

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural
Explotaciones Agropecuarias

Evaluación del efecto de diferentes tratamientos fungicidas sobre varios parámetros productivos de un cultivo de cebada (*Hordeum vulgare* L.) ubicado en Zuera (Zaragoza)

Evaluation of the effect of different fungicide treatments on several productive parameters of a barley crop (*Hordeum vulgare* L.) located in Zuera (Zaragoza)

Autora

Julia Vicente Jiménez

Directores

María Videgain Marco

Javier Nocito Pérez

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

2021

AGRADECIMIENTOS

A María Videgain por guiarme y acompañarme en este proceso, siempre con una sonrisa, dispuesta a ayudar y sacando paciencia de lugares insospechados, y a Javier Nocito por darme a conocer el Centro de Sanidad y Certificación Vegetal.

A mi familia oscense, por las risas, las cenitas y las miles de historias vividas, pero sobre todo a ella por descubrirme la plaza más bonita de toda Huesca, por estar en todo momento durante estos seis años, gracias por dejarme crecer a tu lado.

A Belén por todos esos martes locos o noches de sofá, gracias por dejarme formar parte de ti.

A ellas, por estar siempre a mi lado, por cada viernes de Atilios, pero, sobre todo, gracias por confiar en mi cuando yo no lo hacía.

Y muy en especial, gracias a ellos, mi familia, mi apoyo, gracias por recoger la toalla cada vez que yo la tiraba, gracias por ser y estar siempre.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	vii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. Aspectos generales del cultivo de la cebada	5
1.1.1. Taxonomía e Historia	5
1.1.2. Representación del cultivo de cebada a nivel mundial, europeo, nacional y autonómico.....	5
1.1.3. Características botánicas, morfológicas y fisiológicas del cultivo	11
1.1.4. Exigencias del cultivo	13
1.1.5. Técnicas de cultivo	14
1.1.6. Principales enfermedades y plagas	18
1.2. Uso de fungicidas como medios de lucha química contra enfermedades vegetales.....	23
1.2.1. Historia del uso de fungicidas	23
1.2.2. Comercialización y regulación de los fungicidas.....	24
1.2.3. Ensayos de valoración de tratamientos fungicidas.....	26
2. OBJETIVOS.....	29
3. MATERIAL Y MÉTODOS	31
3.1. Localización del ensayo experimental	31
3.2. Análisis fisicoquímico de suelo	33
3.3. Datos climáticos	35
3.4. Material vegetal.....	38
3.5. Productos fungicidas evaluados y modo de acción.....	39
3.6. Diseño experimental de la parcela.....	41
3.7. Manejo del cultivo	42

3.7.1.	Labores preparatorias.....	42
3.7.2.	Siembra.....	42
3.7.3.	Aplicación de insumos.....	43
3.7.4.	Aplicación de fungicidas.....	43
3.7.5.	Seguimiento de enfermedades.....	44
3.7.6.	Cosecha.....	45
3.7.	Seguimiento del cultivo y parámetros analizados.....	46
3.7.1.	Seguimiento del desarrollo del cultivo.....	46
3.7.2.	Evaluación de la afección por enfermedades.....	47
3.7.3.	Parámetros de cosecha.....	48
3.9.	Análisis de la rentabilidad económica.....	49
3.10.	Propuesta de un nuevo diseño experimental.....	49
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
4.1.	Afección por enfermedades.....	51
4.2.	Promedio de resultados obtenidos en el ensayo.....	51
4.3.	Análisis estadístico de resultados.....	52
4.4.	Análisis de la rentabilidad económica.....	63
4.5.	Propuesta de diseño experimental.....	65
5.	CONCLUSIONES.....	69
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	71
	ANEJOS.....	75
1.1.	Estadísticos descriptivos para cada variedad y fungicida.....	75
1.2.	Pruebas de homogeneidad para RTO y Pe.....	81
1.3.	Resultados de la prueba de Tukey para el rendimiento corregido (kg/ha)..	82
1.4.	Resultados de la prueba de T2 de Tamhane para el Pe (kg/hl).....	83
1.5.	Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para la enfermedad.....	84
1.6.	Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para la altura.....	84
1.7.	Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para la enfermedad respecto a la variedad Asteroid.....	85
1.8.	Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para la enfermedad respecto a la variedad Scrabble.....	85
1.9.	Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para la enfermedad respecto a la variedad Planet.....	86

1.10. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para la altura respecto a la variedad Asteroid	86
1.11. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para la altura respecto a la variedad Scrabble	87
1.12. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para la altura respecto a la variedad Planet	87
1.13. Análisis de rentabilidad económica	88
1.14. Propuesta de nuevo diseño experimental	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lígula y unión de Cebada. FUENTE: UPNA (2019).	13
Figura 2. Mancha típica en hoja bandera de helmintosporiosis rayada. FUENTE: Martín y Lezáun, (2015).....	18
Figura 3. Mancha reticulada de helmintosporiosis reticular. FUENTE: Martín y Lezáun (2015).	19
Figura 4. Mancha típica de rincosporiosis en hoja. FUENTE: Centro de protección vegetal (2004).	19
Figura 5. Manchas de oídio en hoja. FUENTE: Molina Cano et al., (1989).....	20
Figura 6. Raíz afectada por la enfermedad Mal de pie. FUENTE: Agroware (2017).....	21
Figura 7. Ataque virus del enanismo. FUENTE: Molina Cano et al., (1989).	21
Figura 8. Campo afectado por zabro. FUENTE: Martín y Lezáun, (2015).	22
Figura 9. Calamovius filum en estado adulto. FUENTE: Martín y Lezáun (2015).	22
Figura 10. Rhopalosiphum padi en cebada. FUENTE: Martín y Lezáun (2015).....	23
Figura 11. Triángulo de la enfermedad de las plantas de Stevens. FUENTE: Poole et al. (2014).	24
Figura 12. Parcela del ensayo experimental de evaluación de fungicidas ubicada en Zuera (Zaragoza).	27
Figura 13. Ubicación del municipio de Zuera. FUENTE: MAPA (2021c).....	31
Figura 14. Vista aérea de la parcela. FUENTE: MAPA (2021e).	32
Figura 15. Vista aérea aproximada de la parcela. FUENTE: MAPA (2021e).	32
Figura 16. Croquis con el diseño experimental del ensayo.....	42
Figura 17. Siembra del ensayo.	43
Figura 18. Aplicación de los tratamientos.....	44
Figura 19. Muestra de planta afectada de la variedad Asteroid.....	44
Figura 20. Muestra de planta afectada de la variedad Scrabble.....	45
Figura 21. Muestra de planta afectada de la variedad Planet.....	45
Figura 22. Muestra de planta recogida antes de cosecha.	45

Figura 23. Cosechadora empleada en el ensayo.	46
Figura 24. Evaluación de la afección por enfermedades de la parcela.	48
Figura 25. Croquis del ensayo actual.	66
Figura 26. Croquis de la propuesta de ensayo.	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Superficie cosechada (ha) y producción (t), de los cinco cereales más extendidos a nivel mundial en el año 2019. FUENTE: FAOSTAT (2021).....	6
Tabla 2. Superficie cosechada (ha) y producción (t) de los principales cereales en Europa, 2019. FUENTE: FAOSTAT (2021).....	7
Tabla 3. Área cosechada (ha) y producción (t) de los principales cereales en España, obtenida en el año 2019. FUENTE: MAPA (2021).	8
Tabla 4. Producción (t), superficie (ha) y rendimiento (t/ha) del cultivo de cebada en Aragón entre los años 2014-2020. FUENTE: Centro de transferencia Agroalimentaria del Gobierno de Aragón (2021a).	11
Tabla 5. Composición química de la cebada. FUENTE: Osca (2013).....	12
Tabla 6. Recomendaciones de abonado para cebada. FUENTE: López (2010).....	17
Tabla 7. Resultados del análisis de la textura del suelo (% de cada tamaño de partícula).	33
Tabla 8. Resultado del análisis fisicoquímico de suelo.	34
Tabla 9. Datos de temperatura (°C) durante el periodo de ensayo. FUENTE: elaboración propia a partir de datos de la red SIAR (2021).....	35
Tabla 10. Precipitación total durante el periodo de ensayo. FUENTE: elaboración propia a partir de datos de la red SIAR (2021).....	36
Tabla 11. Manejo del cultivo.....	46
Tabla 12. Valor porcentual del grado de afección.....	47
Tabla 13. Datos medios y desviación estándar obtenidos en el ensayo en función de los fungicidas aplicados. (RTOC: rendimiento corregido; Pe: peso específico).	51
Tabla 14. Datos medios y desviación estándar obtenidos en el ensayo en función de la variedad. (RTOC: rendimiento corregido; Pe: peso específico).....	52
Tabla 15. Prueba ANOVA de efectos inter-sujetos para el efecto de fungicidas y variedades sobre las variables estudiadas.....	53
Tabla 16. Efecto del tipo de fungicida sobre el grado de afección (%) por enfermedad fúngica, seleccionando por variedad. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos dentro de una misma variedad	60

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Contribución por continentes a la producción (izquierda) y superficie cosechada (derecha) de cebada a nivel mundial. FUENTE: FAOSTAT (2021).....	6
Gráfico 2. Superficie cosechada (ha) y producción (t) de cebada en España, obtenida en el año 2018. FUENTE: MAPA (2021).....	8
Gráfico 3. Evolución de la superficie (ha) de cereal estimada en España entre 2016 y 2019. FUENTE: FACA (2021).....	9
Gráfico 4. Evolución de la superficie (ha) de cebada estimada en España entre 2016 y 2019. FUENTE: FACA (2021).....	9
Gráfico 5. Diagrama ombrotérmico para el periodo de ensayo. FUENTE: elaboración propia a partir de datos de la red SIAR (2021).....	37
Gráfico 6. Temperatura media (°C) entre los meses de diciembre y junio desde el año 2010 hasta el 2021. FUENTE: elaboración propia a partir de los datos de la red SIAR (2021).	38
Gráfico 7. Suma de precipitaciones (mm) entre los meses de diciembre y junio desde el año 2010 hasta el 2021. FUENTE: elaboración propia a partir de los datos de la red SIAR (2021).	38
Gráfico 8. Rendimiento medio (kg/ha) del cultivo en función del fungicida aplicado. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos fungicidas ($p < 0,05$; test de Tukey).	54
Gráfico 9. Peso Específico medio (kg/hl), media del ensayo y media del testigo. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p > 0,05$; Prueba T2 de Tamhane).	55
Gráfico 10. Afección media (%), media del ensayo y media del testigo. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p > 0,05$; Prueba de Kruskall-Wallis).....	56
Gráfico 11. Media de las alturas (cm), media del ensayo y media del testigo. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p > 0,05$; Prueba de Kruskall-Wallis).	57
Gráfico 12. Rendimiento medio (kg/ha), media para cada variedad y media del ensayo. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$; Prueba de Tukey).....	58
Gráfico 13. Peso Específico medio (kg/hl), medias para cada variedad y media total del ensayo. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p > 0,05$; Prueba T2 de Tamhane).	59

Gráfico 14. Altura media de la variedad Asteroid (cm). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p > 0,05$; Prueba de Kruskal-Wallis).....	60
Gráfico 15. Altura media de la variedad Scrabble (cm). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p > 0,05$; Prueba de Kruskal-Wallis).....	61
Gráfico 16. Altura media de la variedad Planet (cm). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p > 0,05$; Prueba de Kruskal-Wallis).....	62
Gráfico 17. Diferencia de rentabilidad económica entre el testigo y los tratamientos (€/ha).	65

RESUMEN

Este proyecto surge de un convenio de colaboración entre el Centro de Sanidad y Certificación Vegetal (CSCV) del Gobierno de Aragón y la Escuela Politécnica Superior – Universidad de Zaragoza, cuyo objetivo es la puesta en marcha de acciones dirigidas a la investigación en aspectos relacionados con la protección vegetal y la mejora de los medios de producción en cultivos extensivos. Entre otras actividades, desde el CSCV se llevan a cabo ensayos experimentales de campo para la evaluación del efecto de productos fitosanitarios (herbicidas y fungicidas) en cultivos extensivos, sobre todo en cereal de invierno.

Este trabajo se centra en uno de los ensayos desarrollados por este centro en la campaña agrícola 2020 – 2021, ubicado en la localidad de Zuera (Zaragoza).

Se ha llevado a cabo la evaluación de cinco tratamientos fungicidas sobre tres variedades de cebada. Se determinó el efecto de la aplicación de varios productos fungicidas sobre algunos parámetros productivos: rendimiento, peso específico y altura de las plantas; se realizó un seguimiento a lo largo del cultivo de la afección por enfermedades, en concreto, rinosporiosis y helmintosporiosis.

Dos de los cinco fungicidas aplicados sobre la cebada (T2 y T3) obtuvieron unos rendimientos medios superiores a la media total del ensayo y resultaron ser los tratamientos más rentables económicamente. Además, la variedad *Planet* resultó ser la más productiva.

Palabras clave: cereal, fitosanitarios, enfermedades fúngicas, rinosporiosis, helmintosporiosis

ABSTRACT

This work arises from a collaboration agreement between the Centro de Sanidad y Certificación Vegetal (CSCV) of the Aragon Government and the Escuela Politécnica Superior - University of Zaragoza, whose objective is the implementation of actions aimed at the research of aspects related to plant protection and improvement of crop yields in extensive crops. Among other activities, the CSCV carries out field trials to evaluate the effect of phytosanitary products (herbicides and fungicides) in extensive crops, especially in winter cereals.

This work focuses on a specific trial developed by this center in the 2020-2021 agricultural season, located in the town of Zuera (Zaragoza).

An evaluation of five fungicide treatments has been carried out on three varieties of barley. The effect of the application of some fungicide products on some productive parameters was determined: crop yield, grain density, and height of the plants. A monitoring was carried out throughout crop development considering plant diseases, specifically, rhinosporium and helminthosporium.

Two of the five fungicides applied to barley (T2 and T3) obtained an average yield higher than the total average of the test. These treatments resulted the most economically advantageous. In addition, Planet variety was the most productive.

Keywords: cereal, phytosanitary, fungal diseases, rincosporiosis, helmintosporiosis.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Aspectos generales del cultivo de la cebada

1.1.1. Taxonomía e Historia

La cebada pertenece a la familia *Gramineae* (*Poaceae*) la cual se compone de unos 650 géneros y 10.000 especies. La cebada de interés agronómico pertenece a la especie *Hordeum vulgare* L. de la cual se aprovecha tanto la cariopsis para pienso o cerveza, como las hojas y el tallo para forraje. A su vez, se pueden distinguir dos tipos de cebada según el número de flores fértiles por artejo del raquis, de dos carreras y de seis carreras.

Hace unos 10.000 años, el hombre del neolítico comenzó a domesticar algunas poblaciones silvestres de *Hordeum spontaneum* (cebada de dos carreras con el raquis frágil que dispersa sus semillas una vez madura), estas plantas se caracterizaban por poseer un raquis tenaz, facilitando así su cosecha al no perder sus semillas una vez alcanzada la madurez. Con la selección de aquellas poblaciones silvestres de *Hordeum spontaneum*, se obtuvo un nuevo tipo de planta cultivada, debido a la mutación producida de forma natural miles de veces en la historia de la especie (Molina Cano *et al.*, 1989).

Este hecho se ubica en la zona geográfica de Mesopotamia, concretamente en la región que se conocía como Creciente Fértil y tres mil años después se extendió a Europa, siendo España el punto de inicio de la expansión. También se extendió por el límite occidental en Marruecos y el límite oriental entre China, Nepal e India. Por todo ello, no se considera que la cebada tenga un punto de origen (zona de domesticación) únicamente, sino que es la mezcla de todos ellos (Mateo, 2005).

1.1.2. Representación del cultivo de cebada a nivel mundial, europeo, nacional y autonómico

La cebada es uno de los cultivos más extendidos mundialmente, concretamente, Europa es el continente con mayor producción de este cereal, siendo el segundo cultivo más generalizado por detrás del trigo. En un inicio, la cebada era destinada en su totalidad a la alimentación humana, tiempo después fue sustituida por el trigo, debido a que el grano de éste era de mayor calidad. Actualmente, las producciones de cebada van dirigidas tanto a alimentación animal como a materia prima para la elaboración de cerveza. (Osca, 2013).

Considerando los últimos datos estadísticos publicados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT, 2021), los cultivos más

extendidos a nivel mundial son trigo, maíz, arroz, cebada y sorgo, situándose la cebada en el cuarto puesto con mayor producción y área cosechada. Según las estadísticas reflejadas en la Tabla 1, en el año 2019, 51 millones de hectáreas fueron destinadas al cultivo de cebada obteniendo una producción de casi 160 millones de toneladas de grano.

Tabla 1. Superficie cosechada (ha) y producción (t), de los cinco cereales más extendidos a nivel mundial en el año 2019. FUENTE: FAOSTAT (2021).

	PRODUCCIÓN (t)	SUPERFICIE COSECHADA (ha)
<i>Trigo</i>	765.769.635	215.901.958
<i>Maíz</i>	1.148.487.291	197.204.250
<i>Arroz</i>	755.473.800	162.055.938
<i>Cebada</i>	158.979.610	51.149.869
<i>Sorgo</i>	57.893.378	40.074.667

Como se puede observar en el Gráfico 1, el cual recopila datos comprendidos entre los años 2000 y 2019, Europa se coloca por encima del resto de continentes con el 62% de la producción mundial y el 50% respecto a la superficie cosechada; le sigue Asia como el segundo mayor productor del mundo, con el 15% del total.

