

II Webinar GO BIODIF: Biofuncionalización de cultivos estratégicos nacionales para la mejora de su competitividad en el mercado



Biofuncionalización del maíz: análisis agronómico y composición nutricional

Malvar RA, Verde A, Álvarez-Iglesias L, Chibane N, Arnaiz Y, Butrón A, Revilla P

MBG (CSIC)

rmalvar@mbgccsic.es



Cofinanciado por la Unión Europea



GRUPO OPERATIVO BIODIF:
BIOFUNCIONALIZACIÓN DE CULTIVOS ESTRATÉGICOS NACIONALES PARA LA MEJORA DE SU COMPETITIVIDAD EN EL MERCADO

PLAN ESTRATÉGICO DE LA PAC - FEADER

Inversión:

Total: 597.805,97 €

Cofinanciación UE: 80%

Diseño experimental: parcelas dividida con tres repeticiones

Parcela principal : tratamientos

1. Control (sin nanopartículas)
2. Ca: nanopartícula con Ca
3. Ca+Zn: nanopartícula con Ca y Zn

Sub parcela: aplicaciones =dosis

- En floración, 1 dosis **Ca_1; Ca+Zn_1**
- En flo + 10d, 2 dosis **Ca_2; Ca+Zn_2**
- En flo + 10 + 10, 3 dosis **Ca_3; Ca+Zn_3**

Sub-sub parcela : variedad

1. Tuy
2. Oubiña negro



Estado nutricional de las hojas (Dualex)



Una semana después de cada aplicación se estimaron los parámetros:

- **Clorofila (Chl),**
- **Flavonoides (Flav),**
- **Antocianinas (Anth)**
- **Índice de balance de nitrógeno (NBI)**

Las mediciones se hicieron en todas las parcelas de la variedad que se había tratado

Se utilizó un Dualex (Pessl Instruments)

Las mediciones se realizaron en 20 plantas por parcela en la hoja de la mazorca principal y realizando dos lecturas por hoja.

