

INFORME de RESULTADOS FINAL del FEADER 2022/004A

“Mellora do Cultivo Ecolóxico de Trigo Autóctono”

Objetivo 1.- Estudio de las rotaciones y abonados ecológicos, con trigo autóctono para conseguir un trigo autóctono ecológico, sostenible y rentable en el tiempo.

El objetivo es testar el cultivo en ecológico del trigo autóctono, con el cultivo tradicional a base de fitosanitarios y abonos químicos. Se escogieron dos tratamientos distintos en ecológico, para evaluar la idoneidad de los abonos orgánicos contra los abonos químicos ecológicos (tabla 1). Además, se estudia la diferencia de la práctica de la rotación de cultivos, contra el monocultivo.

Los ensayos realizados en las dos localidades, nos permiten extraer varias conclusiones para continuar con el estudio del cultivo de trigo autóctono en ecológico. Se obtuvieron datos necesarios para conocer la adaptación y las limitaciones de este tipo de cultivo en Galicia.

En concreto, se exponen los resultados en cuanto a rendimientos, control de malas hierbas, control de plagas y enfermedades, y calidad de grano.

En la tabla 1 se detalle el diseño del ensayo y la rotación de cultivos elegida.

Tabla 1. Diseño del ensayo y tratamientos

Diseño del ensayo y tratamientos:

Parcela principal (a = rotación)

- a1 = ALTRAMUZ-TRIGO-COLZA (3 años) = ROTACION (ROTAC)
- a2 = TRIGO-TRIGO (3 años) = MONOCULTIVO (MONOC)

Parcela dividida (b= fertilización)

- b1 = laboreo tradicional + abonado orgánico (gallinaza-pavo) = GALL
- b2 = laboreo tradicional + abonado mineral tradicional + herbicida + fungicida = CONV
- b3 = laboreo tradicional + abonado mineral ecológico = ECO

La única diferencia entre los ensayos de A Pobra de Brollón (POB) y Mabegondo (MAB), fue que en el primero se aplicó estiércol de Pavo, y en el segundo, estiércol de gallinaza (broiler).

Esta campaña 2021-2022 del proyecto FEADER 2022/004A, continúa el ensayo del proyecto FEADER 2019/58A, comenzado en 2019.

Campaña 2021-2022

Resultados del Trigo

Después de una labor de alzada, a las parcelas de trigo en monocultivo se le aplicaron los siguientes abonos de fondo: 400 kg/ha de abono complejo 9-18-27 en CONV, 750 kg/ha de abono ecológico 0-8-15 en ECO, y en el tratamiento GALL se aplicaron 8,3 t/ha de gallinaza (MAB) y 11,5 t/ha de abono orgánico de pavo (POB). Por tanto, el único tratamiento que no lleva nitrógeno en fondo es el ECO.

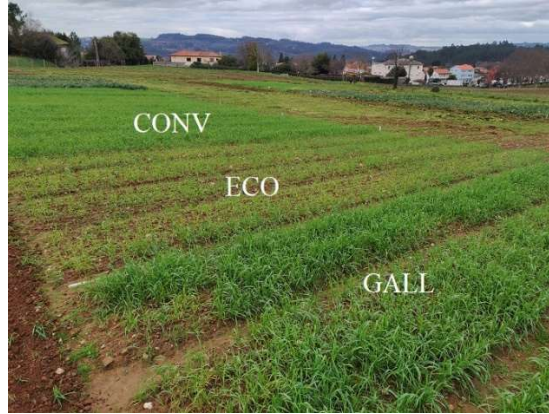


Las siembras de trigo se realizaron el 11/11/2021 y el 27/10/2021, en MAB y POB, respectivamente. Se sembró la variedad de trigo autóctono “Caaveiro”, a una dosis de 120 kg/ha. La nascencia se produjo a los 15 y 14 días, en MAB y POB, respectivamente. La implantación y desarrollo del cultivo fueron muy satisfactorios tanto en MAB, como en POB.

Foto 1. Ensayo de POB (03/02/2022)



Foto 2. Ensayo de MAB (20/01/2022)



En el estado de 3 hojas (17/12/2021), se realiza en MAB el primer pase de gradas de púas para el control de malas hierbas con el terreno húmedo y blando. En POB el pase se realizó el 20/12/2021 (fotos 3 y 4). La labor fue medianamente agresiva, introduciéndose entre 3-5 cm las púas en terreno húmedo y compacto. La labor fue menos efectiva en POB, ya que la labor fue algo tardía, con las malas hierbas algo crecidas y el suelo compacto y duro.

Fotos 3 y 4. Primera escarda con grada de púas en POB (20/12/2021)

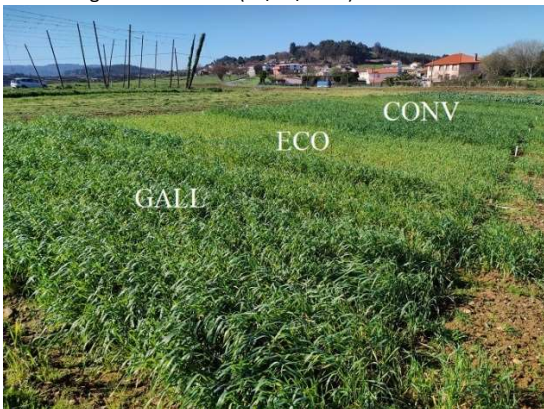


En las mismas fechas se aplicó el tratamiento convencional (Mon-CONV), el herbicida Harpo-Z (Clortoluron + Diflufenican), a una dosis de 2 L/ha. El control fue muy efectivo.



El 04/02/2022 y 03/02/2022, en MAB y POB, respectivamente, se aplicaron unos abonos de cobertera, ya que tras 3 años de cultivo se apreciaba necesario. Consistió en nitrógeno orgánico ecológico (8-0-4) en parcelas de colza con tratamientos Mon-ECO (720 kg/ha; 58-0-29) y Mon-GALL (360 kg/ha; 29-0-14), y aplicación de abono NAC27% (104 kg/ha; 28-0-0) en las parcelas con tratamiento Mon-CONV. A las parcelas Mon-ECO se les aplicó mayor dosis, para contrarrestar la nula aplicación nitrogenada en el abonado de fondo, y el menor desarrollo vegetativo del trigo en ECO.

Foto 5. Trigo GALL en MAB (22/02/2022)



Los diferentes abonados en CONV, GALL y ECO, influyeron bastante en el desarrollo de las plantas (ver foto 5), así como en el rendimiento final. En un inicio, tanto el tratamiento convencional, como el de abono gallinaza proporcionaron suficientes nutrientes para un buen desarrollo de la planta, pero en el abonado ecológico mineral, al no disponer de nitrógeno de fondo, pronto se acusó un lento desarrollo (retraso fenológico) y un menor ahijado y crecimiento foliar.

Foto 6. Trigo GALL en POB (24/03/2022)



Foto 7. Trigo GALL en MAB (06/04/2022)



El 07/03/2022, se realizó el segundo pase de cultivador de púas al trigo en MAB (fotos 8 y 9), pero en la localidad de POB no se pudo dar, a pesar de que en febrero se apreciaban muchas malas hierbas en trigo, casi todo *Ranunculus repens* (botón de oro), y algo de *Spergula arvensis* (cilantrillo).



Fotos 8 y 9. Escarda de púas en MAB (07/03/2022) y detalle

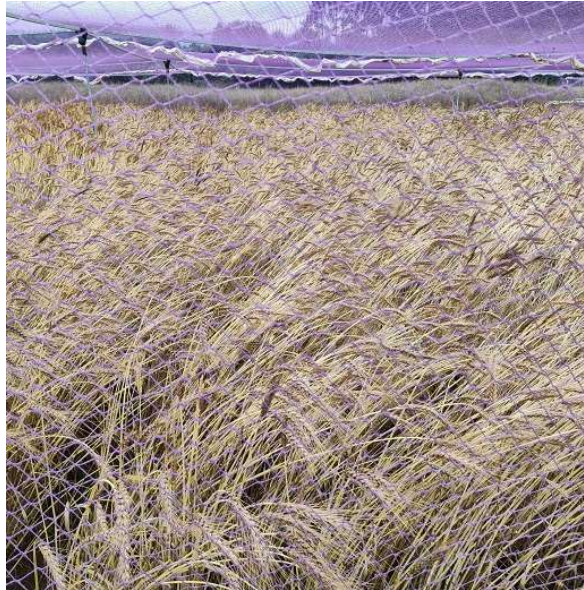


Este año, el control de malas hierbas fue moderado, y el menor desarrollo vegetativo de la planta impidió que compitiese bien con las malas hierbas, de modo que en primavera se volvió a ver bastante crecimiento de las mismas, sobre todo en el tratamiento ECO, con respecto al pleno control desarrollado por el herbicida en el tratamiento CONV (foto 10 y 11).

Foto 10. Trigo ECO en MAB (23/06/2022)



Foto 11. Trigo CONV en MAB (23/06/2022)



En la localidad MAB, en estado de encañado, el 15/03/2022 se aplicaron los siguientes fungicidas (Tebuconazol 13,3% + Procloraz 26,7% a 1,2 L/ha en CONV, y Azufre micronizado (98,5%) a 1,6 kg/ha en GALL y ECO). El 04/04/2022, se repitió el tratamiento de azufre micronizado a GALL y ECO. La toma de datos de severidad de las enfermedades se realizó el 25/03/2022, 07/04/2022, 05/05/2022 y 12/05/2022.

En la tabla 2, se puede observar la progresión de las distintas enfermedades (oídio, septoria, roya parda y roya amarilla), y como el fungicida sistémico del tratamiento CONV realizó un control mucho mejor de la expansión de las enfermedades en las hojas del trigo, que el azufre usado en los tratamientos ecológicos. En el tratamiento ECO siempre se observó menos enfermedad, ligada al menor desarrollo vegetativo de las plantas y mayor aireación entre las mismas.



Tabla 2. Severidad en % de enfermedades foliares en trigo (fecha 25/03/2022 y 12/005/2022). Mabegondo

Tratam	25/03/2022				12/05/2022			
	% Septoria	% R.Parda	% R.Amarilla	% Oidio	% Septoria	% R.Parda	% R.Amarilla	% Oidio
Mon-GALL	40	30	0	10	60	15	0	0
Mon-CONV	40	30	0	5	45	5	0	0
Mon-ECO	30	7	0	0	42	7	0	0

En la localidad POB se aplicaron los fungicidas el 24/03/2022 (Tebuconazol 10,7% + Bromuconazol 16,7% a 1,2 L/ha en CONV, y Azufre micronizado (98,5%) a 1,6 kg/ha en GALL y ECO), previo al espigado y para intentar evitar una severidad grande. El 12/05/2022, se repitió el tratamiento de azufre micronizado a GALL y ECO.

Foto 12. *Septoria tritici* en trigo (24/03/2022)



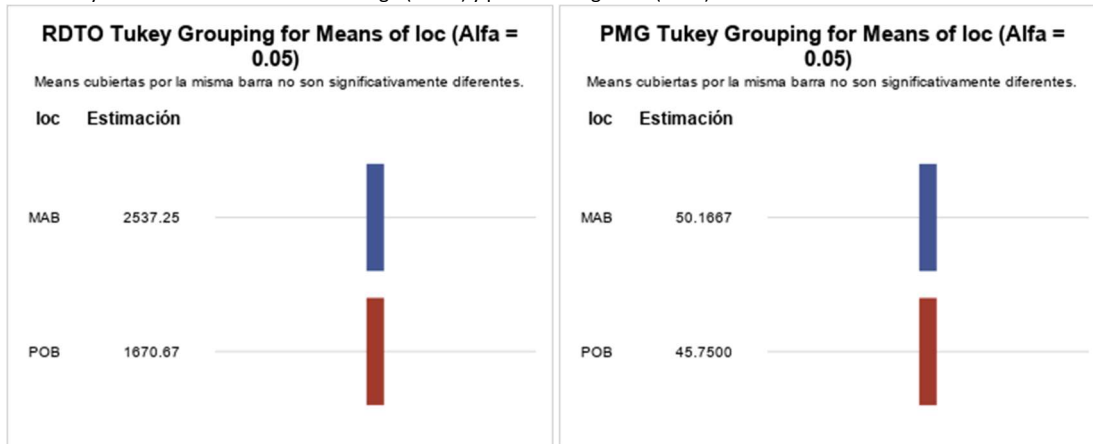
Los espigados del trigo en MAB tuvieron lugar el 05/05/2022 (GALL), 06/05/2022 (CONV) y 08/05/2022 (ECO). La cosecha del trigo se realizó el 12/07/2022 y 20/07/2022, en MAB y POB, respectivamente.

Cuando los datos de rendimiento de trigo se analizaron en las dos localidades conjuntamente, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos distintos. Las medias obtenidas son: 2.630 kg/ha (Mon-CONV), 1.864 kg/ha (Mon-GALL), 1.818 kg/ha (Mon-ECO). Aunque las medias difieren bastante, el alto coeficiente de variación del ensayo (16%), ha imposibilitado que estadísticamente se observen diferencias entre las medias. Tampoco se hallaron diferencias significativas entre los tratamientos, con respecto al peso de mil semillas (PMG): 47,9 g (Mon-CONV), 46,5 g (Mon-GALL), 49,5 g (Mon-ECO).

Sin embargo, sí que existió una diferencia significativa entre la media de rendimiento en MAB (2.537 kg/ha), con respecto a la media de POB (1.671 kg/ha). Y también se encontró una diferencia significativa entre la media de peso de mil granos en MAB (50,2 g), con respecto a la media de POB (45,7 g) (gráfico 1 y 2).



