

Fisionutrición, fitofortificación y nutrigenómica para obtener uvas maduras con mayor acidez y menor pH

Inmaculada Darza Martín. HEFONA

Gestión del pH en Viticultura

Plataforma Tecnológica del Vino

ICVV, La Grajera (Logroño) 8/04/2026





La viña es una especie frutal muy plástica y los técnicos somos los responsables de manejar su metabolismo, su fisiología y su expresión anatómica en función de los objetivos cualitativos de la bodega.

MANEJO CLÁSICO vs. FISIOMETABÓLICO

TRADICIONALMENTE:

- El objetivo era corregir los macronutrientes primarios N–P–K y luego los macronutrientes secundarios (Mg, S y ¡Ca!) y micronutrientes

Más vigor: N

Mayores fertilidad y rizogénesis: P y Zn

Más azúcares: K y B

Más clorofila: Mg y Fe



MANEJO CLÁSICO vs. FISIOMETABÓLICO

- 2026:

Debemos actuar para modular las características de la uva actuando sobre la fisiología del metabolismo primario y secundario (polifenoles, aromas, acidez...)

- **FISIONUTRICIÓN:** Moléculas que modulan específicamente el metabolismo
- **FITOFORTIFICACIÓN:** Fortalecimiento de la viña frente al estrés biótico o abiótico
- **NUTRIGENÓMICA:** Moléculas que actúan como interruptores o reguladores de la expresión genética



hefona

Debemos
evolucionar de
una
“**agronomía
clásica
superficial**”
a una
“**viticultura
fisiometabólica
profunda**”
manejando
nuestros objetivos
enológicos desde
el inicio del ciclo.



hefona

**La filosofía de
formulación
ECOLÓGICA de
HEFONA se
fundamenta en la
SINERGIA muy
compleja de
componentes
basados en la
EVIDENCIA
CIENTÍFICA
validada por la
bibliografía más
vanguardista,
además de en los
desarrollos
propios.**



hefona

FISIONUTRIENTE	Función molecular	Efecto vitícola	Momento óptimo
Glicina β	Osmoprotector	< Estrés oxidativo	Antes del estrés abiótico
Prolina	Osmoprotector	< Estrés oxidativo	Antes del estrés abiótico
Glutación	Antioxidante	< Daño oxidativo	Antes del estrés abiótico
Calcio	Señalizador calmodulina, Estructural, transductor señal de estrés	Reforzamiento, resiliencia...	Desde mitosis
AATC	Precursor tioprolina	Málico preservado + Glutación	Antes del estrés abiótico
Fenilalanina (PAL)	Precursor polifenoles	↑ Síntesis polifenólica	Cuajado y/o envero
Boro	Membranas + transporte	↑ Velocidad azúcares	Según objetivos
Ascorbato	Precursor ácido TH ₂ y antioxidante	↓ Oxidaciones ↑ TH ₂	Cuajado y antes del estrés abiótico
Cisteína	Antioxidante y precursor glutación	Aromas más frescos	Envero

HFN



Foto 8: Gelatinización pulpa zona S

Control



Foto 9: Pulpa zona C

DESAFÍOS ACTUALES

Afectamos negativamente sobre el mosto cuando permitimos que el pH suba por combustión y salificación de los ácidos:

- Aumentando la disponibilidad de K^+ ,

Exceso K^+ → pH↑, ácidos salificados, ↓ color ✗

- Con estrés abiótico

Estrés hídrico excesivo → ↓ Síntesis ácidos, ↑ Respiración MH_2 , Fruta compotada ✗

Nuestros objetivos son:

OBJETIVO → ↓pH, ↑Acidez, aromas y sabores
+ frescos y suaves ✓



hefona

ESTRATEGIAS PARA OBTENER UVA CON MENOR pH, ACIDEZ MÁS ALTA Y MAYOR FRESCOR AROMÁTICO:

- 1. Adelantar la vendimia (¡Madurez aromática y fenólica!)**
 - 1.1. Incremento de la velocidad de la maduración fenólica y aromática
 - 1.2. Mejora del nanoclima del racimo
- 2. Incrementar la síntesis de ácidos**
- 3. Reducir estrés abiótico**
 - 3.1. Reducir las oxidaciones
 - 3.2. Reducir la degradación del MH₂
 - 3.3. Reducir la salificación de los ácidos
- 4. Reducir la velocidad de la carga de azúcares**



ESTRATEGIAS PARA OBTENER UVA CON MENOR pH, ACIDEZ MÁS ALTA Y MAYOR FRESCOR AROMÁTICO:

1. Adelantar la vendimia (¡Madurez aromática y fenólica!)

1.1. Incremento de la velocidad de la maduración fenólica y aromática

- ¡Pero alcanzando una adecuada madurez fenólica y aromática!
- Mediante el incremento de la velocidad de la maduración fenólica respecto de la maduración tecnológica de la pulpa
- Fisiostimulantes específicos para el metabolismo fenólico
 - Primers, cebadores y/o precursores de los polifenoles
 - y elicitores de la síntesis polifenólica
- Fisiostimulantes específicos para la madurez aromática
- Resultado: < sobremaduración tecnológica de la pulpa pero > madurez fenólica del hollejo y las semillas (+ acidez con + polifenoles maduros)