Hay diferencias significativas entre variedades

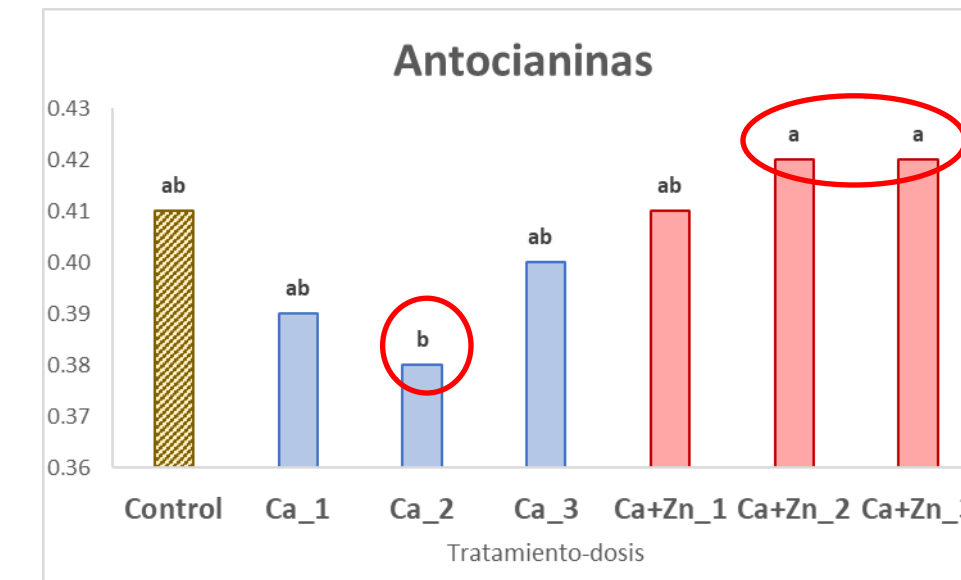
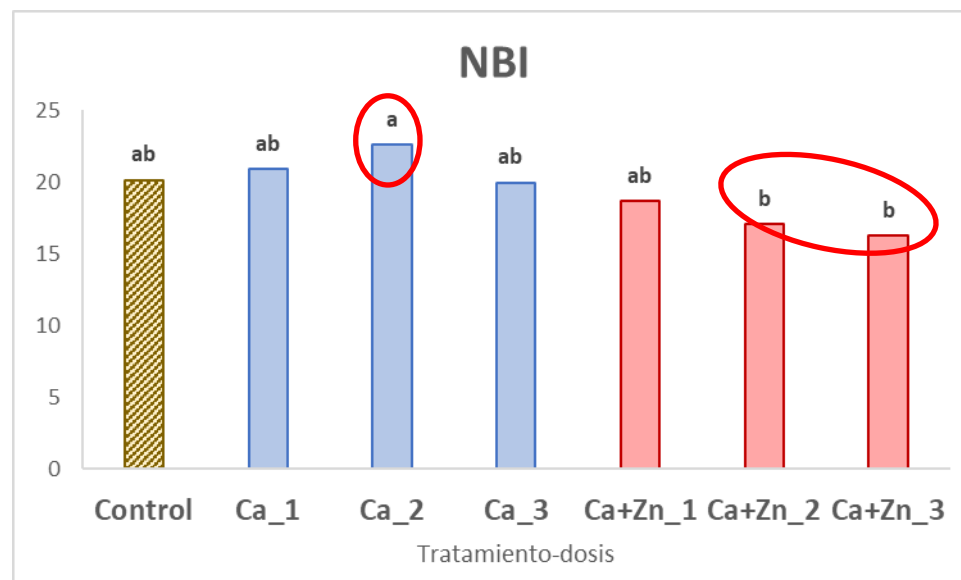
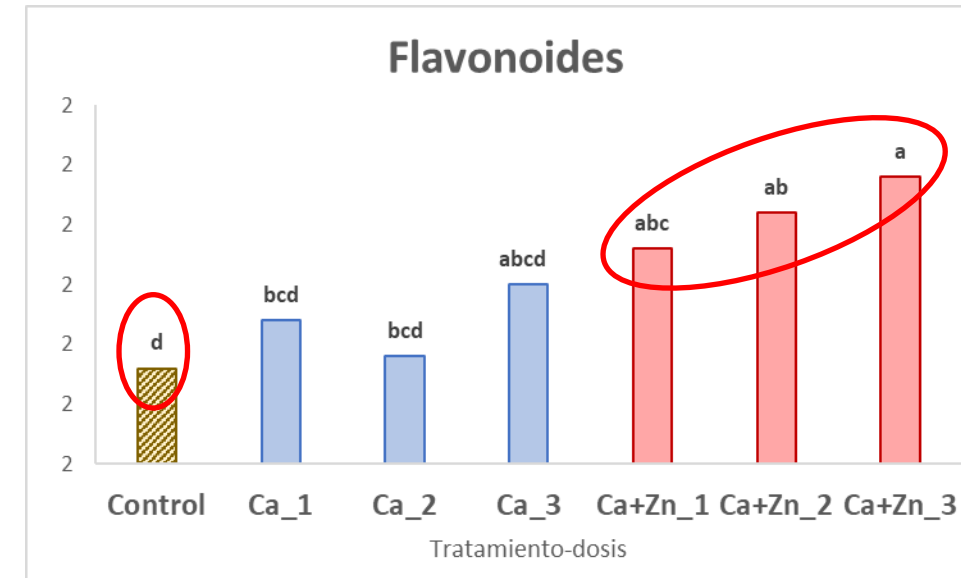
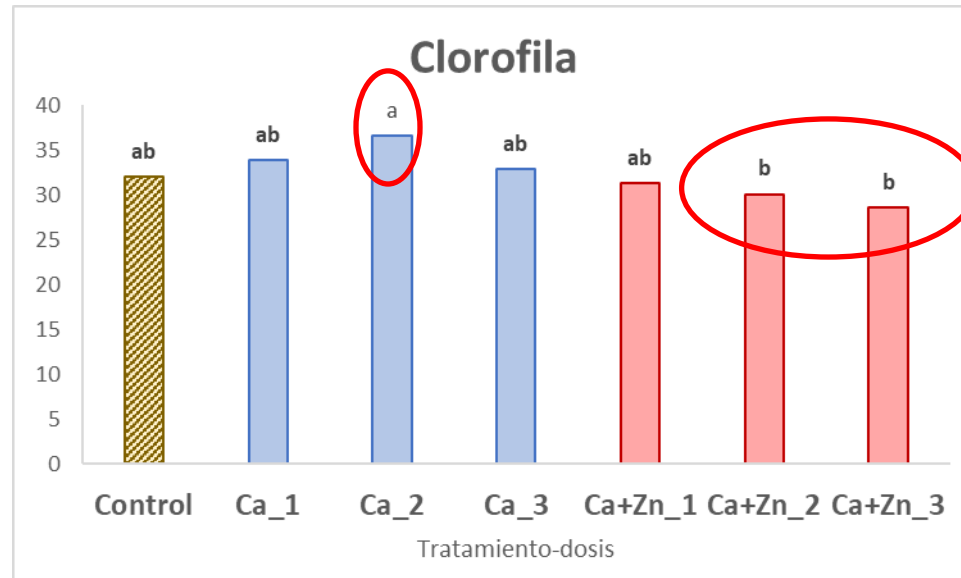
Hay diferencias significativas entre variedades * Tratamiento-dosis