Gráfico 1 y 2. Medias de rendimiento de trigo (RDTO) y peso de mil granos (PMG) en MAB-POB.



Unas lluvias intensas, junto con rachas de viento fuertes, provocaron en POB un encamado muy grande del trigo a mediados de julio. Esto condicionó el mal rendimiento y calidad del grano obtenido en POB (foto 13).

Foto 13. Trigo encamado en POB (20/07/2022)

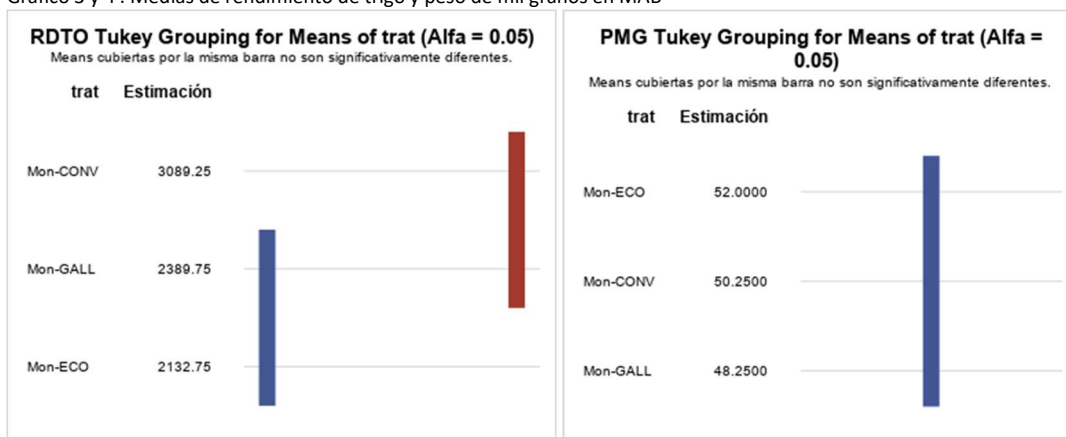


Foto 14. Cosechando trigo en MAB (12/07/2022)



Cuando los datos de analizaron por separado, en MAB y POB, los resultados nos mostraron que sí que se encontraron diferencia significativa entre los tratamientos. En el caso de MAB, las medias de rendimiento fueron 3.089 kg/ha (Mon-CONV), 2.390 kg/ha (Mon-GALL), 2.133 kg/ha (Mon-ECO) (gráfico 3). Y con respecto a PMG fueron: 52,0 g (Mon-ECO), 50,2 g (Mon-CONV), 48,2 g (Mon-GALL) (gráfico 4).

Gráfico 3 y 4 . Medias de rendimiento de trigo y peso de mil granos en MAB

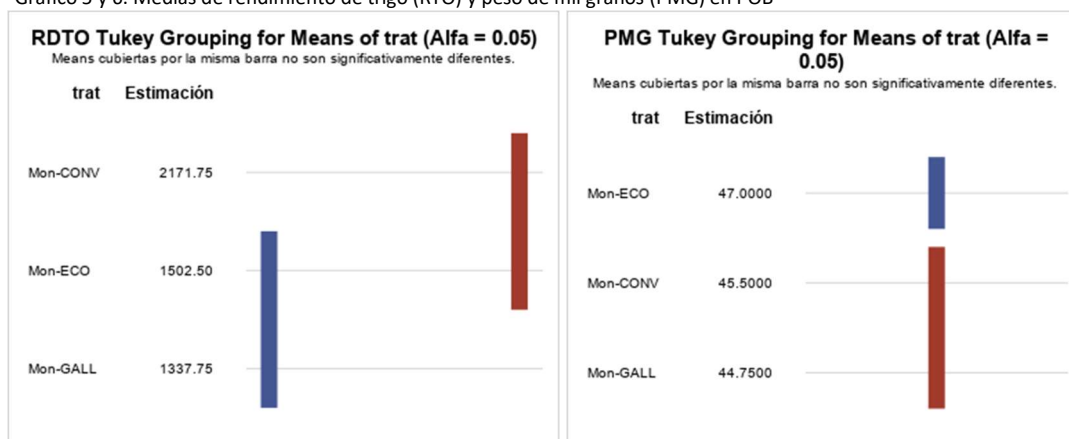


Por tanto, la media de rendimiento de trigo de CONV, superó estadísticamente a la media de ECO, pero no se pudo diferenciar de la de GALL.

Aparte de los datos del ensayo, en MAB también se sembraron franjas más largas con los mismos tratamientos, y sus medias fueron de 2.252 kg/ha (CONV), 1.982 kg/ha (GALL) y 1.210 kg/ha (ECO). Por lo que refuta los datos del ensayo, coincidiendo en que tan sólo se observaron diferencias significativas entre los tratamientos de CONV y ECO, pero no entre CONV y GALL.

En el caso de POB, las medias de rendimiento fueron 2.172 kg/ha (Mon-CONV), 1.502 kg/ha (Mon-ECO), 1.338 kg/ha (Mon-GALL) (ver gráfico 5). Y con respecto a PMG (gráfico 6) fueron: 47,0 g (Mon-ECO), 45,5 g (Mon-CONV), 44,7 g (Mon-GALL). Estas medias de rendimiento son muy inferiores a las de MAB, y concuerdan con la diferencia de rendimientos encontradas otros años anteriores, lo que indica la peor adaptación del trigo autóctono en la localidad de POB, con respecto a MAB.

Gráfico 5 y 6. Medias de rendimiento de trigo (RTO) y peso de mil granos (PMG) en POB



Como resumen, se puede decir que después de 3 años de monocultivo de trigo, las parcelas de MAB aún producen unos rendimientos muy aceptables para una variedad de trigo autóctono. Sin embargo, en la localidad de POB parece que los rendimientos se quedaron muy escasos, y están mostrando agotamiento del suelo.

Resultados de la COLZA

Después de un buen laboreo, al cultivo de la Colza se le aplicaron los siguientes abonos de fondo: 400 kg/ha de abono complejo 9-18-27 en CONV, 750 kg/ha de abono ecológico 0-8-15 en ECO, y en el tratamiento GALL se aplicaron 8,3 t/ha de gallinaza (MAB) y 11,5 t/ha de abono orgánico de pavo (POB). Por tanto, el único tratamiento que no lleva nitrógeno en fondo es el ECO.

Las siembras de colza se realizaron el 23/09/2021 y el 29/09/2021, en MAB y POB, respectivamente. Variedad de colza híbrida INV1035 (con tratamiento Integral-Pro (BASF)), a una dosis de 70 semillas/m². La nascencia se produjo a los 11 y 8 días, en MAB y POB, respectivamente. El promedio de densidad de planta, 20 días después de la siembra, estaba en 65 y 75 plantas/m², en MAB y POB, respectivamente. La implantación y desarrollo del cultivo fueron muy satisfactorios tanto en MAB, como en POB (fotos 15 y 16).



Fotos 15 y 16. Implantación de la colza en Mabegondo



En el estado de 4 a 5 hojas verdaderas (14/10/2021), se realizó el primer pase de gradas de púas para el control de malas hierbas en MAB. En POB el pase se retrasó al 27/10/2021. Las malas hierbas existentes eran, sobre todo, cilantrillo, manzanilla y trigo en MAB, y matricarias en POB. La labor fue algo agresiva para la colza, introduciéndose entre 4-5 cm las púas en terreno seco, y arrancando algunas plantas de colza. El control de malas hierbas fue bastante bueno, eliminado hasta un 74% de las mismas (tabla 3). En los mismos días se aplicaron en el tratamiento convencional (Rot-CONV), los herbicidas Butisan-S (50% Metazacloro) y Focus-Ultra (10 % Cicloxydim), a una dosis de 2 L/ha ambos. El control de los herbicidas no fue muy efectivo, y algunas especies no fueron bien controladas. Posteriormente, en las parcelas donde había más rabanito (*Raphanus raphanistrum*) eran en las que se aplicó el herbicida.

El promedio de densidad de planta de colza, el 16/11/2021, estaba en 52 plantas/m² en MAB y POB. El 26/11/2021 se apreciaba mayor desarrollo en la colza de GALL, que la colza de CONV. Lo que sugiere mayor disponibilidad de nitrógeno a partir de la gallinaza, que a partir del abono complejo 9-18-27.

Fotos 17 y 18. Segundo pase de púas en MAB (20/01/2022)



En el estado de 8 a 10 hojas verdaderas (20/01/2022), se realiza el segundo pase de gradas de púas en MAB (fotos 17 y 18). Arrancó mucho cilantrillo y otras malas hierbas, aunque no controló algunas plantas de rabanillo. También produjo una escarda de las hojas bajas maduras de la colza, sin apenas producir daño a la planta.

En POB el control de malas hierbas en ecológico tuvo un promedio del 74% de reducción con el primer pase de púas, y después de tres meses desde el segundo conteo, se produjo otro 48% de reducción sobre las existentes, sin haberse usado un segundo pase de púas, debido tan sólo a la fuerte competencia de la colza. En total, una reducción de media del 88% de las malas hierbas iniciales, aunque si analizamos sólo el tratamiento GALL sería del 91%, ya que en éste había más densidad de planta de colza que en el tratamiento ECO (tabla 3). Sin embargo, en el tratamiento CONV (con herbicidas), se produjo un descenso del 56% tras el segundo conteo realizado, y un 95% de reducción sobre las existentes tras el tercer conteo (en total un 98% de reducción). Por tanto, con el primer pase de púas se consiguió reducir más cantidad de malas hierbas que con la aplicación de herbicidas. Posteriormente, la gran capacidad de crecimiento y desarrollo vegetativo de la colza, consiguió eliminar casi la totalidad de las malas hierbas.

Tabla 3. Malas hierbas por m² (M.H/m²) en POB

Tratam	M.H/m ² (1ºconteo)	M.H/m ² (2ºconteo)	M.H/m ² (3ºconteo)	Reducción % M.H
Rot-GALL	574	146	53	91
Rot-ECO	516	131	76	85
Rot-CONV	622	255	14	98

El control de malas hierbas en MAB no fue tan satisfactorio, y tuvo un promedio de 56% de reducción con el primer pase de púas, y otro 20% de reducción sobre las existentes con el segundo pase en el tratamiento Rot-GALL (tabla 3). En total una reducción de media del 67% de las malas hierbas iniciales. La única mala hierba persistente y que ocasiona problemas al cosechar se denomina “pampullo” (*Coleostephus myconis*), muy común en Galicia. En el tratamiento ECO, debido al menor crecimiento de la colza, tan sólo se redujo un 31% la población de adventicias. Ya que, aunque la reducción de malas hierbas del primer y segundo pase de púas fue similar, en el último conteo de febrero habían aumentado un 40% el número de las mismas, con respecto al anterior. Esto se explica por la menor fertilidad del terreno en ECO, que llevó a un menor desarrollo de la colza, que por tanto permitió el crecimiento primaveral de nuevas malas hierbas al no estar todo el terreno cubierto por la colza.

El 04/02/2022 y 08/02/2022, en MAB y POB, respectivamente, se aplicaron unos abonos de cobertera, ya que la colza es bastante exigente en fertilización. Consistió en nitrógeno orgánico ecológico (8-0-4) en parcelas de colza con tratamientos Rot-GALL (720 kg/ha; 58-0-29) y Rot-ECO (1.039 kg/ha; 83-0-41), y aplicación de abono NAC27% (208 kg/ha; 56-0-0) en las parcelas con tratamiento Rot-CONV. A las parcelas ECO se les aplicó mayor dosis, para contrarrestar la nula aplicación nitrogenada en el abonado de fondo, y el menor desarrollo vegetativo de la colza en ECO.

Se constató visualmente un mayor desarrollo y vigor de las plantas de colza del tratamiento Rot-CONV, con respecto a Rot-GALL, y también mucho mejor desarrollo de Rot-GALL con respecto a Rot-ECO. Por lo tanto, en un cultivo exigente como la colza, se apreció que la fertilización mineral tradicional fue algo más apropiada.

La floración de la colza comenzó el 21/03/2022 en MAB, estando en plena floración el 25/03/2022 (foto 21), y acabando la misma a principios de mayo. En POB la floración se produjo en las mismas fechas (fotos 19 y 20).



Fotos 19 y 20. Comienzo floración en POB (24/03/2022)

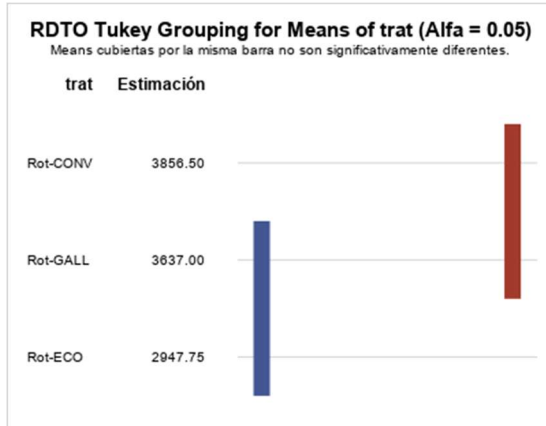


Foto 21. Plena floración en MAB (21/03/2022)



En este sentido, los rendimientos en POB avalan las apreciaciones visuales, con unas medias de 3.856 kg/ha en CONV, 3.637 kg/ha GALL y 2.948 kg/ha ECO, respectivamente. Por tanto, entre las medias de CONV y GALL, no existe diferencias significativas, pero entre CONV y ECO, sí que existieron (gráfico 7). En POB, no se sufrió ningún incidente en el ensayo y se obtuvieron unos rendimientos muy altos. A pesar de ello, en el momento de la cosecha, sobre todo en las repeticiones 1 y 2, se podían apreciar parte de las vainas abiertas (5-10%) debido a un exceso de maduración.