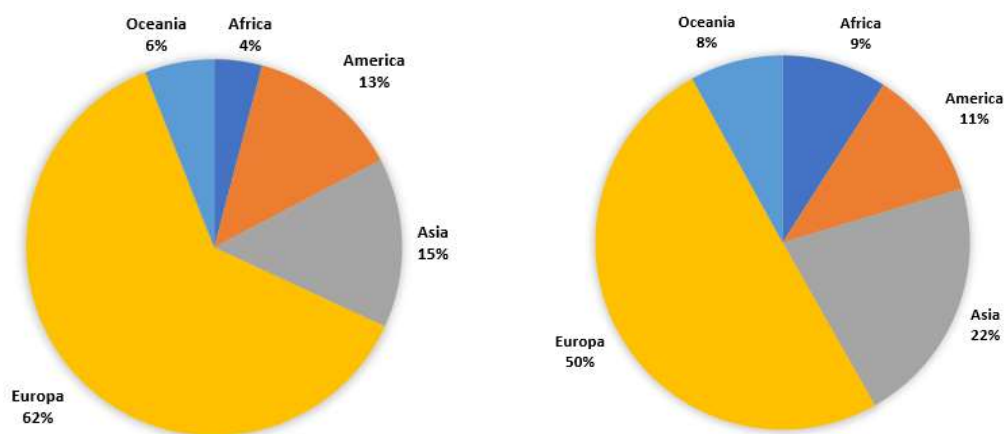


Gráfico 1. Contribución por continentes a la producción (izquierda) y superficie cosechada (derecha) de cebada a nivel mundial. FUENTE: FAOSTAT (2021).

La Tabla 2 muestra la superficie cultivada y la producción de los principales cereales en Europa. Se puede afirmar que la cebada es el tercer cultivo con mayor producción a nivel europeo alcanzando la cifra de aproximadamente 96 millones de toneladas, por detrás

del trigo (266 millones de toneladas) y el maíz (133 millones de toneladas); si hablamos de superficie cosechada, la cebada ocupa el segundo puesto con aproximadamente 24 millones de hectáreas frente a los 62 millones de hectáreas del trigo.

Tabla 2. Superficie cosechada (ha) y producción (t) de los principales cereales en Europa, 2019.
FUENTE: FAOSTAT (2021).

	PRODUCCIÓN (t)	SUPERFICIE COSECHADA (ha)
<i>Trigo</i>	266.122.709	62.385.441
Cebada	95.634.161	24.222.012
<i>Maíz</i>	132.773.194	18.353.189
<i>Avena</i>	13.620.168	5.450.230
<i>Centeno</i>	11.058.570	3.516.417
<i>Triticale</i>	13.046.490	3.402.642
<i>Cereales mezcla</i> ¹	3.225.235	1.169.725
<i>Trigo sarraceno</i>	888.446	865.824
<i>Arroz, cáscara</i>	4.023.638	623.432
<i>Mijo</i>	629.274	457.384
<i>Cereales nep</i> ²	669.390	327.567
<i>Sorgo</i>	1.369.774	322.494

¹ mezcla de especies cereales que se siembran y recogen juntos; ² no especificado ni incluido en ninguna otra parte.

Según datos de esta misma fuente (FAOSTAT, 2021), en el año 2019, Rusia fue el país europeo con mayor área cosechada, alrededor de 8,5 millones de hectáreas y a su vez, también fue el país de mayor producción con casi 20,5 millones de toneladas. Respecto al área cosechada, España se situó en segundo lugar con casi 2,7 millones de hectáreas; por otro lado, a nivel de producción, Francia fue el segundo país con mayor producción con un total de 13,5 millones de toneladas de grano.

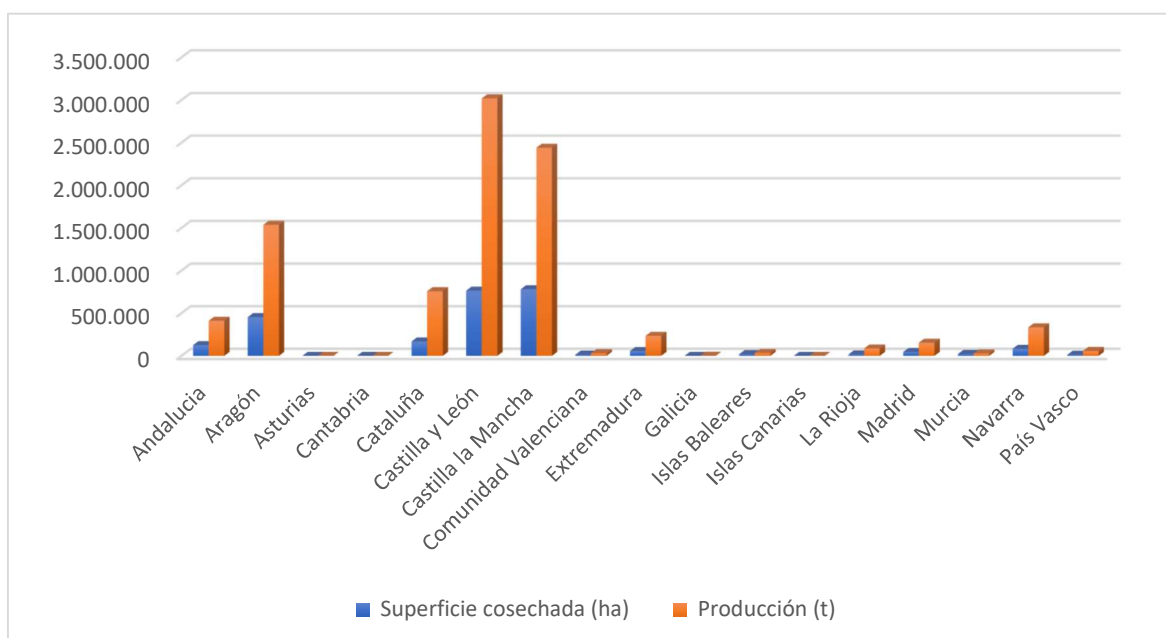
A nivel nacional, la cebada es el cultivo más extendiendo, seguido de trigo y maíz. Según el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) del Gobierno de España, en el año 2019, se destinaron un total de 2,7 millones de hectáreas a este cultivo, obteniéndose una producción aproximada de 7,7 millones de toneladas. Dichos datos pueden visualizarse en la Tabla 3, adaptada del MAPA (2021).

Tabla 3. Área cosechada (ha) y producción (t) de los principales cereales en España, obtenida en el año 2019. FUENTE: MAPA (2021).

	PRODUCCIÓN (t)	ÁREA COSECHADA (ha)
Cebada	7.744.150	2.693.510
<i>Trigo</i>	6.041.170	1.920.090
<i>Maíz</i>	4.184.460	356.830
<i>Avena</i>	841.200	453.430
<i>Triticale</i>	778.780	250.780
<i>Centeno</i>	599.970	138.090
<i>Arroz, cáscara</i>	261.550	103.370
<i>Cereales mezcla</i> ¹	86.170	43.930
<i>Cereales nep</i> ²	25.850	9.120
<i>Sorgo</i>	25.730	6.560

¹ mezcla de especies cereales que se siembran y recogen juntos; ² no especificado ni incluido en ninguna otra parte.

El mayor productor de cultivo de cebada a nivel nacional es Castilla y León, obteniendo una producción de 3 millones de toneladas de grano en el año 2018, correspondiente al 30% de la producción total de España, le siguen Castilla la Mancha (27%) y Aragón (17%). Estos datos se reflejan en el Gráfico 2.

**Gráfico 2.** Superficie cosechada (ha) y producción (t) de cebada en España, obtenida en el año 2018. FUENTE: MAPA (2021).

Por otro lado, como se indica en el Gráfico 3, proporcionado por la Federación Aragonesa de Cooperativas Agrarias (FACA, 2021), se puede observar como la superficie de cultivo destinada al cereal en el año 2019 ha mostrado un descenso respecto al año 2016. Para el caso del cultivo de la cebada, como se observa en el Gráfico 4, se observa lo contrario, se aprecia un incremento de la superficie destinada para dicho cultivo.

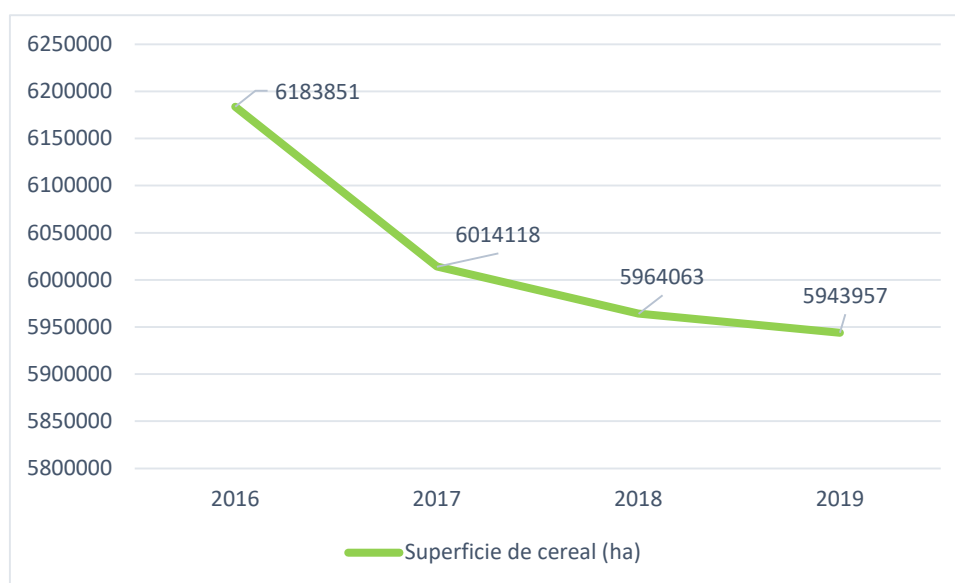


Gráfico 3. Evolución de la superficie (ha) de cereal estimada en España entre 2016 y 2019. FUENTE: FACA (2021).

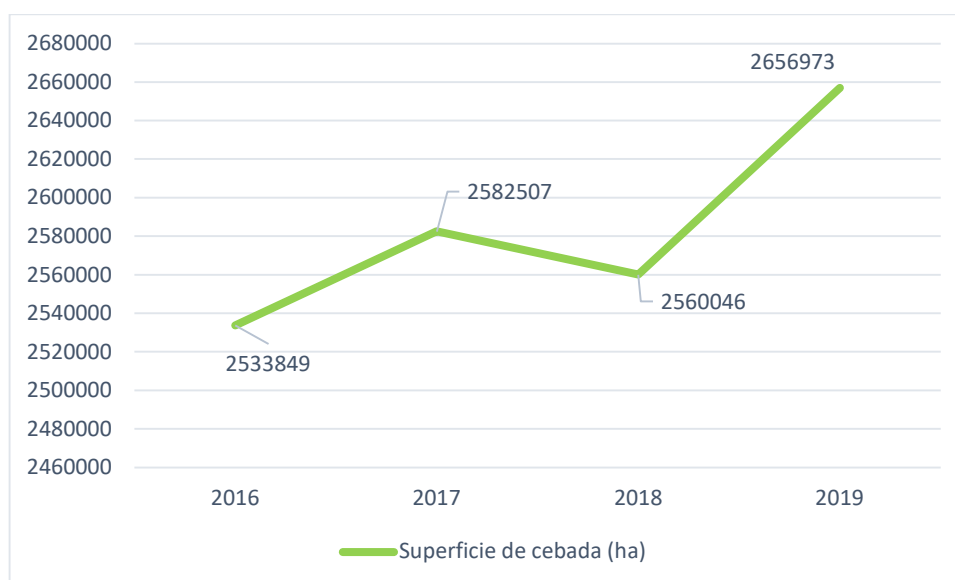


Gráfico 4. Evolución de la superficie (ha) de cebada estimada en España entre 2016 y 2019. FUENTE: FACA (2021).

El Gráfico 5 muestra la comparativa de rendimientos de cebada a nivel nacional entre los años 2019 y 2020 (Cooperativas Agroalimentarias, 2020). Se observa un incremento general en los rendimientos de un año a otro, con excepción del País Vasco, donde se observa una disminución de estos. Cabe destacar que La Rioja es una de las comunidades autónomas que menor superficie de cosecha y producción posee, pero, en cambio, el rendimiento de cultivo que obtuvo en el año 2020 es el más alto, muy seguido del País Vasco y de Navarra.

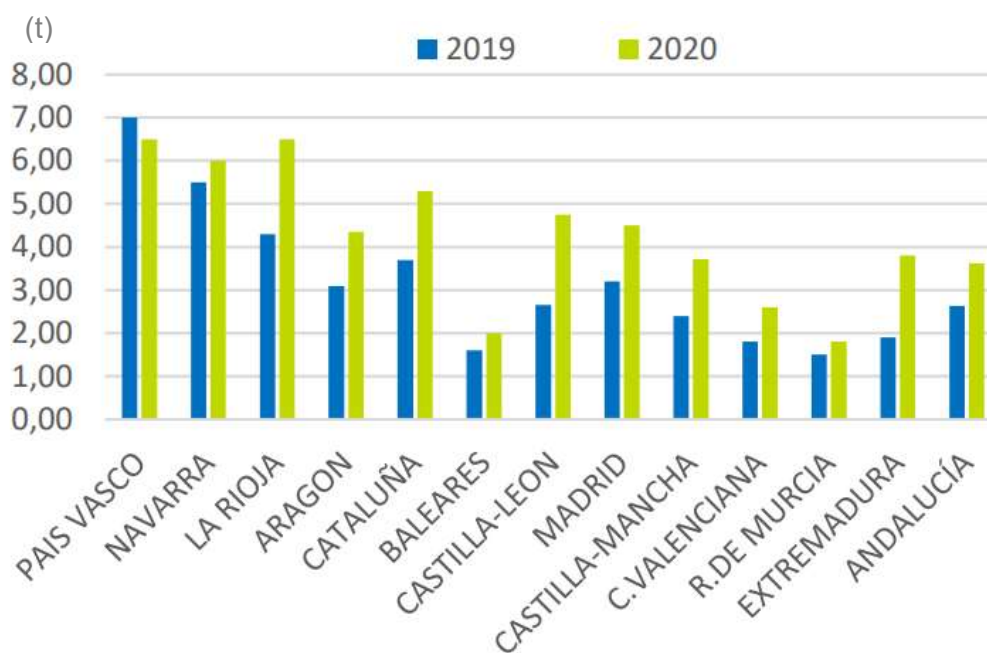


Gráfico 5. Comparativa del rendimiento estimado del cultivo de cebada entre los años 2019 y 2020. FUENTE: Cooperativas agroalimentarias de España (2020).

En Aragón, la campaña de cereal 2020-2021 se vio favorecida por los periodos de lluvias, lo que se tradujo en un beneficio general en las cosechas, en contraste con la campaña de cultivos de verano, en la que el pedrisco provocó daños en torno a las 30.000 ha de cultivo. El cultivo de cebada de regadío en Aragón obtuvo producciones más homogéneas respecto a los secanos, pero, en general, fue una campaña en la que se alcanzó una mayor calidad del grano en comparación con la campaña anterior (Red ARAX, 2021).

Como muestra la Tabla 4, a nivel provincial se obtuvo un incremento tanto de producción como de rendimiento para el cultivo de cebada, siendo la provincia de Huesca, un año más, la mayor productora de grano de cebada de Aragón. A su vez, la provincia de

Teruel, con la misma superficie de cultivo que en el año 2019, obtuvo casi el doble de producción y rendimiento respecto al año anterior.

Tabla 4. Producción (t), superficie (ha) y rendimiento (t/ha) del cultivo de cebada en Aragón entre los años 2014-2020. FUENTE: Centro de transferencia Agroalimentaria del Gobierno de Aragón (2021a).

CEBADA		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Media 14-20
Producción (t)	HUESCA	674.482	680.936	778.693	768.645	852.546	795.351	899.940	778.656
	TERUEL	168.201	222.374	258.619	145.531	243.502	246.795	452.476	248.214
	ZARAGOZA	456.924	467.644	566.700	446.771	548.572	566.184	731.909	540.672
	TOTAL	1.299.607	1.370.954	1.604.012	1.360.947	1.644.620	1.608.330	2.084.325	1.567.542
Superficie (ha)	HUESCA	195.744	178.968	175.962	174.107	189.934	175.397	181.461	181.653
	TERUEL	106.877	104.402	88.698	99.879	91.848	104.542	102.968	99.888
	ZARAGOZA	180.524	164.325	153.473	166.672	170.119	194.989	194.252	174.908
	TOTAL	483.145	447.695	418.133	440.658	451.901	474.928	478.682	456.449
Rendimiento (t/ha)	HUESCA	3,45	3,80	4,43	4,41	4,49	4,53	4,96	4,29
	TERUEL	1,57	2,13	2,92	1,46	2,65	2,36	4,39	2,48
	ZARAGOZA	2,53	2,85	3,69	2,68	3,22	2,90	3,77	3,09
	TOTAL	2,69	3,06	3,84	3,09	3,64	3,39	4,35	3,43

1.1.3. Características botánicas, morfológicas y fisiológicas del cultivo

Las cebadas cultivadas a nivel mundial poseen el mismo número de cromosomas $2n = 14$, es decir se trata de una cebada diploide.

