



ESTRATEGIA MICROBIOLÓGICA ASOCIADA A PORTAINJERTOS DE KIWI

Del vivero a la plantación establecida · Propuesta de trabajo RXM

Cliente	Kiwi Atlántico
Finca / proyecto	Kiwi 1000
Cultivo	Actinidia deliciosa · Hayward
Portainjertos prioritarios	Bounty 71 · RO.KI.1/Viola™ · Vip Zedone® Z1
Fecha	6 de septiembre de 2026

PROPÓSITO

Separar con claridad dos niveles: (1) la base científica del binomio portainjerto × microbiología, enlazada con el estudio técnico de portainjertos de RoxSoil Micro; y (2) la estrategia RXM específica para Kiwi 1000. La microbiología se diferencia además por objetivo: durante la recuperación de un suelo degradado puede acompañar la incorporación de materia orgánica para favorecer su transformación biológica; el programa asociado a raíz y planta se activa cuando el suelo ya es apto. Una vez cumplida esa premisa, el manejo se diferencia según tres situaciones: replantación con planta nueva, reinjerto de plantas existentes o mantenimiento de zonas sanas sin replantación. Incorporar además la evidencia sobre microbiología y resiliencia frente a calor extremo, diferenciando mecanismos demostrados en kiwi de evidencia microbiológica general.

RoxSoil Micro · Informe técnico

1. Resumen ejecutivo

La elección del portainjerto y el manejo microbiológico no son dos decisiones independientes. La evidencia más relevante para KVDS demuestra que la genética de *Actinidia* puede modificar el patrón de oomicetos de rizosfera y endosfera; en *A. macrosperma*, grupo al que pertenece Bounty 71, **la resistencia se ha relacionado con una capacidad diferente para configurar ese pathobioma.**

Este hallazgo justifica estudiar el binomio portainjerto × microbiología, pero también obliga a evitar una receta universal para todos los patrones. [1]

El informe separa deliberadamente dos niveles de trabajo para no mezclar evidencia científica con experiencia de campo.

- **Primero, una capa científica:** portainjerto, tolerancia a saturación, interacción genotipo-pathobioma, micorrizas y rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) en vivero. Esta parte enlaza directamente con el informe RXM de portainjertos y mantiene el mismo nivel de rigor bibliográfico.
- **Segundo, una capa RXM específica para Kiwi 1000:** cómo acompañar biológicamente cada situación real de la finca y cómo utilizar la microbiología durante la propia recuperación edáfica. En sectores degradados, la microbiología puede actuar sobre la materia orgánica incorporada y el ciclado de nutrientes; el programa dirigido a rizosfera y planta queda reservado para cuando existe un hábitat capaz de sostener raíz y actividad biológica.

La premisa de campo queda diferenciada por objetivo: antes de replantar, reinjertar o iniciar el programa microbiológico asociado a planta, el sector debe presentar **condiciones físicas y químicas compatibles.**

Durante la fase previa de recuperación, **la incorporación de materia orgánica acompañada de microbiología funcional puede acelerar su transformación, es decir, acelerar el proceso de recuperación de las condiciones físico químicas.**

Cumplida la premisa de suelo, la estrategia vegetal se divide en tres escenarios:

A) replantación con planta nueva procedente de vivero;

B) injerto o reinjerto sobre plantas existentes;

y C) zonas sanas y estables que continúan con la plantación actual.

CRITERIO DIRECTOR RXM PARA KIWI 1000

La recuperación del suelo y el programa asociado a planta son dos fases distintas. En las zonas degradadas, la evidencia respalda que la materia orgánica incorporada pueda acompañarse de microbiología funcional para activar su transformación y el ciclado de nutrientes. La replantación y el programa microbiológico de rizosfera quedan para el momento en que suelo, agua, oxígeno y raíz presenten condiciones compatibles. En Zona 0 el foco se sitúa, por tanto, en recuperar el suelo; no en intentar sostener plantas que se consideran perdidas.

Este enfoque permite **enlazar la evidencia científica de portainjertos con una estrategia práctica para Kiwi 1000:** preparar biológicamente la planta nueva desde vivero cuando corresponda, acompañar de forma específica a los injertos sobre sistemas radicales existentes y mantener la red trófica en las zonas sanas sin sobreactuar.

En cuanto a la presión térmica: en kiwi, la recuperación de la vitalidad radicular, la fotosíntesis y las rutas de respuesta al calor son determinantes de la resiliencia; en la literatura general, hongos micorrícicos arbusculares (AMF) y PGPR actúan sobre varios de esos mismos procesos. La coincidencia mecánica queda incorporada como soporte del manejo de rizosfera, sin presentar todavía como demostrada una protección microbiológica específica frente al calor en *Actinidia*.

2. Dos bases diferenciadas: evidencia científica y experiencia RXM en kiwi

Línea	Hallazgo	Alcance	Nivel de respaldo
A · EVIDENCIA CIENTÍFICA PUBLICADA			
Genotipo × pathobioma	El genotipo de Actinidia modifica el patrón de oomicetos; A. macrosperma muestra una asociación distinta en endosfera/rizosfera.	Evidencia directa en kiwi	Alta
Bounty × encharcamiento	Bounty 71 mantiene mejor intercambio gaseoso y fotosíntesis bajo saturación que D1 y Hayward.	Evidencia directa en kiwi	Alta
Micorrizas	R. intraradices mejoró colonización, biomasa radicular y captación de N/P/Fe en plántulas de kiwi.	Kiwi joven; soporte directo para vivero	Media-alta
Bacillus específico	B. subtilis C3 redujo podredumbre por F. solani y mejoró raíz y diversidad de rizosfera.	Cepa y patología específicas	Alta para ese sistema
Nematodos	P. chlororaphis RO1 y B. velezensis RO9 redujeron M. incognita en Hayward en invernadero y campo.	Evidencia publicada en kiwi	Media para transferencia
Té de compost	Tres años de fertirrigación en kiwi oro mostraron beneficios graduales en peso/calibre y materia seca, sin aumento significativo del rendimiento total.	Evidencia publicada en kiwi	Media
Calor extremo · microbiología	Meta-análisis de microorganismos simbioses y PGPR muestran, bajo calor, mayor biomasa/fotosíntesis y capacidad antioxidante, junto con menor acumulación de especies reactivas de oxígeno (ROS), incluido el peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂), y menor malondialdehído (MDA). En kiwi, la termotolerancia se vincula directamente con recuperación de raíz, fotosíntesis y el eje AcLBD1-AcHSFA2-HSP20 (HSFA2: factor de respuesta al calor; HSP20: proteína de choque térmico).	Evidencia general alta + mecanismos directos en kiwi; sin validación directa microbio × calor en Actinidia	Alta general; incompleta en kiwi
Materia orgánica × microbiología	Meta-análisis y revisiones muestran que la inoculación microbiana puede acelerar la degradación lignocelulósica y la maduración de materiales orgánicos; la coaplicación de enmiendas orgánicas y PGPR puede aumentar actividad microbiana, transformación de nutrientes y establecimiento del inoculante. [25-28]	Evidencia fuerte en compostaje y soporte de campo general para coaplicación; efecto dependiente del material, inoculante y condiciones del suelo.	Alta para biotransformación; media-alta para transferencia directa a suelo de kiwi