Analizamos las variedades por separado



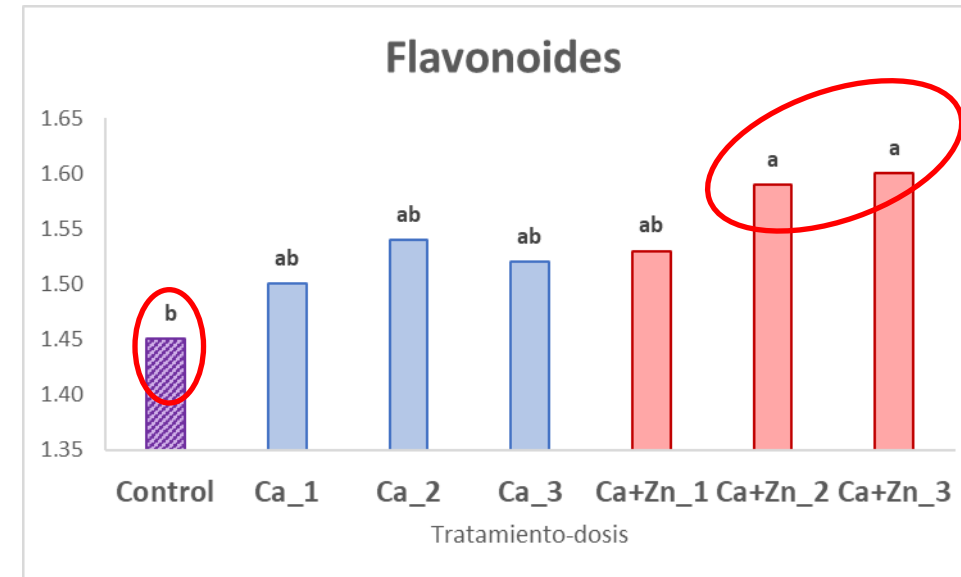
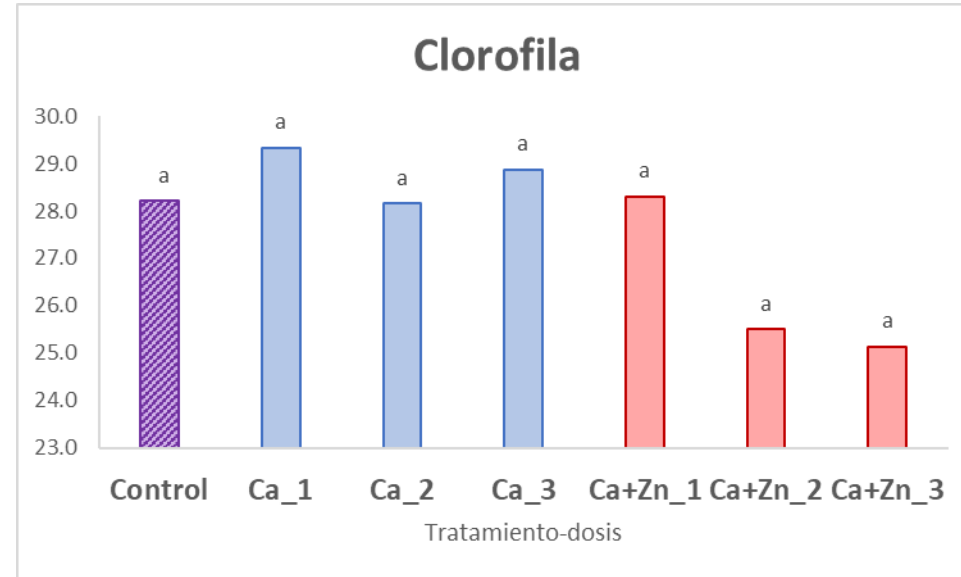
Estado nutricional de las hojas (Dualex) : Tuy