Gráfico 7. Rendimiento (kg/ha) de colza en POB, según tratamientos.



En cuanto a los rendimientos de colza en MAB, aunque las apreciaciones visuales del desarrollo del cultivo de colza fueron semejantes a las de POB, no se han obtenido datos fiables en el ensayo de MAB (sin protección anti-pájaros), debido al gran daño realizado por la población de pájaros de la zona.

Tan sólo se muestran unos datos medios orientativos del rendimiento, extraído de una zona de franjas largas menos afectado, pero sin ningún valor estadístico: 2.150 kg/ha (CONV), 2.400 kg/ha (GALL) y 1.000 kg/ha ECO. Hay que considerar, sin embargo, que en estas franjas se aplicó la mitad de dosis del abonado de cobertera.

Foto 22. Colza madurando (25/05/2022)



Foto 23. Zona basal de colza en pre-cosecha POB (20/07/2022)



En el momento de la cosecha (20/07/2022), las parcelas de Colza en POB estaban limpias de malas hierbas en los tres tratamientos (foto 23, 24 y 25).

En MAB la cosecha se realizó el 14/07/2022, en general con un menor desarrollo que en POB, y se pudo ver algunas malas hierbas en todos los tratamientos, pero con bastante mayor cantidad en ECO, al ser las plantas más pequeñas y menos ramificadas.

Foto 24. Cosecha de la colza (20/07/2022)



Foto 25. Silicuas maduras en colza (20/07/2022)



También se observó, después de cosechar, que los tallos de las plantas en CONV eran más gruesos que las de GALL, y éstas con tallos más gruesos que las plantas en ECO.

No se desarrollaron ataques importantes de plagas y enfermedades, con lo que el desarrollo del grano fue normal. Tan sólo se detectaron pequeños ataques de pulgón en las zonas exteriores y algunos “Meliguetes”



(*Meligethes aeneus*) en las flores (foto 26), a los cuales no se les aplicó insecticidas. Con respecto a enfermedades foliares, tan sólo se detectaron manchas en tallo, causadas por *Alternaria sp.* (posiblemente *brassicicola* o *brassicae*), sin que se produjesen roturas o podredumbres del tallo (foto 27).

Foto 26. Pulgón en colza



Foto 27. *Alternaria* en colza



CONCLUSIONES

Se observó un mejor rendimiento y calidad en trigo, en la localidad de Mabegondo, con respecto a Pobra de Brollón. Tras tres años consecutivos de monocultivo, se consiguió un moderado rendimiento en MAB, pero muy bajo en POB. En la localidad de MAB no existieron diferencias significativas en rendimiento y PMG, entre el tratamiento CONV y GALL, pero sí entre CONV y ECO. El control de malas hierbas fue moderado, pero menor que en los años anteriores. Tampoco se observó mayor severidad de ataque de las enfermedades foliares del trigo, con respecto a los años precedentes.

El buen rendimiento obtenido en Colza, junto con el alto contenido en grasa, y un precio de mercado (600 €/t) muy superior al de los cereales, hace muy interesante el cultivo de la colza en la rotación con el trigo, ya que es un cultivo rentable. No se mostraron diferencias significativas en rendimiento de grano entre los tratamientos CONV y GALL. Se mostró también que se puede obtener una buena calidad de grano en ecológico. El cultivo no tuvo problemas de plagas, y el control mecánico de malas hierbas en ecológico tuvo una eficacia similar a los herbicidas. El gran desarrollo de la colza, hizo que compitiese muy bien con las adventicias, aunque en zonas puntuales no se controló el “rabanillo” y el “pampullo”. El tratamiento ecológico con abonos orgánicos (GALL), sigue siendo superior en eficacia al tratamiento que prescinde de ellos (ECO).



Campaña 2022-2023

Resultados del Trigo

Se realizó en MAB el 01/09/2022 un pase de desbrozadora a todo el ensayo, para triturar todos los tallos de Colza, aunque al trigo no le hacía falta. Posteriormente el 18/10/2022 se realizó un pase de vertedera a todo el ensayo. En POB se realizaron las mismas labores a principios de febrero.

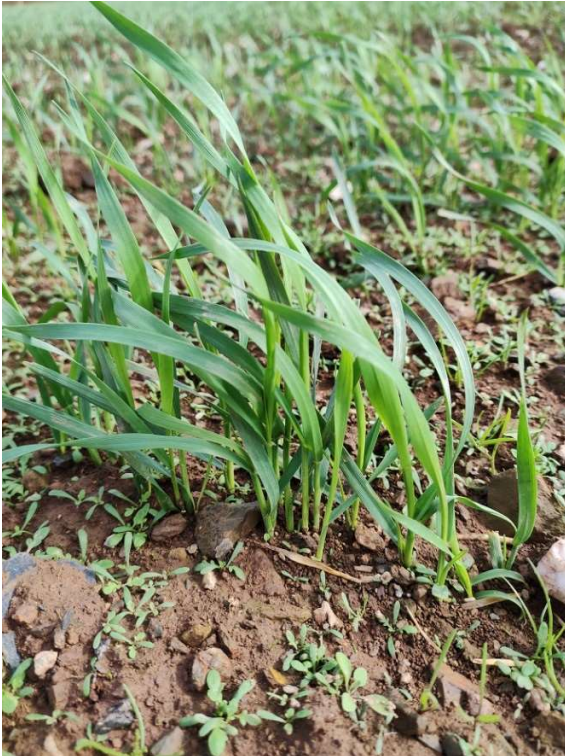
El 30/01/2023 y 09/02/2023, en MAB y POB, respectivamente, se estaquilló el ensayo y a las parcelas de trigo en monocultivo se le aplicaron los siguientes abonos de fondo: 400 kg/ha de abono complejo 8-15-15 en CONV, 750 kg/ha de abono ecológico 0-8-15 en ECO, y en el tratamiento GALL se aplicaron 8,3 t/ha de gallinaza en MAB (11,5 t/ha de abono orgánico de pavo en POB). Por tanto, el único tratamiento que no llevó nitrógeno en fondo es el ECO. El abono se enterró con un pase de fresadora.

Las siembras de trigo se realizaron el 31/01/2023 y el 13/02/2023, en MAB y POB, respectivamente. Se sembró la variedad de trigo autóctono “Caaveiro”, a una dosis de 120 kg/ha. La nascencia se produjo a los 23 y 19 días, en MAB y POB, respectivamente. La implantación y desarrollo inicial del cultivo fueron muy satisfactorios tanto en MAB, como en POB.

En el estado de comienzo de ahijado (15/03/2023), se realiza en MAB el primer pase de gradas de púas para el control de malas hierbas con el terreno húmedo y blando (en los tratamientos ecológicos GALL y ECO). Como se muestra en foto 28, las malas hierbas estaban en estado de 3 a 4 hojas. La labor fue medianamente agresiva, introduciéndose entre 4-5 cm las púas en el terreno. La labor fue menos efectiva en POB, con las malas hierbas algo crecidas y el suelo compacto y duro. En POB el pase se realizó el 28/03/2023.

Foto 28. Trigo previo a la escarda mecánica en MAB (14/03/2023)

Foto 29. Trigo post-escarda de púas



El 21/03/2023, en MAB, se realizó un tratamiento herbicida (40% Clortoluron + 2,5% Diflufenican), a una dosis de 2 L/ha, a las parcelas CONV. El control fue muy efectivo. El 29/03/2023 se aplicó el mismo herbicida al ensayo de POB.

El 28/03/2023 se aplicó, en MAB y POB, un abono de cobertera a base de nitrógeno orgánico ecológico (8-0-4) en parcelas ECO, a una dosis de 450kg/ha (36-0-0), para suplir la deficiencia del abonado de fondo. En los tratamientos CONV y GALL, no se aplicó cobertera.

El 04/04/2023, se realizó en MAB el segundo pase de cultivador de púas al trigo, en parcelas GALL y ECO, a una profundidad de 3-4 cm. No se levantó ninguna planta de trigo, al estar en estado de ahijado y con raíces más profundas.

Con respecto al control de malas hierbas (tabla 4), en MAB se obtuvo un promedio de reducción de las mismas, con el primer pase de púas, del 54% y 54,8%, en GALL y ECO, respectivamente. Un segundo pase de púas, 20 días después del primero, realizó una nueva escarda que supuso en total una reducción promedio de las malas hierbas iniciales del 74,8% y 77,2%, en GALL y ECO, respectivamente. La efectividad del control realizado con la grada de púas es similar al de los años previos, pero distante del realizado por medio de herbicidas. En POB el control realizado en porcentaje fue similar a MAB, pero el número total de malas hierbas es menor (tabla 3).

El control mediante herbicida en parcelas CONV en MAB, fue más efectivo que el uso de grada de púas (tabla 2), reduciéndose el 95,5% en el primer conteo, y el 98,4% en el último conteo (20/04/2023). En POB el control realizado por el herbicida fue similar al realizado por la grada de púas (tabla 5).

Tabla 4. Malas hierbas por m2 (M.H/m2) en MAB

Tratam	M.H/m2 (1ºconteo)	M.H/m2 (2ºconteo)	M.H/m2 (3ºconteo)	Reducción % M.H
Mon-GALL	655	358	166	74,8
Mon-ECO	783	397	178	77,2
Mon-CONV	852	154	14	98,4

Tabla 5. Malas hierbas por m2 (M.H/m2) en POB

Tratam	M.H/m2 (1ºconteo)	M.H/m2 (2ºconteo)	M.H/m2 (3ºconteo)	Reducción % M.H
Mon-GALL	212	889	41	79,2
Mon-ECO	196	84	38	78,5
Mon-CONV	163	77	33	78,6

Las fechas de espigado promedio en MAB, de los tratamientos fueron 15, 20 y 22 de mayo, de GALL, CONV y ECO, respectivamente. Esto refleja el desarrollo del cultivo, y por tanto el nitrógeno disponible, ya que el mayor y más rápido desarrollo fue en GALL, seguido de CONV y ECO.

El 16/05/2023 y 19/05/2023, en MAB y POB, respectivamente, se dio un tratamiento fungicida de 1 L/ha a base de tebuconazol (250 g/L) al tratamiento CONV, y una aplicación de azufre micronizado (80%) a 1,6 kg/ha en ECO y GALL, para el control de enfermedades foliares.

Hasta la cosecha, no se realizaron más tratamientos en el trigo. El desarrollo del trigo fue más limitado en POB, sobre todo en ECO, debido al bajo nivel de nitrógeno en las parcelas. Aparte, se detectaron muchas plantas afectadas por la larva de *Chlorops pumilionis*. La cosecha se realizó el 09/08/2023, en POB, con bastantes malas hierbas de talla baja (*Matricaria spp.* y *Polygonum persicaria*), sobre todo en GALL y ECO. En MAB, la cosecha



se levou a cabo el 19/07/2023, con bastante malas hierbas (*Coleostephus myconis*, *Plantago lanceolata*, *Matricaria spp*, y en menor medida *Rumex acetosella*, *Raphanus raphanistrum* y *Chenopodium álbum*) en GALL, y menos en ECO. En parcelas CONV no había malas hierbas.

Foto 30. Cosecha en POB (09/08/2023)



Foto 31. Trigo antes de cosecha en MAB (14/07/2023)



Con respecto a los rendimientos promedio obtenidos en MAB y POB (tabla 6), se muestran unos datos moderados en MAB y malos en POB. Los rendimientos de MAB no difieren mucho de los resultados obtenidos en 2020 y 2021, en monocultivo. El rendimiento en POB tampoco difiere casi del año 2020, en el que coincide con una siembra muy tardía, sin embargo, sí que es inferior al resultado de 2021 cuando se realizó una siembra de octubre. Este mal rendimiento ya se evidenciaba en el poco desarrollo de la planta, y en parte también a la plaga de *Chlorops pumilionis* detectada en POB.

El tratamiento CONV y el ecológico GALL, no difieren significativamente en ninguna de las dos localidades. Por lo que, se sigue mostrando que es posible producir en ecológico el mismo trigo autóctono en un monocultivo de trigo, a pesar de tener un peor control de las malas hierbas. Con respecto al tratamiento ECO, al igual que los años previos, sigue teniendo rendimientos inferiores al resto de los tratamientos, debido a un nulo aporte de nitrógeno en el abonado de fondo.

Tabla 6. Rendimiento promedio (RDTO) en kg/ha de trigo en localidades, según tratamientos

LOCALID	TRATAM	RDTO
MAB	Mon-CONV	2.152
MAB	Mon-GALL	2.097
MAB	Mon-ECO	1.051
POB	Mon-CONV	851
POB	Mon-GALL	912
POB	Mon-ECO	388



En el estudio estadísticos con las dos localidades (gráfico 8 y 9), en el ensayo hubo una diferencia significativa entre la localidad MAB (1.766 kg/ha) y POB (716 kg/ha), pero no se encontraron diferencias significativas entre los abonados, posiblemente por un rendimiento bastante errático en POB. Los datos estadísticos nos muestran una media del rendimiento del ensayo de 1.241 kg/ha, con un coeficiente de variación del ensayo de 12,4, y un R^2 de 0,97.