Las variedades de cebada con grano vestido se caracterizan por una cariósida recubierta por las glumillas, en cambio las variedades con grano desnudo, destinadas a obtener mayores pesos específicos, carecen de glumillas adheridas. El valor nutritivo del grano depende de la variedad de cebada según su aptitud o aprovechamiento, como puede ser para pienso o cerveza (Osca, 2013). En la Tabla 5 se puede observar un ejemplo de la composición química de la cebada consultado en la bibliografía, aunque se trata de valores aproximados, ya que la composición puede variar en función de la variedad, como se ha comentado anteriormente, de las condiciones edafoclimáticas e incluso del sistema de cultivo (Contreras-López, *et al.* 2008).

Tabla 5. Composición química de la cebada. FUENTE: Osca (2013).

	% (PESO/PESO)
<i>Humedad</i>	12,0
<i>Almidón</i>	74,6
<i>Proteínas</i>	13,1
<i>Fibra</i>	6,0
<i>Grasa</i>	2,1
<i>Azúcares</i>	2,5
<i>Cenizas</i>	3,1

1.1.3.1. Aparato vegetativo

El aparato vegetativo de la cebada está compuesto por: sistema radicular, tallo y hojas.

La cebada posee un sistema radicular fasciculado; en los primeros 20-25 cm del suelo se encuentra el 60% de la biomasa radicular que puede llegar a alcanzar longitudes de 1,20 m. Se trata de un cultivo sensible al encamado, lo que puede ser causado por presentar un tallo flexible. Las hojas de la cebada, en comparación con las hojas del trigo, son de un color verde más claro y con una forma ligeramente más estrecha. Poseen un par de aurículas grandes y glabras, éstas se pueden ver a simple vista por un color verde más claro que el resto de la hoja, incluso blanco. Estas aurículas se encuentran abrazadas al tallo. Tanto limbos como vainas suelen ser glabros (Osca, 2013).



Figura 1. Lígula y unión de Cebada. FUENTE: UPNA (2019).

La cebada no presenta un número de tallos constante, ya que depende de la variedad cultivada y, sobre todo, de agentes externos como son las condiciones ambientales. Se puede decir que posee una alta capacidad de ahijamiento.

1.1.3.2. Aparato reproductor

La cebada posee una inflorescencia en espiga compuesta por un número variable de nudos, entre 20 y 30, ubicados en el raquis. En el nudo están insertadas las espiguillas que se posicionan de forma alterna alrededor del raquis. Cada nudo está compuesto por 3 espiguillas que, en la fase de floración, darán lugar a una flor y, tras la fecundación, cada flor se convertirá en grano. Si se trata de la variedad de cebada de seis carreras, se obtendrán tres filas de granos a cada lado del raquis, por el contrario, la variedad de dos carreras posee dos filas de granos (Osca, 2013).

1.1.4. Exigencias del cultivo

La cebada, al igual que el trigo, es uno de los cultivos que posee mayor disparidad de ubicaciones de cultivo, esto es debido a su condición de adaptación a muchos tipos de climas y suelos.

Se trata de un cultivo de clima templado, teniendo mayor crecimiento y desarrollo en climas frescos y moderadamente secos. Posee una mala adaptación a climas húmedos y cálidos, debido a la incidencia de enfermedades. Por otro lado, soporta de forma notable temperaturas altas en climas secos o la elevada humedad característica de los climas frescos. El periodo vegetativo del cultivo de la cebada necesita de una temperatura óptima para su crecimiento igual a 15 °C y de 17-18 °C en la fase de espigado (Mateo, 2005).

El desarrollo del cultivo es más favorable en suelos que poseen un pH entre 6,0 y 8,5, adaptándose mejor a suelos básicos. A su vez, los suelos francos o ligeramente arcillosos son los más adecuados para este cultivo.

La cebada posee la capacidad de iniciar su fase vegetativa en condiciones de escasez hídrica, esto se debe a que el nivel de transpiración es más bajo que el de otros cereales de invierno. Las necesidades hídricas durante el ciclo de cultivo para obtener una producción en torno a 4 t de grano se sitúan alrededor de 450-500 mm. No obstante, la cebada es capaz de producir en climas semiáridos donde la pluviometría es inferior a 300 mm. La fase crítica de mayor requerimiento hídrico está comprendida entre la fase final del encañado y el espigado (Mateo, 2005).

Se trata de un cultivo de día largo, por ello requiere de un fotoperiodo igual a 12-13 h para impulsar la fase de floración. El ciclo de la cebada puede variar en el tiempo dependiendo de si se trata de cebadas primaverales, invernales o alternativas. Las de tipo primaveral tardan como máximo 120 días en completar su ciclo, con una integral térmica de 1600-1700 °C/día; las cebadas alternativas, aptas para la siembra tanto en primavera como en invierno, necesitan de unos 180 días y, finalmente, las variedades de cebada de invierno completan su ciclo a los 250 días, con una integral térmica igual a 2000 °C/día (Mateo, 2005).

1.1.5. Técnicas de cultivo

La elección de una técnica de cultivo no consiste solo en decidir qué tipo de variedad se desea sembrar, sino que conlleva una serie de decisiones a nivel estratégico, táctico y operacional. Estas decisiones son tales como la elección de la superficie a cultivar y la preparación previa del terreno seleccionado, la planificación de las operaciones sobre el cultivo como es el caso del abonado, riego y uso de fitosanitarios, también la elección de fechas y densidades de siembra.

Para el caso de los cereales, las técnicas culturales son bastantes similares, aunque siempre existe alguna peculiaridad dependiendo del cultivo. En este apartado se detallan algunas técnicas de cultivo de cebada:

1.1.5.1. Preparación del terreno

La cebada es un cultivo que requiere de unas labores relativamente profundas, teniendo en cuenta que una tierra demasiado hueca desfavorece el proceso de nascencia, por ello, se considera beneficioso pasar un rodillo justo antes de la siembra y en el momento

después de ésta. Se debe tener en cuenta que esta práctica resulta más compleja en presencia de suelos arcillosos debido a la adherencia de la tierra al rodillo, lo que puede ocasionar que se destape alguna semilla (Guerrero, 1999). Existen tres formas de manejo del suelo:

LABOREO CONVENCIONAL

Consiste en el volteo del terreno para enterrar los restos vegetales del cultivo que le precede. Para esta labor se hace uso principalmente de arado de vertedera, aunque también puede hacerse uso de gradas de disco. De esta forma se consigue romper la estructura del suelo y el volteo de éste. Posteriormente se realiza una labor presiembra con aperos que allanen el terreno y desmenucen los terrones existentes, tales como rastras, rulo/molón, cultivador, etc. (EUSTAT, 2021.).

MÍNIMO LABOREO

Esta técnica es el punto intermedio entre laboreo convencional y siembra directa. Fundamentalmente consiste en mantener parte de los restos vegetales del cultivo anterior para el control de la erosión, la cual es causada, entre otros factores, al invertir la tierra. Para desarrollar esta técnica de cultivo, el suelo se trabaja de forma vertical con la ayuda de subsolador o chisel.

SIEMBRA DIRECTA (NO LABOREO)

En este caso, no se realiza ninguna labor previa a la siembra, ya que se dejan los restos vegetales del cultivo anterior y la estructura del suelo sin alterar, teniendo así un control mayor de la erosión del suelo. El control de malas hierbas se lleva a cabo con el uso de herbicidas durante la campaña del cultivo, así como con una correcta planificación de rotaciones en cada parcela (EUSTAT, 2021).

Con el paso de los años, las técnicas de siembra directa o mínimo laboreo han alcanzado cada vez más éxito entre los agricultores frente al uso de la técnica convencional. Esto se debe a que ambas técnicas requieren menor mano de obra y maquinaria para el manejo del cultivo, lo que está directamente relacionado con una disminución de gastos económicos. A su vez, tanto siembra directa como mínimo laboreo son técnicas que tienen implicaciones favorables sobre el medioambiente.

1.1.5.2. Siembra

Normalmente se emplean semillas previamente seleccionadas, en este proceso se eliminan todos los granos de otras especies existentes, así como los granos de cebada que poseen un calibre no deseado. También se les suele realizar un tratamiento fungicida para el control de enfermedades transmitidas por semilla. Esta labor se lleva a cabo en los centros de acondicionamiento de grano y multiplicación de semillas autorizados. En el caso de la cebada se aconseja usar una dosis de siembra entorno a los 150-200 kg/ha, dependiendo del peso de los mil granos (PMG) de cada una de las variedades, de tal forma que la siembra será de unos 400 granos/m² (InfoAgro, 2021).

El momento de siembra depende de varios factores, entre ellos estaría la clase varietal y el ciclo vegetativo, siendo otoño el momento de siembra más habitual a nivel nacional, aunque cabe destacar que la cebada es un cultivo que se ve afectado por las heladas, por lo que hay que tenerlo en cuenta a la hora de seleccionar el momento de siembra, sobre todo en regiones templadas y cálidas (Guerrero, 1999).

Para la siembra puede hacerse uso de una sembradora de reja o bota la cual puede modificar la estructura del suelo, siendo recomendable en algunas ocasiones el uso del rodillo una vez terminada la siembra para conseguir un correcto contacto entre la semilla y el suelo. Por el contrario, si se utiliza una sembradora de disco, ésta no modifica la estructura del suelo.

1.1.5.3. Abonado

El cultivo de cebada comienza a asimilar nutrientes procedentes del suelo en su fase vegetativa, siendo éste el punto óptimo de mayor absorción seguidamente va disminuyendo la toma de nutrientes hasta el final del ciclo de cultivo.

La cebada demanda principalmente aportaciones de nitrógeno, fósforo y potasio, concretamente, el cultivo de la cebada realiza unas extracciones medias entorno a los 26,0 kg de N, 20,5 kg de P₂O₅ y 25,0 kg de K₂O, siendo estas cantidades referidas a hectárea y tonelada producida.

La calidad del grano se puede ver afectada con las aportaciones de nitrógeno, es decir, si estamos ante una cebada maltera, a mayor proporción de nitrógeno menor calidad del grano, ya que las cebadas malteras no pueden sobrepasar un determinado porcentaje de proteína, en el caso de la cebada destinada a pienso ocurre todo lo contrario, se aumenta la riqueza proteica con aportaciones altas de nitrógeno. A su vez, un exceso de

nitrógeno favorecerá el encamado, siendo la cebada un cultivo muy sensible a ello (Molina Cano *et al.*, 1989).

El fósforo sería otro de los elementos claves que están directamente relacionados con el rendimiento en grano del cultivo. A su vez, este mineral también ayuda al desarrollo del sistema radicular y activa el proceso de floración.

El potasio es el encargado de aumentar la resiliencia de la planta frente a las condiciones climáticas como pueden ser las sequías o las heladas, además aporta beneficios directos para obtener un mayor calibre de grano (Grupo CT, 2021).

Las estrategias de abonado son dos: abonado de fondo (siendo su momento de aplicación justo antes de la siembra o casi a la par de ésta), en el que se realizan aportes de fósforo, potasio y parte de nitrógeno; y, por otro lado, la estrategia de abonado de cobertera (se realiza durante el crecimiento y desarrollo del cultivo), que se realiza según las necesidades de la planta con compuestos como pueden ser el calcio, magnesio o azufre, así como la proporción de nitrógeno necesaria para completar las necesidades del cultivo.

A continuación, la Tabla 6, muestra una orientación para la aplicación correcta de fertilizante mineral en relación con la producción final esperada.

Tabla 6. Recomendaciones de abonado para cebada. FUENTE: López (2010).

PRODUCCIÓN (kg/ha)	ABONADO DE FONDO (kg/ha)			COBERTERA (kg N/ha)
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
<i>Hasta 2000</i>	15-20	35-40	20-30	30-40
<i>2000-3000</i>	20-25	45-70	25-45	40-65
<i>3000-4000</i>	25-35	60-90	40-65	65-85
<i>Más de 4000</i>	35-40	80-130	60-90	85-110

1.1.6. Principales enfermedades y plagas

La cebada puede verse afectada por agentes externos causantes de enfermedades y/o plagas. Las principales enfermedades pueden ser de dos tipos:

1.1.6.1. Origen fúngico

HELMINTOSPORIOSIS

Se conocen dos tipos de helmintosporiosis:

- Mancha rayada de la hoja:

Este tipo de helmintosporiosis es originada por el hongo *Drechslera graminea* (Rabenh.) Shoemaker / *Helminthosporium gramineum* (Rabenh). La planta afectada por este hongo presenta manchas de tonos marrones que se extienden de forma longitudinal por la hoja. Esta enfermedad es transmitida por semilla, pudiéndose controlar de forma previa con una buena elección del lote de semillas.



Figura 2. Mancha típica en hoja bandera de helmintosporiosis rayada. FUENTE: Martín y Lezáun, (2015).

- Mancha reticulada de la hoja:

Es causada por el hongo *Drechslera teres* (Sacc.) Shoemaker / *Helminthosporium teres* Sacc. Se caracteriza por la presencia de manchas de color café y tanto la forma como la distribución es dispar. Dichas manchas se expanden con el crecimiento de la hoja extendiéndose a lo largo de ésta. El momento óptimo de desarrollo de este hongo es en la fase de encañado y formación del grano.



Figura 3. Mancha reticulada de helmintosporiosis reticular. FUENTE: Martin y Lezáun (2015).

RINCOSPORIOSIS

Enfermedad inducida por el hongo *Rhynchosporium secalis* (Oudem) J.J. Davis / *Marssonina secalis* (Oudem). Dicha enfermedad presenta manchas elípticas de color café claro en el interior y tonalidad oscura en la parte externa. Pueden aparecer en la totalidad de la planta, pero con mayor frecuencia en glumas y hojas, siendo las hojas basales el punto de inicio de la enfermedad. Es capaz de desarrollarse en cualquier estado vegetativo, pero el periodo clave es la fase de encañado, coincidiendo con las lluvias y temperaturas frías.



Figura 4. Mancha típica de rincosporiosis en hoja. FUENTE: Centro de protección vegetal (2004).

OÍDIO

Enfermedad ocasionada por el hongo *Erysiphe graminis* DC. f.sp. *hordei* Marchal. Esta enfermedad presenta manchas de color verde rodeadas por zonas amarillas en aquellas hojas afectadas por el hongo. En el centro de estas manchas se puede apreciar una especie de pelusa la cual estaría formada por los órganos del propio hongo. Si dicho hongo ataca con fuerza tanto a la hoja bandera como a la propia espiga de la planta, puede llegar a producir una reducción notable de la producción. El cultivo, en las fases de encañado y llenado del grano, es muy susceptible a los efectos de este hongo.



Figura 5. Manchas de oidio en hoja. FUENTE: Molina Cano *et al.*, (1989).

MAL DE PIE

Enfermedad producida por el hongo *Gaeumannomyces Graminis* (Sacc.) Arx y Olivier var. *Tritici* J. Walker / *Ophiobolus graminis* (Sacc.) Sacc. La principal característica apreciable en el cultivo es la presencia de raíces de color negro en su interior en las primeras etapas del desarrollo. Una vez avanzado el cultivo, este color negro se expande a la parte inferior del tallo y a toda la raíz. Este hongo se expande de forma rápida en condiciones de mucha humedad.



Figura 6. Raíz afectada por la enfermedad Mal de pie. FUENTE: Agroware (2017).

1.1.6.2. Origen vírico

ENANISMO AMARILLO

Enfermedad causada por el virus *Barley Yellow Dwarf Virus* (BYDV), transmitido por pulgones y mosquitos. Se caracteriza por presentar el extremo apical de la hoja de color amarillo, extendiéndose hasta mitad de hoja. se visualiza con rapidez en los cultivos afectados, ya que el amarilleo se localiza de forma extendida por el cultivo o en una zona concreta. Este virus provoca que la planta no se desarrolle de forma normal, provocando enanismo en las plantas afectadas, lo que conlleva un rendimiento mucho menor.



Figura 7. Ataque virus del enanismo. FUENTE: Molina Cano *et al.*, (1989).

MOSAICO ESTRIADO DE LA CEBADA

Enfermedad producida por el virus *Barley stripe Mosaic virus* (BSMV). Se caracteriza por la presencia de manchas amarillas en las hojas repartidas de forma longitudinal, cabe destacar que dicho síntoma puede verse variado, dependiendo de una serie de factores como pueden ser la variedad de la cebada.

1.1.6.3. Plagas

ZABRO

Esta plaga es ocasionada por el coleóptero *Zabrus tenebroides*. El zabro ocasiona daños en el cultivo principalmente en otoño, coincidiendo con la nascencia de éste. Siendo una larva, se come el parénquima de la hoja, dejando únicamente la nervatura de ésta. A su vez, también se pueden apreciar daños en verano, una vez ha alcanzado la edad adulta; en este momento se alimenta de los granos de la espiga de la planta.



Figura 8. Campo afectado por zabro. FUENTE: Martín y Lezáun, (2015).

TRONCHAESPIGAS

Calamovius filum es un coleóptero cuya larva es la causante de los daños. Dicha larva se come la base de la espiga y, como consecuencia, la planta no puede mantenerse en pie y finalmente cae al suelo.



Figura 9. *Calamovius filum* en estado adulto. FUENTE: Martín y Lezáun (2015).

PULGÓN

Rhopalosiphum padi, homóptero de color verde, más conocido como pulgón. Los daños ocasionados por éste se centran en las fases de espigado y floración, ya que todavía no se ha producido el llenado del grano. Además, es transmisor de virus, como el del enanismo amarillo.