Tuy

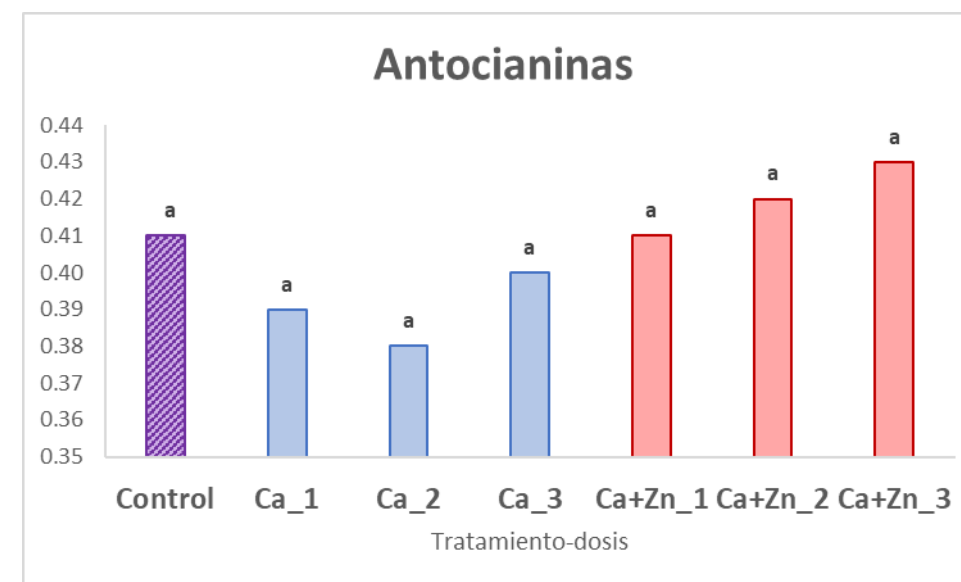
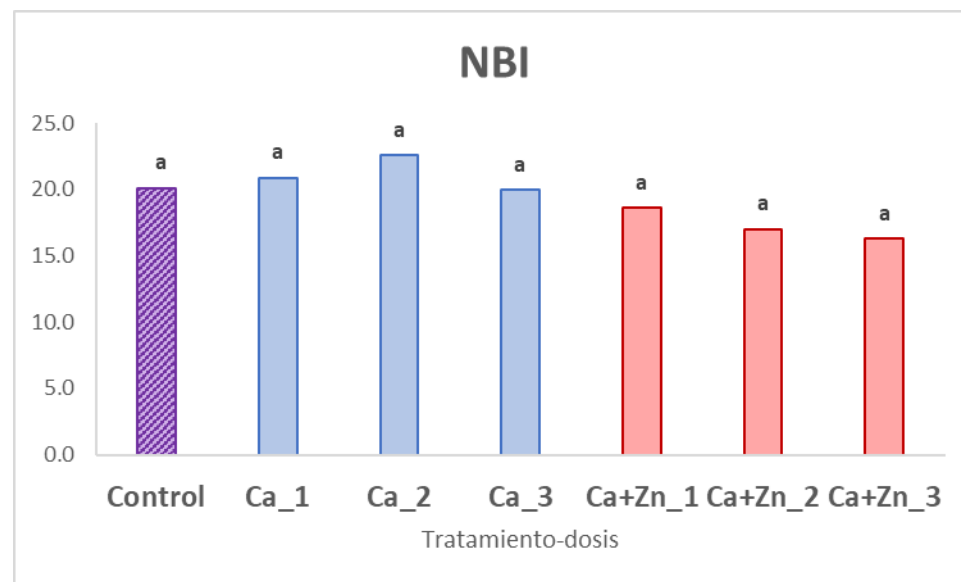
- **Variedad sensible** con un sistema fisiológico reactivo
- Metabolismo fotosintético y antioxidante altamente modulable
- Fuerte respuesta al Zn (↑ flavonoides y antocianinas ; ↓Chl y NBI)
- Respuesta temprana
- Beneficio claro de Ca (mejor equilibrio fisiológico)