GRACIANO
TRATADO



GRACIANO
TESTIGO







hefond

CONTROL



FISIOESTIMULADO



CONTROL



FISIOESTIMULADO



CONTROL



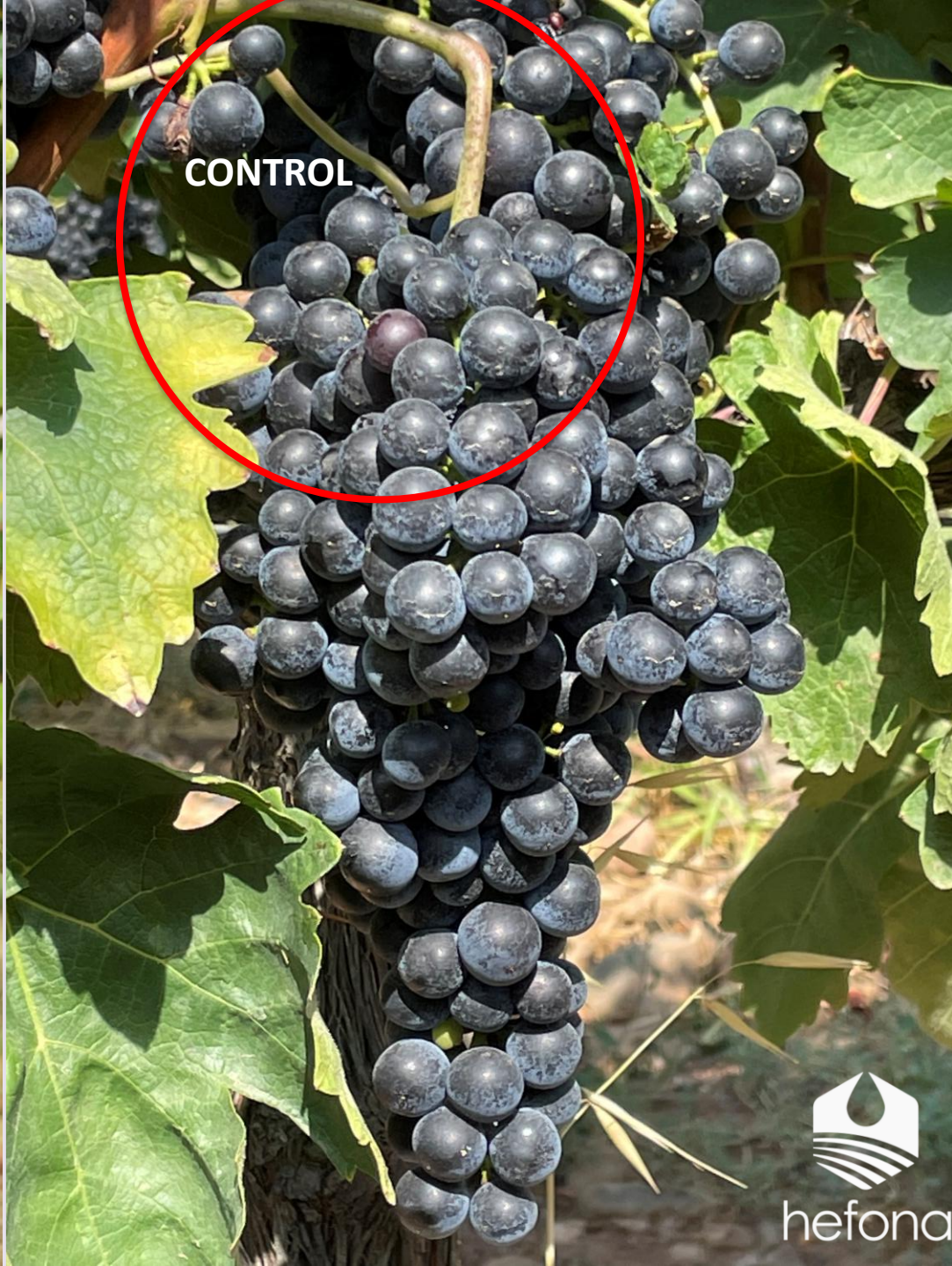
FISIOESTIMULADO



FISIOESTIMULADO



CONTROL



hefona

ESTRATEGIAS PARA OBTENER UVA CON MENOR pH, ACIDEZ MÁS ALTA Y MAYOR FRESCOR AROMÁTICO:

1. Adelantar la vendimia (¡Madurez aromática y fenólica!)

1.2. Mejora del nanoclima del racimo

- Para evitar verdores gracias a una maduración topológicamente homogénea de los hollejos es necesario favorecer un nanoclima térmico y luminoso uniforme de toda la arquitectura del racimo y sus bayas.
- Para lograrlo podemos actuar:
 - Raleando el racimo por reducción de la tasa de cuajado mediante fisionutrición
 - Elongando el raquis y los pedicelos
- De este modo el hemisferio interno y externo de todas las bayas tendrán una iluminación y temperatura similares.