Línea	Hallazgo	Alcance	Nivel de respaldo
B · EXPERIENCIA DE CAMPO RXM EN KIWI · GALICIA Y PORTUGAL			
Nemátodos	En fincas de kiwi de Galicia y Portugal, programas RXM que han incluido <i>Bacillus firmus</i> junto con aporte de quitina han mostrado una respuesta de campo muy consistente sobre la expresión de agallas. En comprobaciones comparativas se han observado raíces sin agallas en sectores tratados frente a presencia de agallas en sectores no tratados.	Observación de campo RXM repetida · Galicia/Portugal	Relevante como antecedente agronómico; requiere lectura conjunta con diagnóstico y estado de raíz
Té de compost 2	Durante 2026, programas RXM de 200 L/ha por riego -con té de compost base y, en algunas ventanas, consorcios PGPR- han coincidido con mejoras importantes de raíz, vigor y continuidad productiva en fincas de kiwi de Galicia y Portugal con antecedentes de fuerte deterioro. La respuesta se interpreta como multifactorial y no se atribuye a un único componente.	Observación de campo RXM 2026 · Galicia	Relevante como antecedente de campo; respuesta multifactorial
C · LÍNEA DE I+D RXM			
Biochar	Puede actuar como soporte microbiano; RXM abre una línea de I+D con biochar micronizado para integración progresiva en 2027. En kiwi y suelo calizo existe una cautela específica sobre nutrición férrica.	Línea de I+D RXM 2026-27	En desarrollo

ALCANCE TÉCNICO

La estrategia integra genética del portainjerto, condición física del suelo y microbiología como partes de un mismo sistema. El manejo microbiológico puede apoyar implantación, actividad radicular y funcionamiento de la rizosfera, pero no sustituye la corrección de saturación, compactación o falta de oxígeno. La experiencia de campo RXM se utiliza como antecedente operativo y se interpreta junto con el estado hídrico, físico y radicular de cada zona.

3. Implicaciones por portainjerto

Este apartado resume únicamente la parte científica del informe RXM de portainjertos frente a moría/KVDS. La revisión completa de Bounty 71, RO.KI.1/Viola™, Z1 y otros materiales, con sus referencias y limitaciones, se desarrolla en el estudio técnico de portainjertos de RoxSoil Micro. [11]

Patrón	Fortaleza	Riesgo / límite	Implicación microbiológica
Bounty 71	Mayor respaldo radicular frente a KVDS y saturación; <i>A. macrosperma</i> puede modular el pathobioma.	Afinidad con Hayward variable; vigilar unión de injerto y nematodos formadores de agallas.	Referencia en sectores de mayor riesgo, siempre tras corrección hidráulica. Seguimiento específico de raíz e injerto dentro del mismo patrón.

Patrón	Fortaleza	Riesgo / límite	Implicación microbiológica
RO.KI.1 / Viola™	Señal prometedora de equilibrio entre tolerancia y compatibilidad.	Evidencia pública más joven y muy vinculada al proyecto/obtentor.	Bloque paralelo a Bounty en ambientes comparables para validar implantación y respuesta local.
Vip Zedone® Z1	Muy buena señal pública de afinidad con Hayward.	Sensibilidad a moría clasificada como media; síntomas en sectores pesados.	Preferente en sectores con drenaje resuelto; el programa microbiológico acompaña la raíz, pero no compensa saturación crónica.
D1 / Hayward franco	Útiles como referencias o en ambientes concretos.	Menor respaldo bajo waterlogging frente a Bounty.	No prioritarios en el estrato más asfítico; pueden aportar referencia fisiológica cuando el diseño de finca lo permita.

Para Kiwi 1000 se separan dos decisiones. La primera es científica: **elegir el portainjerto por su evidencia genética, fisiológica y de compatibilidad**.

La segunda es operativa: **decidir cómo acompañarlo microbiológicamente según el tipo de implantación**. En todos los casos, la condición previa es la misma: no se reimplanta ni se intensifica microbiología de campo sobre un suelo que siga mostrando limitaciones incompatibles con una raíz funcional.

4. Estrategia RXM para Kiwi 1000: recuperación del suelo y, después, tres escenarios de manejo

4.1. Vivero / invernadero: colonizar antes de plantar

La intervención prioritaria en **vivero es la micorrización temprana**. En plántulas de kiwi, **Rhizophagus intraradices** ha mostrado capacidad para aumentar colonización, biomasa radicular y captación de nutrientes; en el estudio de referencia se utilizaron 10 g de inóculo por 1,5 kg de sustrato y se dejaron cuatro semanas de establecimiento.

La bibliografía específica de Actinidia y las revisiones recientes sobre AMF-PGPR apoyan además el **uso de bacterias promotoras del crecimiento junto a micorrizas cuando existe compatibilidad entre los inoculantes**. [4,13-15]

La dosis anterior es una referencia de estudio. En vivero se utilizará la dosis correspondiente al inoculante micorrízico seleccionado.

La preparación biológica de la planta puede desarrollarse en paralelo a la recuperación del suelo de destino, pero la plantación en campo se realizará únicamente cuando el sector cumpla los criterios de aptitud definidos a continuación.

- **Momento preferente:** inocular la micorriza al trasplante a contenedor o con raíz joven activa, procurando disponer de 4-6 semanas antes de la salida de vivero.
- **Objetivo:** llegar a plantación con una raíz activa, colonización micorrízica iniciada y mayor capacidad potencial de exploración y absorción.
- **Control:** comprobar raíces finas, arquitectura radicular y, en una muestra de plantas, **colonización micorrízica antes de salida y 4-8 semanas después**.
- **Consorcio bacteriano:** como pauta de trabajo, 7-14 días después de la micorriza se incorpora un **consorcio PGPR compatible**, preferentemente con Bacillus seleccionados por función de enraizamiento y movilización de nutrientes. En A. deliciosa existen resultados positivos de PGPR sobre

enraizamiento de esquejes; en *A. chinensis* un consorcio de *B. amyloliquefaciens*, *B. pumilus* y *B. circulans* mejoró biomasa y disponibilidad de N, P y K. [13,14]

- **Compatibilidad:** AMF y PGPR pueden actuar de forma complementaria, pero la interacción depende de las cepas, del sustrato y del momento de aplicación. Para reducir competencia innecesaria se prioriza una secuencia micorriza-PGPR; *Trichoderma* se reservará para una ventana posterior salvo que el formulado seleccionado disponga de compatibilidad demostrada con la micorriza utilizada. [15]

4.2. Premisa previa de campo: aptitud del suelo antes de replantar o activar microbiología asociada a planta

RXM adopta para Kiwi 1000 un filtro previo a la replantación de portainjertos y al programa microbiológico asociado a raíz y planta.

Este filtro no excluye el uso de microorganismos durante la recuperación del propio suelo. **La evidencia permite separar dos funciones:** microbiología de transformación durante la incorporación de materia orgánica en sectores degradados, y microbiología de rizosfera cuando el suelo ya sostiene raíz fina, oxígeno y estabilidad química.