Figura 10. *Rhopalosiphum padi* en cebada. FUENTE: Martín y Lezáun (2015).

1.2. Uso de fungicidas como medios de lucha química contra enfermedades vegetales

1.2.1. Historia del uso de fungicidas

La necesidad de controlar las enfermedades de los cultivos surgió tras el gran periodo de hambre que sufrió Europa entorno a la década de 1840. Esta hambruna fue causada por la epidemia del tizón tardío de la patata al destruir en su totalidad los campos de este cultivo (Pérez, 2008). A partir de ese momento se comenzó a tener conciencia sobre la necesidad del uso de fungicidas, ya que los patógenos de las plantas afectaban a la producción, ocasionando a su vez problemas económicos (Morton *et al.*, 2008).

Cien años más tarde, en 1940, se establecieron los principios básicos para el control de enfermedades, que en mayor medida estaban dirigidos a los cultivos hortícolas y los tratamientos en semillas. Cabe destacar que la preocupación sobre la posible influencia negativa de los productos químicos en el medio ambiente era casi nula, tal es así, que la aplicación de los fungicidas conllevaba dosis muy elevadas, entorno a los 10-20 kg/ha, pudiendo ser productos fitotóxicos cuya aplicación no garantizaba el control de la enfermedad.

La década de 1960 a 1970 trajo consigo la expansión de la investigación de los productos fúngicos. El patólogo R.B. Stevens en 1960 llegó a la conclusión de que el

desarrollo de las enfermedades en las plantas estaba relacionado con tres factores: huésped susceptible, medio ambiente y patógeno. Stevens representó esta situación como un triángulo dinámico (Figura 11), ya que no todas las zonas tienen las mismas condiciones.

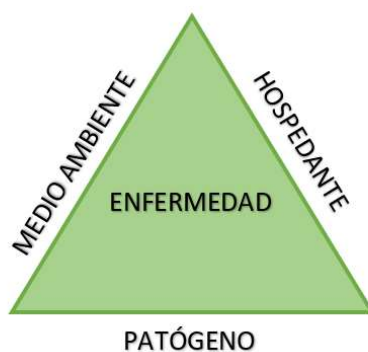


Figura 11. Triángulo de la enfermedad de las plantas de Stevens. FUENTE: Poole *et al.* (2014).

En la actualidad, la intensificación de la agricultura, con el uso de variedades de alto rendimiento y el cambio climático, ha provocado la aparición de nuevas enfermedades, haciendo que se requieran constantemente nuevos métodos de control de las enfermedades (Morton *et al.*, 2008).

1.2.2. Comercialización y regulación de los fungicidas

Desde el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España se controlan las competencias relacionadas con la sanidad vegetal en las distintas comunidades autónomas. Desde el Ministerio se realiza la transposición de la legislación de la Unión Europea (UE) (MAPA, 2021d).

Anteriormente, la normativa de la UE sobre sanidad vegetal tenía como objetivo defender la agricultura y la silvicultura europea, controlando la entrada de plagas exóticas, así como su propagación. Por diversos factores, muchas de estas plagas y enfermedades han adquirido resistencias a los fitosanitarios utilizados en la UE, requiriendo una actualización de las normas vigentes para poder controlar de forma eficaz los riesgos que estas plagas y enfermedades provocan (MAPA, 2021b).

Por los motivos descritos, en diciembre de 2019, entró en vigor el Reglamento (UE) 2016/2031 sobre medidas de protección contra plagas de los vegetales. Con esta nueva normativa se intenta modernizar el régimen de fitosanitarios con la mejora de medidas más

efectivas a nivel de protección. A su vez, se tiene muy presente intentar mitigar los impactos provocados por el cambio climático en los cultivos, así como los provocados por el uso de fitosanitarios sobre el medio ambiente (MAPA, 2021d).

Este reglamento pertenece al paquete legislativo sobre salud animal y fitosanidad, teniendo como resultado normas sencillas, procesos más eficaces y un mejor control de plagas vegetales (MAPA, 2021b).

La sanidad vegetal a nivel nacional tiene como fin básico la existencia de un marco legal adecuado para preservar los vegetales y sus correspondientes productos contra los daños ocasionados por las diferentes patologías, todo ello mediante la intervención humana (MAPA, 2002). Por ello, se elaboró la Ley 43/2002 del 20 de noviembre sobre la Sanidad Vegetal.

En el Artículo 6 de dicha ley, se indica que aquellas personas físicas o jurídicas productoras o comercializadoras de vegetales y sus productos, siendo éstos potencialmente propagadores de plagas de cuarentena, deben estar inscritos en el registro oficial. A su vez, dice que se creará un Registro Nacional de Productores y Comerciantes de Vegetales únicamente de forma informativa, recopilando la información que deberán remitir los diferentes registros oficiales de las Comunidades Autónomas (MAPA, 2002).

El Artículo 23 comenta las condiciones generales para la comercialización y uso de los productos fitosanitarios, teniendo éstos que estar debidamente etiquetados, indicando toda la información del producto, así como los riesgos y precauciones a seguir para su correcta aplicación. En el caso de no estar obligado el etiquetado debido a la naturaleza del producto, sí que es obligatorio acompañar al producto con la información para el correcto manejo. El Artículo 25 trata el tema de la racionalización del uso de medios de defensa fitosanitaria, la cual se basa en la promoción de cursos y programas de formación desde las administraciones públicas para el uso de productos fitosanitarios, tanto para usuarios como para distribuidores, capacitándolos para una aplicación segura y racional de estos productos.

El capítulo III de dicha ley, trata el tema de productos fitosanitarios de forma general, de donde se puede concluir, que los productos fitosanitarios solo pueden ser comercializados si previamente han obtenido la autorización por parte del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y seguidamente inscritos en el Registro Oficial de Productos y Material Fitosanitario.

Finalmente, el Artículo 44, trata sobre la introducción de nuevos productos y los diferentes ensayos experimentales necesarios para su evaluación; su realización deberá

ser correctamente informada al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, para su posterior autorización.

La legislación también se enfoca a la reducción de tratamientos y a evitar la adopción de calendarios de tratamientos en las explotaciones agrícolas. En el ámbito nacional, la Producción Integrada de productos agrícolas está regulada por el Real Decreto 1201/2002, de 20 de noviembre que tiene por objeto:

- El establecimiento de las normas de producción y requisitos generales que deben cumplir los operadores que se acojan a los sistemas de producción integrada. En ellas se establecen, dentro de cada fase del ciclo productivo, las prácticas consideradas obligatorias y aquellas que se prohíben expresamente.
- La regulación del uso de la identificación de garantía que diferencie estos productos ante el consumidor.
- El reconocimiento de las Agrupaciones de Producción Integrada en Agricultura, para el fomento de dicha producción.
- La creación de la Comisión Nacional de Producción Integrada encargada del asesoramiento y coordinación en materia de producción integrada.

En Aragón, las Asociaciones de Tratamientos Integrados (ATRIAS) se coordinan desde el Centro de Sanidad y Certificación Vegetal (CSCV), y desde esta entidad se trabaja para evaluar distintos tratamientos en el control de plagas y enfermedades, así como para dotar a los técnicos de las ATRIAS de una mayor información para desarrollar correctamente su trabajo.

1.2.3. Ensayos de valoración de tratamientos fungicidas

En la actualidad, la utilización de las variedades disponibles de cebada está limitada, por ello el control de las enfermedades recae directamente sobre la utilización de tratamientos fungicidas (Erreguerena *et al.*, 2021). A su vez, la sociedad actual, está muy concienciada con el medio ambiente, lo que lleva a necesitar nuevas técnicas agrarias para reducir el uso de fungicidas.

La aplicación de productos fungicidas es habitual en cultivos como la cebada, en el que se utilizan para controlar las enfermedades foliares causadas por hongos. La mayoría de patógenos causantes de las principales enfermedades en el cultivo de la cebada, han creado resistencia a diversos principios activos que componen los fungicidas (Erreguerena *et al.*, 2021). Estos productos agrarios están en una constante evolución, por este motivo,

la investigación a través de ensayos con diferentes tratamientos fungicidas va dirigida a conseguir estrategias de manejo efectivas para las diferentes zonas edafoclimáticas; todo ello ligado a obtener el equilibrio entre rentabilidad, productividad y mínima repercusión medioambiental.

En la Comunidad Autónoma de Aragón, el CSCV realiza ensayos de evaluación de diferentes productos fungicidas, tanto en cultivo de cebada como de trigo. El objetivo de estos ensayos es la obtención de información técnica que posteriormente se transfiere a técnicos de cooperativas y Asociaciones de Tratamientos Integrados (ATRIAS).

El Centro de Sanidad y Certificación Vegetal trabaja de forma conjunta con la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Zaragoza en la coordinación y seguimiento de ensayos de valor agronómico de variedades, así como de evaluación de productos fertilizantes; aunque el análisis de resultados de los ensayos de evaluación de fungicidas no forma parte de las actividades en las que se enfoca este convenio, desde la Escuela se colabora en la implantación y seguimiento de los mismos. De esta colaboración surge el presente trabajo referente al ensayo de evaluación de tratamientos fungicidas sobre variedades de cebada ubicado en el municipio de Zuera, Aragón. La Figura 12 muestra una imagen del ensayo desarrollado.



Figura 12. Parcela del ensayo experimental de evaluación de fungicidas ubicada en Zuera (Zaragoza).

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es la evaluación del efecto de cinco tratamientos fungicidas sobre diferentes parámetros productivos de tres variedades de cebada (*Hordeum Vulgare L.*) a través del seguimiento de uno de los ensayos establecidos desde el Centro de Sanidad y Certificación Vegetal (CSCV) del Gobierno de Aragón, en el municipio de Zuera (Zaragoza).

Como objetivos específicos se plantean:

- El análisis crítico del diseño experimental adoptado desde el CSCV para este tipo de ensayos y la propuesta de un nuevo diseño experimental que pueda ser desarrollado en posteriores campañas.
- El análisis de la rentabilidad económica de la aplicación de los productos en la zona edafoclimática del ensayo.

Una producción sostenible con los mismos recursos, pero consiguiendo un aumento de la productividad agrícola, está ligado a mitigar los riesgos por hambrunas. Este trabajo es un paso para conseguir este propósito, por ello se alinea con dos objetivos para el desarrollo sostenible en el marco de la Agenda 2030. Esos objetivos son:

- ODS.02. Hambre cero.
- ODS.12. Producción y consumo responsable.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Localización del ensayo experimental

La parcela seleccionada para el ensayo experimental se ubica en el municipio de Zuera, perteneciente a la Comarca Central, en la provincia de Zaragoza de la comunidad autónoma de Aragón. En la Figura 13 se observa la ubicación del municipio de Zuera.



Figura 13. Ubicación del municipio de Zuera. FUENTE: MAPA (2021c).

El ensayo objeto de estudio se ubica en el polígono 43, parcela 1267 y concretamente a 1,7 km de distancia del centro urbano de Zuera. La parcela de ensayo posee una altitud de 271 m sobre el nivel del mar. Sus coordenadas UTM en el sistema de referencia espacial ETRS89, huso 30, son las siguientes:

- LATITUD: 41° 51' 15.24"
- LONGITUD: 0° 47' 1.03" W
- COORDENADA X: 683.978,19
- COORDENADA Y: 4.635.966,98

En la Figura 16 se muestra una ortofoto de la parcela de ensayo, la cual esta señalada en verde; en la Figura 15, podemos ver la parcela de ensayo a mayor escala.



Figura 14. Vista aérea de la parcela. FUENTE: MAPA (2021e).

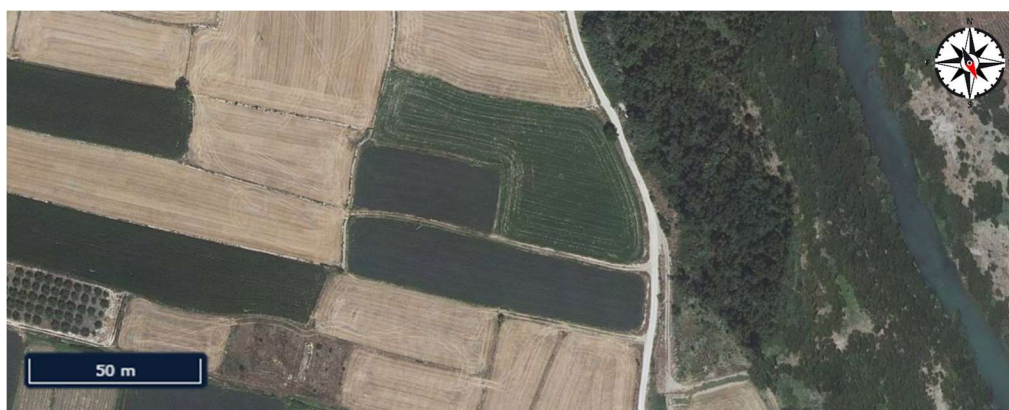


Figura 15. Vista aérea aproximada de la parcela. FUENTE: MAPA (2021e).

A nivel general, según informaciones técnicas elaboradas por el Centro de Transferencia Agroalimentaria, los ensayos realizados en el término de Zuera se encuentran en una zona semiárida y templada según la clasificación de área climática de GENVCE, en cambio en la clasificación de Aragón se trata de una zona de regadío del Valle del Ebro (Centro de transferencia agroalimentaria, 2021c). La parcela donde se ha seguido el ensayo de este trabajo se encuentra en unas condiciones de regadío de la huerta de Zuera, por lo que el suelo posee mayores niveles de fertilidad y las producciones son altas, en comparación con los suelos de secano de este término municipal.

3.2. Análisis fisicoquímico de suelo

Para un mayor conocimiento físicoquímico del suelo, se llevó a cabo un muestreo de la parcela, realizado de forma aleatoria con la ayuda de una barrena de tipo helicoidal (Edelman, Reino Unido). Se tomaron varias muestras a 30 cm de profundidad y con ellas se conformó una muestra compuesta, de la que se enviaron 0,5 kg a un laboratorio acreditado para su análisis.

La textura del suelo fue analizada por gravimetría y el resultado se detalla en la Tabla 7. Siguiendo los criterios establecidos por el *United States Department of Agriculture* (USDA), se trata de un suelo de textura arcillosa. Este tipo de textura es adecuada para el cultivo de cebada debido a la alta capacidad de retención de agua que presenta, pero se deberá realizar un buen manejo del suelo para mantener su aireación y evitar encharcamientos.

Tabla 7. Resultados del análisis de la textura del suelo (% de cada tamaño de partícula).

TEXTURA SUELO	
<i>Arcilla ($d < 0,002 \text{ mm}$)</i>	55,40%
<i>Limo total ($0,002 < d < 0,05 \text{ mm}$)</i>	36,70%
<i>Arena Total ($0,05 < d < 2 \text{ mm}$)</i>	7,90%

En la Tabla 8 se detallan los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de la muestra proporcionada al laboratorio.

Tabla 8. Resultado del análisis fisicoquímico de suelo.

PROPIEDADES BÁSICAS	RESULTADOS	INTERPRETACIÓN
<i>Humedad</i>	2,03%	
<i>pH</i>	8,5	Ligeramente alcalino
<i>Conductividad eléctrica 25 °C</i>	0,19 dS/m	No limitante
<i>Carbono orgánico</i>	1,17 % s.m.s.	
<i>Materia orgánica oxidable</i>	2,01 % s.m.s.	Medio
<i>Carbonato cálcico equivalente</i>	38,57 % s.m.s.	Muy calcáreo
<i>Caliza activa</i>	13 % s.m.s.	Alto, muy clorosante
<i>Nitrógeno-Kjeldahl (N)</i>	0,19 % s.m.s.	Alto
<i>Nitrógeno nítrico (N-NO₃)</i>	17 mg/kg s.m.s.	Normal-Alto
<i>Nitrógeno amoniacal (N-NH₄)</i>	7,9 mg/kg s.m.s.	
<i>Fósforo (P) (Olsen)</i>	10,2 mg/kg s.m.s.	Bajo
<i>Potasio (K) (Ext. Ac. Amónico)</i>	181 mg/kg s.m.s.	Normal
<i>Calcio (Ca) (Ext. Ac. Amónico)</i>	8064 mg/kg s.m.s.	Alto
<i>Magnesio (Mg) Ext. Ac. Amónico)</i>	301 mg/kg s.m.s.	Alto
<i>Sodio (Na) (Ext. Ac. Amónico)</i>	47 mg/kg s.m.s.	Normal
<i>Fósforo (P) (Ext. Ácido)</i>	817 mg/kg s.m.s.	
<i>Relación C/N</i>	6,2	
<i>Relación Ca/Mg</i>	26,8	Deficiencia de Mg
<i>Relación Mg/K</i>	1,7	Aceptable
<i>Relación Ca/K</i>	44,6	Deficiente de K

Ext. Ac. Amónico: Extracto acetato amónico

Con estos resultados se puede afirmar que se trata de un suelo ligeramente básico, con conductividad eléctrica no limitante, un nivel medio de materia orgánica; a su vez, es un suelo muy calcáreo, 38,57% de carbonato cálcico equivalente. Posee niveles altos de calcio y magnesio, niveles entre normales y altos de nitrógeno nítrico, normales de potasio y sodio y finalmente, niveles bajos de fósforo.

En cuanto al análisis de las relaciones catiónicas del calcio, magnesio y potasio, se concluye deficiencias de magnesio en la relación Ca/Mg, deficiencias de potasio en cuanto a la relación Ca/K y niveles aceptables en la relación Mg/K.