CONTROL



FISIONUTRIDO



RALEO



hefona



CONTROL

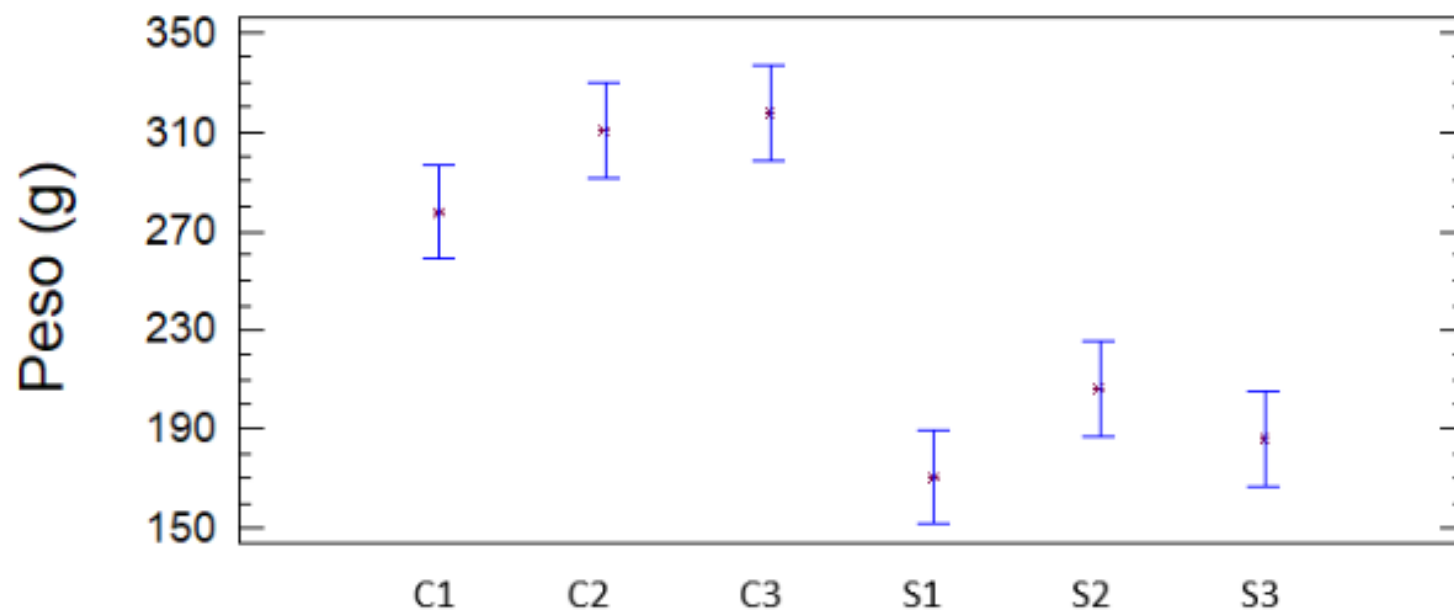
RALEO

FISIONUTRIDO



hefona

Medias y 95,0 Porcentajes Intervalos LSD



S1	20	170,4	X
S2	20	186,2	X
S3	20	206,45	X
C1	20	277,8	X
C2	20	310,25	XX
C3	20	317,65	X

Intervalos de las repeticiones del peso de bayas por racimo.



RALEADO

CONTROL



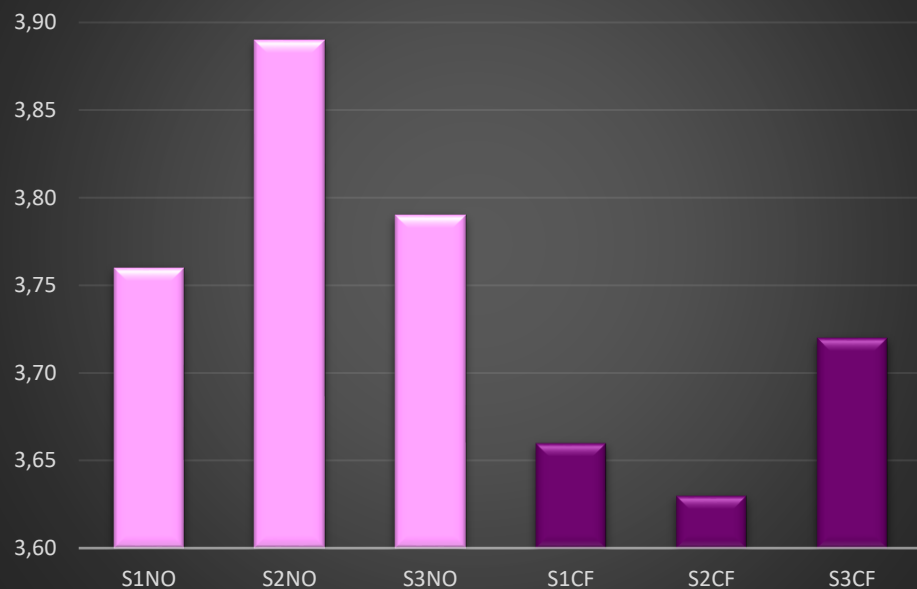
ESTRATEGIAS PARA OBTENER UVA CON MENOR pH, ACIDEZ MÁS ALTA Y MAYOR FRESCOR AROMÁTICO:

2. Incrementar la síntesis de ácidos

- Principalmente incremento de la síntesis de ácido tartárico (TH₂).
- Con biomoduladores del proceso (elicitores) y “primers”, precursores o cebadores que incrementan las síntesis de TH₂.
- Fisioestimulación de rutas metabólicas complementarias sinérgicas (rutas shikímico y salicílico)