Variable	Criterio operativo RXM	Implicación
Materia orgánica	$\geq 2,0 \%$; preferentemente $>2 \%$ y estable o en aumento	Por debajo del umbral no se considera cerrada la recuperación ni se activa el programa asociado a planta. Si la recuperación incluye aportes de materia orgánica, la microbiología de transformación puede formar parte de esta fase para favorecer su biotransformación y el ciclado de nutrientes.
pH	5,5-6,8	Fuera de este intervalo el suelo permanece en recuperación. La microbiología asociada a planta se interpreta después; una microbiología orientada a transformación de materia orgánica solo tiene sentido si el pH y el resto del hábitat permiten actividad microbiana.
Conductividad eléctrica	$\leq 0,50$ mS/cm con el método analítico actual	Umbral operativo RXM conservador. Si cambia el método analítico debe recalibrarse. Una CE baja no compensa hipoxia, compactación o baja materia orgánica.
Raíz, agua y oxígeno	Raíz fina activa y ausencia de saturación prolongada, anoxia o condición reductora	Criterio para replantación y programa asociado a planta. En la fase de recuperación del suelo, la transformación biológica de materia orgánica sigue dependiendo de aireación y humedad compatibles; la anoxia no se compensa aumentando inoculantes.

Regla de transición: los cuatro criterios del filtro deben cumplirse antes de pasar de la recuperación edáfica al programa microbiológico asociado a planta o a la replantación.

Mientras el sector permanece en recuperación, la materia orgánica añadida puede acompañarse de microorganismos funcionales si humedad, aireación y condiciones químicas permiten actividad biológica.

4.2.1. Recuperación del suelo: materia orgánica + microbiología de transformación

La evidencia revisada permite concluir que la materia orgánica y la microbiología no actúan como dos correcciones independientes. **Las enmiendas orgánicas aportan carbono, nutrientes y hábitat; los microorganismos aportan la capacidad enzimática que transforma las fracciones degradables y moviliza nutrientes.**

Un meta-análisis de compostaje mostró aceleración de la degradación de celulosa, hemicelulosa y lignina y mayor humificación con inoculación microbiana, aunque el aumento de nutrientes inmediatamente disponibles fue mucho menos consistente. [25]

La literatura reciente sobre PGPR y enmiendas orgánicas describe además una relación recíproca: el **compost, vermicompost y otros materiales orgánicos mejoran la supervivencia y el establecimiento microbiano, mientras los microorganismos aumentan actividad enzimática, mineralización de N y P y transformación de la matriz orgánica.** En campo, la combinación vermicompost + PGPR ha mostrado respuestas superiores a PGPR aplicado sin la enmienda, aunque la magnitud depende del material, la dosis, el suelo y el cultivo. [26-28]

Para Kiwi 1000, esta evidencia modifica la lectura de las zonas degradadas: cuando el objetivo es recuperar el suelo mediante aporte de materia orgánica, la microbiología puede incorporarse desde esa fase para favorecer la transformación de la fracción utilizable y acelerar el restablecimiento de ciclos biológicos.

Esta actuación se dirige al suelo, no a recuperar plantas cuya viabilidad ya se considera perdida, y puede preceder al momento en que el sector cumpla el filtro de replantación.

El matiz es importante: acelerar transformación no significa mineralizar indiscriminadamente toda la materia orgánica. **En materiales maduros y estabilizados interesa conservar la fracción húmica y el carbono persistente;** la función microbiológica se interpreta como activación de la fracción degradable, ciclado de nutrientes, actividad enzimática y reconstrucción de comunidad.

Por ello, **el resultado depende de oxígeno, humedad, pH, C/N y naturaleza del material incorporado.**

CONCLUSIÓN TÉCNICA · RECUPERACIÓN DEL SUELO

En sectores de Kiwi 1000 donde el foco está en recuperar el suelo, la **combinación de materia orgánica con actividad microbiana funcional aparece mejor respaldada** que considerar la enmienda como una corrección exclusivamente físico-química. La microbiología puede acelerar la transformación de las fracciones degradables y el ciclado de nutrientes; el programa de rizosfera asociado a planta comienza después, cuando el suelo ya es apto.

4.2.2. Aplicación del filtro a Kiwi 1000

El filtro se aplica por sector y marca el paso desde la recuperación del suelo hacia la replantación o el programa asociado a planta. **Zona 0 representa hoy el caso más claro de un área donde el foco permanece en la recuperación edáfica.** Allí, la incorporación **de materia orgánica puede acompañarse de microbiología de transformación**; la entrada de nuevos portainjertos y la microbiología orientada a rizosfera esperan a que el sector cumpla los criterios. En las zonas sanas de Kiwi 1000 -incluidos sectores de Zona 2 que cumplan el filtro- puede mantenerse el programa asociado a planta. [16,17]

Situación en Kiwi 1000	Condición previa	Escenario posterior	Decisión
Zona 0 / áreas previamente afectadas	Recuperación edáfica en curso: materia orgánica, pH, CE, estructura, agua y O ₂ ; el filtro aún no está cerrado.	Recuperación de suelo → A · Replantación cuando supere el filtro	La zona permanece fuera de replantación y del programa asociado a planta. Los aportes de materia orgánica pueden acompañarse de microbiología de transformación para activar descomposición funcional y ciclado de nutrientes. Tras superar el filtro, entra la replantación con material preparado desde vivero.
Sectores recuperados que van a replantarse	Filtro completo superado antes de plantar	A · Replantación con planta nueva	Planta nueva/portainjerto procedente de vivero con colonización iniciada; acompañamiento específico de implantación.
Plantas existentes que se van a injertar o reinjertar	Suelo apto y sistema radicular funcional	B · Injerto/reinjerto sobre raíz existente	Sostener la rizosfera y acompasar los refuerzos microbiológicos al prendimiento y crecimiento del nuevo injerto.
Zonas sanas sin replantación ni injerto	Filtro completo mantenido	C · Mantenimiento de zona sana	Programa de mantenimiento con predominio de té de compost y refuerzos funcionales solo cuando aporten valor.
Sectores de Zona 2 que cumplan el filtro	MO ≥2 %, pH 5,5-6,8, CE ≤0,50 mS/cm y raíz/O ₂ funcionales	C · Mantenimiento	Se utilizan como referencia de suelo funcional; la etiqueta Zona 2 no sustituye la comprobación por sector.
Cualquier sector que deje de cumplir el filtro	Pérdida de una o más condiciones de entrada	Vuelve a recuperación del suelo	El foco vuelve a suelo/agua/oxígeno/raíz. Si la recuperación incluye materia orgánica, puede mantenerse una microbiología orientada a su transformación; el programa asociado a planta se retoma al recuperar el filtro.

La distinción esencial es temporal y funcional: durante la recuperación se trabaja sobre el suelo y la materia orgánica; una vez alcanzada la aptitud edáfica se decide si el sector entra en replantación, injerto/reinjerto o mantenimiento. La microbiología está presente en ambas fases, pero con objetivos distintos.

4.3. Tres escenarios de campo una vez cumplida la premisa de suelo

Una vez que el sector está preparado, la estrategia no depende únicamente de la zona geográfica, sino del estado del material vegetal.

Para evitar confusión con las Zonas 0, 1 y 2 ya utilizadas en Kiwi 1000, el informe denomina Escenario A, B y C a las tres situaciones de manejo. Los tres parten de un suelo apto; lo que cambia es el punto de partida de la planta y, por tanto, el orden de las intervenciones microbiológicas.