3.3. Datos climáticos

El municipio de Zuera registra los datos meteorológicos diariamente en la estación meteorológica ubicada en torno a unos 2,5 km del municipio y a 4 km de la parcela de ensayo.

La estación meteorológica pertenece al Ministerio de España junto al resto de estaciones meteorológicas agrupadas dentro de la Red de Estaciones del Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (Red SIAR). Concretamente la estación de Zuera está ubicada a una altitud de 288 m sobre el nivel del mar y sus coordenadas UTM en el sistema de referencia espacial ETRS89, Huso 30 son las siguientes:

- LATITUD: 41° 53' 18.63" N
- LONGITUD: 0° 45' 58.13" W
- COORDENADA X: 685.330,23
- COORDENADA Y: 4.639.810,44

El periodo del ensayo transcurre desde el mes de noviembre del año 2020, momento en el que se realizó la siembra, hasta la cosecha llevada a cabo en el mes de julio de este año. Como se puede observar en la Tabla 9, el mes de enero llegó a anotar temperaturas mínimas de -9,72 °C coincidiendo con la borrasca Filomena, el mes más caluroso fue junio, donde los termómetros llegaron a los 37,38 °C.

Tabla 9. Datos de temperatura (°C) durante el periodo de ensayo. FUENTE: elaboración propia a partir de datos de la red SIAR (2021)

FECHA	TEMP. MEDIA (°C)	TEMP. MAX (°C)	TEMP. MÍNIMA (°C)
<i>nov-20</i>	9,96	24,86	-3,4
<i>dic-20</i>	6,23	16,62	-3,57
<i>ene-21</i>	5,5	21,16	-9,72
<i>feb-21</i>	9,69	20,38	0,32
<i>mar-21</i>	10,4	24,93	-1,77
<i>abr-21</i>	12,26	25,13	-0,92
<i>may-21</i>	17,25	32,51	4,58
<i>jun-21</i>	22,31	37,38	10,88

En relación a las temperaturas, se han estudiado los datos correspondientes al periodo de ensayo, sin embargo, se ha estudiado un periodo mayor en el caso de las precipitaciones porque, aunque se trata de una parcela en regadío, durante el periodo

estival no se riega y es conveniente conocer las condiciones de humedad durante los meses previos al ensayo.

En la Tabla 10, se pueden ver los datos de precipitación y precipitación efectiva obtenidos desde julio de 2020 hasta junio de 2021. Puede destacarse que, durante el periodo del ensayo, el mes más seco fue marzo donde no se registraron datos de precipitación y por la contra, el mes más lluvioso fue enero con un dato de 35,18 mm y 11,68 mm de precipitación efectiva.

Tabla 10. Precipitación total durante el periodo de ensayo. FUENTE: elaboración propia a partir de datos de la red SIAR (2021)

FECHA	PRECIPITACIÓN (mm)
<i>jul-20</i>	5,19
<i>ago-20</i>	1,37
<i>sep-20</i>	62,43
<i>oct-20</i>	29,79
<i>nov-20</i>	32,14
<i>dic-20</i>	35,18
<i>ene-21</i>	44,31
<i>feb-21</i>	29,69
<i>mar-21</i>	0
<i>abr-21</i>	37,05
<i>may-21</i>	14,8
<i>jun-21</i>	35,18

En el Gráfico 6, se puede observar el diagrama ombrotérmico para el año de cultivo, desde julio de 2020 hasta junio de 2021.

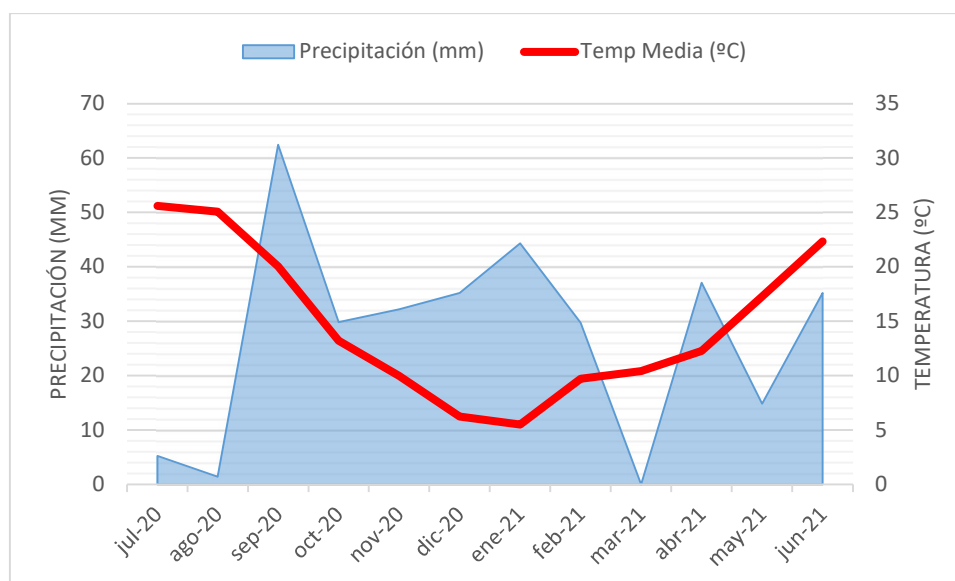


Gráfico 5. Diagrama ombrotérmico para el periodo de ensayo. FUENTE: elaboración propia a partir de datos de la red SIAR (2021).

Analizando los datos de precipitación puede verse que estamos ante un año de escasas precipitaciones por lo que resulta interesante hacer una comparativa respecto a años anteriores. Los Gráficos 7 Y 8 muestran las medias, sumas y promedios de temperaturas y precipitaciones separados en periodos de siete meses, de diciembre a junio, desde el año 2010, ya que la estación meteorológica esta activa desde ese año.

Como se refleja en el Gráfico 7, se puede apreciar como el periodo de diciembre a junio de 2021, coincidiendo con los meses en los que se llevó a cabo el ensayo, la media de temperaturas para ese periodo queda ligeramente por encima de la línea de promedio de temperaturas. En general, las temperaturas medias de los años comprendidos entre 2010 y 2021, no muestran variaciones notables, únicamente en el año 2013 es en el que no se alcanzó el valor promedio de las temperaturas del periodo representado. En el Gráfico 8 podemos ver la suma y promedio de precipitaciones para los mismos años. Como se había comentado anteriormente, el periodo comprendido entre diciembre de 2020 y junio de 2021 fue un año poco lluvioso, concretamente la suma de precipitaciones es igual a 196,21 mm, quedando 18,72 mm por debajo del promedio, aunque está muy lejos del periodo de diciembre-junio del año 2012, el cual dista del promedio en 96,23 mm, siendo ésta la campaña agrícola más seca de estos once años.

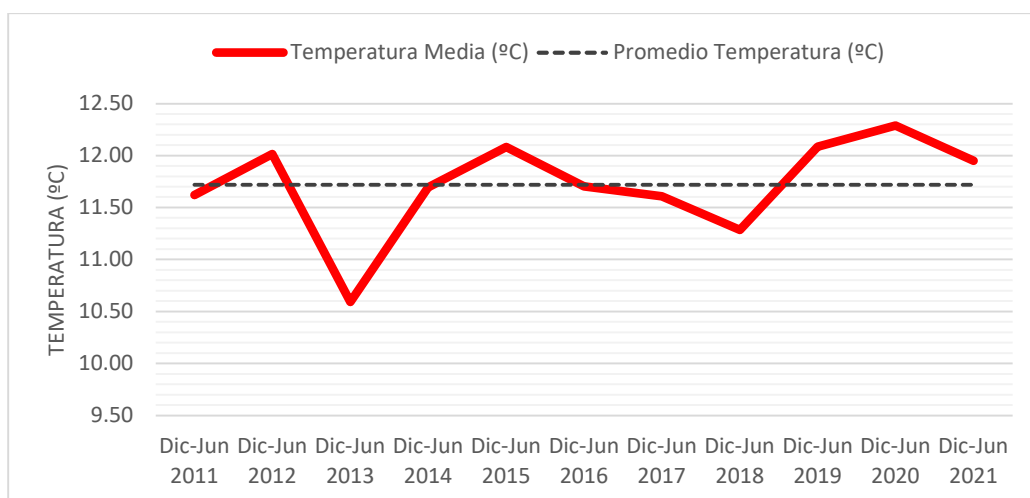


Gráfico 6. Temperatura media (°C) entre los meses de diciembre y junio desde el año 2010 hasta el 2021. FUENTE: elaboración propia a partir de los datos de la red SIAR (2021).

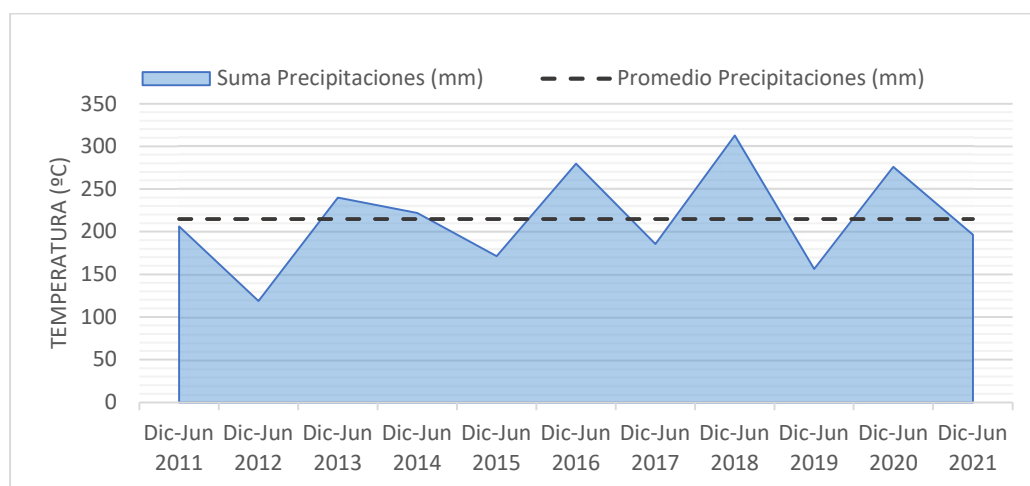


Gráfico 7. Suma de precipitaciones (mm) entre los meses de diciembre y junio desde el año 2010 hasta el 2021. FUENTE: elaboración propia a partir de los datos de la red SIAR (2021).

3.4. Material vegetal

Los tratamientos fungicidas evaluados en este ensayo fueron aplicados sobre tres variedades de cebada incluidas en el Registro de Variedades Comerciales, éstas fueron: RGT Asteroid, RGT Planet y Scrabble (Syngenta Seed); las tres se caracterizan por ser variedades de dos carreras, pudiendo ser consideradas variedades alternativas, esto quiere decir que permiten sembrarse desde finales de noviembre hasta finales de febrero dependiendo del terreno.

ASTEROID

Se trata de una variedad que presenta buen perfil sanitario con gran resistencia al encamado y alta resistencia a helmintosporiosis y rincosporiosis. A su vez posee un elevado potencial de rendimiento y gran adaptabilidad a diferentes zonas de cultivo.

Presenta una planta de altura media con elevado poder de ahijamiento y excelente calibre del grano. La calidad de grano puede caracterizarse por un alto peso específico y un nivel medio de proteína.

PLANET

Variedad de altura media y elevado poder de ahijamiento. Posee una espiga muy fértil. Presenta un nivel medio de resistencia tanto a helmintosporiosis como a rincosporiosis y bajo nivel de resistencia al encamado.

Variedad con elevado potencial de rendimiento, a su vez posee un buen calibre de grano y un nivel de peso específico alto, cabe destacar que el nivel proteico es medio-bajo.

Se debe destacar que esta variedad es la más sensible a las enfermedades fúngicas evaluadas en este ensayo.

SCRABBLE

Es una variedad destinada a secanos frescos y regadíos, posee un alto nivel de ahijamiento y una altura media de planta. El grano tiene un excelente calibre.

Tiene buena resistencia al encamado, así como un elevado nivel de resistencia a rincosporiosis y menor resistencia a helmintosporiosis.

3.5. Productos fungicidas evaluados y modo de acción

Los fungicidas son empleados en la protección de cultivos, pudiendo ser aplicados en polvo, gránulos, gas o de forma más frecuente, en líquido (Santamaría *et al.*, 2004). Los tratamientos empleados en el presente trabajo son indicados para el control de enfermedades tales como helmintosporiosis y rincosporiosis. Se han denominado de forma alfanumérica, conociendo únicamente el principio activo de cada tratamiento, como se describe a continuación:

T1 (TEBUCONAZOL 43% [SC] P/V)

Este fungicida pertenece al grupo de los triazoles, siendo éste el grupo de mayor uso a nivel mundial en los cultivos de cereal. Este fungicida influye en el proceso de biosíntesis del esterol de los hongos patógenos (De Liñán, 2021). El fungicida se mueve por la planta en sentido desde la base hasta el ápice. Es presentado en formato de suspensión concentrada (SC). Tiene acción de prevención, curación y erradicante.

Su modo de aplicación es mediante la pulverización convencional, se permite, como máximo, una aplicación por campaña.

T2 (BIXAFEN 7,5% + PROTIOCONAZOL 15% [EC] P/V)

Bixafen pertenece al grupo de fungicidas de las carboxamidas, siendo este inhibidor de la respiración celular de los hongos patógenos. Posee largo efecto residual, siendo absorbido por la cutícula y movido a través del xilema; a su vez, su distribución es uniforme por toda la hoja.

El Protioconazol pertenece al grupo de las triazolinas; se distribuye de forma uniforme por la hoja y se absorbe al interior de las células, produciendo un trastorno en la estructura de la membrana celular, afectando al crecimiento de las hifas de los hongos y a la elongación del tubo germinativo. Acción principal con efectos preventivos, curativos y prolongada actividad residual (De Liñán, 2021).

La aplicación de este fungicida está comprendida desde el comienzo del encañado hasta inicio de floración y se permiten dos aplicaciones como máximo, distanciadas en 14 días. La aplicación se realiza mediante pulverización convencional.

T3 (FLUXAPYROXAD 7,5% + PIRACLOSTROBIN 15% [EC] P/V)

Fluxapyroxad se basa en la molécula Pirazol-4-carboxamida, que se encarga de inhibir la germinación de esporas, el crecimiento de los tubos germinales y los micelios de los hongos causantes de las patologías (De Liñán, 2021).

Piraclostrobin, Estrobilurina QOL con actividad fúngica, controla los ascomicetos, basidiomicetos, deuteromicetos y Omicetos, principalmente. Impide la formación y penetración de esporas y desarrollo del micelio en las hojas. Su acción principal es preventiva y curativa (De Liñán, 2021).

La aplicación de este fungicida se realiza desde la fase de 5 hijuelos o macollas visibles hasta el fin de floración. Se permiten una o dos aplicaciones por

campaña con intervalos de separación de 21 días. Se presenta en concentrado emulsionante (EC).

T4 (BENZOVINDIFLUPYR 7,5% + PROTIOCONAZOL 15% [EC] P/V)

Benzovindiflupyr, perteneciente al grupo de los pirazol carboxamida. Tiene función de inhibición del mecanismo de la enzima integral de membrana del ácido cítrico. Contiene propiedades lipofílicas que le permiten unirse y penetrar la cutícula, paralizando la germinación de esporas, así como la penetración y desarrollo del micelio del hongo (De Liñán, 2021).

Este tratamiento está compuesto a su vez por Protioconazol, descrito para el T2.

La aplicación se lleva a cabo mediante pulverización foliar, desde el primer nudo hasta el fin del espigado y una aplicación como máximo por campaña.

T5 (PROTIOCONAZOL 15% + BENZOVINDIFLUPYR 7,5% + RETENOL [EC] P/V)

Este tratamiento tiene el mismo principio activo que el tratamiento 4 con la diferencia de que lleva también Retenol, de uso habitual en agricultura ecológica.

El Retenol es un coadyuvante de origen vegetal a base de aceite de pino. Ayuda a optimizar la eficacia de los productos con los que se mezcla, así como ayuda a incrementar la retención y persistencia de las sustancias activas.

3.6. Diseño experimental de la parcela

El diseño experimental adoptado desde el CSCV fue en bloques, en el que cada bloque se correspondía con un tratamiento fungicida. Cada bloque estuvo formado por cuatro sub-bloques, con tres variedades de cebada dispuestas aleatoriamente en cada sub-bloque, por lo que la evaluación de cada tipo de tratamiento fungicida se realizó sobre cuatro repeticiones de cada variedad. En este ensayo se evaluaron cinco tratamientos fungicidas, además, uno de los bloques actuó como testigo, sin tratamiento fungicida. Se sembraron un total de 72 parcelas elementales. Cada microparcela tenía una superficie de aproximadamente 14 m², con un total de seis líneas de siembra; un pasillo de 1,5 m de anchura separó los sub-bloques. El ensayo estaba delimitado por la *bordura*, la cual corresponde a dos líneas de microparcelas dispuestas una a cada lado del ensayo. En la Figura 16 se puede observar el croquis de la parcela de ensayo.