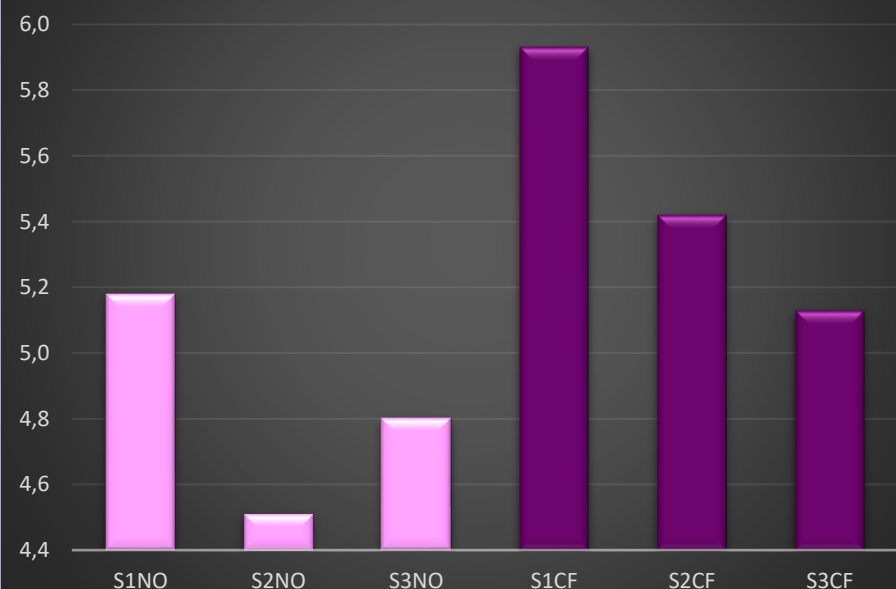
pH



CONTROL

FISIOESTIMULADO

Acidez Total (TH₂ g/L)



CONTROL

FISIOESTIMULADO

ESTRATEGIAS PARA OBTENER UVA CON MENOR pH, ACIDEZ MÁS ALTA Y MAYOR FRESCOR AROMÁTICO:

3. Reducir estrés abiótico

3.1. Reducir las oxidaciones

- Aplicación de antioxidantes
 - Neutralización de los radicales libres y metabolitos oxidantes
 - Reducción de la oxidación del MH_2 , pigmentos, aromas y enzimas
- Reducción del estrés hídrico
 - Osmoprotectores que favorecen un potencial hídrico menos negativo
 - Reducción del estrés oxidativo producido por la inhibición del metabolismo de neutralización de las toxinas producidas por la fotosíntesis en déficit hídrico
- Señalización de los eventos de estrés
 - Ca como transductor de las señales de estrés abiótico hacia toda la planta
- Reforzamiento de los órganos y sus tejidos frente al estrés hídrico y fototérmico
 - El Ca en forma bioasimilable engrosa los tejidos haciéndolos más resistentes a la deshidratación y a los golpes de sol y de calor que provocan estrés oxidativo
 - Reducción de las deshidrataciones



CONTROL



FISIONUTRIDO



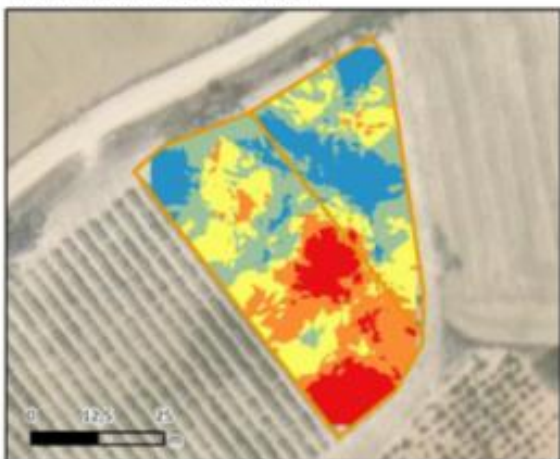


MAPA DE ÁREA FOLIAR ÍNDICE LAI SECTORIZADO

RANGO DE VALORES LAI



MAPA LAI INTERPOLADO



Determinación de zonas/sectores con diferentes valores de superficie foliar (LAI), coeficiente del área de las hojas de la planta respecto al área de suelo que ocupa.

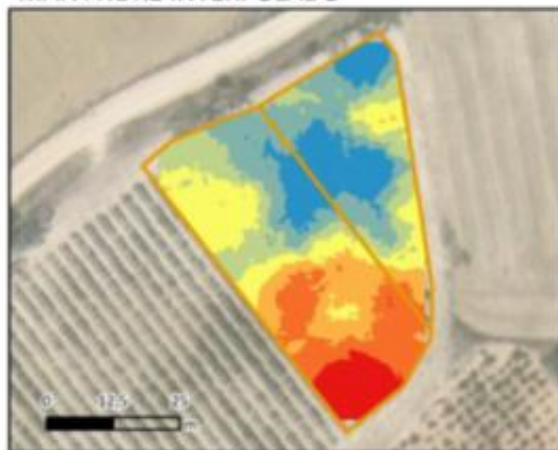
Las zonas azules indican una mayor superficie vegetal respecto a las zonas rojas donde la biomasa es menor.

MAPA DE ESTRÉS HÍDRICO ÍNDICE NDRE SECTORIZADO

RANGO DE VALORES NDRE



MAPA NDRE INTERPOLADO



Determinación de zonas/sectores con diferentes valores de estrés hídrico (NDRE). Índice normalizado (interparcelario).