SECUENCIA MAESTRA

Zona degradada: materia orgánica + microbiología de transformación → seguimiento de suelo → superar filtro de aptitud. Planta nueva: vivero con micorriza → 7-14 días después PGPR compatible → verificar colonización. Campo apto: elegir Escenario A (replantación), B (injerto/reinjerto) o C (zona sana) → 4-6 ventanas biológicas de 200 L/ha durante actividad radicular, con té de compost como fondo y Active / MULTI_BAC en momentos funcionales concretos (o consorcios PGPR validados).

4.4. Programa biológico común una vez superado el filtro

En los tres escenarios de campo, el té de compost constituye la infraestructura biológica de fondo: busca sostener actividad, diversidad y continuidad funcional de la rizosfera a medio y largo plazo.

Active y MULTI_BAC se reservan para ventanas de mayor demanda radicular o de establecimiento, no como componentes obligatorios de todas las aplicaciones.

La evidencia publicada en kiwi muestra que los efectos de los téos pueden ser graduales y acumulativos, por lo que la lógica es construir y mantener el sistema, no perseguir una respuesta puntual. [7]

La base anual de referencia se mantiene en 4-6 aplicaciones de 200 L/ha de preparado terminado durante los periodos de actividad radicular.

La composición de esas ventanas cambia según el escenario: una planta nueva necesita acompañamiento de implantación; un injerto sobre raíz establecida necesita apoyo a la demanda del nuevo brote; una zona sana necesita principalmente mantenimiento y prevención de pérdida de función.

4.5. Diferenciación de los tres escenarios

Escenario	Punto de partida	Secuencia prioritaria	Ventanas RXM	Objetivo
Común a los tres	Suelo en condiciones de entrada; raíz con oxígeno y humedad adecuadas.	Confirmar M0 → iniciar programa en actividad radicular → revisar M1/M2.	4-6 aplicaciones/año de 200 L/ha de preparado terminado.	Sostener una rizosfera funcional sin sustituir el manejo físico, hídrico o nutricional.
A · Replantación con planta nueva	Sector previamente afectado y recuperado; nueva planta/portainjerto procedente de vivero, ya colonizado con micorriza + PGPR.	Plantación → adaptación inicial → primera emisión de raíz → consolidación de rizosfera.	Active en primera ventana funcional; té base en ventanas de construcción; MULTI_BAC en segundo flujo/postcosecha; 0-1 refuerzo Bacillus/Trichoderma/PGPR si existe función definida.	Reducir el estrés de implantación y ayudar a que la nueva raíz ocupe rápidamente un suelo ya recuperado.
B · Injerto/reinjerto sobre planta existente	Sistema radicular ya establecido en suelo apto; cambia la parte aérea o el material injertado.	Preparar rizosfera antes o alrededor del injerto → esperar prendimiento/í inicio de brotación → reforzar demanda radicular.	Té base antes o en torno al periodo de injerto; Active cuando el injerto entra en crecimiento activo; MULTI_BAC en segunda ventana radicular/postcosecha; resto té base.	Sostener raíz, nutrición y continuidad biológica mientras la planta alimenta el nuevo injerto; no se atribuye a la microbiología el prendimiento del injerto por sí sola.
C · Zona sana sin replantación ni injerto	Plantación estable, suelo funcional y raíz activa.	Mantener red trófica → reforzar solo los principales flujos radiculares → reducir intensidad si el sistema se mantiene estable.	Predominio de té base; 1 ventana Active y 1 ventana MULTI_BAC cuando aporten función; 0-1 refuerzo adicional si el seguimiento lo justifica.	Conservar la funcionalidad alcanzada, evitar deterioro progresivo y sostener raíz/nutrición con la mínima intervención necesaria.

5. Referencias microbiológicas para situaciones sanitarias concretas (según estudios)

Este apartado **sintetiza estudios publicados y referencias técnicas de mercado sobre microorganismos o cepas evaluados frente a situaciones sanitarias concretas.**

Se mantiene separado del programa general RXM de té **de compost, Active y MULTI_BAC**: estas herramientas se plantean como apoyo a la actividad de suelo y rizosfera, mientras que las referencias de este apartado se interpretan desde el problema identificado y desde la cepa o formulación respaldada por cada estudio.

Situación	Evidencia disponible	Lectura para la estrategia	Nivel
KVDS / Phytophthium- Pythium-Phytophthora	No existe una cepa única validada como solución del síndrome. <i>P. vexans</i> es un candidato biológico relevante y dispone de qPCR específica.	Prioridad de manejo: agua, O ₂ y función radicular. La microbiología del programa general se mantiene como apoyo a la rizosfera; las referencias específicas se valoran solo desde la bibliografía disponible.	Diagnóstico alto; pauta universal limitada
Podredumbre por <i>Fusarium solani</i>	<i>Bacillus subtilis</i> C3 (KY983582) mostró antagonismo, mayor peso de raíz y menor severidad en maceta/campo.	Referencia útil cuando la cepa/formulación disponible tenga evidencia equivalente; no extrapolar automáticamente desde el género <i>Bacillus</i> .	Alta para C3/F. <i>solani</i>
Meloidogyne incognita	<i>Pseudomonas chlororaphis</i> RO1 y <i>Bacillus velezensis</i> RO9. En invernadero: formulación líquida 10 ⁸ CFU/mL, 50 mL/planta, 2 aplicaciones separadas 14 días; también se validaron 2 aplicaciones en campo.	Referencia científica para nematodos en kiwi. Complementar con la evidencia de campo RXM con <i>B. firmus</i> + quitina descrita a continuación.	Media para transferencia a M. hapla
<i>Verticillium nonalfalfae</i>	<i>P. protegens</i> C025, <i>B. velezensis</i> BcB1 y <i>T. harzianum</i> RGM 3510 mostraron interacción tratamiento × portainjerto en investigación reciente.	Referencia de investigación para estudiar interacción microorganismo-sistema radicular; no constituye por sí sola una pauta anual RXM.	Emergente

NEMATODOS EN KIWI · EXPERIENCIA RXM EN GALICIA Y PORTUGAL

RXM dispone de experiencia de campo en fincas de kiwi de Galicia y Portugal donde programas que han incluido *Bacillus firmus* junto con aporte de quitina han mostrado una respuesta agronómica muy clara sobre la expresión de agallas. En comprobaciones dentro de finca se han observado raíces sin agallas en sectores tratados y presencia de agallas en sectores no tratados. Este antecedente se incorpora a la estrategia de Kiwi 1000 como criterio práctico de seguimiento: observar agallas, raíz fina funcional y, cuando exista dato nematológico, evolución de la población. La respuesta debe interpretarse junto con el estado previo de la raíz y el resto del manejo de la parcela.

6. Nutrición y PGPR: integradas en la fase.

Las funciones nutricionales -sideróforos, solubilización de fósforo, movilización de potasio o micronutrientes, producción de IAA y otras rutas PGPR- se integran dentro de las ventanas funcionales y no como un calendario paralelo.

La selección se hace por la función que queremos reforzar en el sistema suelo-raíz-planta y por la evidencia disponible para el microorganismo o consorcio elegido.