Gráfico 8. Box-plot de RDT0 en kg/ha, según localidades

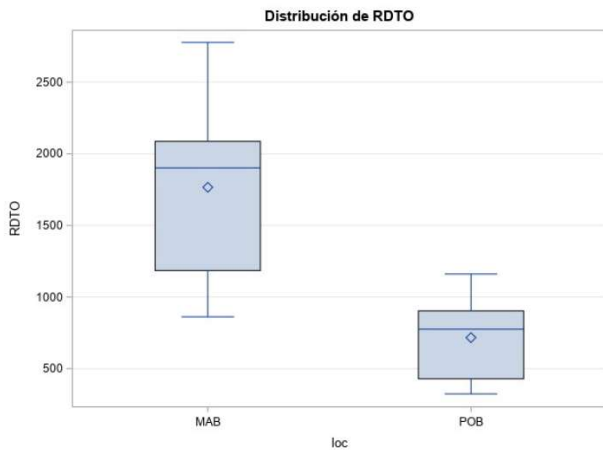
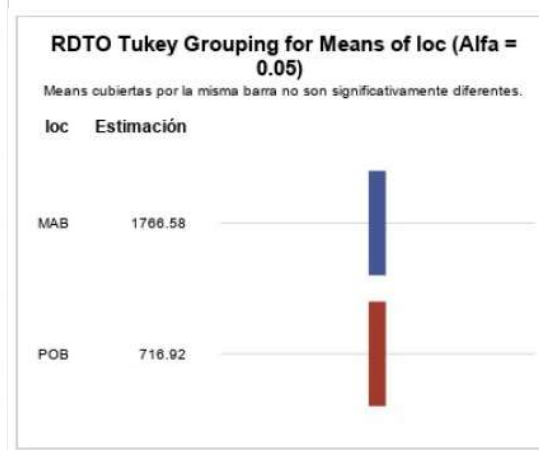


Gráfico 9. Medias de de RDT0 en kg/ha, según localidades



Sin embargo, si analizamos por separado la localidad de MAB, los datos nos muestran que sí que existieron diferencias significativas entre los abonados (gráficas 10 y 11).

Gráfico 10. Box-plot de RDT0 en kg/ha en MAB, según abonados

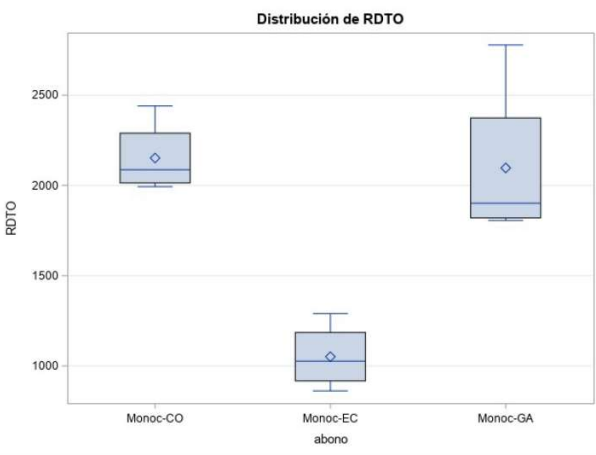
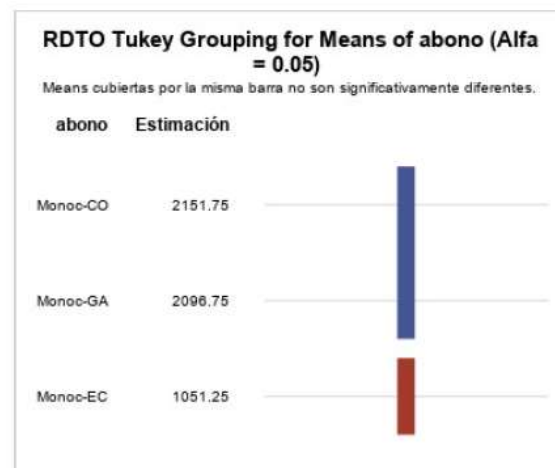


Gráfico 11. Medias de de RDT0 en kg/ha en MAB, según abonados



Como conclusión, después de 4 años continuados en monocultivo de trigo, los tratamientos CONV y GALL, se siguen comportando moderadamente bien en MAB, considerando que no se hizo ningún aporte de nitrógeno en cobertera este año (tabla 6), y considerando la competencia de malas hierbas. Con respecto al tratamiento ECO, al no hacer aporte de nitrógeno en fondo, el desarrollo es bastante deficiente, al igual que los años anteriores, a pesar de hacer un aporte en cobertera.

El comportamiento del trigo en POB es mucho más deficiente, constatando que las siembras tardías no son adecuadas para esta especie en la localidad.



Resultados del ALTRAMUZ

Se realizó el 01/09/2022 un pase de desbrozadora a todo el ensayo, para triturar todos los tallos de Colza del cultivo anterior. Posteriormente el 18/10/2022 se realizó un pase de vertedera a todo el ensayo. A pesar de la semilla de colza que cayó al terreno, no hubo problemas de nascencia de nuevas plantas de colza. Se dejaron las siembras para más adelante, ya que por el momento han dado mejor resultado en Mabegondo. En POB se realizaron las mismas labores a principios de febrero.

El 31/01/2023 se realizó una aplicación manual de 400 kg/ha de abono complejo 8-15-15 en CONV, 750 kg/ha de abono ecológico 0-8-15 en ECO, y en el tratamiento GALL se aplicaron 8,3 t/ha de gallinaza (MAB). Por tanto, el único tratamiento que no lleva nitrógeno en fondo es el ECO. En POB, se repitieron los mismos abonados, el 09/20/2023, excepto que en GALL se aplicó 11,5 t/ha de abono orgánico de pavo.

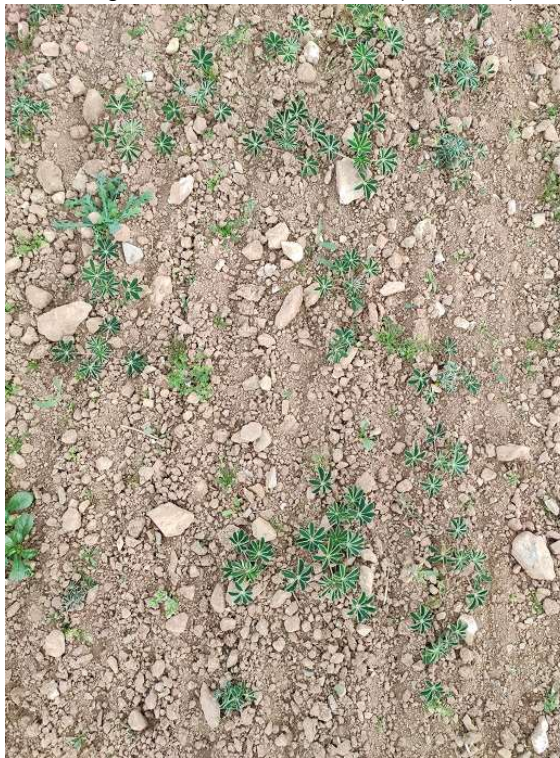
El 03/02/2023, se realiza la siembra del altramuz en MAB con sembradora de ensayos. La variedad fue Rumbo Baer (semilla certificada R1 de 2021), a una dosis de 193 g/parcela (12 m x 1,5m). Esto supone una siembra para obtener una densidad de 35 plantas/m². El 06/03/2023 estaba el altramuz mostrando los cotiledones. En POB la siembra se efectuó el 13/02/2023.

En el estado de 4 a 5 hojas (foto 32), se realizó en MAB (22/03/2023) el primer pase de grada de púas para el control de malas hierbas con el terreno húmedo y blando (en los tratamientos ecológicos GALL y ECO). La labor fue suave, introduciéndose 3 cm las púas en el terreno, y no se levantó casi ninguna planta de altramuz. En POB las púas se pasaron el 30/03/2023.

Foto 32. Primera escarda en altramuz, MAB (22/03/2023)



Foto 33. Segunda escarda en altramuz, MAB (04/04/2023)



En las mismas fechas, se realizó un tratamiento de herbicida diflufenican al 50% (0,2L/ha), en parcelas CONV de altramuz.



El 04/04/2023, se realizó en MAB el segundo pase de cultivador de púas al altramuz (estado 6-8 hojas) en parcelas GALL y ECO (foto 33), a una profundidad de 3-4 cm. No se desarraigaron plantas de altramuz. En POB la grada de púas se pasó el 13/04/2023.

Posteriormente, el 21/04/2023 se realizó el tercer pase de púas en MAB, en las mismas parcelas y a la misma profundidad, ya que en GALL había bastantes malas hierbas (Pampullo, Lengua de vaca, Cilantrillo, Cola de pastor, Rabanillo, y alguna poligonácea), debido al lento crecimiento del altramuz.

Tabla 7. Malas hierbas por m2 (M.H/m2) en MAB

Tratam	M.H/m2 (1ºconteo)	M.H/m2 (2ºconteo)	M.H/m2 (3ºconteo)	Reducción % M.H
Rot-GALL	560	404	203	63,5
Rot-ECO	505	386	197	61,1
Rot-CONV	486	471	115	76,3

Tabla 8. Malas hierbas por m2 (M.H/m2) en POB

Tratam	M.H/m2 (1ºconteo)	M.H/m2 (2ºconteo)	M.H/m2 (3ºconteo)	Reducción % M.H
Rot-GALL	439	116	70	83,3
Rot-ECO	413	97	44	84,1
Rot-CONV	411	141	70	81,2

Con respecto al control de malas hierbas (tabla 5) en MAB con el primer pase de púas, se obtuvo un promedio de reducción de las mismas, del 27,8% y 23,5%, en GALL y ECO, respectivamente. Un segundo pase de púas, 13 días después del primero, realizó una nueva escarda que supuso en total una reducción promedio de las malas hierbas iniciales del 63,5% y 61,1%, en GALL y ECO, respectivamente. La efectividad del control realizado con la grada de púas fue similar al realizado por medio de herbicidas.

El control mediante herbicida en parcelas CONV en MAB, fue similar al uso de grada de púas (tabla 7), reduciéndose un 3% en el primer conteo, y el 76,3% en el último conteo (20/04/2023). Los datos constatan un peor control de las malas hierbas tanto del herbicida como la grada de púas, con respecto a las parcelas de trigo, debido a un crecimiento muy lento del altramuz (foto 34). Sin embargo, del 20/04/2023 al 15/05/2023, se da un rápido crecimiento, que permite ahogar en parte esas malas hierbas. El altramuz estaba en plena floración en MAB el 15/05/2023 (comenzando el 09/05/2023) (fotos 35-36), presentando una cubrición del terreno del 100% con una altura de planta de 50-60 cm.

El control realizado de las malas hierbas en POB, con la grada de púas y el herbicida (tabla 8), fueron algo mejores que en MAB, pero el peor desarrollo posterior del altramuz (menor altura), supuso una peor competencia al cultivo, a pesar de cubrir la mayor parte del suelo.

El promedio de densidad de planta de altramuz en MAB, el 09/05/2023, estaba en 35 plantas/m², 39 plantas/m² y 35 plantas/m², en GALL, CONV y ECO, respectivamente. Esta densidad está dentro de los parámetros normales para el cultivo. El desarrollo de las plantas era similar en todos los tratamientos, aunque al principio fue más rápido en GALL.



Foto 34. Parcelas de altramus, MAB (21/04/2023)



No se observaron daños fúngicos de antracnosis (*Colletotrichum spp.*) en las plantas, aunque se están analizando muestras de grano recolectados para estudiar si existió infestación.

Foto 35 y 36. Altramus en plena floración en MAB (15/05/2023)



El desarrollo de las plantas fue bastante menor en POB, con plantas con una altura de 50 cm, y bastante mala hierba (sobre todo *Matricaria spp.* y *Polygonum persicaria*). En MAB, el desarrollo de las plantas fue mucho mayor, alcanzando una mayor altura (80-100 cm), aunque también crecieron bastantes malas hierbas de *Rhapanus raphanistrum*, sobre todo en algunas repeticiones de GALL y ECO (foto 37).

Foto 37. Altramuz en fase de llenado de grano en MAB (23/06/2023)



Foto 38. Detalle de vainas, MAB (23/06/2023)



Foto 39. Cosecha de altramuz en MAB (07/09/2023)



A partir del 10 de julio en MAB empezaron a marchitar y caer las hojas del altramuç. Hasta la cosecha (fotos 39 y 40), no se realizaron más tratamientos en el altramuç. La cosecha se realizó el 09/08/2023 y el 07/09/2023, en POB y MAB, respectivamente.

Foto 40. Cosecha de altramuç en POB (09/08/2023)



Con respecto a los rendimientos promedio obtenidos en MAB y POB (tabla 9), se aprecia que es un rendimiento muy bueno en MAB y mediocre en POB. El rendimiento en MAB, confirma las medias de 4.000 kg/ha obtenidas en 2020 en MAB. Por tanto, demostrando que es una buena localidad para producir grano de altramuç. Además, las diferencias en rendimiento son escasas, en cuanto a los diferentes tratamientos, con lo que confirma su buena adaptación, incluso en parcelas ECO, en los cuales el perfil del terreno está muy bajo de nitrógeno. En el caso de GALL, el mayor desarrollo de malas hierbas puede hacer reducido su rendimiento.

Sin embargo, en la localidad de POB, aun con la buena implantación, el cultivo no se desarrolló bien en la parte final del ciclo, y produjo pocas vainas. Con similares rendimientos al año 2020, nos indican que la localidad POB es menos indicada para la producción de altramuç, al menos en las fechas de siembra tardías elegidas (febrero). A destacar, que el tratamiento ECO fue el de mayor rendimiento, en esta localidad.