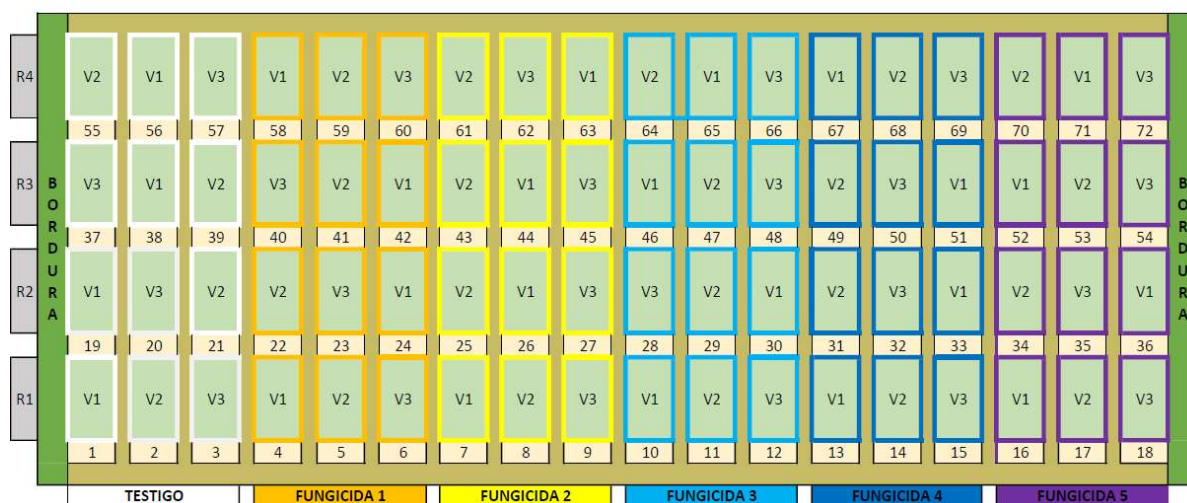


Figura 16. Croquis con el diseño experimental del ensayo.

3.7. Manejo del cultivo

3.7.1. Labores preparatorias

Para la preparación de la parcela se realizó un pase de cultivador y otro con rodillo molón. Estas labores preparatorias sirvieron no solo para dejar el terreno listo para sembrar, si no que a su vez sirvió para controlar la hierba existente en la parcela.

Por otro lado, el 4 de marzo del 2020 se hicieron los pasillos, delimitando así las microparcels, las cuales se midieron ese día también, sembrándose un total de 72 microparcels.

3.7.2. Siembra

La siembra se llevó a cabo el 20 de noviembre de 2020. Se hizo uso de una sembradora de ensayos de chorrillo a una dosis de siembra de 450 semillas/m². Para sembrar las microparcels se distribuye en sobres la cantidad de semilla a sembrar en cada una; para calcular la cantidad de semilla a introducir en cada sobre se calculó el peso de 1000 granos y se pesó en consecuencia la cantidad para la dosis (semillas/m²) seleccionada. En cada microparcels se sembraron seis líneas de siembra.

La figura 17 muestra la sembradora empleada en el ensayo.



Figura 17. Siembra del ensayo.

3.7.3. Aplicación de insumos

El 15 de febrero de 2021 se aplicó el herbicida cuya materia activa es Pinoxaden 6% P/V (EC) a una dosis de 1 l/ha y también Tribenuron Metil 75% a una dosis de 15 g/ha.

3.7.4. Aplicación de fungicidas

El 28 de abril de 2021, al inicio del espigado, observándose una afección de 5 para la variedad Asteroid y 3 para las variedades Scrabble y Planet (según el protocolo adoptado en los ensayos de evaluación de variedades), se llevó a cabo la aplicación de los cinco tratamientos evaluados en este trabajo y anteriormente descritos. Su aplicación fue mediante mochila, evaluando previamente el caudal proporcionado por la misma para asegurar la dosis de aplicación y calcular el volumen de caldo a repartir.

La cantidad de agua empleada en cada tratamiento fue la proporcional a la recomendada por los manuales de buenas prácticas agrícolas y en todo momento se siguieron las recomendaciones de los fabricantes de los productos empleados. El volumen de caldo empleado fue de 300 l/ha, asegurando la correcta aplicación, así como que las hojas resultaran mojadas en su totalidad por el producto. Se trabajó a la presión máxima que permite la mochila de aplicación, teniendo en cuenta las limitaciones en este equipo para su regulación.

Las dosis de cada producto han sido las recomendadas en las hojas de Registro del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación del Gobierno de España.

- T1: 0,6 l/ha
- T2: 1 l/ha
- T3: 1,5 l/ha
- T4: 1 l/ha
- T5: 1 l/ha + 0,5 l/ha de Retenol

En la Figura 18 se puede ver el momento de aplicación de los tratamientos.



Figura 18. Aplicación de los tratamientos.

3.7.5. Seguimiento de enfermedades

Se realizó el seguimiento de las enfermedades durante todas las fases del desarrollo del cultivo. Se observaron en la planta únicamente afecciones por helmintosporiosis y rincosporiosis.

En el momento de cosecha se guardaron muestras de plantas de cada variedad de las cuatro repeticiones para concretar el nivel de afección hasta el momento de cosecha. En las Figura 19, 20 y 21 se puede ver una muestra de plantas de cada variedad y en la Figura 22, muestra de planta recogida momento antes de la cosecha.



Figura 19. Muestra de planta afectada de la variedad Asteroid.



Figura 20. Muestra de planta afectada de la variedad Scrabble.



Figura 21. Muestra de planta afectada de la variedad Planet.



Figura 22. Muestra de planta recogida antes de cosecha.

3.7.6. Cosecha

El 2 de julio de 2021 se llevó a cabo la cosecha del ensayo, a su vez se recogieron muestras de plantas de cada bloque de tratamientos y repetición de variedades. La Imagen 23 muestra la cosechadora utilizada en el ensayo.



Figura 23. Cosechadora empleada en el ensayo.

La Tabla 11 detalla un resumen de los trabajos realizados e insumos aplicados a lo largo del ciclo de cultivo.

Tabla 11. Manejo del cultivo.

MANEJO		
<i>Suelo</i>	Preparación	Cultivador Molón
<i>Siembra</i>	Fecha	20 de noviembre de 2020
	Dosis	450 semillas/m ²
<i>Insumos</i>	Fecha de aplicación	15 de febrero de 2021
	Herbicida	Axial Pro (1 L/ha) Herbenurón (15 g/ha)
	Abonado	18-46-0 (300 kg/ha) NAC 27% (300 kg/ha)
<i>Riego</i>	Nº riegos	4
	Fecha	1º. 15-20 de abril del 2021 2º. 2-5 de mayo del 2021 3º. 16-20 de mayo del 2021 4º. 26-30 de mayo del 2021
	Dosis	2000 m ³ /ha

3.7. Seguimiento del cultivo y parámetros analizados

3.7.1. Seguimiento del desarrollo del cultivo

A partir de la siembra se realizaron visitas de forma periódica al ensayo para controlar el desarrollo del cultivo. Se anotó la fecha de nascencia (> 50% plantas nacidas), fecha de comienzo del ahijado y fecha de espigado.

Una vez finalizada la fase de espigado se llevó a cabo la medición de la altura de las plantas, la cual comprende desde el suelo hasta el final de la espiga, sin incluir las barbas o aristas. Se realizó la medición en varias plantas de cada una de las repeticiones de cada variedad.

3.7.2. Evaluación de la afección por enfermedades

A lo largo del ciclo de cultivo únicamente se observó afección por rincosporiosis y helmintosporiosis. Para evaluar el nivel de afección se siguió el mismo protocolo adoptado en los ensayos de evaluación de variedades de cebada, establecido desde la Oficina Española de Variedades Vegetales del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. En este protocolo se aplica una escala del 1 al 9, en la que el 1 se corresponde con la ausencia de enfermedad y el 9 con la planta afectada en su totalidad, como se puede observar en la Tabla 12, en la que se detalla la escala de forma porcentual.

Tabla 12. Valor porcentual del grado de afección.

VALOR	1	3	5	7	9
AFECCIÓN	0%	25%	50%	75%	100%

La evaluación de afección en planta se evaluó con una periodicidad semanal en todas las microparcels y se anotó en una aplicación informática creada desde el CSCV. Con esta APP se puede digitalizar todo tipo de información, desde el estadio en el que se encuentra la planta hasta el grado de afección, todo ello de forma rápida, facilitando el trabajo en campo del técnico. La Figura 24 muestra uno de los momentos de evaluación de afección por enfermedades en campo con dicha APP.



Figura 24. Evaluación de la afección por enfermedades de la parcela.

3.7.3. Parámetros de cosecha

Los datos de rendimiento, peso específico y porcentaje de humedad del grano se tomaron en el momento de cosecha.

La cosecha fue realizada por una empresa de servicios, que dispone de una cosechadora especializada para ensayos, la cual posee un corte con una anchura semejante a la de las microparcels (1,20 m).

Esta cosechadora se ayuda de un sensor de humedad y un sistema de células de pesaje para calcular los parámetros de rendimiento de forma específica en cada microparcels. De esta forma se obtienen los datos de rendimiento (kg/microparcels), peso específico (kg/hl) y el porcentaje de humedad. Estos resultados se acumulan en el software de la cosechadora para su posterior extracción fácilmente a cualquier dispositivo para el análisis.

Una vez obtenidos los datos, teniendo en cuenta el porcentaje de humedad obtenido de cada microparcels, se procedió a corregir el dato de rendimiento, obteniendo un rendimiento corregido (RTOC/ha). Éste se obtuvo al multiplicar el rendimiento por el factor de corrección $f = [(100 - \%h)/(100 - 13\%)]$, siendo el 13% el valor de humedad comercial adoptado y $\%h$ el valor de humedad obtenido en cada microparcels.

3.8. Análisis estadístico de resultados

El análisis estadístico se ha realizado con el programa estadístico IBM SPSS Statistic versión 26, a partir de los datos trabajados en la hoja de cálculo Microsoft Excel.

Con los resultados obtenidos, se estudió el efecto de las variables independientes (tipo de tratamiento fungicida y variedad) sobre las variables dependientes estudiadas: rendimiento (kg/ha) corregido al 13%, peso específico (kg/hl), grado de afección por

enfermedad (%) y altura de las plantas (cm). El procedimiento seguido para el análisis estadístico fue el siguiente:

En aquellas variables en las que se cumplió el criterio de normalidad (comprobada a través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov), se comprobó la homocedasticidad mediante la prueba de Levene (asumiendo homogeneidad de varianzas cuando el nivel de significación fue mayor de 0,05). El efecto de los tratamientos fungicidas, de las variedades seleccionadas para el estudio, y el de la interacción de estos dos factores se estudió sobre estas variables a través de un análisis de varianza de dos vías (two-way ANOVA), combinado con el test de Tukey o el T2 de Tamhane, en función del cumplimiento del criterio de homogeneidad de varianzas. El efecto del tratamiento fungicida y el de la variedad se estudió sobre las variables que no cumplieron el criterio de normalidad a través del análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis.

3.9. Análisis de la rentabilidad económica

Se decidió analizar las diferencias en el rendimiento neto entre llevar a cabo la aplicación de fungicidas o no.

Para ello, se requirió de información tal como el coste de las semillas de las variedades que se utilizaron en el ensayo, el importe de los insumos, así como el importe de los fungicidas (€/ha). A su vez, se necesitó el precio de cebada en campaña (€/kg). Se compararon los beneficios de aplicar cada tratamiento respecto al testigo, obteniendo así la diferencia entre ambos (€/ha).

Como el precio de semilla de cada variedad se obtuvo en €/ton, se requirió del peso por 1000 gramos de cada variedad, esta información se sacó de las publicaciones de "Informaciones Técnicas Agrarias" del Gobierno de Aragón para los años 2017, 2020 y 2021.

3.10. Propuesta de un nuevo diseño experimental

En una parcela no todos los puntos del suelo son iguales, algunos poseen diferentes propiedades que hacen que esa proporción de suelo sea diferente agrónomicamente. Además, el diseño de ensayos para la evaluación de productos fitosanitarios es complejo, ya que la disposición de tratamientos testigo a lo largo del ensayo es fuente de inóculo que tiene un efecto sobre los tratamientos adyacentes. En el ensayo evaluado en este trabajo el tratamiento testigo situado al lado del primer bloque de aplicación fungicida ha podido enmascarar algunos resultados, ya que las microparcels más próximas a ese tratamiento

habrán podido desarrollar un mayor nivel de afección por las enfermedades. Con el objetivo de conseguir resultados más fiables en este tipo de ensayos, se tomó la decisión de proponer un nuevo diseño experimental que sirva de referencia al CSCV para futuros ensayos de fungicidas de forma que se intenten evitar determinados errores experimentales.

Para llevar a cabo la nueva propuesta de diseño experimental se ha consultado información sobre los distintos tipos de diseños experimentales y su posterior análisis estadístico. Concretamente el libro “Diseños y análisis estadísticos para experimentos agrícolas”, escrito por Freddy Gavilánez Luna y publicado en el año 2021, ha sido fuente de inspiración para llevar a cabo este apartado de la forma más precisa posible ya que dicho libro habla de los diferentes tipos de ensayos experimentales que existen, diferenciando por el tipo de variables a estudiar en el ensayo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Afección por enfermedades

Se realizó un seguimiento de las enfermedades, las cuales se comenzaron a ver entorno a la primera semana de marzo; en ese momento y durante todo el ensayo, se detectaron afecciones medias (5 en la escala 1 a 9) por helmintosporiosis y rincosporiosis.

Debido a la escasez de lluvia en el mes de marzo, se observó como el desarrollo de la enfermedad se paralizó en gran medida, reanudándose en el mes de abril. No se observaron diferencias significativas en el nivel de afección entre las variedades.

Después de la aplicación de los fungicidas se continuó con el seguimiento, obteniéndose los datos de afección que se han tratado en el análisis estadístico, siendo éstos los últimos datos tomados antes de secarse la planta.

4.2. Promedio de resultados obtenidos en el ensayo

La Tabla 13 muestra el valor medio y la desviación estándar de las principales variables analizadas en función de los tratamientos fungicidas y en la Tabla 14 se puede ver el valor medio y la desviación estándar de los diferentes parámetros estudiados en función de la variedad. En el Anejo 1.1. se adjuntan los principales estadísticos descriptivos para cada variedad y fungicida aplicado.

Tabla 13. Datos medios y desviación estándar obtenidos en el ensayo en función de los fungicidas aplicados. (RTOC: rendimiento corregido; Pe: peso específico).

	RTOC (kg/ha)	Pe (kg/hl)	Enfermedad (%)	Altura (cm)
<i>Testigo</i>	8130,05 ± 901,68	63,53 ± 0,88	0,83 ± 0,12	75,75 ± 2,56
<i>T1</i>	8461,99 ± 907,81	63,73 ± 0,53	0,83 ± 0,12	80,42 ± 5,43
<i>T2</i>	9276,56 ± 782,95	64,3 ± 0,67	0,75 ± 0,00	78,33 ± 3,31
<i>T3</i>	9376,56 ± 846,78	64,59 ± 0,52	0,50 ± 0,00	79,5 ± 3,34
<i>T4</i>	9032,81 ± 688,88	64,60 ± 0,74	0,58 ± 0,12	79,33 ± 4,89
<i>T5</i>	8872,16 ± 699,24	64,10 ± 0,68	0,50 ± 0,21	81,00 ± 3,67

Tabla 14. Datos medios y desviación estándar obtenidos en el ensayo en función de la variedad. (RTOC: rendimiento corregido; Pe: peso específico).

	RTOC (kg/ha)	Pe (kg/hl)	Enfermedad (%)	Altura (cm)
<i>Asteroid</i>	8895,75 ± 811,51	63,98 ± 0,75	0,63 ± 0,13	78,00 ± 4,1
<i>Scrabble</i>	8417,64 ± 844,94	64,67 ± 0,74	0,79 ± 0,18	79,08 ± 4,27
<i>Planet</i>	9261,68 ± 859,99	63,78 ± 0,53	0,58 ± 0,19	80,08 ± 4,18

Analizando los datos de las tablas anteriores, se puede observar que el tratamiento fungicida 3 es el que mayores resultados medios presenta, con un valor medio de rendimiento de 9.376,56 kg/ha frente a los 8.130,05 kg/ha obtenidos en el tratamiento testigo sin fungicida. Respecto al peso específico, todos los valores resultaron bajos, acordes con los valores presentados en otros ensayos para Aragón en la misma campaña (Centro de transferencia Agroalimentaria, 2021c). Respecto a los valores medios obtenidos por variedades, Planet es la que mayor rendimiento medio obtuvo, pero es Scrabble la que presentó un mayor peso específico medio.

4.3. Análisis estadístico de resultados

En primer lugar, se comprobó la distribución normal de los datos obtenidos a través del test de Kolmogórov-Smirnov, a partir de este test se concluyó que los parámetros rendimiento y peso específico presentaban normalidad, pero los parámetros enfermedad y altura no, precisando así de un análisis estadístico no paramétrico.

Mediante el análisis de varianza de dos factores (Tabla 15), se comprobaron los efectos de los fungicidas y de las variedades, además se comprobó que no había interacción fungicida*variedad (efecto conjunto de ambos factores), por lo que se pudo realizar la representación de resultados promediando por fungicida o variedad en cada caso.

Tabla 15. Prueba ANOVA de efectos inter-sujetos para el efecto de fungicidas y variedades sobre las variables estudiadas.