- **En replantación (Escenario A):** priorizar promoción radicular, ocupación de rizosfera y continuidad de la colonización iniciada en vivero.
- **En injerto/reinjerto (Escenario B):** priorizar funciones que sostengan la raíz existente y el suministro al nuevo crecimiento una vez que el injerto inicia actividad.
- **En zonas sanas (Escenario C):** priorizar mantenimiento de la red trófica y refuerzos funcionales solo en los principales flujos radiculares o tras estrés.
- **En cualquier caso:** Kiwi 1000 decide microorganismo o consorcio, según función, formulación y cantidad de inoculante. Si la aplicación se integra en un té RXM, el volumen de campo de referencia se mantiene en 200 L/ha de preparado terminado y solo se aplica en sectores que cumplan el filtro de aptitud microbiológica.

La bibliografía general muestra que *Bacillus*, *Pseudomonas* y otros PGPR pueden ejercer funciones muy distintas según cepa y contexto. Por ello, RXM seleccionará estas herramientas por función

demostrada y comportamiento en suelo-raíz, evitando convertir el nombre de un género en una recomendación automática por cultivo.

7. Microbiología y resiliencia frente a episodios de calor extremo.

La evidencia revisada permite concluir que determinados microorganismos simbios y rizobacterias promotoras del crecimiento pueden modificar la respuesta fisiológica de las plantas al calor.

Los meta-análisis disponibles describen, frente a plantas no inoculadas, una tendencia consistente hacia mayor biomasa y fotosíntesis, menor acumulación de ROS y menor daño oxidativo y una respuesta antioxidante más activa bajo estrés térmico. [18,19]

Esta conclusión general es coherente con la evidencia sobre hongos micorrícicos arbusculares (AMF): la síntesis de 129 trabajos publicada en 2024 **relaciona la micorrización con mejoras en estado hídrico, nutrición, fotosíntesis, equilibrio osmótico y sistemas antioxidantes bajo estrés de temperatura**. [20]

En cultivos **leñosos perennes también existe evidencia experimental**. En vid, consorcios PGPR mejoraron fotoprotección, estabilidad térmica y estabilidad de membranas durante una ola de calor; en cítricos, *Pseudomonas putida* KT2440 y *Novosphingobium* sp. HR1a mejoraron fotosíntesis y eficiencia del fotosistema II, redujeron el malondialdehído (MDA) y aumentaron la actividad de catalasa (CAT) bajo calor combinado con alta radiación. [21,22]

7.1. Qué está demostrado específicamente en kiwi

La revisión específica de termotolerancia de *Actinidia* publicada en 2026 confirma que el calor afecta de forma directa a fotosíntesis, membranas, balance oxidativo, regulación hormonal y desarrollo.

La respuesta del kiwi depende en buena medida de la capacidad de controlar ROS, mantener la maquinaria fotosintética y recuperar la función radicular después del episodio térmico. [23]

Un estudio experimental de 2026 aporta una pieza especialmente relevante para este informe: la aclimatación térmica del kiwi **activó el módulo AcLBD1-AcHSFA2-HSP20 y permitió una recuperación más rápida de la vitalidad de raíz** y de la fotosíntesis después del calor. La sobreexpresión de AcHSFA2-2 elevó la vitalidad radicular hasta 4,13 veces respecto al control en las condiciones del estudio. [24]

La conclusión que puede sostenerse para Kiwi 1000 es, por tanto, doble. **Existe evidencia directa de que raíz, fotosíntesis y control de ROS y del daño oxidativo son componentes centrales de la termotolerancia del kiwi**, y existe evidencia general robusta de que **AMF y PGPR pueden modular esos mismos componentes en plantas sometidas a calor**.

No consta en la bibliografía revisada un ensayo directo que demuestre todavía el efecto de una inoculación microbiológica concreta sobre la tolerancia al calor en *Actinidia*. La relación microorganismo × calor en kiwi se mantiene así como una conexión mecánica sólida, pero todavía no como resultado específico validado en el cultivo.

CONCLUSIÓN TÉCNICA · CALOR EXTREMO

La microbiología de rizosfera no se interpreta en este informe como un tratamiento de emergencia durante una ola de calor. La evidencia converge en que su valor potencial reside en el estado previo del sistema: raíz funcional, colonización estable, nutrición y capacidad antioxidante antes de que aparezca el estrés. Esta lectura refuerza la secuencia ya definida para Kiwi 1000: suelo apto → colonización y mantenimiento de rizosfera → seguimiento de raíz y planta durante y después de los episodios térmicos.

7.2. Síntesis de evidencia y alcance

Evidencia	Conclusión	Alcance para Kiwi 1000	Nivel
Microorganismos × calor · meta-análisis	La colonización microbiana se asocia bajo calor con mayor biomasa/fotosíntesis, menor acumulación de ROS (incluido H ₂ O ₂), menor MDA y mayor actividad de enzimas antioxidantes como CAT.	Demuestra que la termotolerancia inducida por microbiota es un fenómeno general reproducido entre sistemas planta-microorganismo.	Alta general
PGPR × temperatura	Un meta-análisis de 38 trabajos y 96 experimentos encontró efectos positivos de PGPR sobre crecimiento, pigmentos y capacidad antioxidante; el efecto se mantuvo en ensayos de 40-50 °C.	Los resultados confirman que la respuesta depende del consorcio, la cepa y el contexto; no permiten extrapolar una cepa concreta a kiwi.	Alta general
AMF × temperatura	La síntesis de 129 trabajos relaciona AMF con mejoras de agua, nutrición, fotosíntesis, ajuste osmótico y antioxidantes frente a temperatura extrema.	La micorrización temprana ya incluida en vivero queda respaldada también por mecanismos generales de resiliencia térmica, además de raíz y nutrición.	Alta general
Cultivos leñosos	Vid y cítricos inoculados con PGPR han mostrado mejor fotoprotección/fotosíntesis, menor daño de membrana y mejor respuesta antioxidante durante calor u ola de calor.	Constituye una analogía fisiológica relevante por tratarse de cultivos perennes leñosos, sin equivaler a evidencia directa en kiwi.	Media-alta para transferencia
Kiwi · evidencia directa	En Actinidia, la termotolerancia se vincula con recuperación de raíz y fotosíntesis y con la cascada AcLBD1-AcHSFA2-HSP20. No consta validación directa microorganismo × calor en kiwi.	La convergencia de mecanismos es fuerte; la eficacia térmica de una inoculación concreta en kiwi permanece no demostrada.	Alta para mecanismos; específica incompleta

7.3. Abreviaturas y marcadores utilizados

Los términos siguientes no son productos ni objetivos de aplicación. Son indicadores o componentes de la respuesta fisiológica que permiten entender por qué una planta tolera mejor o peor un episodio de calor.

- **ROS** · Especies reactivas de oxígeno (Reactive Oxygen Species). A niveles controlados participan en señalización; cuando se acumulan durante el calor pueden oxidar membranas, proteínas y ADN.
- **MDA** · Malondialdehído. Es un producto de la peroxidación de los lípidos de membrana y se utiliza como marcador de daño oxidativo: valores mayores suelen reflejar mayor lesión de membrana.
- **CAT** · Catalasa. Es una enzima antioxidante que transforma peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno y contribuye a limitar la acumulación de especies reactivas de oxígeno.
- **HSP** · Proteínas de choque térmico (Heat Shock Proteins). Funcionan como chaperonas moleculares: estabilizan proteínas, evitan agregaciones y facilitan el repliegamiento de proteínas alteradas por temperaturas elevadas.
- **HSFA2** · Factor de transcripción de respuesta al calor A2 (Heat Shock Transcription Factor A2). Regula genes de respuesta y memoria térmica, incluidas HSP. En el estudio de kiwi de 2026, AcHSFA2-1 y AcHSFA2-2 fueron centrales para recuperar raíz y fotosíntesis; el prefijo Ac corresponde a *Actinidia chinensis* en la nomenclatura del estudio.