Tabla 9. Rendimiento promedio (RDTO) en kg/ha de altramuç en localidades, según tratamientos

LOCALID	TRATAM	RDTO
MAB	Rot-CONV	4.678
MAB	Rot-GALL	3.964
MAB	Rot-ECO	4.240
POB	Rot-CONV	1.010
POB	Rot-GALL	932
POB	Rot-ECO	1.588



En el estudio estadístico con las dos localidades (gráfico 12 y 13), en el ensayo hubo una diferencia significativa entre la localidad MAB (4.348 kg/ha) y POB (1.176 kg/ha), pero no se encontraron diferencias significativas entre los abonados. Los datos estadísticos nos muestran una media del rendimiento del ensayo de 2.762 kg/ha, con un coeficiente de variación del ensayo de 17,4, y un R^2 de 0,96.

Gráfico 12. Box-plot de RDTO en kg/ha, según localidades

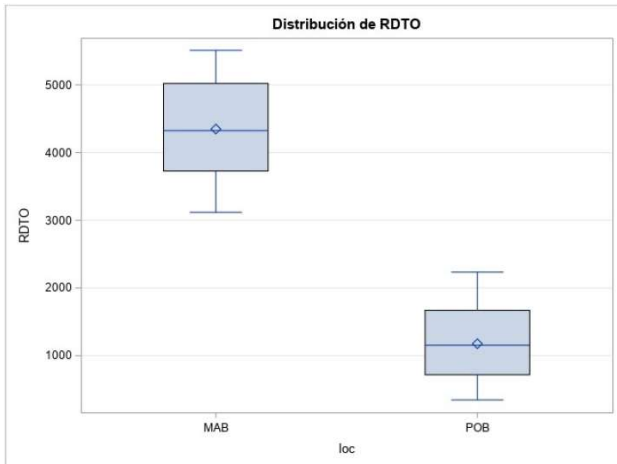
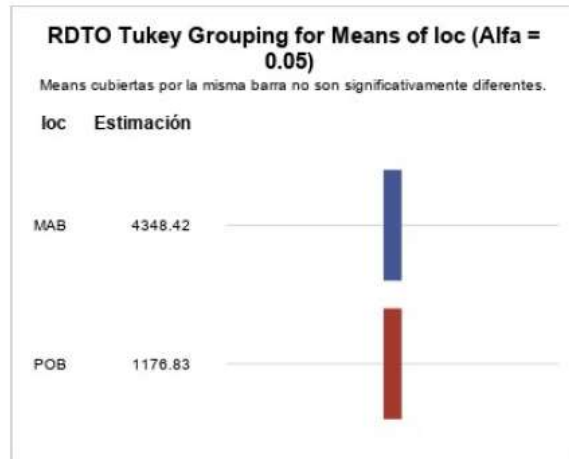


Gráfico 13. Medias de de RDTO en kg/ha, según localidades



Cuando se estudiaron los datos por cada localidad por separado, tampoco se encontraron diferencias entre los abonados

Campaña 2023-2024

Resultados del Trigo

La primera labor para enterrar los rastrojos del año anterior fue un pase de vertedera a todo el ensayo, el 18/10/2023 en MAB, y el 11/10/2023 en POB.

El 15/12/2023 y 05/02/2024, en MAB y POB, respectivamente, se realizó un pase de grada para mullir y airear tierra muy húmeda, y enterrar las malas hierbas. Seguidamente se realizó el estaquillado del ensayo (foto 41) y el abonado de fondo de forma manual, tanto en las parcelas ROTAC como las en las MONOC. Los abonos usados fueron: 400 kg/ha de abono complejo 8-15-15 en CONV, 800 kg/ha de abono ecológico 4-7-7 en ECO, y en el tratamiento GALL se aplicaron 8,3 t/ha de gallinaza en MAB (11,5 t/ha de abono orgánico de pavo en POB). El abono se enterró con un pase de fresadora.

Las siembras de trigo se realizaron el 18/12/2023 en MAB y el 06/02/2024 en POB, respectivamente. Se sembró la variedad de trigo autóctono "Caaveiro", a una densidad de 240 semillas/m² (aprox. 120 kg/ha). La nascencia se produjo el 03/01/2024 en MAB y el 18/02/2024 en POB. La implantación y desarrollo inicial del cultivo fueron muy satisfactorios en MAB, y peor en POB.



Foto 41. Ensayo estaquillado en MAB (18/12/2023)



Foto 42. Trigo en 3 hojas en MAB (08/01/2024)



El estado de comienzo de ahijado fue el 28/01/2024 en MAB, y 15/03/2024 en POB. En ese momento se realizaron las labores de control de malas hierbas. El primer pase de gradas de púas para el control de malas hierbas se realizó el 05/02/2024 en MAB con el terreno húmedo y algo duro (en los tratamientos ecológicos GALL y ECO).

Foto 43. Trigo previo a la escarda mecánica en MAB (01/02/2024)



Foto 44. Trigo post-escarda de púas en MAB (06/02/2024)



Como se muestra en foto 43, las malas hierbas estaban en estado de 3 a 4 hojas, momento idóneo para realizar la primera escarda. La labor fue medianamente agresiva, introduciéndose entre 4-5 cm las púas en el terreno (foto 44). En POB se intentó realizar la escarda desde mediados de marzo, pero las constantes lluvias y el suelo compacto, nos impidió hacerla. A mediados de abril, se constató que con el desarrollo que habían tenido las malas hierbas ya era imposible escardarlas.



El 02/02/2024, en MAB, se realizó un tratamiento herbicida (40% Clortoluron + 2,5% Diflufenican), a una dosis de 2 L/ha, a las parcelas CONV. El control fue muy efectivo. El 04/04/2024 se aplicó el mismo herbicida al ensayo de POB.

Foto 45 y 46. Trigo en pleno ahijado en MAB (07/03/2024)



Aunque estaba programada un segundo pase de cultivador de púas al trigo, la lluvia constante en febrero impidió dar el segundo pase de púas en MAB. A principios de marzo, el estado del tiempo y el estado en roseta de las malas hierbas, ya limitaba la eficacia del cultivador de púas. El desarrollo de las plantas en ROTAC era mejor, pero en MONOC se apreciaba menor desarrollo, y puntas y hojas basales amarillentas. Hasta principios de abril, se mostró poco desarrollo y hojas basales amarillentas o muertas, ya que continuó la alta pluviometría. No se encontraron hongos en las hojas dañadas, por lo que podría deberse a condiciones de anoxia debido al exceso de pluviometría, que en la zona de MONOC estaba agravada, posiblemente al existir menos nitrógeno en el perfil del suelo. En cambio, el desarrollo en MAB del 9 al 24 de abril fue muy positivo, al no haber más lluvia.

Tabla 10. Malas hierbas por m² (M.H/m²) en MAB

Tratam	M.H/m ² (1ºconteo)	M.H/m ² (2ºconteo)	Reducción % M.H
Monoc-GALL	506	233	54,0
Monoc-ECO	271	221	18,5
Monoc-CONV	262	150	42,7
Rotac-GALL	447	199	55,5
Rotac-ECO	363	254	30,0
Rotac-CONV	366	164	55,2

Con respecto al control de malas hierbas (tabla 10), se hicieron dos conteos en MAB con una diferencia de un mes. El promedio de reducción de las mismas, con el primer pase de púas, fue del 54,7% y 24,2%, en GALL y ECO, respectivamente. La efectividad del control realizado con la grada de púas en GALL es similar al de los años previos, y similar al realizado por medio de herbicidas (48,9%), aunque el control en ECO fue muy bajo. El efecto del herbicida fue muy inferior a otros años, el exceso de agua debe haber afectado tanto a su efectividad como al rebrote de nuevas plantas. Como se en la foto 10, en los abonados de GALL permanecen malas hierbas hasta la cosecha, a pesar del buen control con la primera escarda. La realización de una segunda o tercera escarda, habría reducido en mayor cantidad el número de malas hierbas.



En el ensayo de POB, al no haber podido realizar ninguna escarda, unido a las constantes lluvias y consecuente lavado de nitrógeno, el desarrollo del cultivo fue muy malo (foto 47 y 48).

Foto 47. Trigo MONOC-GALL en POB (15/04/2024)



Foto 48. Trigo ROTAC-CONV en POB (15/04/2024)



Los datos de enfermedades foliares en MAB, se tomaron entre el 24/04/2024 y el 07/06/2024 (tabla 11).

Tabla 11. Severidad de enfermedades foliares en MAB

ROTACION	ABONADO	Septoria %	R.Parda %	R.Amarilla %	Oidio %
MONOC	CONV	50	0	0	0
MONOC	ECO	50	0	0	0
MONOC	GALL	70	5	0	0
ROTAC	CONV	40	0	0	0
ROTAC	ECO	60	5	0	0
ROTAC	GALL	60	5	0	0

En MAB la fecha de espigado promedio fue el 21/05/2024. En POB el espigado fue tardío e irregular, alrededor del 08/06/2024. Aunque el espigado del tratamiento ECO siempre es algo más tardío que GALL y CONV.

El 27/05/2024 y 25/05/2024, en MAB y POB, respectivamente, se dio un tratamiento fungicida de 1 L/ha a base de azoxistrobin (12%) y tebuconazol (20%) al tratamiento CONV, y una aplicación de oxido cuproso al 75%, a 0,8 kg/ha en ECO y GALL, para el control de enfermedades foliares. También se aplicó un insecticida a base de cipermetrina al tratamiento CONV en MAB.

El desarrollo final del cultivo fue satisfactorio en MAB, excepto para el tratamiento ECO (fotos 49 a 52), en donde todos los años se percibe falta de nitrógeno. En POB el desarrollo final del trigo fue muy malo, debido a los problemas citados antes, con un excesivo desarrollo de las malas hierbas y de un lavado excesivo del nitrógeno en las parcelas (fotos 53, 54, 55 y 56). La cosecha se realizó el 08/08/2024, en POB, con bastantes malas hierbas de talla baja (*Matricaria spp.* y *Polygonum persicaria*), sobre todo en GALL y ECO. En MAB, la cosecha se llevó a cabo el 31/07/2024, con bastante malas hierbas (*Coleostephus myconis*, *Plantago lanceolata*, *Matricaria spp.*, y en menor medida *Rumex acetosella*, *Raphanus raphanistrum* y *Chenopodium álbum*) en GALL, y menos en ECO. En parcelas CONV también había malas hierbas, ya que el control del herbicida no fue tan efectivo este año.



Foto 49. Tratamiento MONOC-ECO en MAB (12/04/2024)



Foto 50. Tratamiento ROTAC-GALL en MAB (12/04/2024)



Foto 51. Trigo espigado en MAB (24/05/2024)



Foto 52. Tratamiento ROTAC-GALL en MAB (07/06/2024)



Foto 53. Trigo ROT-GALL en POB (06/06/2024)



Foto 54. Trigo MONOC-ECO en POB (06/06/2024)



Foto 55. Trigo previo a cosecha en POB (08/08/2024)



Foto 56. Trigo previo a cosecha en POB (08/08/2024)



Con respecto a los rendimientos del trigo (RDT0), se testaron con el modelo estadístico diseñado, los factores de rotación y abonado, y sus posibles interacciones.

El gráfico 14 nos muestra la significación positiva del modelo creado por el diseño estadístico del “Split-plot”, así como una media del rendimiento del ensayo de 2.571 kg/ha, con un coeficiente de variación del ensayo en MAB de 12,2, y un R^2 de 0,93. También se demuestra que existieron en 2024 diferencias significativas entre los diferentes abonados, y entre las diferentes rotaciones. Sin embargo, las interacciones entre bloques y rotaciones, y entre rotaciones y abonados, fueron no significativas.



Gráfico 14. Estadísticos de ensayo en MAB para variable rendimiento (RDTO)

Variable dependiente: RDTO

Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	11	16672121.63	1515647.42	15.34	<.0001
Error	12	1185918.33	98826.53		
Total corregido	23	17858039.96			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de RDTO
0.933592	12.22484	314.3669	2571.542

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
bloque	3	3697303.125	1232434.375	12.47	0.0005
rotac	1	9602615.042	9602615.042	97.17	<.0001
rotac*bloque	3	195391.792	65130.597	0.66	0.5928
abono	2	2555529.333	1277764.667	12.93	0.0010
rotac*abono	2	621282.333	310641.167	3.14	0.0799

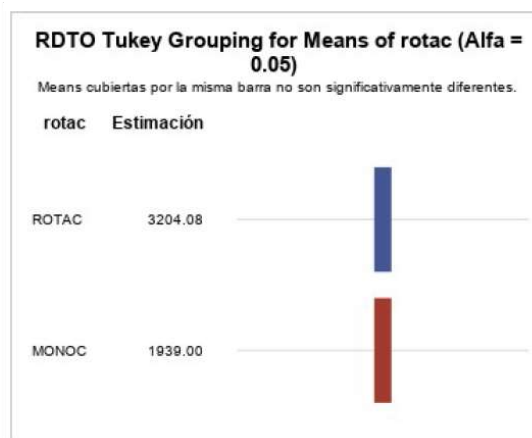
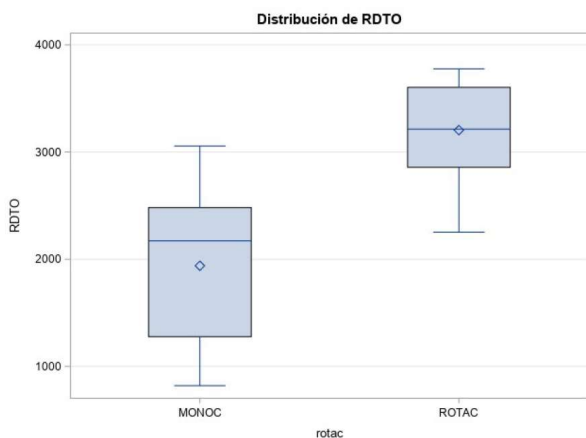
Tests de hipótesis usando el MS Tipo III para rotac*bloque como un término de error

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
bloque	3	3697303.125	1232434.375	18.92	0.0188
rotac	1	9602615.042	9602615.042	147.44	0.0012

Las medias de rendimiento del trigo Caaveiro en MAB según el tipo de rotación fueron, 3.204 kg/ha y 1.939 kg/ha, para la rotación y el monocultivo, respectivamente (gráficos 15 y 16). Por lo tanto, se demuestra que la rotación ALTRAMUZ-TRIGO-COLZA es mucho mejor que el monocultivo de TRIGO, y después de 5 campañas (2019-2024), supone una diferencia de 1.265 kg/ha rendimiento a favor de la rotación en 2024.