<i>Pruebas de efectos inter-sujetos</i>						
<i>Origen</i>	<i>Variable dependiente</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>Fungicida</i>	Rendimiento	13939004,55	5	2787800,91	4,68	0,001
	Pe	11,92	5	2,38	7,27	0,000
<i>Variedad</i>	Rendimiento	8599068,82	2	4299534,41	7,21	0,002
	Pe	10,44	2	5,22	15,91	0,000
<i>Fungicida * Variedad</i>	Rendimiento	2444025,05	10	244402,51	0,41	0,936
	Pe	2,33	10	0,23	0,71	0,71

La prueba de Tukey, considerando un nivel de significación de 0,05, mostró que, para la variable rendimiento, tanto el tratamiento 2 como el 3 no presentan diferencias significativas entre ellos. A su vez, el tratamiento 2 presenta diferencias significativas respecto al testigo ($p = 0,011$) y también se observaron diferencias significativas entre el tratamiento 3 y el testigo ($p = 0,005$). El resto de los tratamientos no presentaron diferencias significativas entre sí. El resultado completo de la prueba de Tukey se puede encontrar en el Anejo 1.3.

Cabría esperar que, si el tratamiento testigo, sin tratamiento fungicida, ha estado situado en un lado del ensayo, el tratamiento fungicida 1 (situado directamente al lado) presentase un mayor grado de afección por enfermedad, que hubiera podido derivar en un menor efecto del fungicida o incluso un menor rendimiento en ese bloque, debido a la exposición a una mayor cantidad de inóculo, pero las diferencias no fueron tan claras, como se puede ver en el Grafico 8. El rendimiento medio obtenido en las microparcels del ensayo en las que se aplicó tratamiento fue de 9.004,02 kg/ha frente a los 8.130,05 kg/ha de rendimiento medio de las microparcels testigo, obteniendo una diferencia de 874 kg/ha.

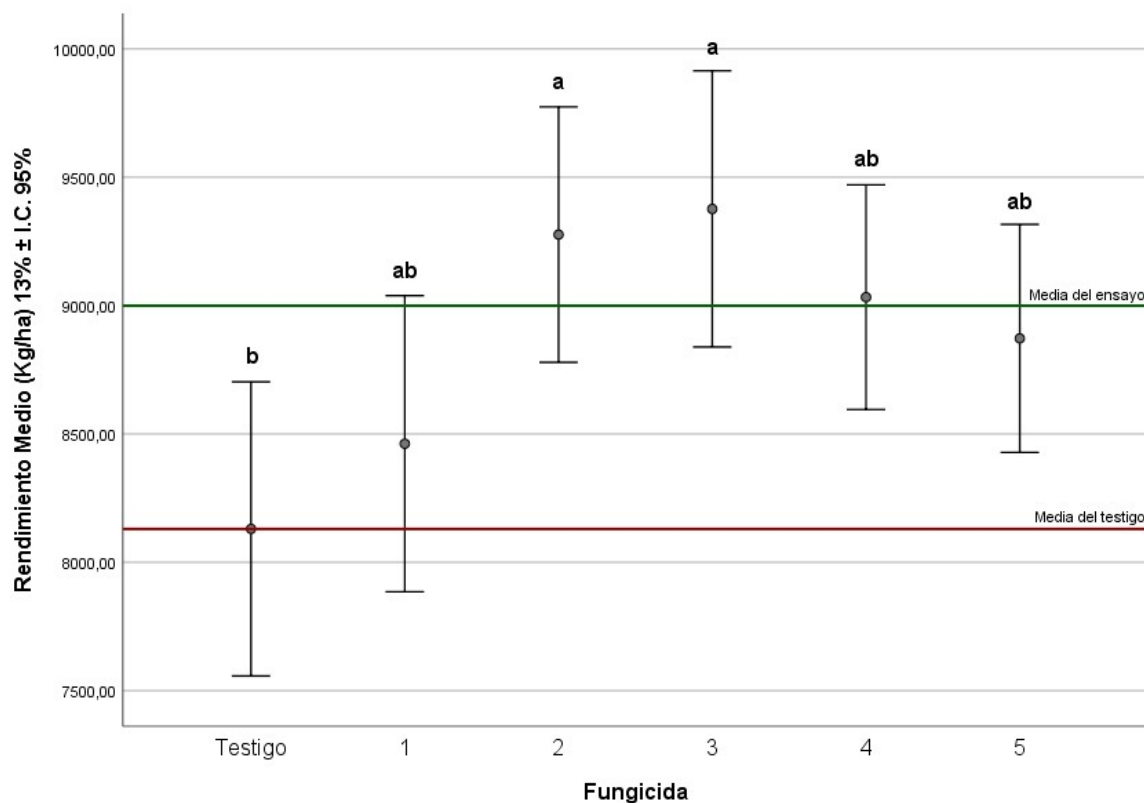


Gráfico 8. Rendimiento medio (kg/ha) del cultivo en función del fungicida aplicado. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos fungicidas ($p < 0,05$; test de Tukey).

En el caso del rendimiento, los valores no cumplieron el criterio de homocedasticidad, por lo que se procedió a realizar la separación de medias a través del test T2 de Tamhane; los resultados de las pruebas de homocedasticidad y los resultados del *post hoc* aparecen en el Anejo 1.4.

La prueba T2 de Tamhane mostró que los pesos específicos obtenidos en el tratamiento 1 y en el testigo no se diferenciaron significativamente entre sí, así como los tratamientos 3 y 4 tampoco. Sin embargo, sí que se detectaron diferencias significativas entre ambas parejas de tratamientos. En el caso de los tratamientos 2 y 5, no se observaron diferencias significativas con el resto de los tratamientos. La media de peso específico obtenido en el ensayo fue de 64,2633 kg/hl y de 63,5250 kg/hl para el testigo; esta diferencia de 0,74 kg/hl muestra la eficacia de la aplicación de fungicidas para obtener mayores valores en peso específico. El Gráfico 9 plasma lo anteriormente comentando.

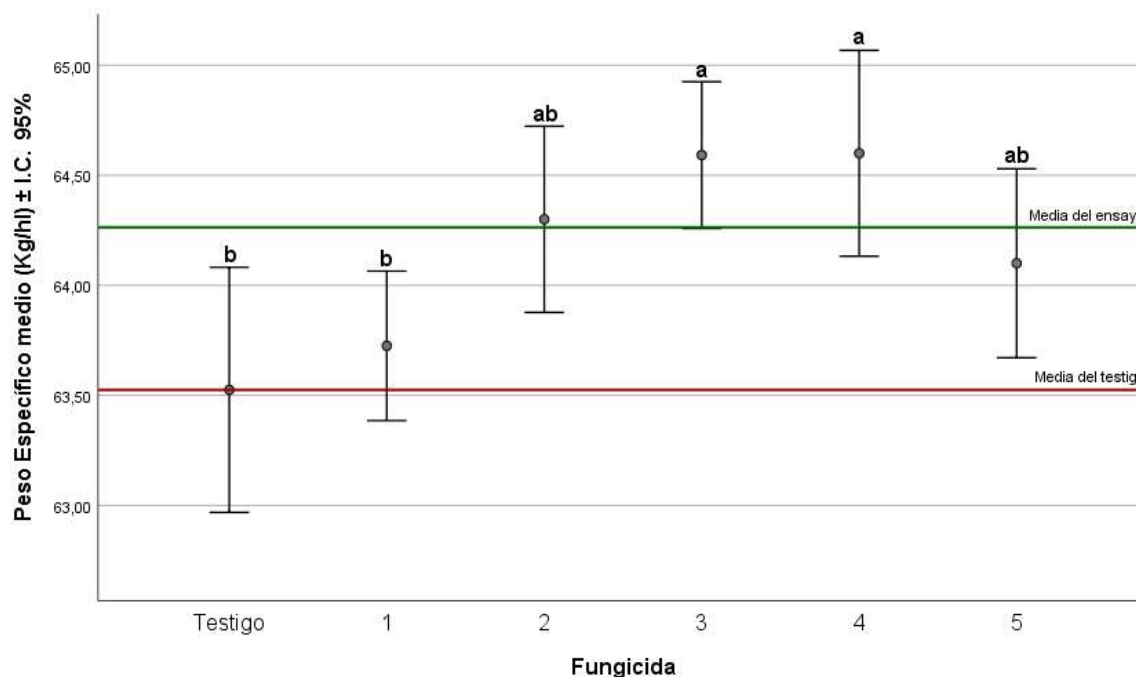


Gráfico 9. Peso Específico medio (kg/hl), media del ensayo y media del testigo. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p > 0,05$; Prueba T2 de Tamhane).

Al analizar los parámetros evaluados mediante las pruebas de normalidad de Kolmogórov-Smirnov se observó que tanto la variable enfermedad como la variable altura no presentaron una distribución normal ($p < 0,0001$ y $p = 0,001$, respectivamente) por lo que se aplicó un análisis estadístico no paramétrico, como se ha comentado en el apartado 3.8. Análisis estadístico.

Mediante la prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes se pudo afirmar que el tratamiento testigo y los tratamientos 1 y 2 no mostraron diferencias significativas entre ellos, así como el tratamiento 3, 4 y 5 tampoco las mostraron entre ellos, pero sí se observaron diferencias significativas entre ambos grupos como se puede observar en el Gráfico 10.

En cuanto al grado de afección medio para el ensayo, este ha sido del 63% frente al 83% de la media del testigo. Los tratamientos 3, 4 y 5 no han alcanzado el grado de afección obtenido por el testigo, demostrando el efecto de estos fungicidas sobre las variedades de cebada utilizadas. A su vez, el tratamiento 1, posicionado al lado del testigo, obtuvo más afección media que el resto de tratamiento., como ya se ha comentado, puede deberse a la existencia de una fuente de inóculo procedente de las microparcels testigo.

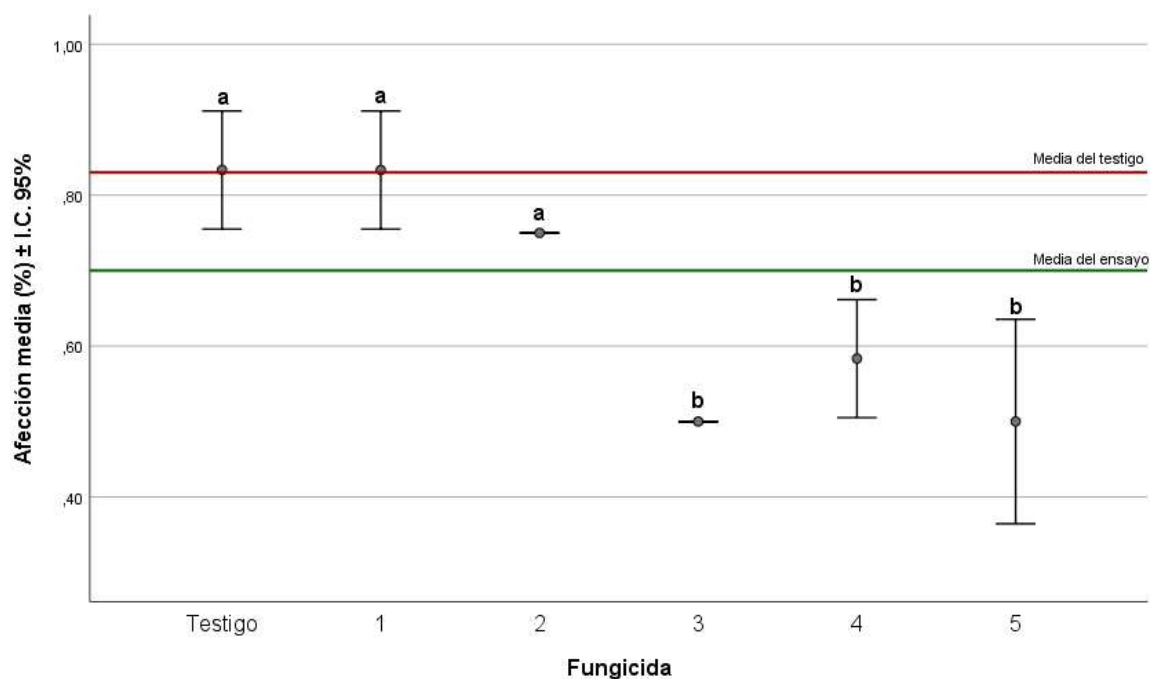


Gráfico 10. Afección media (%), media del ensayo y media del testigo. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p > 0,05$; Prueba de Kruskal-Wallis).

En cuanto a la altura de las plantas, al igual que en caso de la afección por enfermedad, se aplicó la prueba Kruskal-Wallis, ya que los datos no presentaron una distribución normal. Se pudieron determinar diferencias significativas entre el tratamiento 5 y el testigo. El resto de los tratamientos no mostraron diferencias significativas entre sí, ni con los dos anteriores. La altura media de las plantas en todos los tratamientos con aplicación de fungicida ha superado la altura media del tratamiento testigo, la cual es de 75,8 cm. La altura media del ensayo ha sido de 80 cm.

En el Gráfico 11 se puede visualizar las diferencias de alturas en función de los tratamientos fungicidas aplicados.

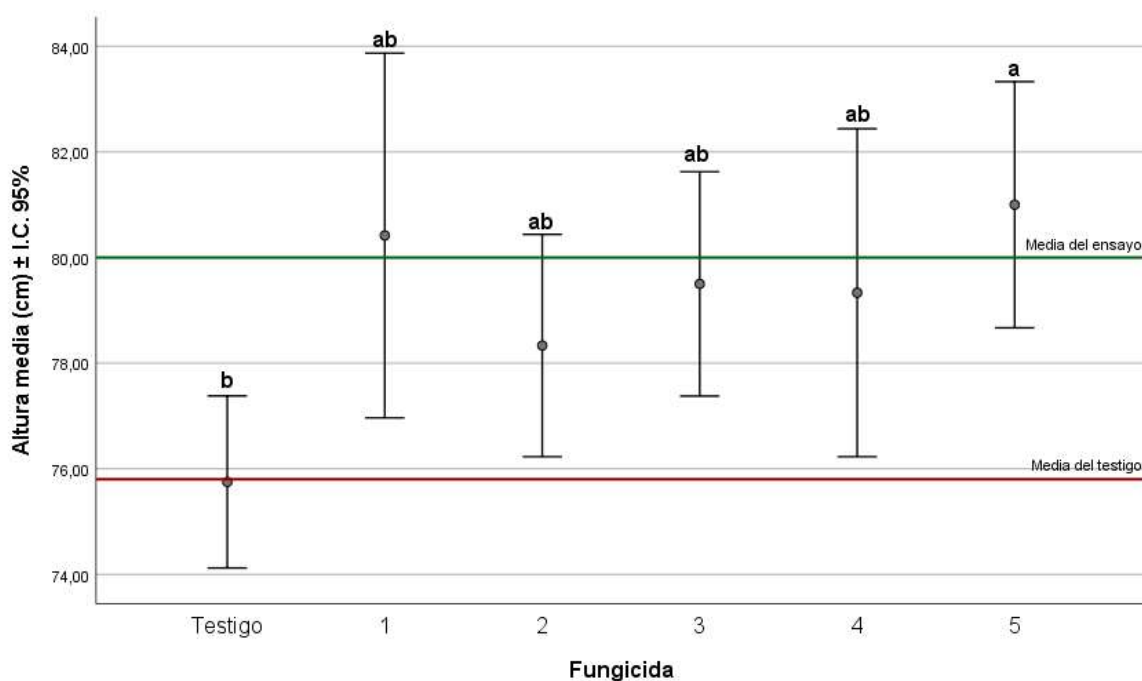


Gráfico 11. Media de las alturas (cm), media del ensayo y media del testigo. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p > 0,05$; Prueba de Kruskal-Wallis).

Del mismo modo, se analizó el efecto de las variedades sobre las variables objeto de estudio.

Según la prueba de Tukey, considerando un nivel de significación de 0,05, se observaron diferencias significativas en el rendimiento de las variedades Planet y Scrabble ($p = 0,002$). A su vez, la variedad Asteroid no mostró diferencias significativas con las otras dos variedades. La variedad Planet, ha sido la que mayor rendimiento ha obtenido de todo el ensayo con una media total de 9.261,68 kg/ha (rendimiento corregido al 13% de humedad) superando los 8.858,35 kg/ha correspondientes a la media total, como se muestra en el Gráfico 12.

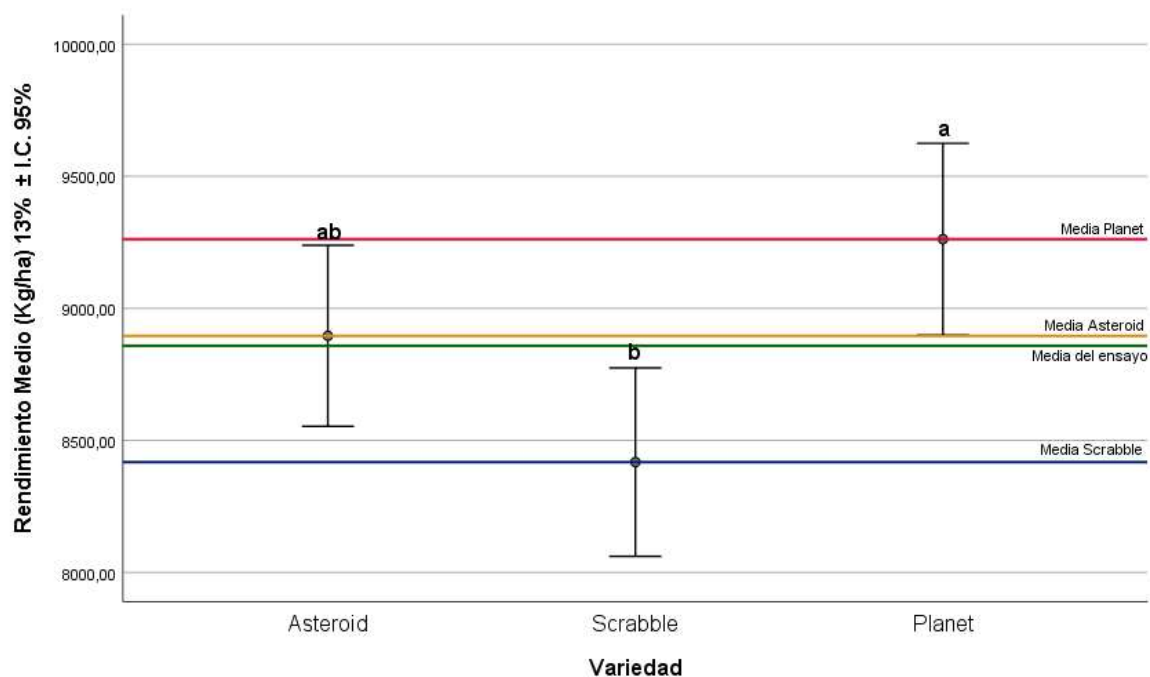


Gráfico 12. Rendimiento medio (kg/ha), media para cada variedad y media del ensayo. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$; Prueba de Tukey).