Conclusión de lectura: ROS y MDA describen principalmente la presión/daño oxidativo; CAT forma parte de la respuesta antioxidante; HSP protege proteínas frente al calor; y HSFA2 regula una parte central de la respuesta genética al estrés térmico. En kiwi, la evidencia de 2026 conecta HSFA2 y HSP con la recuperación de la raíz y la fotosíntesis después del calor. [24]

8. Biochar micronizado: línea de I+D RXM 2026-27

RXM ha incorporado el biochar micronizado a una línea propia de I+D para estudiar su uso como soporte, vehículo y hábitat de microorganismos dentro de los programas de regeneración de suelo. Durante 2027 se prevé incorporarlo progresivamente a los programas RXM que resulten adecuados, y Kiwi 1000 puede formar parte de esta línea de trabajo. La bibliografía general respalda el interés de la combinación biochar-microorganismos; en kiwi, no obstante, existe una cautela específica en suelos alcalino-calizos, donde dosis altas de determinados biochars han reducido la disponibilidad de Fe y otros micronutrientes. [8]

LÍNEA DE I+D RXM · BIOCHAR MICRONIZADO

Incorporar el biochar micronizado en una o varias ventanas seleccionadas del programa 2027 cuando el proyecto de I+D tenga cerrada la caracterización del material y el protocolo de aplicación. Se estudiará especialmente su papel como soporte de la microbiología del té de compost y su comportamiento en suspensión, filtración, riego, raíz y microscopía. Se registrarán materia prima, pirólisis, pH, CE, cenizas y granulometría para construir un protocolo RXM reproducible.

9. Calendario anual por escenario para Kiwi 1000

El calendario distingue una fase previa de recuperación edáfica y, después, los tres escenarios asociados a planta. En sectores degradados, la materia orgánica puede acompañarse de microbiología de transformación antes de que exista aptitud para replantar. Los Escenarios A, B y C solo comienzan cuando el sector supera el filtro. Las fechas exactas se ajustan al flujo real de raíz, fenología, humedad y disponibilidad de oxígeno.

Fase / escenario	Objetivo	Intervención / dosis	Criterio
En Zona 0, la replantación y el programa asociado a planta permanecen aplazados hasta recuperar el suelo. La microbiología sí puede intervenir durante la recuperación cuando acompaña aportes de materia orgánica y existe aireación/humedad compatibles.			
RECUPERACIÓN DEL SUELO · ZONAS DEGRADADAS	Transformar la materia orgánica incorporada y recuperar actividad biológica del suelo, sin perseguir la recuperación de plantas consideradas perdidas.	Materia orgánica estabilizada + microbiología funcional de transformación ajustada al material incorporado. Sin dosis universal fijada en este informe.	Seguimiento de MO, pH, CE, estructura, humedad/O ₂ y evolución del material. La fase termina cuando el sector supera el filtro de aptitud para replantación/programa asociado a planta.
VIVERO · COMÚN A PLANTA NUEVA	Llegar al campo con colonización iniciada	AMF según inoculante; 7-14 días después PGPR compatible.	Disponer idealmente de 4-6 semanas de establecimiento y comprobar arquitectura/colonización antes de salida.
ESCENARIO A · REPLANTACIÓN	Introducir planta nueva únicamente en suelo recuperado	Plantar material procedente de vivero ya colonizado.	Confirmar contacto raíz-suelo, hidratación, oxígeno y ausencia de saturación. No sobrecargar el día de plantación.
Aplicar cuando la raíz haya iniciado actividad y la planta esté establecida, no de forma automática el mismo día de plantación.			
A · Construcción / segundo flujo	Construir y consolidar rizosfera	Té de compost base · 200 L/ha; MULTI_BAC · 200 L/ha en una ventana funcional; resto té base.	Completar 4-6 ventanas totales durante actividad radicular. Añadir 0-1 Bacillus/Trichoderma/PGPR solo si hay función concreta.
A · Postcosecha / cierre	Consolidar raíz antes del reposo	Té base o MULTI_BAC según la ventana ya utilizada.	Cerrar con M2 de raíz, suelo y microscopía para ajustar el segundo año.
ESCENARIO B · INJERTO / REINJERTO	Acompañar un nuevo injerto sobre un sistema radicular existente	Té de compost base · 200 L/ha en la fase previa o próxima al injerto cuando coincida con actividad radicular.	El suelo ya debe estar apto. El objetivo es sostener la rizosfera, no forzar el prendimiento mediante microorganismos.

Fase / escenario	Objetivo	Intervención / dosis	Criterio
B · Prendimiento y brotación activa	Sostener la demanda de raíz y nutrición del nuevo crecimiento	Active · 200 L/ha cuando el injerto haya prendido e inicie crecimiento activo.	Vincular a raíz funcional y brotación real; no aplicar por fecha fija.
B · Segundo flujo / postcosecha	Consolidar raíz y actividad biológica	MULTI_BAC · 200 L/ha; resto de ventanas con té base.	Completar 4-6 ventanas anuales según respuesta, sin mezclar Active + MULTI_BAC por defecto.
ESCENARIO C · ZONA SANA	Mantener una rizosfera ya funcional	4-6 ventanas/año de 200 L/ha, con predominio de té de compost base.	No hay objetivo de reimplantación: se busca conservar función y prevenir deterioro.
C · Flujos radiculares principales	Aportar refuerzos solo cuando añadan función	1 ventana Active + 1 ventana MULTI_BAC dentro del programa; 0-1 PGPR/Bacillus/Trichoderma si el seguimiento lo justifica.	Si raíz, microscopía y vigor se mantienen estables, trabajar en el extremo bajo del programa antes de aumentar frecuencia.
TODOS LOS ESCENARIOS · M2	Aprender y reajustar	Raíz + suelo + microscopía + vigor + nutrición; nematodos cuando proceda.	La campaña siguiente se decide por evolución del sistema, no por repetir automáticamente el calendario anterior.

10. Seguimiento comparativo suelo × raíz × portainjerto × microbiología

El seguimiento en Kiwi 1000 tiene dos objetivos: comprobar que el suelo continúa siendo apto y medir la respuesta según el escenario de manejo. En la replantación interesa especialmente la implantación de nueva raíz; en el injerto/reinjerto, la capacidad del sistema radicular existente para sostener el nuevo crecimiento; y en las zonas sanas, la estabilidad de la rizosfera y la conservación de la función. Durante episodios de calor, la lectura incorpora además la conservación y recuperación de raíz, vigor y fotosíntesis como expresión funcional del sistema previamente establecido.