Gráfico 15. Box-plot de RDTO en kg/ha en MAB, según rotaciones

Gráfico 16. Medias de de RDTO en kg/ha en MAB, según rotaciones



En cuanto a los rendimientos del trigo según el tipo de abonado en MAB, se muestra en las gráficas 17 y 18, que las medias son 2.977 kg/ha, 2.558 kg/ha y 2.178 kg/ha, de GALL, CONV y ECO, respectivamente. Por lo tanto, se demuestra que el cultivo en ecológico con abonado orgánico de gallinaza fue superior significativamente al realizado sólo con abonos minerales ecológicos. Sin embargo, aunque la media de rendimiento de GALL fue superior a CONV, no existió diferencia significativa. De esta manera, se demuestra



que el cultivo de trigo autóctono en ecológico con abonados orgánicos no difiere en rendimientos al cultivo en convencional de trigo (con todos los fitosanitarios), después de 5 campañas (2019-2024), considerando los dos tipos de prácticas agronómicas de monocultivo y rotación.

Gráfico 17. Box-plot de RDTO en kg/ha en MAB, según abonados

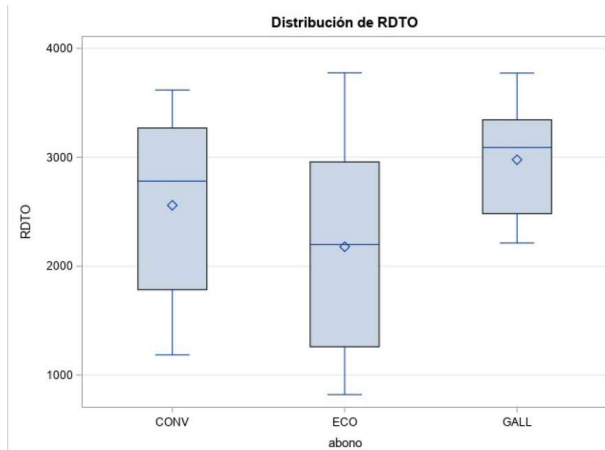
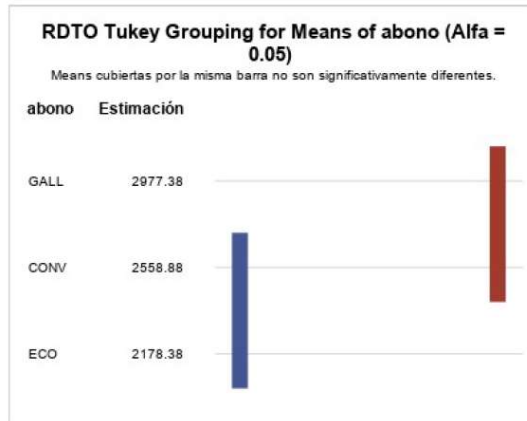


Gráfico 18. Medias de de RDTO en kg/ha en MAB, según abonados



Como conclusión (tabla 12), después de 5 años continuados del ensayo en MAB, las diferencias entre los abonados CONV y GALL, con respecto a ECO, no difieren tanto en la ROTAC, como en el MONOC. Es decir, la ROTAC mejora el perfil de fertilidad del suelo, minimizando las diferencias entre los 3 tipos de abonado de trigo. Sin embargo, el MONOC sigue deteriorando el contenido del nitrógeno y demás elementos en el suelo, lo que se refleja en rendimientos bastante menores.

Tabla 12. Rendimiento promedio en kg/ha en MAB, según tratamientos

Localidad	Tratam	RDTO
MAB	Monoc-GALL	2.558
MAB	Monoc-ECO	1.371
MAB	Monoc-CONV	1.887
MAB	Rotac-GALL	3.396
MAB	Rotac-ECO	2.985
MAB	Rotac-CONV	3.230

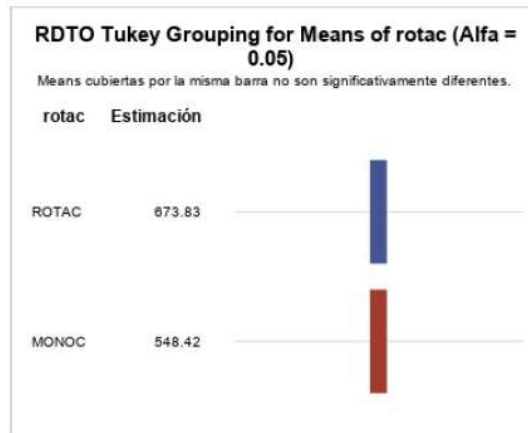
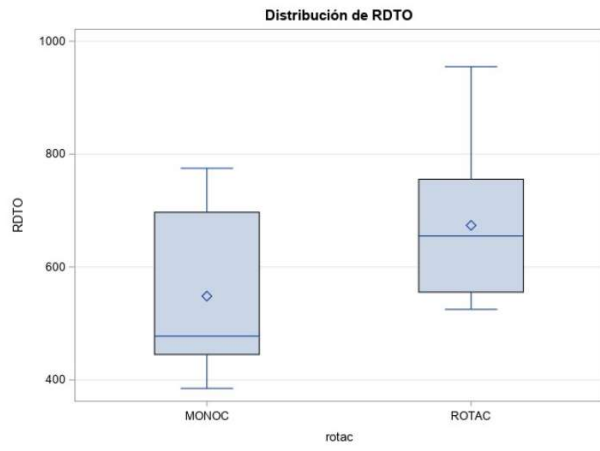
Con respecto a los rendimientos del trigo (RDTO) en POB, se testaron con el modelo estadístico diseñado, los factores de rotación y abonado, y sus posibles interacciones, no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes abonados, y entre las diferentes rotaciones. La media del rendimiento del ensayo de 611 kg/ha, con un coeficiente de variación del ensayo en POB de 14,6, y un R^2 de 0,81. También se demuestra que existieron en 2024 diferencias significativas entre los diferentes abonados, y entre las diferentes rotaciones. Sin embargo, las interacciones entre bloques y rotaciones, y entre rotaciones y abonados, fueron no significativas.

Las medias de rendimiento del trigo Caaveiro en POB según el tipo de rotación fueron, 673 kg/ha y 548 kg/ha, para la rotación y el monocultivo, respectivamente (gráficos 19 y 20), existiendo diferencias significativas entre ellos. Por lo tanto, se demuestra que la rotación ALTRAMUZ-TRIGO-COLZA fue mejor que el monocultivo de TRIGO, aunque los rendimientos tan bajos de los dos tipos de prácticas no fueron normales.



Gráfico 19. Box-plot de RDTO en kg/ha en POB, según rotaciones

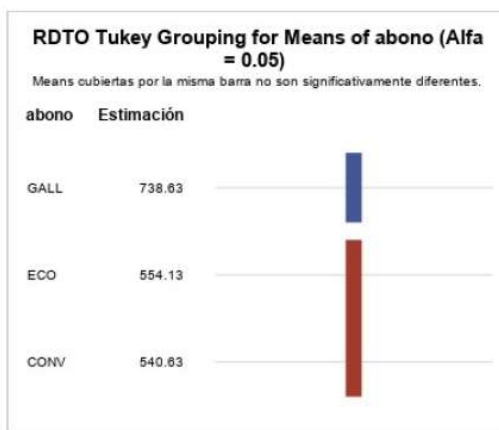
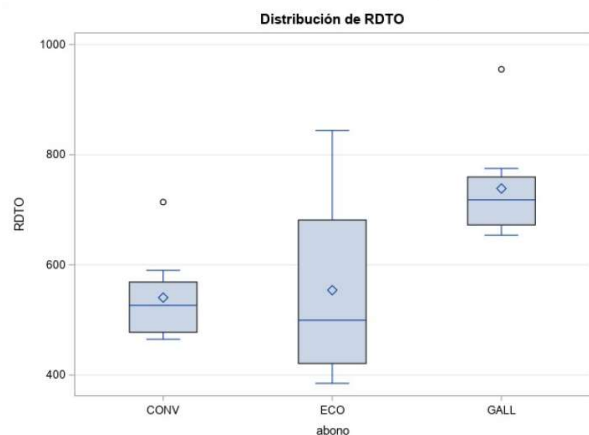
Gráfico 20. Medias de de RDTO en kg/ha en POB, según rotaciones



En cuanto a los rendimientos del trigo según el tipo de abonado en POB, se muestra en las gráficas 21 y 22, que las medias fueron 738 kg/ha, 554 kg/ha y 540 kg/ha, de GALL, ECO y CONV, respectivamente. Por lo tanto, existieron diferencias entre la media de GALL, y el resto de abonados.

Gráfico 21. Box-plot de RDTO en kg/ha en POB, según abonados

Gráfico 22. Medias de RDTO en kg/ha en POB, según abonados



El bajísimo rendimiento en POB se vio afectado por siembras muy tardías (no adecuadas a esta localidad), imposibilidad de hacer escardas mecánicas, mal control del herbicida, falta de aplicación de cobertera, excesivas lluvias y bajo contenido de nitrógeno en suelo. En esta localidad, como se reflejó otros años, si el tiempo no permite sembrar a finales de octubre o principios de noviembre, los rendimientos se ven bastante perjudicados.

Tabla 13. Rendimiento promedio en kg/ha en POB, según tratamientos

Localidad	Tratam	RDTO
POB	Monoc-GALL	728
POB	Monoc-ECO	425
POB	Monoc-CONV	492
POB	Rotac-GALL	749
POB	Rotac-ECO	683
POB	Rotac-CONV	589



Como conclusión (tabla 13), después de 5 años continuados del ensayo en POB, y tras un año pésimo en climatología y labores culturales, se reflejaron pequeñas diferencias a favor de la ROTACION y el abonado GALL, pero el mal año no permite reflejar bien las diferencias reales, mostrando además el suelo un deterioro acusado de su fertilidad.

Objetivo 2.- Estudio sobre las calidades panaderas del trigo en ecológico vs trigo convencional. Para conseguir una harina para elaborar un pan gallego de calidad diferenciada.

Campaña 2021-2022

Calidad del Trigo

En agosto de 2022, se recogieron muestras de trigo de las parcelas en monocultivo en las localidades POB y MAB, ya que en las parcelas de rotación se cultivó la Colza. Una vez obtenido todo el trigo, se realizó una limpieza en una limpiadora de grano (Westrup LA-LS). Posteriormente, una muestra de 2 kg de trigo se envió al Laboratorio para el análisis completo del trigo, con los siguientes parámetros:

- Alveograma Chopin (W, fuerza panadera; T, tenacidad; L, extensibilidad; T/L; G, hinchamiento; IE, Índice de elasticidad)
- Índice de caída (IC)
- Proteína (Pr)
- Humedad (Hd)
- Gluten húmedo (GH)
- Guten seco (GS)
- Gluten index (GI)
- Peso específico (PE)

En el análisis estadístico conjunto de las dos localidades, mostró que en las variables alveográficas L, T, G, T/L, W, IE, IC, HD, PROT, GH, GS y GI, no se encontraron diferencias significativas con respecto a los 3 tratamientos de abonado, excepto en PE y GS (gráfica 23 y 24), pero sí que se encontraron diferencias con respecto a las 2 localidades en las variables L,G, IC, HD, PROT, PE, GH, GS, GI. Por tanto, se muestra que la variable que más incide en la calidad del grano es la localidad, y su climatología y suelo.