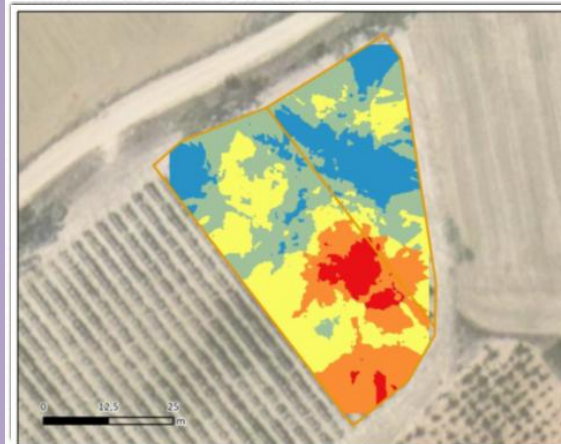
Las zonas azules indican una mayor hidratación de la vegetación respecto a las zonas rojas donde el estrés hídrico es mayor.

MAPA DE VIGOR FOTOSINTÉTICO II ÍNDICE PCD INTERPOLADO

RANGO DE VALORES PCD



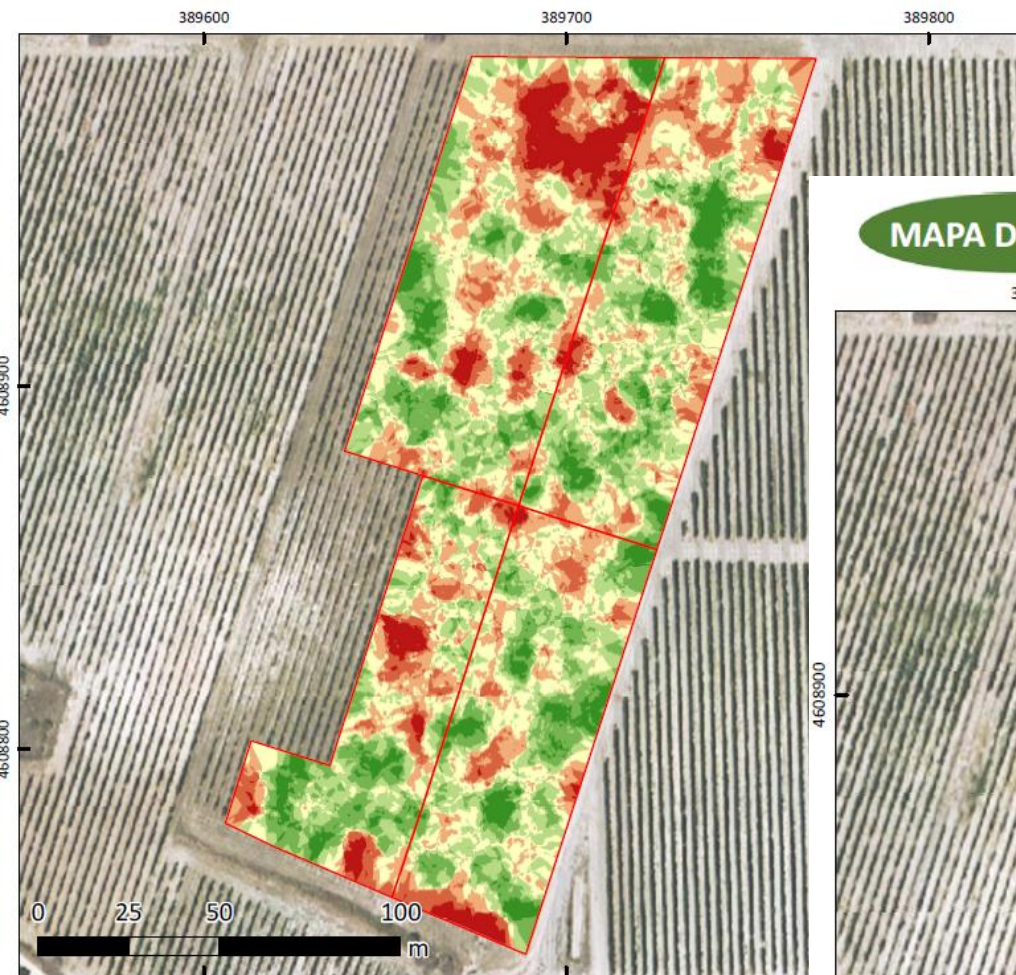