- Antes de cada campaña y tras cambios importantes**, confirmar materia orgánica, pH, CE, raíz y oxígeno. Si el suelo deja de cumplir la premisa de entrada, se corrige el hábitat antes de intensificar inoculaciones.
- En Escenario A**, registrar portainjerto, lote de vivero, colonización previa, fecha de plantación y evolución de raíz. En Escenario B, registrar patrón/raíz existente, variedad injertada, fecha de injerto, prendimiento y brotación. En Escenario C, mantener puntos fijos de referencia en las zonas sanas.
- Dentro de cada escenario**, seleccionar puntos de seguimiento representativos y mantenerlos identificados durante toda la campaña. La comparación prioritaria será longitudinal -M0 frente a M1/M2- y entre sectores con condiciones físicas equivalentes, sin retirar prácticas agronómicas necesarias para crear controles artificiales.
- Cuando se comparen Bounty, Viola y Z1**, aplicar un programa de base comparable dentro del mismo escenario y ambiente de suelo. Cualquier adaptación posterior deberá responder a diferencias observadas en raíz, implantación, injerto o comportamiento del suelo.
- Revisar en los mismos momentos**: M0 basal, M1 después de primavera, verano como prueba de estrés hídrico/térmico y M2 postcosecha/otoño.

Variable	Qué observar	Momento
Raíz	Raíces finas nuevas, necrosis, pelos absorbentes, olor/consistencia, agallas.	M0, M1, verano, M2
Micorriza	Colonización de raíz en muestra de vivero/plantación.	Antes de salida y 4-8 semanas después
Microscopía RXM	Bacterias, hongos, protozoos y nematodos observables; evolución relativa, no causalidad automática.	M0, M1, M2
Hidrología	Duración de saturación, humedad y O2 cuando se disponga de sensor.	Continuo o tras episodios críticos
Patógenos	qPCR P. vexans cuando exista pregunta diagnóstica; nematología con J2 cuando proceda.	Condicionado a síntomas/riesgo
Planta/injerto	Vigor, supervivencia, unión patrón-Hayward, brotación que supera verano, producción/calibre en fases posteriores.	Seguimiento longitudinal

OBJETIVO DE SEGUIMIENTO

El seguimiento en Kiwi 1000 debe distinguir tres preguntas: (A) cómo se implanta una nueva planta/portainjerto cuando llega ya colonizada desde vivero; (B) cómo responde una raíz establecida cuando debe sostener un nuevo injerto; y (C) cómo se mantiene una zona sana sin replantación. En los tres casos, la microbiología solo se interpreta dentro de un suelo previamente apto.

El verano se interpreta además como una ventana natural para observar resiliencia térmica: estado de raíz, recuperación del vigor y estabilidad de la planta tras episodios de calor, sin atribuir causalidad automática a una intervención microbiológica.

11. Propuesta operativa para Kiwi 1000

#	Decisión	Estado
1	Los sectores que no cumplen la premisa de suelo permanecen fuera de replantación y del programa microbiológico asociado a planta. Esto no excluye la microbiología de recuperación: cuando se incorpora materia orgánica, la evidencia respalda acompañarla con actividad microbiana funcional si el hábitat permite su funcionamiento.	Regla principal Kiwi 1000 · recuperación del suelo diferenciada
2	La combinación materia orgánica + microbiología de transformación queda incorporada como fase propia en zonas degradadas: el objetivo es acelerar biotransformación y ciclado de nutrientes del suelo, no sostener plantas con viabilidad ya perdida.	Conclusión científica · recuperación edáfica
3	Mantener una fase común de vivero para toda nueva planta: micorriza y, 7-14 días después, PGPR compatible; comprobar colonización antes de salida.	Estrategia con soporte científico
4	Escenario A: en zonas previamente afectadas y ya recuperadas, replantar con planta nueva procedente de vivero y activar Active en la primera emisión radicular; continuar con té base y MULTI_BAC en ventanas posteriores.	Replantación / nueva raíz
5	Escenario B: en plantas existentes que se injerten o reinjerten, sostener primero la rizosfera; aplicar Active cuando el injerto haya prendido e inicie crecimiento activo y MULTI_BAC en una ventana posterior.	Injerto sobre raíz establecida
6	Escenario C: en zonas sanas sin replantación ni injerto, utilizar el programa como mantenimiento: predominio de té base y refuerzos Active/MULTI_BAC solo en flujos radiculares definidos.	Mantenimiento de zona sana
7	Mantener 4-6 aplicaciones anuales de 200 L/ha de preparado terminado durante actividad radicular, ajustando la composición de las ventanas al escenario y a la respuesta observada.	Base anual RXM
8	Mantener disponible 0-1 ventana complementaria con Bacillus, Trichoderma u otro PGPR cuando exista una función concreta que reforzar; no mezclar Active + MULTI_BAC por defecto.	Refuerzo funcional
9	Mantener las referencias científicas frente a situaciones sanitarias separadas del programa general de regeneración de suelo y rizosfera; integrar la experiencia RXM con Bacillus firmus + quitina como antecedente de campo.	Evidencia sanitaria separada
10	Integrar la resiliencia frente a calor como conclusión funcional del sistema suelo-raíz-microbiología: la colonización previa, la raíz funcional y la respuesta antioxidante forman una capa potencial de resiliencia, sin presentar como demostrada una eficacia microbiológica específica frente al calor en kiwi.	Conclusión científica incorporada
11	Incorporar biochar micronizado de forma progresiva cuando el proyecto de I+D RXM cierre caracterización y protocolo, seleccionando las ventanas donde aporte valor como soporte microbiológico.	Línea I+D 2026-27

11.1. Información a cerrar para la implantación operativa

- Vivero: seleccionar el inoculante AMF y el consorcio PGPR compatible, definiendo secuencia, dosis y control de colonización para toda planta nueva destinada a replantación.
- Escenario A: definir qué sectores recuperados recibirán planta nueva y asegurar que el suelo cumple la premisa antes de plantar. Escenario B: identificar las plantas que se injertarán/reinjertarán y el momento de brotación. Escenario C: delimitar las zonas sanas que recibirán mantenimiento microbiológico sin replantación.
- Ventanas funcionales: fijar una ventana Active y una ventana MULTI_BAC dentro de cada programa anual, adaptadas al escenario. La ventana adicional con Bacillus, Trichoderma u otro PGPR se decide por función y seguimiento, no por rutina.

- Kiwi 1000 · MO: completar por sector la línea basal de materia orgánica, pH, CE, raíz, microscopía, suelo físico, saturación y nematodos. En zonas destinadas a replantación, esta línea basal es también el criterio de autorización técnica para introducir nuevo material vegetal.
- Recuperación edáfica: identificar el tipo de materia orgánica incorporada (madurez, C/N, estabilidad y dosis) y vincular la microbiología de transformación a ese material, registrando la evolución del suelo antes de pasar al programa asociado a planta.
- Biochar: cerrar caracterización del material micronizado y protocolo de incorporación al té/riego dentro del proyecto de I+D.