Gráfico 23. Box-plot de PE en g, según abonados

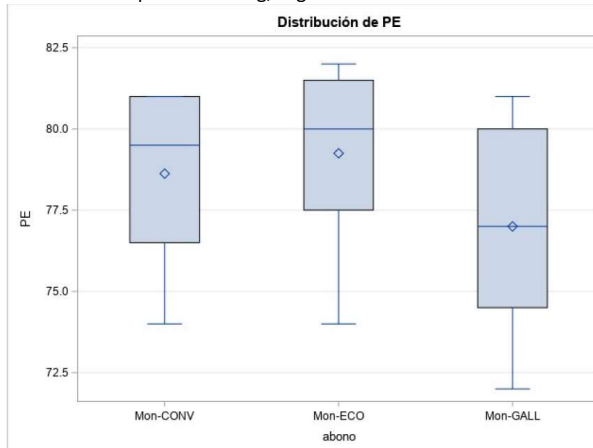


Gráfico 24. Medias de PE en g, según abonados

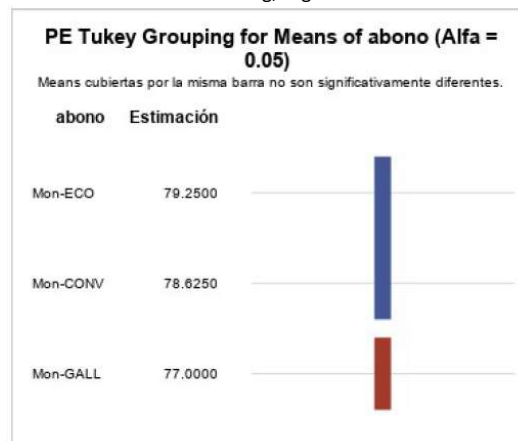


Gráfico 25. Box-plot de GS, según abonados

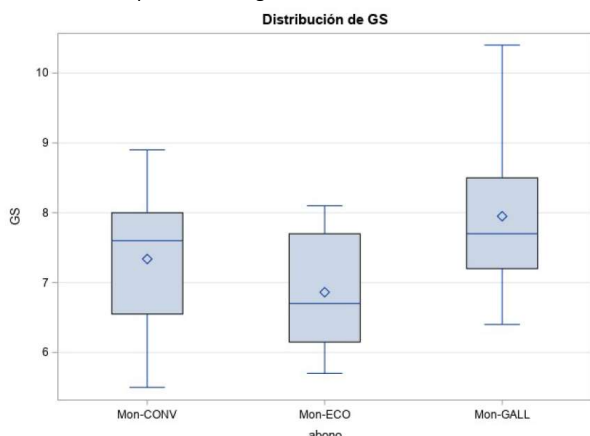
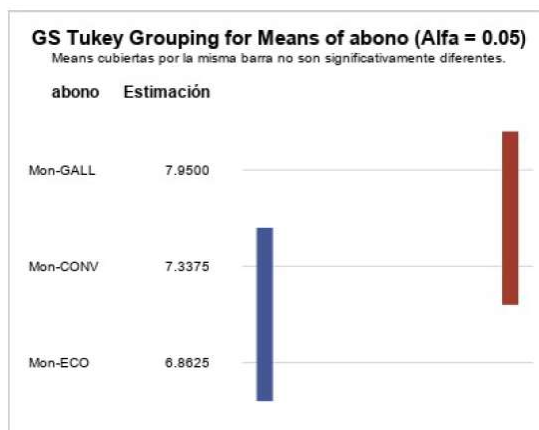


Gráfico 26. Medias de GS, según abonados



Al analizar por separado las localidades, se pueden hacer dos análisis. Con los datos de las muestras de MAB, se realizó un análisis estadístico que mostró que en las variables alveográficas L, G, T/L, IC, HD, GH, GS y GI, no se encontraron diferencias significativas con respecto a los 3 tratamientos de abonado. Pero en la variable T, W, IE, PROT, PE, sí que hubo diferencias significativas (tablas 14). En el ensayo de POB a ninguna variable les afectó los diferentes tratamientos abonados ecológicos y convencionales.

En la tabla 14 y 15, se muestran las medias del ensayo de MAB y POB.

Tabla 14. Medias de parámetros de calidad en MAB

	L	T	G	T/L	W	IE	IC	HD	PROT	PE	GH	GS	GI
Monoc-ECO	63,5	64	17,7	1,01	124 b	0,38 b	328	13,1	10,9 b	81,2 a	18,3	6,2	90,7
Monoc-GALL	74,7	71	19,2	0,96	161 a	0,42 a	307	12,9	12,7 a	79,2 b	21,6	7,3	89,7
Monoc-CONV	69,2	72	18,4	1,05	150 ab	0,40 ab	332	12,8	11,6 ab	80,5 ab	19,2	6,5	91,5
Promedio	69	69	18,4	1,01	145*	0,40*	322	12,9	11,7*	80,3*	19,7	6,7	90,7

* significativo al 0,05 de nivel de probabilidad

Tabla 15. Medias de parámetros de calidad en POB

	L	T	G	T/L	W	IE	IC	HD	PROT	PE	GH	GS	GI
Monoc-ECO	77	72	19,5	0,97	160	0,40	256 a	12,2	12,9	77,2	22,3	7,5	89,7
Monoc-GALL	85	66	20,4	0,81	151	0,40	225 b	12,3	13,7	74,7	25,6	8,6	86,5
Monoc-CONV	85	60	20,4	0,73	141	0,41	223 b	12,3	12,7	76,7	24,7	8,1	83,7
Promedio	82	66	20,1	0,84	151	0,40	235*	12,3	13,1	76,3	24,2	8,1	86,7

* significativo al 0,05 de nivel de probabilidad

Calidad de la Colza

Aunque el objetivo del proyecto es determinar la calidad del trigo en ecológico, también se realizaron análisis del grano de la colza, que este año se cultivó en las parcelas de rotación.

Los datos estadísticos de calidad del grano de colza, analizados conjuntamente en las dos localidades (MAB y POB), nos dan los siguientes resultados.

No se observaron diferencias significativas entre el porcentaje de grasa s.m.s (GS) y el porcentaje de proteína s.m.s.(PT), entre las diferentes localidades. Siendo las medias de GS de 49,26% y 48,99%, y las medias de PT de 16,67% y 17,07%, en MAB y POB, respectivamente (gráficos 27 y 28).



Gráfico 27. Medias de grasa sms (%) y proteína sms (%) por localidad

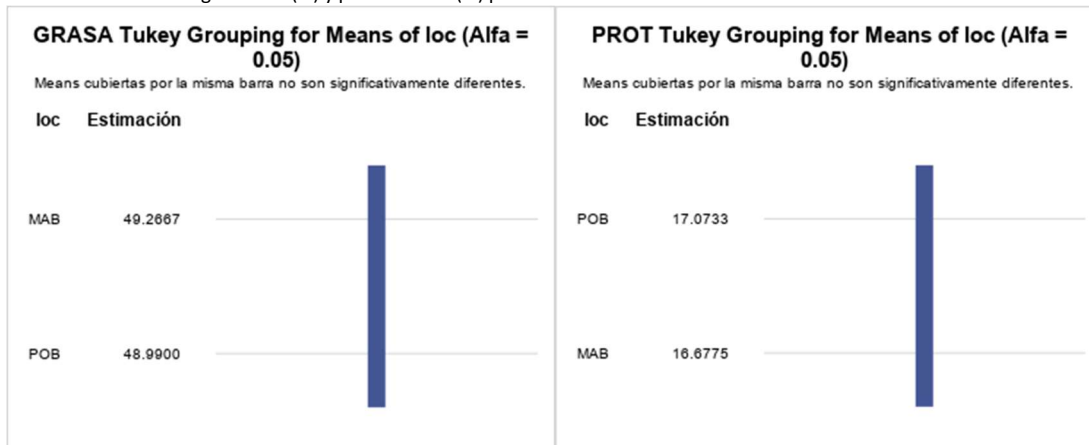
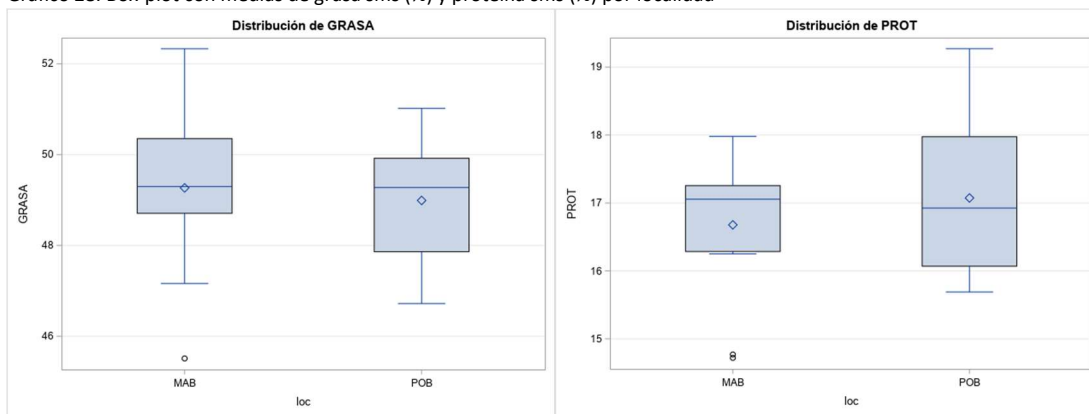
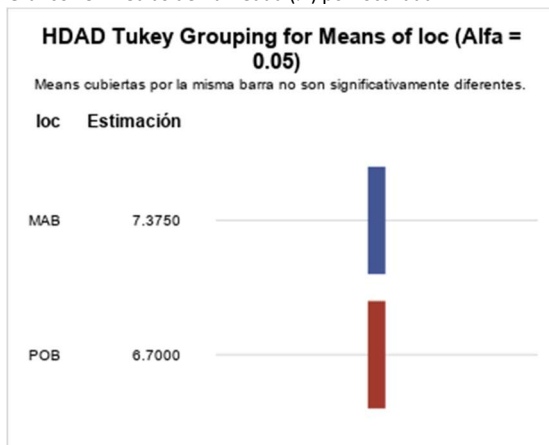


Gráfico 28. Box-plot con medias de grasa sms (%) y proteína sms (%) por localidad



La única diferencia observada fue el diferente porcentaje de humedad del grano (HD), entre MAB (7,37%) y POB (6,70%), debido a un secado mejor a causa de un clima más mediterráneo, en POB (gráfico 29).

Gráfico 29. Medias de humedad (%) por localidad



Tampoco se encontraron diferencias significativas en GS, PT y HD, para los diferentes tratamientos realizados (Rot-ECO, Rot-GALL, Rot-CONV). Siendo las medias de GS de 49,73 %, 49,08 % y 48,56 %, para los tratamientos Rot-ECO, Rot-GALL, Rot-CONV, respectivamente. Y las medias de PT de 17,71 %, 17,04 %, y 15,86 %, para los tratamientos Rot-CONV, Rot-GALL, Rot-ECO, respectivamente (gráficos 30, 31 y 32).



Gráfico 30. Medias de humedad (%) por tratamento

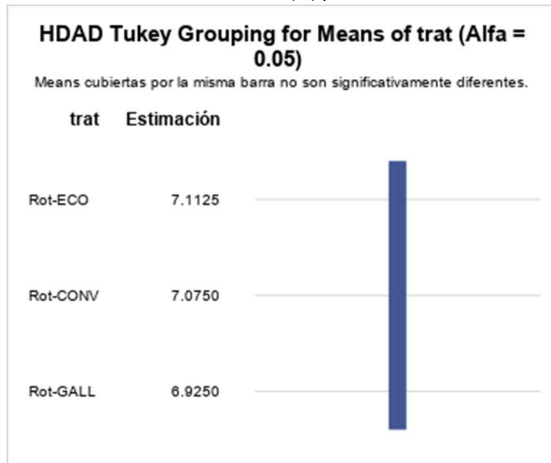


Gráfico 31. Medias de grasa (%) por tratamento

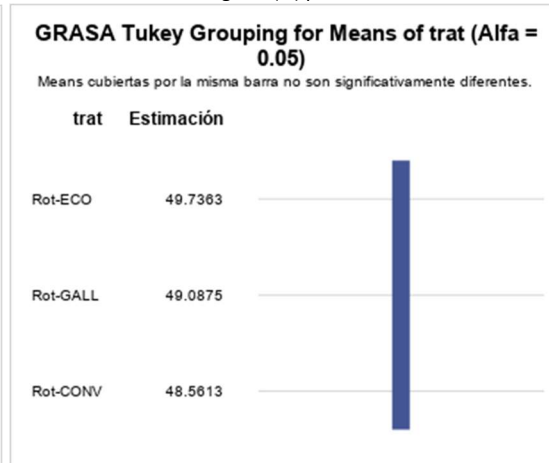
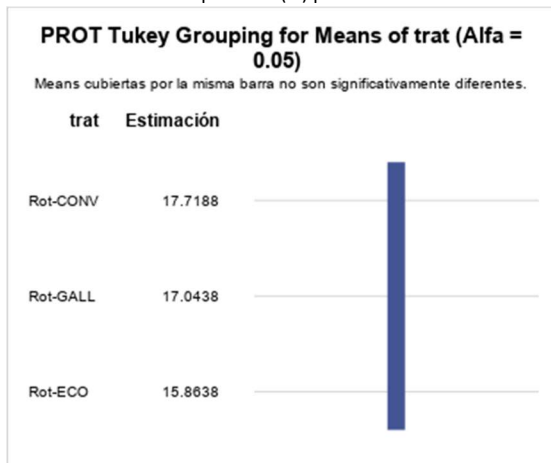
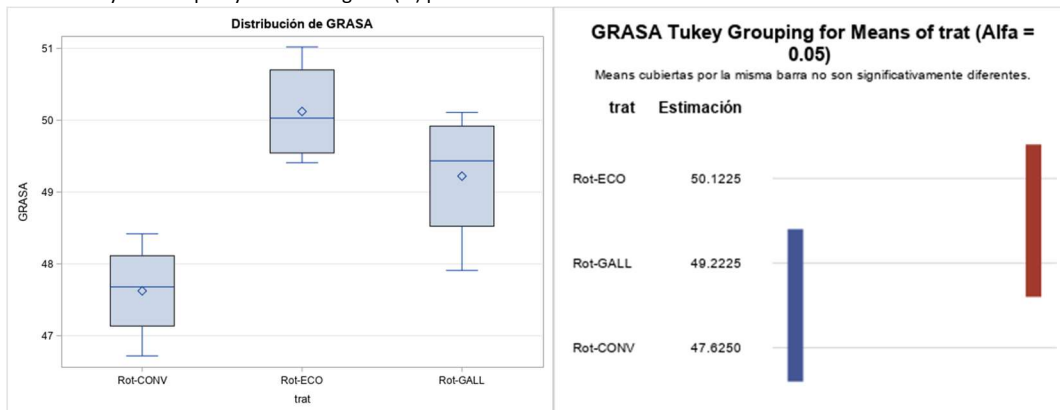


Gráfico 32. Medias de proteína (%) por tratamento



Sin embargo, si se analiza por separado las dos localidades, tenemos como principal diferencia que en la localidad de POB, sí que se mostraron diferencias en el porcentaje de grasa, superando significativamente la media de Rot-ECO a la media de Rot-CONV, que podría ser debido a un efecto de dilución del porcentaje de grasa en las parcelas dónde hubo un mayor rendimiento (Rot-CONV)(gráficos 33 y 34).

