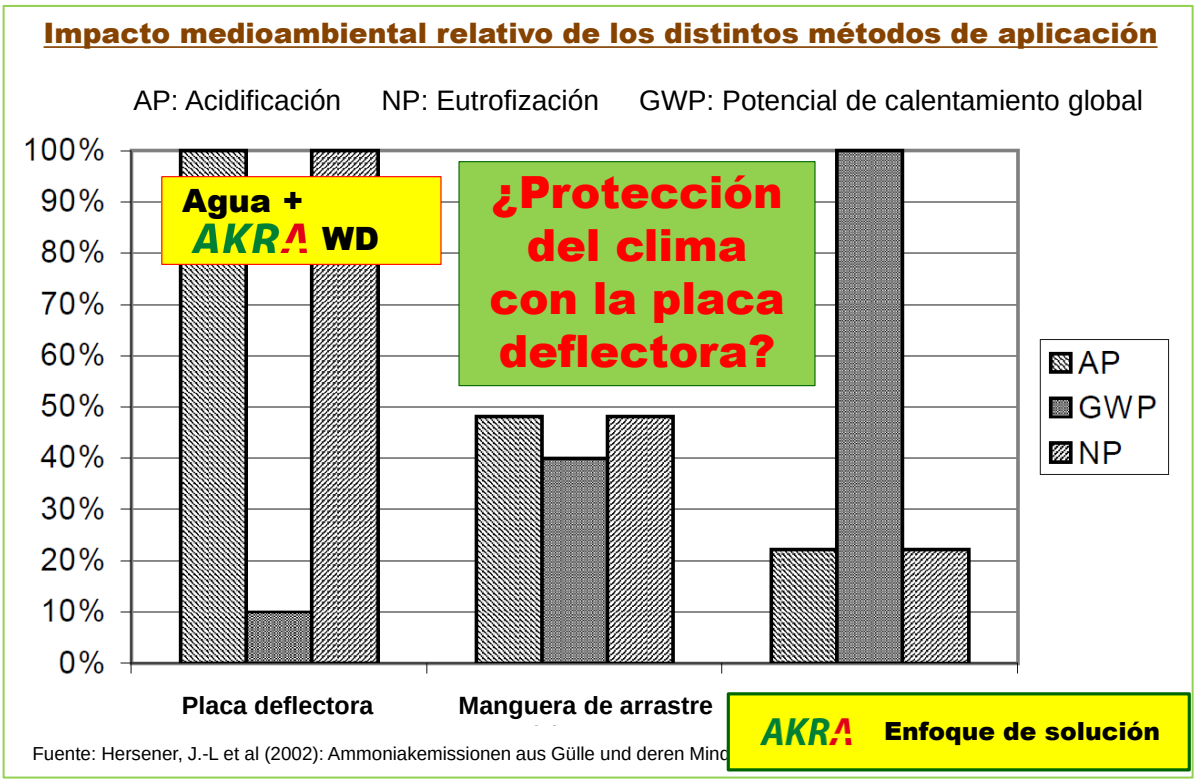

Figura 23: Representación modificada de los impactos medioambientales relativos de los diferentes métodos de aplicación de purines

Si los **purines** se mezclan con **agua dulce** (10 l/m^3) y **AKRA WD** (350 ml/m^3) poco antes de la aplicación, la emisión de amoníaco puede reducirse considerablemente. En general, esto resulta en una **evaluación muy positiva** del **impacto medioambiental relativo** respecto a la aplicación de estiércol líquido con la **placa deflectora**. Por lo tanto, en ningún caso es inferior a los métodos de aplicación al compararlo con los otros métodos.

Por lo tanto, sigue siendo responsabilidad de los representantes políticos determinar las medidas apropiadas de la aplicación y reevaluar las medidas ya adoptadas:

- en ciertas regiones (p.ej., estructuras pequeñas, áreas inclinadas) debería seguir aprobándose la aplicación con la **placa deflectora** junto con las medidas de acompañamiento adecuadas (véase más arriba).
- las **subvenciones** para la inversión en tecnología de aplicación al nivel del suelo deberían **desviarse** en parte a **medidas de control de la erosión** (véase el capítulo 2).

8) Innovación - Micrógránulos

Figura 24: Avances continuos en el desarrollo del sistema de fertilización AKRA

En este resumen, hemos destacado el **potencial innovador** de **KARNER Ltd.** en varias ocasiones (véase, por ejemplo, el tema del estrés por sequía). El **sistema de fertilización AKRA** está en continuo desarrollo. Actualmente se están llevando a cabo prometedores proyectos de investigación sobre **micrógránulos** para combinar la adición de microorganismos con el suplemento de determinados nutrientes y sustancias para combatir posibles plagas en la zona de la semilla.

Si el sistema de fertilizantes AKRA se aplica de forma consistente y basándose en un estudio del suelo utilizando el análisis fraccionado, su suelo está bien equipado para hacer frente a múltiples desafíos.

Figura 25: Las asociaciones exitosas nos permiten mirar al futuro con confianza.