MAPA PCD SECTORIZADO



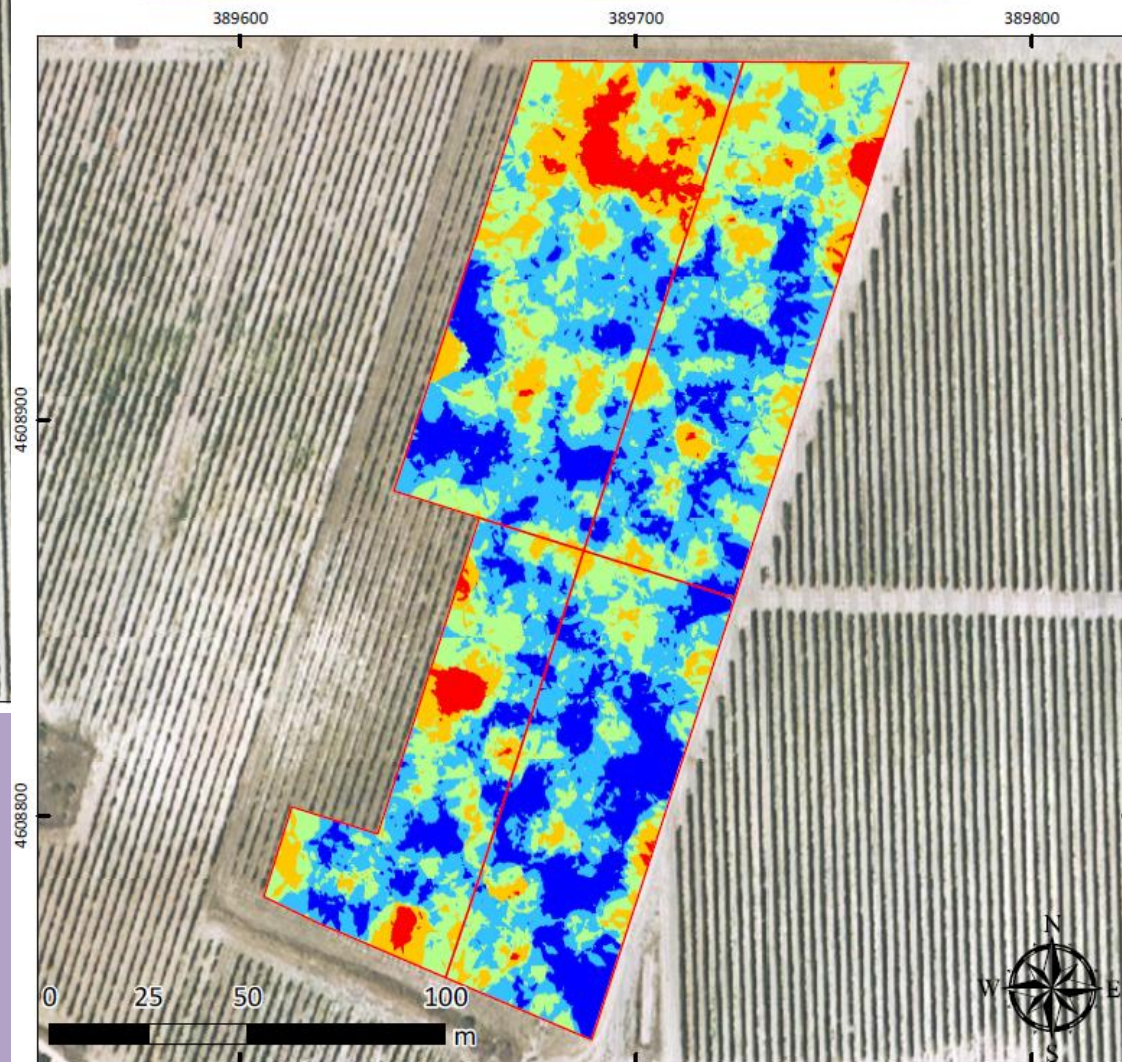
Determinación de zonas/plantas con diferentes valores de actividad fotosintética (PCD). Índice no normalizado (intraparcelario).

Las zonas azules indican una mayor absorción de luz respecto a las zonas rojas donde la reflexión de luz es mayor.