Gráficos 33 y 34. Box-plot y medias de grasa (%) por tratamiento en Pobra

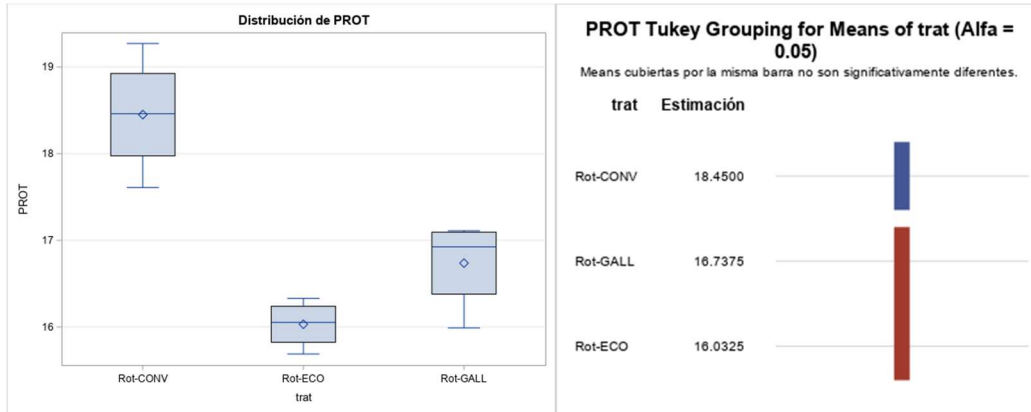


Con respecto a la proteína, también se observó que la media de Rot-CONV superó significativamente a las medias de Rot-ECO y Rot-GALL, y que probablemente será debido a una mejor disponibilidad del nitrógeno



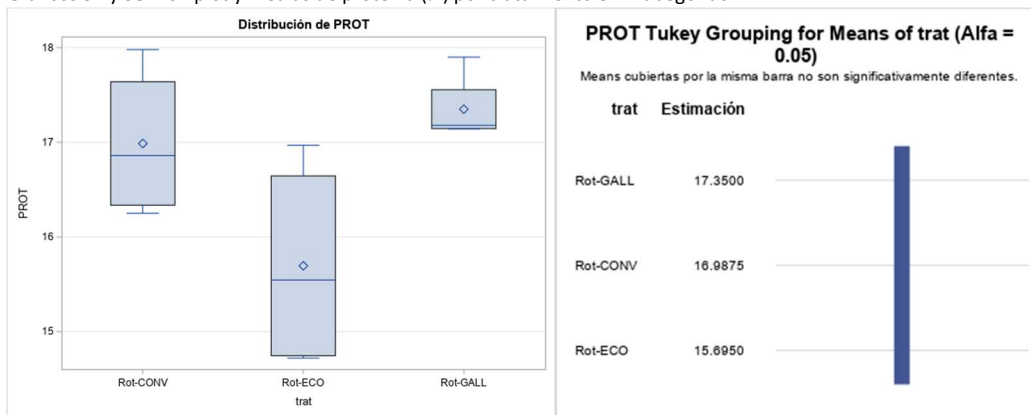
del suelo para la planta en la cobertera realizada a las parcelas CONV, que la cobertera ecológica aplicada a las parcelas GALL y ECO (gráficos 35 y 36).

Gráficos 35 y 36. Box-plot y medias de proteína (%) por tratamiento en Pobra



En cambio, en la localidad de MAB no se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos, con respecto a PT y GS (ver gráficos 37 y 38), debido a una mayor variabilidad y coeficiente de variación. En este caso, el gran daño causado por los pájaros en las flores superiores y medias, puede haber causado parte de esta variabilidad.

Gráficos 37 y 38. Box-plot y medias de proteína (%) por tratamiento en Mabegondo



En todo caso, la calidad obtenida en el grano de colza de los ensayos, cumple perfectamente con las especificaciones técnicas del mercado, que son un máximo de 9% de humedad, un 2% de impurezas y un mínimo de 42% de grasa (9-2-42). El único parámetro no medido fueron las impurezas.



Campaña 2022-2023

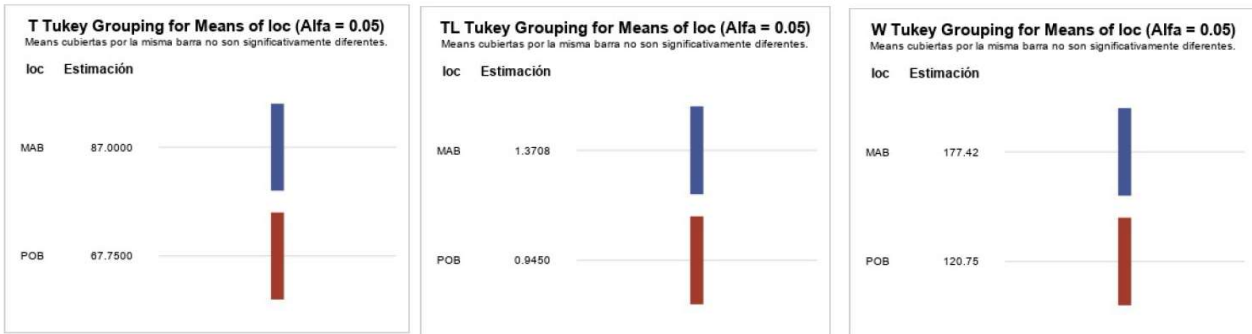
Calidad del Trigo

En agosto de 2023, se recogieron muestras de trigo de las parcelas en monocultivo en las localidades POB y MAB, ya que en las parcelas de rotación se cultivó el altramuz. Las muestras de 2 kg, una vez limpiadas en una limpiadora de grano (Westrup LA-LS), se enviaron posteriormente al Laboratorio para el análisis completo del trigo, con los siguientes parámetros:

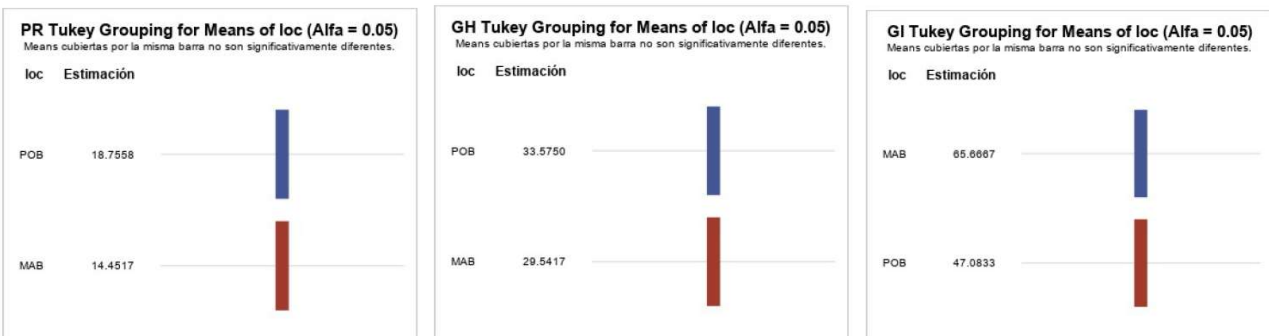
- Alveograma Chopin (W, fuerza panadera; T, tenacidad; L, extensibilidad; T/L; G, hinchamiento; IE, Índice de elasticidad)
- Índice de caída (IC)
- Proteína (Pr)
- Humedad (Hd)
- Gluten húmedo (GH)
- Guten seco (GS)
- Gluten index (GI)
- Peso específico (PE)

Si analizamos las dos localidades conjuntamente, los datos nos muestran que en las variables alveográficas T, T/L, W, IE, HD, PROT, GH, GS y GI, se encontraron diferencias significativas con respecto a las dos diferentes localidades, sin embargo, solo se encontró diferencias significativas en T, W e IE, con respecto a los 3 tratamientos de abonado.

Gráficos 39, 40 y 41. Medias de T, T/L y W, según localidades



Gráficos 42, 43 y 44. Medias de PROT, GH y GI, según localidades



Al analizar por separado las localidades, se pueden hacer dos análisis. Con los datos de las muestras de MAB, se realizó un análisis estadístico que mostró que en las variables alveográficas L, T, G, T/L, IE, IC, HD, PROT, PE, GH, GS y GI, no se encontraron diferencias significativas con respecto a los 3 tratamientos de abonado. Pero en la variable W si que hubo diferencias significativas, siendo superior en GALL (202) y CONV (188), sobre ECO (142). En la tabla 16, se muestran las medias del ensayo de MAB.

Tabla 16. Medias de parámetros de calidad en MAB

	L	T	G	T/L	W	IE	IC	HD	PROT	PE	GH	GS	GI
Monoc-ECO	72,2	69	18,8	0,97	142 b	0,38	361	13,6	13,9	75	28,9	10,2	53,2
Monoc-GALL	67,5	101	18,0	1,76	202 a	0,41	386	13,7	14,0	77	28,6	10,1	84,7
Monoc-CONV	66,5	91	18,1	1,38	188 a	0,40	357	13,6	15,5	77	31,1	10,4	59,0
Promedio	68,8	87	18,3	1,37	177*	0,40	369	13,6	14,5	76	29,5	10,2	65,7

* significativo al 0,05 de nivel de probabilidad

Tabla 17. Medias de parámetros de calidad en POB

	L	T	G	T/L	W	IE	IC	HD	PROT	PE	GH	GS	GI
Monoc-ECO	66,2 b	67	18,1 b	1,02 b	105 b	0,24 b	382	12,4 b	19,5	77,0 a	35,4	12,4	41,2 b
Monoc-GALL	68,7 b	75	18,4 b	1,10 b	136 a	0,31 a	392	12,7 a	18,7	74,2 b	33,5	11,8	47,2 ab
Monoc-CONV	86,2 a	62	20,6 a	0,72 a	121 ab	0,31 a	383	12,5 ab	18,0	74,5 b	31,8	10,6	52,7 a
Promedio	73,75*	68	19,0*	0,95	121*	0,29*	386	12,6	18,8	75,2*	33,6	11,6	47,1*

* significativo al 0,05 de nivel de probabilidad

Con respecto a la localidad de POB por separado, el análisis estadístico mostró que en las variables alveográficas L, G, W, IE, HD, PE, y GI, se encontraron diferencias significativas con respecto a los 3 tratamientos de abonado. En la tabla 17, se muestran las medias del ensayo de POB.

Por tanto, se muestra un año más (igual que en 2022) que la variable que más incide en la calidad del grano es la localidad, y su climatología y suelo. Y en este año, la localidad MAB produjo un grano más tenaz (T), y con más fuerza panadera (W), pero con menos proteína (PROT) y menos gluten (GH y GS) que en POB, aunque siendo de mejor calidad (GI) el gluten de MAB.

Los diferentes tratamientos culturales (ecológicos o convencionales) sólo afectaron a la W en las dos localidades, produciendo un grano con menos fuerza el tratamiento ECO. Y a muchas otras variables sólo les afectaron los abonados en la localidad de POB (tabla 17).

Calidad del Altramuz

Los datos de humedad y contenido proteico del grano de altramuz se analizaron conjuntamente en las dos localidades.

Con respecto a la humedad, el modelo del ensayo obtuvo un coeficiente de variación (CV) de 2,7% y un R² de 0,98, mostrando diferencias significativas entre las diferentes localidades, pero no entre los diferentes abonados. La media del ensayo fue de 11,6%, con 13,8% en MAB y 9,5% en POB. Es decir, en POB se produce un secado correcto del grano, cuando en MAB existe más dificultad en cosechar el grano en buenas condiciones para su almacenamiento.

Con respecto al contenido proteico, el modelo del ensayo obtuvo un CV de 3,5% y un R² de 0,74, mostrando diferencias significativas entre las diferentes localidades y la interacción localidad x abonado, pero no entre los diferentes abonados. La media del ensayo fue de 38,7%, con 39,3% en MAB y 38,1% en POB. Por tanto, se consiguió en las dos localidades un grano con un buen contenido proteico.



Campaña 2023-2024

Calidad del Trigo

Una vez obtenido todo el trigo, se realizó una limpieza en una limpiadora de grano (Westrup LA-LS). Posteriormente, una muestra de 2 kg de trigo se envió al Laboratorio para el análisis completo del trigo, con los siguientes parámetros:

- Alveograma Chopin (W, fuerza panadera; T, tenacidad; L, extensibilidad; T/L; G, hinchamiento; IE, Índice de elasticidad)
- Índice de caída (IC)
- Proteína (Pr)
- Humedad (Hd)
- Gluten húmedo (GH)
- Guten seco (GS)
- Gluten index (GI)
- Peso específico (PE)

Los análisis solicitados al laboratorio están finalizados, pero no se han podido evaluar estadísticamente todavía. Con respecto a los análisis de las muestras de A Pobra de Brollón no se pudieron realizar, ya que no había suficiente muestra de cada repetición de los distintos tratamientos.

Abegondo, a 30 de setembro de 2024

Fdo.- Luis Urquijo Zamora
Dr. Ingeniero Agrónomo
CIAM- AGACAL