Estado nutricional de las hojas (Dualex) : Oubiña negro

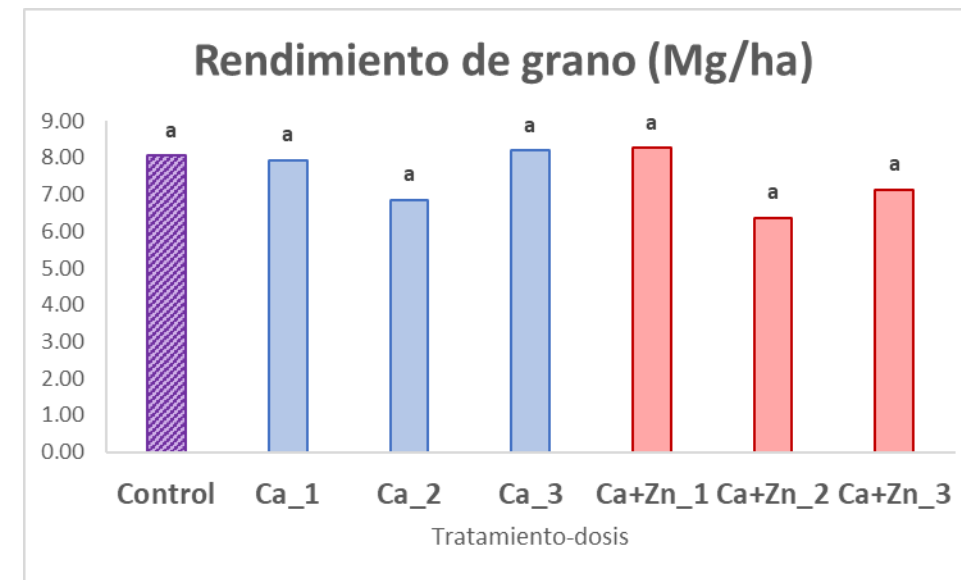
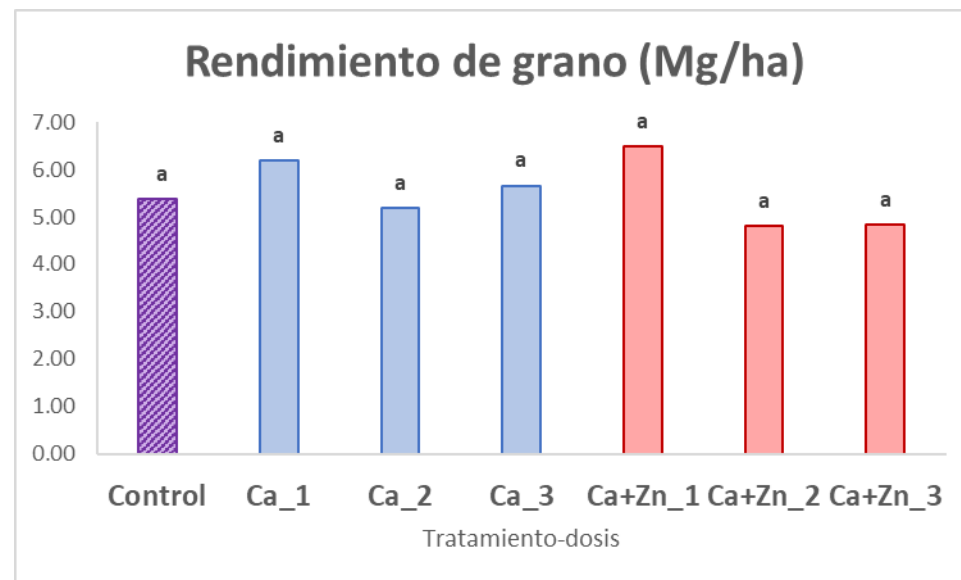
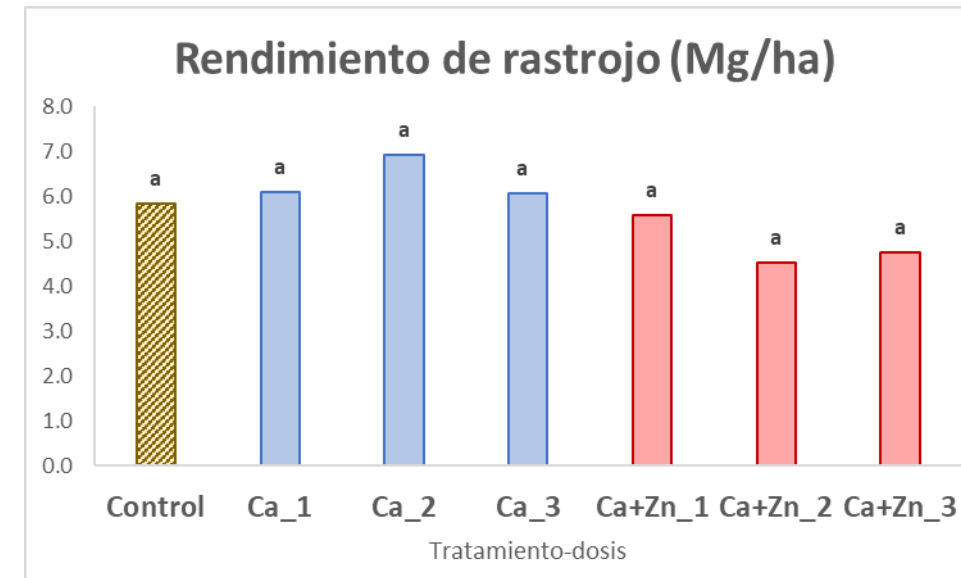
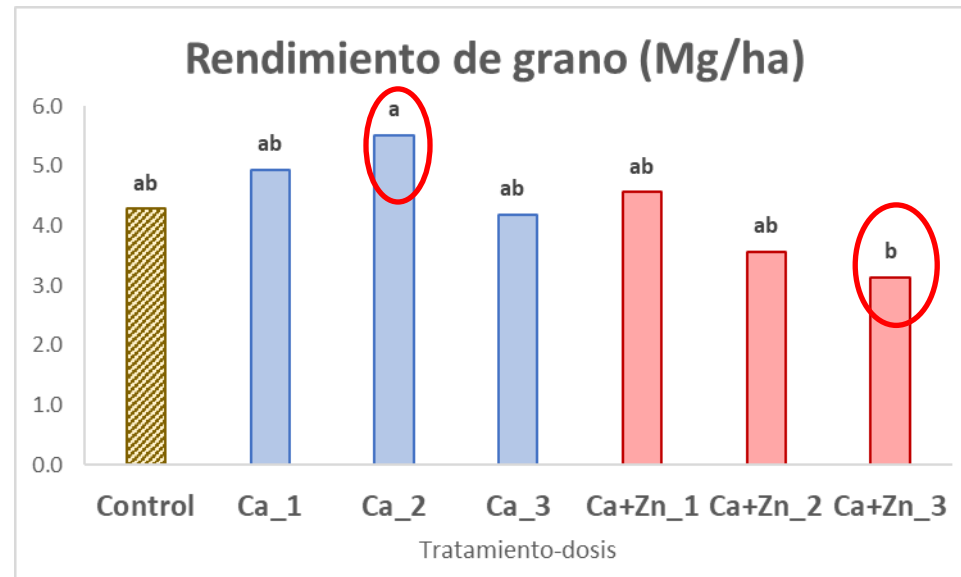