MAPA DE NITRÓGENO FOLIAR ÍNDICE NDRE INTERPOLADO



MAPA DE VIGOR FOTOSINTÉTICO I ÍNDICE NDVI INTERPOLADO

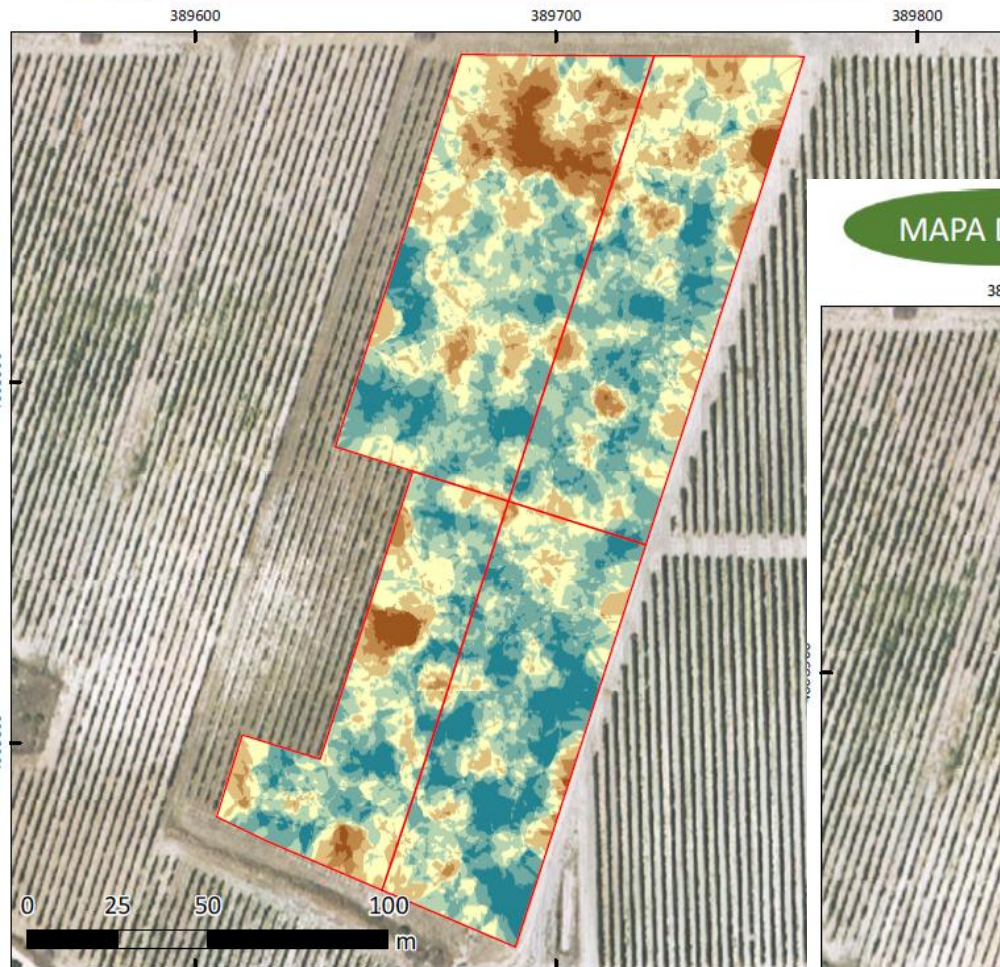


OSMOPROTECCIÓN

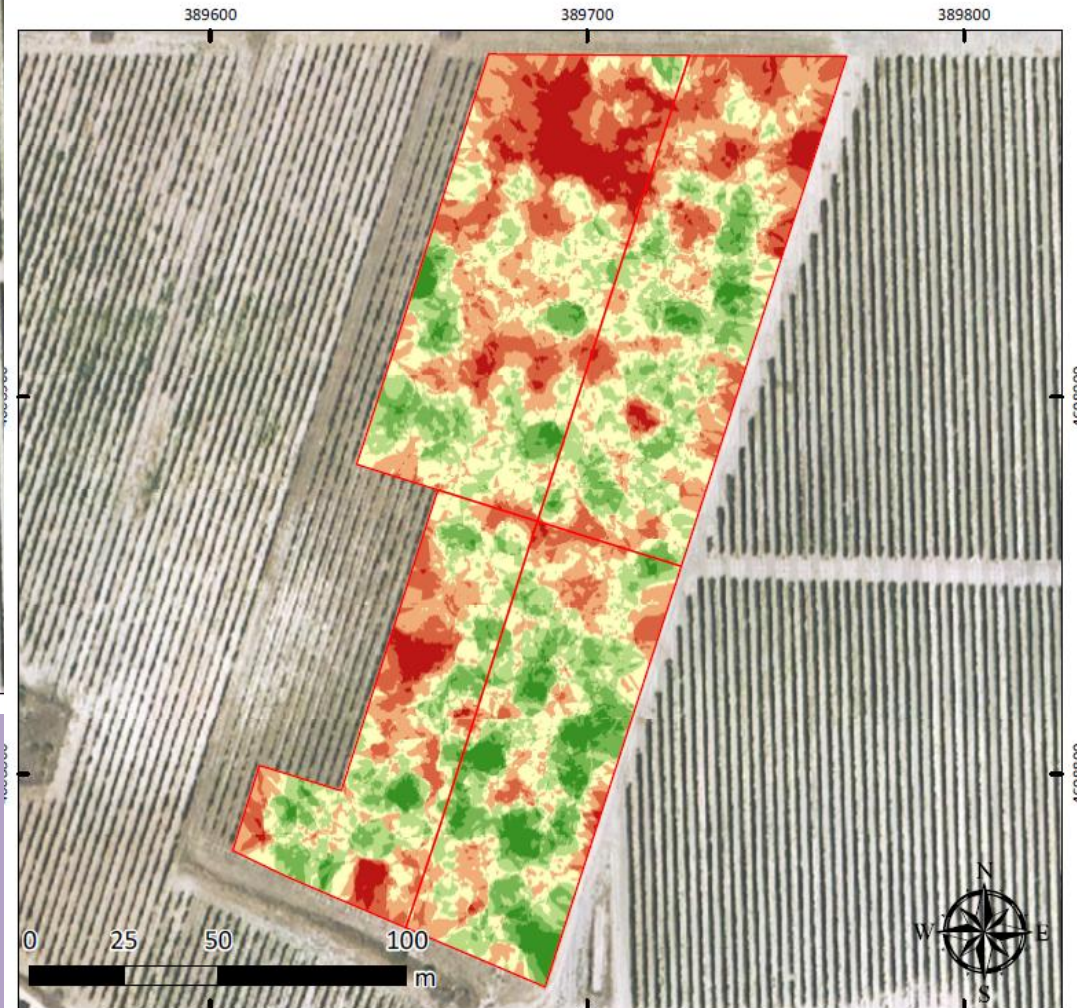


hefona

MAPA DE ÁREA FOLIAR ÍNDICE LAI INTERPOLADO



MAPA DE VIGOR FOTOSINTÉTICO II ÍNDICE PCD INTERPOLADO



OSMOPROTECCIÓN



hefona

ESTRATEGIAS PARA OBTENER UVA CON MENOR pH, ACIDEZ MÁS ALTA Y MAYOR FRESCOR AROMÁTICO:

3. Reducir estrés abiótico

3.2. Reducir la degradación del MH_2

- Como efecto de la reducción general de los procesos oxidativos se produce también una menor combustión del MH_2
- Favorecer un potencial hídrico menos negativo reduce los sobrecalentamientos que provocarían una mayor tasa de degradación del MH_2



Ref Interna	Ref Externa	Ácido málico g/L ác. málico
17709	CL-CT	2,36
17713	CL-CF-1500	2,81
17708	CL-CF-3000	3,42
17711	CS-CT	1,07
17710	CS-CF-1500	1,35
17721	PE-SC 1000	2,27
17720	PE-CF 1500+SC 1000	2,45
17717	PE-CF-2500+SC 1000	2,54
17719	PE-CF 3000+CF 3000 +SC 1000	3,06