12. Referencias y base documental

- [1] Mian, G. et al. (2023). Genetic diversity of *Actinidia* spp. shapes the oomycete pattern associated with Kiwifruit Vine Decline Syndrome (KVDS). *Scientific Reports* 13, 16449. DOI: 10.1038/s41598-023-43754-y.
- [2] Calabritto, C. et al. (2025). Physiological and image-based phenotyping assessment of waterlogging responses of three kiwifruit rootstocks and grafting combinations. *Frontiers in Plant Science*. DOI: 10.3389/fpls.2025.1499432.
- [3] Guaschino, M. et al. (2024). Soil, rhizosphere, and root microbiome in kiwifruit vine decline, an emerging multifactorial disease. *Frontiers in Microbiology* 15:1330865. DOI: 10.3389/fmicb.2024.1330865.
- [4] Xia et al. (2022). Melatonin and arbuscular mycorrhizal fungi synergistically improve drought toleration in kiwifruit seedlings by increasing mycorrhizal colonization and nutrient uptake. *Frontiers in Plant Science* 13:1073917. DOI: 10.3389/fpls.2022.1073917.
- [5] Xu/Guoyi et al. (2025). Ecological effects of *Bacillus subtilis* C3 in kiwifruit rhizosphere soil and its prevention and control against root rot disease. *Frontiers in Microbiology* 16:1623463. DOI: 10.3389/fmicb.2025.1623463.
- [6] Biocontrol efficacy of formulated probiotic bacteria against *Meloidogyne incognita* in Kiwifruit under greenhouse and field conditions (2025). *Scientific Reports*. DOI: 10.1038/s41598-025-05523-x.
- [7] Altieri, G. et al. (2026). Three-Year Assessment of the Effects of Compost Tea on Yield and Qualitative Parameters of Gold Kiwifruit. *Agriculture* 16(9), 966. DOI: 10.3390/agriculture16090966.
- [8] Sorrenti, G.; Masiello, C.A.; Toselli, M. (2016). Biochar interferes with kiwifruit Fe-nutrition in calcareous soil. *Geoderma* 272, 10-19. DOI: 10.1016/j.geoderma.2016.02.017.
- [9] Universidad de Concepción (2026). Uso de microorganismos antagonistas en el control de *Verticillium nonalfalfae* MLST2 en diferentes portainjertos de kiwi. Evidencia de investigación emergente; repositorio institucional.
- [10] Guaschino, M. et al. (2025). Development of a Quantitative PCR Assay for Early Detection and Quantification of *Phytophthora vexans* in Kiwifruit Plant and Soil Affected by Vine Decline Syndrome. *Plant Disease* 109(7), 1489-1495. DOI: 10.1094/PDIS-09-24-2044-RE.
- [11] RoxSoil Micro (2026). Portainjertos, moría/KVDS, Hayward, norte peninsular, Galicia y Portugal. Estudio técnico, 27/08/2026.
- [12] RoxSoil Micro (2026). Metodología de manejo biológico de rizosfera mediante tés de compost y ventanas funcionales.
- [13] Erturk, Y.; Ercisli, S.; Haznedar, A.; Cakmakci, R. (2010). Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on rooting and root growth of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) stem cuttings. *Biological Research* 43(1), 91-98. DOI: 10.4067/S0716-97602010000100011.
- [14] Shen, H.; He, X.; Liu, Y.; Chen, Y.; Tang, J.; Guo, T. (2016). A Complex Inoculant of N₂-Fixing, P- and K-Solubilizing Bacteria from a Purple Soil Improves the Growth of Kiwifruit (*Actinidia chinensis*) Plantlets. *Frontiers in Microbiology* 7:841. DOI: 10.3389/fmicb.2016.00841.
- [15] Savastano, N.; Bais, H. (2024). Synergism or Antagonism: Do Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Work Together to Benefit Plants? *International Journal of Plant Biology* 15(4), 944-958. DOI: 10.3390/ijpb15040067.
- [16] Kiwi Atlántico · Kiwi 1000. Informe integrado de analíticas de suelo Zona 2 · B1C1, B1C3, B1C4 y B4 · V1.1 corregido · julio 2026. Documento aprobado RXM.
- [17] Kiwi Atlántico · Kiwi 1000. Anexo técnico de analíticas de suelo y nutrición Zona 1 · B3-7 ha · marzo-junio 2026. Fuente RXM y boletines analíticos originales.
- [18] Dastogeer, K.M.G.; Zahan, M.I.; Rhaman, M.S.; Sarker, M.S.A.; Chakraborty, A. (2022). Microbe-Mediated Thermotolerance in Plants and Pertinent Mechanisms - A Meta-Analysis and Review. *Frontiers in Microbiology* 13:833566. DOI: 10.3389/fmicb.2022.833566.
- [19] Zhang, X. et al. (2023). The effects of plant growth-promoting rhizobacteria on plants under temperature stress: A meta-analysis. *Rhizosphere* 28:100788. DOI: 10.1016/j.rhisph.2023.100788.
- [20] Jian, P.; Zha, Q.; Hui, X.; Tong, C.; Zhang, D. (2024). Research Progress of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Improving Plant Resistance to Temperature Stress. *Horticulturae* 10(8):855. DOI: 10.3390/horticulturae10080855.
- [21] Carreiras, J. et al. (2023). Improving Grapevine Heat Stress Resilience with Marine Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Consortia. *Microorganisms* 11(4):856. DOI: 10.3390/microorganisms11040856.

- [22] Terán, F.; Vives-Peris, V.; Gómez-Cadenas, A.; Pérez-Clemente, R.M. (2025). Enhancing citrus resilience to high temperature and intense light stress with *Pseudomonas putida* and *Novosphingobium* sp. *Environmental and Experimental Botany* 235:106167. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2025.106167.
- [23] Bovio-Zenteno, E.M.; Jia, T.; Nazir, M.F.; Dai, L.; Xu, J.; Zhao, Y.; Zou, S.; Huang, H. (2026). Physiological, biochemical and molecular regulatory mechanisms of kiwifruit responses to heat stress: A review and future perspectives. *Plant Stress* 19:101209. DOI: 10.1016/j.stress.2025.101209.
- [24] Zhang, K.; Li, F.; Chen, L.; Su, W.; Wu, Y.; Yin, X.; Liu, X. (2026). Heat acclimation induces AcLBD1 activated AcHSFA2s mutual amplification cascade for rapid recovery of root vitality and leaf photosynthesis in kiwifruit. *Frontiers in Plant Science* 17:1821100. DOI: 10.3389/fpls.2026.1821100.
- [25] Nigussie, A.; Dume, B.; Ahmed, M.; Mamuye, M.; Ambaw, G.; Berhiun, G.; Biresaw, A.; Aticho, A. (2021). Effect of microbial inoculation on nutrient turnover and lignocellulose degradation during composting: A meta-analysis. *Waste Management* 125, 220-234. DOI: 10.1016/j.wasman.2021.02.043.
- [26] Wang, M.; Xu, Z. (2026). PGPR-mediated enhancement of soil nutrients, rhizosphere microbial ecology, and plant growth: a review. *npj Biofilms and Microbiomes* 12, 95. DOI: 10.1038/s41522-026-00966-0.
- [27] Song, X.; Liu, M.; Wu, D.; Griffiths, B.S.; Jiao, J.; Li, H.; Hu, F. (2015). Interaction matters: Synergy between vermicompost and PGPR agents improves soil quality, crop quality and crop yield in the field. *Applied Soil Ecology* 89, 25-34. DOI: 10.1016/j.apsoil.2015.01.005.
- [28] Chaves Ribeiro, R.; Campos Matos, J.P.; de Sena Martins, D.V.; Canellas, L.P.; et al. (2026). Microbial inoculants and root microbiome: a path to sustainable agroecosystem management. *npj Sustainable Agriculture* 4, 51. DOI: 10.1038/s44264-026-00164-7.