Oubiña negro

- **Variedad tolerante / estable** con un sistema fisiológico estable
- Metabolismo primario poco afectado
- Respuesta antioxidante tardía y solo a Zn
- No hay cambios en Chl, Anth ni NBI
- Mantiene la homeostasis incluso con Zn



Rendimiento de grano y rastrojo



Tuy

- Tuy expresa efectos fisiológicos de los tratamientos en el rendimiento de grano.
- Oubiña negro amortigua esos efectos y mantiene producción estable.
- La aplicación de nanopartículas no afecto significativamente al rendimiento del rastrojo



Oubiña negro



RECOMENDACIONES DE USO DE NANOPARTÍCULAS DE Ca Y Ca+Zn basado exclusivamente en datos de composición nutricional de la hoja y rendimiento del grano

- El uso de nanopartículas de **Ca** es seguro y puede mejorar el rendimiento en determinadas condiciones
- El uso de nanopartículas **Ca+Zn** debe hacerse con cautela, ya que puede inducir estrés fisiológico y reducir el rendimiento, especialmente en variedades sensibles .

A) Nanopartículas de Ca (nN2501)

✓ **Recomendado, especialmente en variedades sensibles a estreses oxidativos como Tuy**

- Mejoran parámetros fisiológicos en Tuy: ↑ clorofila, ↓ flavonoides, ↓ antocianinas y ↑ NBI
- Incrementan rendimiento: → Ca_2 es el mejor tratamiento en Tuy
- No provocan efectos negativos en Oubiña, variedad tolerante.

B) Nanopartículas de Ca+Zn (nS2502)

⚠ **Uso limitado y controlado en la variedad sensible Tuy. No recomendado en dosis altas**

- Inducen estrés fisiológico claro en Tuy: ↓ clorofila, ↑ flavonoides, ↑ antocianinas, ↓ NBI
- Reducción del rendimiento en dosis altas en Tuy: → Ca+Zn_3 es el peor tratamiento
- En la variedad Oubiña negro (tolerante), La planta amortigua el estrés, pero: ↑ flavonoides en dosis altas,

Caracteres de grano y harina



Grano y harina



- Composición nutricional de grano y harina
- Calidad funcional
- Composición Ionómica (próximamente)
- Calidad sensorial (el 24/04/2026)



- MBG
- ICTAN
- EEZ



Composición nutricional del grano y harina



Grano y harina



Variedad	Proteína		Grasa		Cenizas		Almidón		Fibra		Humedad	
	(%)		(%)		(%)		(%)		(%)		(%)	
Oubiña negro	7.82	b	2.92	b	1.33	a	56.8	b	2.15	a	13.43	a
Tuy	10.67	a	3.57	a	1.39	a	63.6	a	1.75	b	11.18	b