ESTRATEGIAS PARA OBTENER UVA CON MENOR pH, ACIDEZ MÁS ALTA Y MAYOR FRESCOR AROMÁTICO:

3. Reducir estrés abiótico

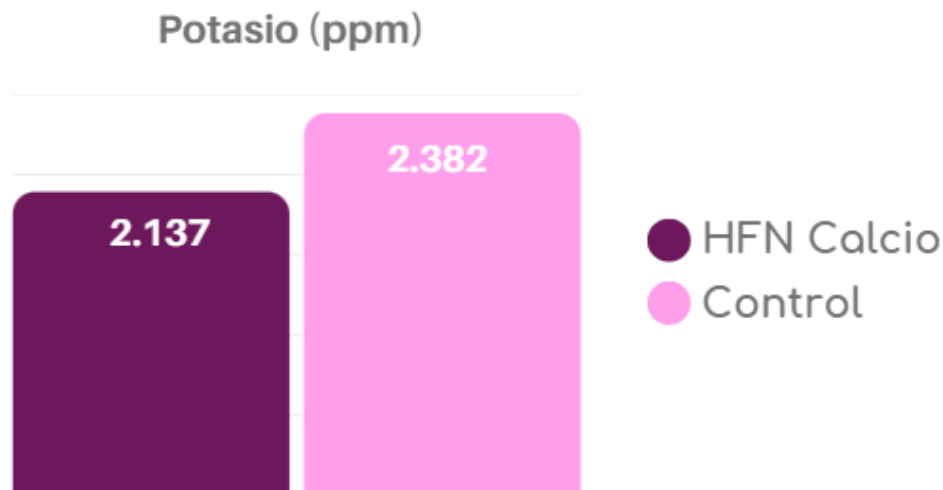
3.3. Reducir la salificación de los ácidos

- El K^+ es el principal responsable de la subida del pH tanto por su propia naturaleza de metal alcalino, de la primera columna de la tabla periódica, como por la neutralización, salificación y precipitación de los ácidos del mosto y del TH_2 principalmente
- El Ca^{2+} y el Mg^{2+} son alcalinotérreos (2ª columna) y aunque también presentan afinidad por los ácidos son menos electropositivos que el K^+
- Podemos producir un desplazamiento coyuntural del K^+ en momentos clave mediante pura competencia o desplazamiento catiónico gracias a la aplicación de Ca^{2+} y Mg^{2+}
- La precipitación del TH_2 con el Ca^{2+} se produce sólo cuando el pH es elevado y con menor afinidad que con el K^+



Potasio (ppm)

Se produce una **reducción del K^+** por efecto del desplazamiento de la competencia catiónica ejercida **por el Ca complejado**.



Desplazamiento de 250 ppm de K mediante la aplicación de calcio bioasimilable

DESPLAZAMIENTO DEL POTASIO

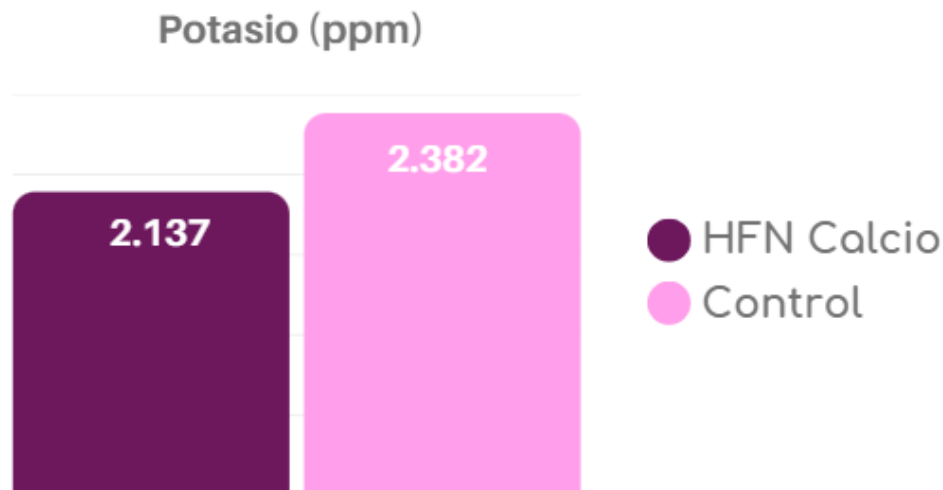
- **Raíz:** K^+ compete en el suelo y en la savia con Ca^{2+} y Mg^{2+} ✓
 - **Hoja:** $<K^+$
 - Si localizamos Mg^{2+} y Ca^{2+} en el mesófilo, crearemos una repulsión electroquímica frente al K^+
 - **Baya:** $<K^+$ y $< pH$ ✓
- **En el envero: Osmoprotección**
- Principalmente es cuando se produce el pico de absorción de K^+
 - Haremos que el potencial hídrico sea menos negativo (menos estresada)
 - Luego, reducimos la necesidad de absorción de K^+ por la planta para mantener su potencial osmótico.



hefona

Potasio (ppm)

Se produce una **reducción del K^+** por efecto del desplazamiento de la competencia catiónica ejercida **por el Ca complejado**.



Desplazamiento de 250 ppm de K mediante la aplicación de calcio bioasimilable



**Fisionutrición,
fitofortificación y
nutrigenómica para
obtener uvas
maduras con mayor
acidez y menor pH**

**Inmaculada Darza Martín
HEFONA Group S.L.**

**inmadarza@hefona.com
+34 619 26 51 66**

¡Muchas gracias por su atención!