El grano de Tuy tiene significativamente + almidón, + grasa, + proteínas, - fibra, - humedad que Oubiña negro

Grano



La harina de Tuy tiene significativamente + almidón, + proteínas, - fibra, - humedad, - cenizas que Oubiña negro

Variedad	Proteína		Grasa		Cenizas		Almidón		Fibra		Humedad	
	(%)		(%)		(%)		(%)		(%)		(%)	
Oubiña negro	5.67	b	3.76	a	1.81	a	55.9	b	2.53	a	14.41	a
Tuy	10.70	a	3.73	a	1.70	b	57.4	a	2.19	b	12.45	b

Harina



Tuy

Efectos moderados; la composición proximal se mantiene estable

Componente	Respuesta frente al control
Proteína	↓ Solo Ca+Zn_2 reduce la proteína; el resto no difiere del control.
Grasa	↑↓ Ca_2 alcanza el valor más alto, mientras que Ca+Zn_2 y Ca+Zn_3 muestran valores algo menores.
Cenizas	↑↓ Ca_2 incrementa la fracción mineral; Ca+Zn_2 presenta el valor más bajo.
Almidón	≈ Variación pequeña y sin tendencia consistente; no hay diferencias claras frente al control.
Fibra	↑ Ligero aumento con Ca_2; el resto de tratamientos se mantiene en niveles similares.
Humedad	↑↓ Ca_2 aumenta significativamente la humedad y Ca_1 la reduce; resto de tratamientos intermedios.

Conclusión: Los tratamientos con nanopartículas no alteran de forma drástica la calidad nutricional del grano; el efecto más visible aparece con Ca_2.

Oubiña negro

Respuesta aún más estable; solo se detectan efectos puntuales

Componente	Respuesta frente al control
Proteína	≈ No se detectan diferencias significativas entre tratamientos.
Grasa	≈ La fracción lipídica permanece estable en todos los tratamientos.
Cenizas	↓ Ca_2 reduce significativamente las cenizas respecto al control.
Almidón	≈ Sin cambios concluyentes; las diferencias numéricas no son significativas.
Fibra	↑ Ca+Zn_3 presenta la fibra más alta y supera a Ca_2; sin diferencias frente al control.
Humedad	≈ La humedad del grano se mantiene estable en toda la serie de tratamientos.

Conclusión: Oubiña negro muestra una elevada estabilidad composicional; las nanopartículas apenas modifican la composición proximal del grano.

Composición nutricional de la harina

Tuy

Respuesta estable con efectos puntuales, sobre todo en cenizas y fibra

Proteína	≈	No se detectan diferencias significativas entre tratamientos; la proteína de la harina se mantiene muy estable.
Grasa	↑↓	Efecto mínimo: solo se detecta Ca_2 > Ca+Zn_2; el resto de tratamientos queda en niveles similares.
Cenizas	↑↓	Ca_2 sitúa las cenizas en el grupo superior, mientras que Ca+Zn_2 muestra el nivel más bajo.
Almidón	↑	Señal limitada pero consistente: Ca_3 presenta más almidón que Ca+Zn_1; sin patrón general frente al control.
Fibra	↑	Ca_2 incrementa significativamente la fibra respecto al control y a varios tratamientos.
Humedad	↑	Ca+Zn_1 eleva ligeramente la humedad respecto al control; el resto permanece en niveles intermedios.

Conclusión: La composición proximal de la harina de Tuy se mantiene estable; los principales efectos aparecen con Ca_2, que aumenta cenizas y fibra.

Oubiña negro

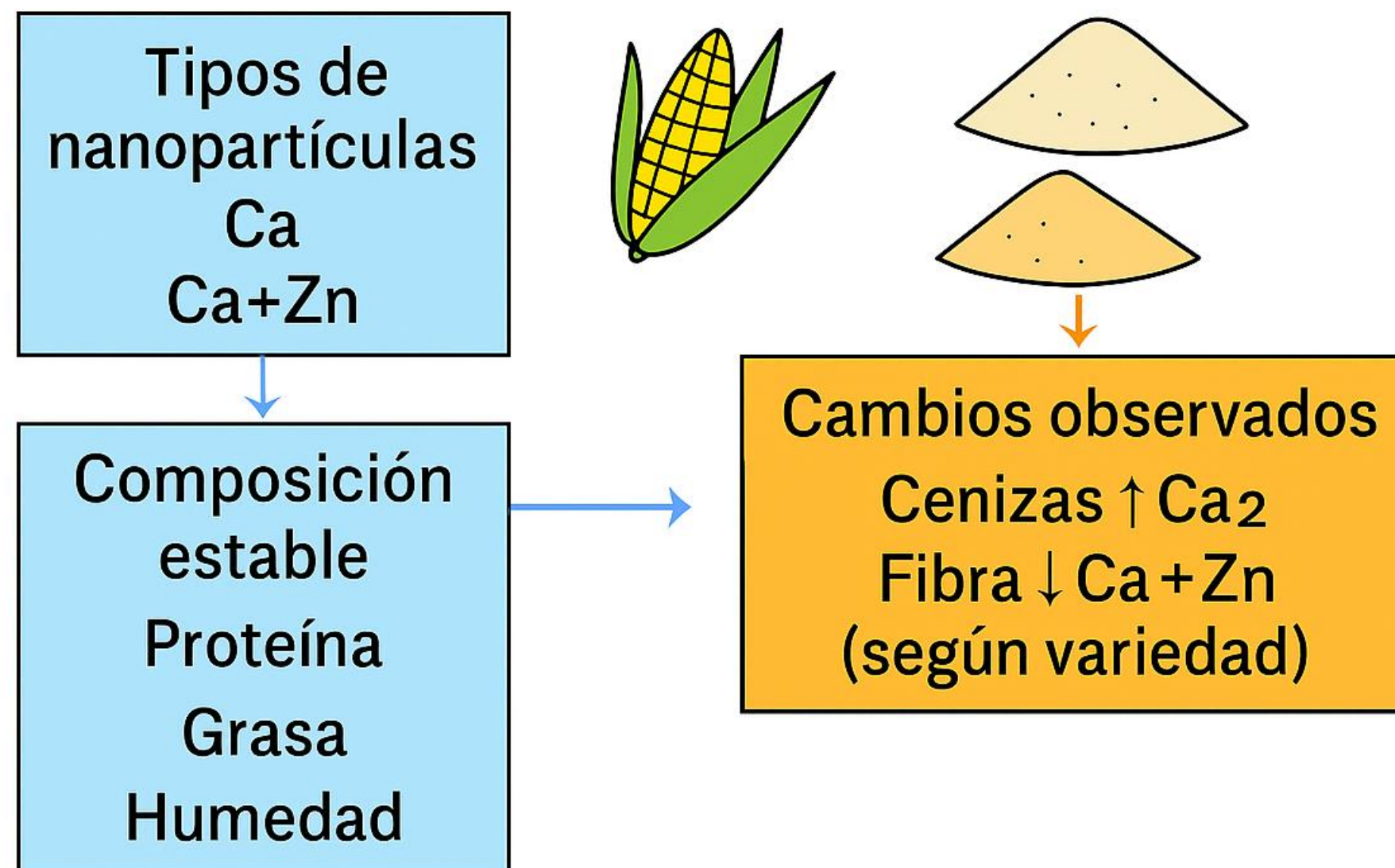
Perfil global estable, con respuestas discretas en proteína, cenizas, almidón y fibra

Proteína	↓	Ca+Zn_3 reduce significativamente la proteína respecto al control; el resto no difiere del control.
Grasa	≈	No se detectan diferencias significativas entre tratamientos en la fracción lipídica.
Cenizas	↓	Ca+Zn_2 reduce significativamente las cenizas respecto al control.
Almidón	↑	Ca_2 aumenta ligeramente el almidón frente al control; es el único contraste significativo.
Fibra	↑↓	La fibra es menor en Ca+Zn_2 y mayor en Ca+Zn_3 y Ca_3; el efecto es pequeño pero significativo.
Humedad	≈	La humedad permanece estable entre tratamientos, sin diferencias significativas.

Conclusión: En Oubiña negro la harina conserva un perfil muy estable; los cambios observados son pequeños y específicos de algunos tratamientos.

Composición nutricional del grano y harina

Efectos de nanopartículas de Ca y Ca + Zn en el grano y la harina de maíz



Es necesario validar los resultados

II Webinar GO BIODIF: Biofuncionalización de cultivos estratégicos nacionales para la mejora de su competitividad en el mercado



¡Gracias por vuestra atención!



Cofinanciado por la Unión Europea



**GRUPO OPERATIVO BIODIF:
BIOFUNCIONALIZACIÓN DE CULTIVOS ESTRATÉGICOS NACIONALES
PARA LA MEJORA DE SU COMPETITIVIDAD EN EL MERCADO**

PLAN ESTRATÉGICO DE LA PAC - FEADER

Inversión:

Total: 597.805,97 €

Cofinanciación UE: 80%