Según la prueba T2 de Tamhane (con nivel de significación de 0,05) las variedades Asteroid y Planet no mostraron diferencias significativas entre sí, pero ambas mostraron diferencias significativas con la variedad Scrabble. En el anejo 1.4. se puede ver la tabla de comparaciones múltiples de las variedades respecto al peso específico. En el Gráfico 13 se puede ver que la media del peso específico del ensayo alcanzó los 64,14 kg/hl, siendo la variedad Scrabble la única en rebasarlo.

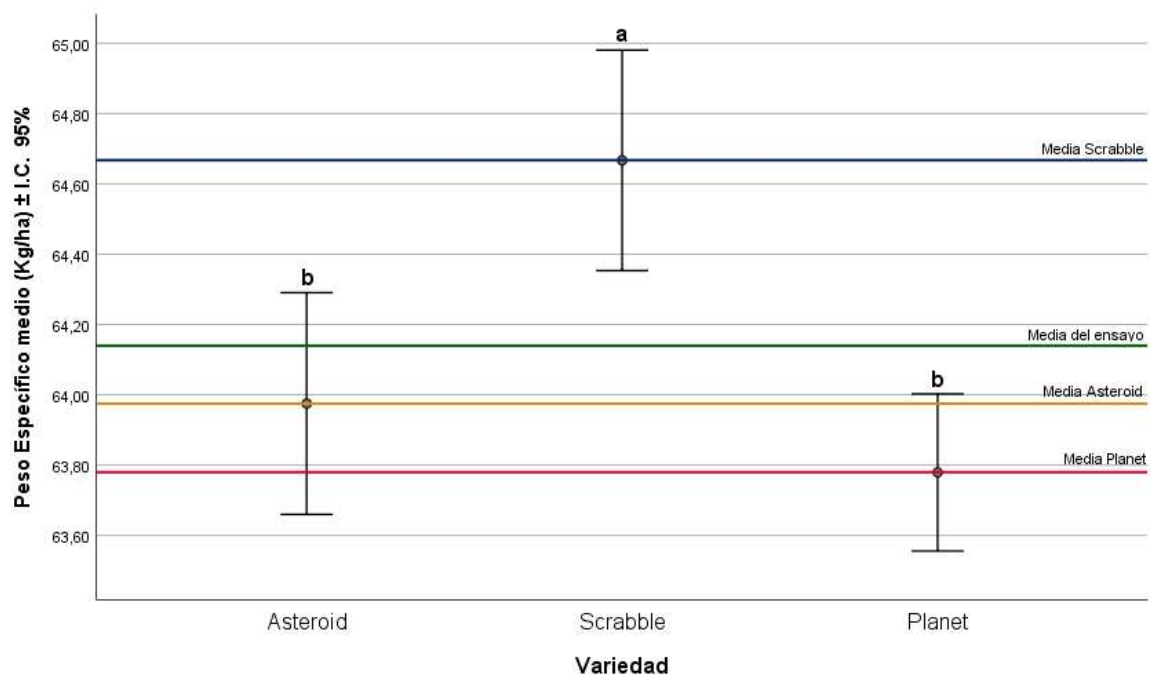


Gráfico 13. Peso Específico medio (kg/hl), medias para cada variedad y media total del ensayo. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p > 0,05$; Prueba T2 de Tamhane).

En cuanto al grado de afección por enfermedad en función de las distintas variedades sembradas, no hubo diferencias dentro de una misma variedad, presentaron el mismo grado de afección.

En el caso de la variedad Asteroid, los tratamientos fungicidas 1, 2 y testigo no mostraron diferencias significativas entre ellos sobre el grado de afección, pero sí que existen diferencias significativas con los tratamientos 3, 4 y 5 ($p = 0,006$).

Para la variedad Scrabble, el tratamiento 3 es el que presenta menor grado de afección, observándose diferencias significativas respecto al resto de tratamientos. A su vez, la comparativa entre el tratamiento 3 y el testigo, muestra que se diferencian en un 50% ($p < 0,0001$), para dicha variedad.

El testigo en la variedad Planet mostró diferencias significativas con los tratamientos 3, 4 y 5 ($p = 0,029$; $p < 0,0001$); sin embargo, los tratamientos 3 y 4 no mostraron diferencias significativas entre sí.

La Tabla 17 muestra las diferencias estadísticas entre tratamientos seleccionando por variedades.

Tabla 16. Efecto del tipo de fungicida sobre el grado de afección (%) por enfermedad fúngica, seleccionando por variedad. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos dentro de una misma variedad

($p > 0,05$; Prueba de Kruskal-Wallis).

VARIEDAD	FUNGICIDA (%)					
	Testigo	2	3	4	5	6
<i>Asteroid</i>	75 ^a	75 ^a	75 ^a	50 ^b	50 ^b	50 ^b
<i>Scrabble</i>	100 ^a	100 ^a	75 ^b	50 ^c	75 ^b	75 ^b
<i>Planet</i>	75 ^a	75 ^a	75 ^a	50 ^b	50 ^b	25 ^c

Hubo un efecto significativo ($p = 0,009$) del tipo de tratamiento sobre la altura de la planta en la variedad *Asteroid*, como se muestra en el Gráfico 14. Estas diferencias se reflejan entre dos grupos de tratamientos que son el 2 y el 5 respecto al tratamiento 1 y el testigo.

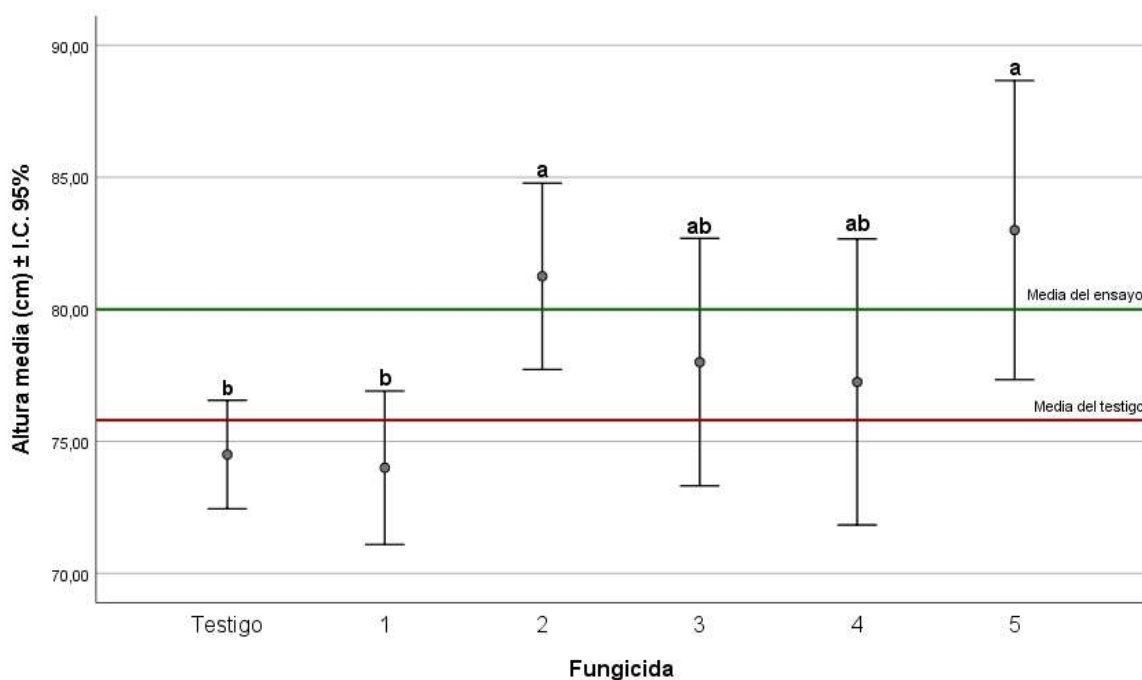


Gráfico 14. Altura media de la variedad *Asteroid* (cm). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p > 0,05$; Prueba de Kruskal-Wallis).

La variedad Scrabble mostró diferencias significativas ($p = 0,027$) sobre la altura, entre los tratamientos 1, 4 y 5 con el tratamiento 2 y el testigo, como se aprecia en el Gráfico 15.

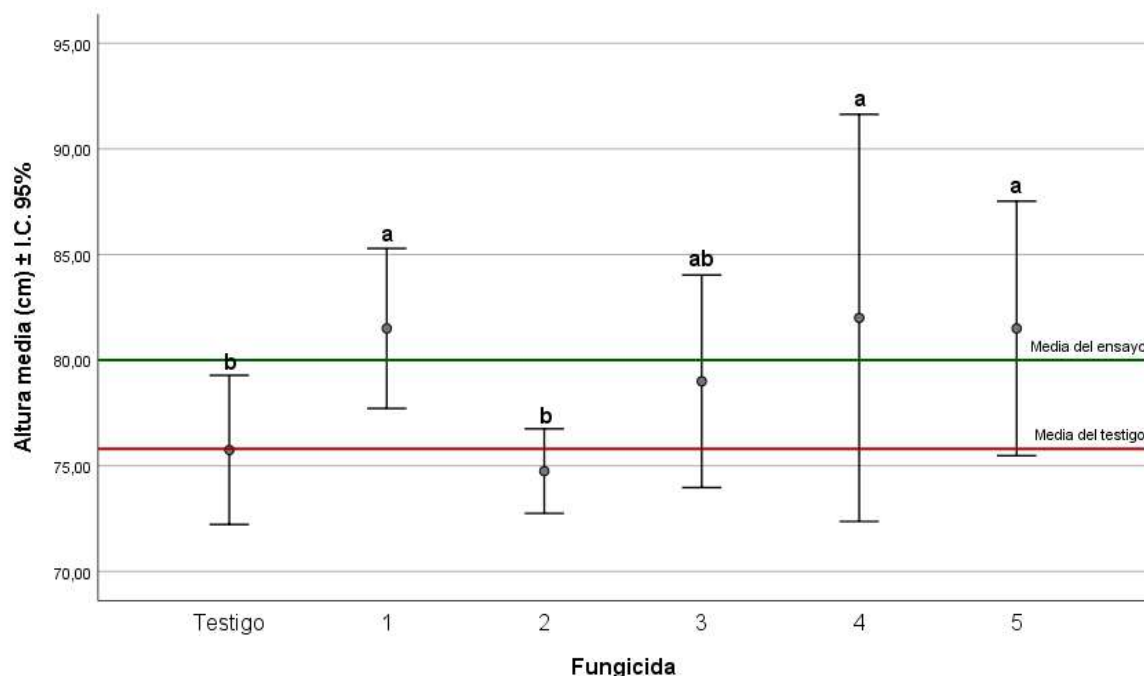


Gráfico 15. Altura media de la variedad Scrabble (cm). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p > 0,05$; Prueba de Kruskal-Wallis).

Finalmente, como muestra el Gráfico 16, la variedad Planet únicamente mostró diferencias significativas sobre la altura entre el tratamiento 1 y el testigo.

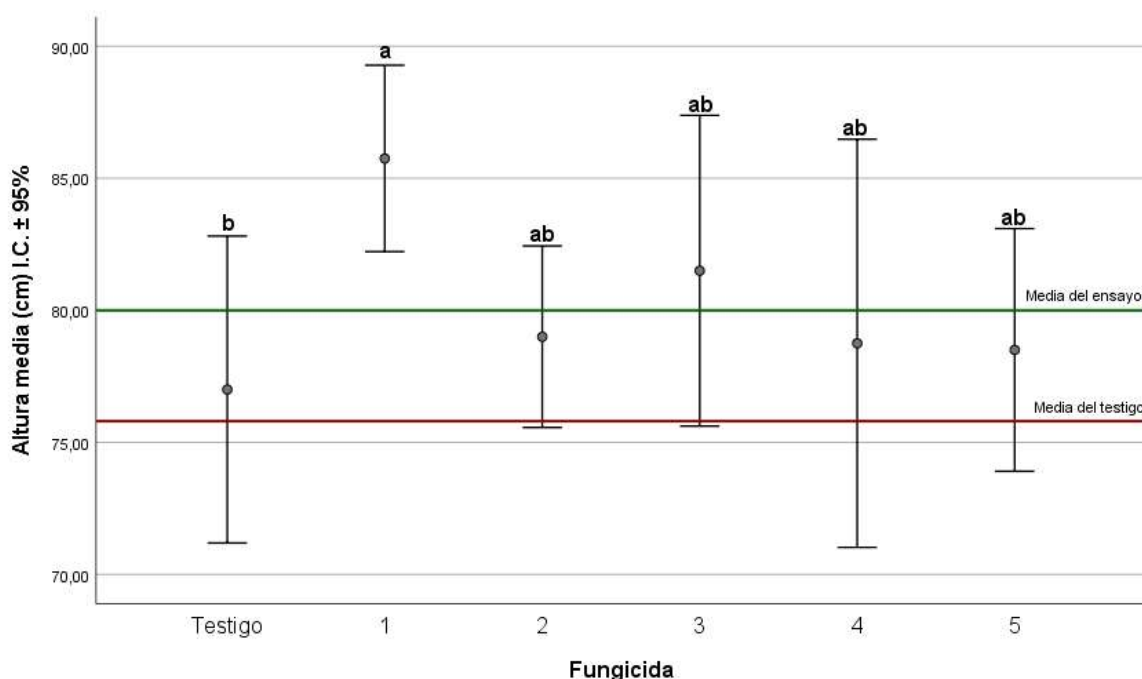


Gráfico 16. Altura media de la variedad Planet (cm). Letras diferentes indican diferencias significativas ($p > 0,05$; Prueba de Kruskal-Wallis).

Se han comparado los datos de este ensayo con varios informes proporcionados por el CSCV con los resultados de ensayos similares desarrollados en campañas anteriores. En la campaña 2018/2019, la variedad Planet, fue la que obtuvo mayores rendimientos de todo el ensayo, diferenciándose del testigo en aproximadamente 2.482 kg/ha. El tratamiento 2 cuyo principio activo fue Bixafen 7,5% + Protopiconazol 15% [EC] P/V, fue el que presentó mejores resultados.

En el presente ensayo, correspondiente a la campaña 2020/2021, también ha sido este tratamiento 2 el que ha tenido un mayor efecto sobre los rendimientos; aunque cabe destacar que, como se ha dicho anteriormente, no ha presentado diferencias significativas con el tratamiento 3, cuyo principio activo es Fluxapyroxad 7,5% + Piraclostrobin 15% [EC] P/V. Nuevamente, la variedad Planet es la que ha resultado ser la más productiva.

En la campaña de 2019/2020, según el informe proporcionado por el CSCV, el tratamiento con mejores resultados de producción fue el fungicida nº 3, cuyo principio activo es Fluxapyroxad 7,5% + Piraclostrobin 15% [EC] P/V, confirmándose así el resultado del ensayo de la campaña actual, en el cual este tratamiento no presentó diferencias significativas y, junto al tratamiento 2, fue el de mayor productividad.

4.4. Análisis de la rentabilidad económica

Una vez conocido el rendimiento de cada tratamiento y el del testigo, se multiplicó por el precio del cereal en campaña, obteniéndose así el valor de venta (€/ha). A este valor se le restaron en ambos casos los gastos comunes, siendo éstos el importe de las semillas empleadas, el de los insumos y el de labores preparatorias del terreno así como el coste de cosechar. En el caso de los tratamientos fungicidas, al valor económico del rendimiento se le restó el coste de los fungicidas y el derivado de su aplicación. Se obtuvo así la rentabilidad del testigo y la de los tratamientos (€/ha). A continuación, se detallan los cálculos realizados:

- Precio del cereal en campaña: 0,205 €/kg
- Precio de las semillas: 0,305 €/kg

Los datos siguientes se han obtenido del Centro de transferencia Agroalimentaria. (2021b):

- Asteroid, Peso 1000 granos (PMG): 45,5 g
 - Peso semillas: $[Dosis (sem/m^2) \cdot \frac{PMG}{1000} (g)] = 204,75 \text{ kg/ha}$
 - Importe semillas Asteroid: $[Precio (€/kg) \cdot Peso (kg/ha)] = \mathbf{62,45 \text{ €/ha}}$

- Scrabble, Peso 1000 granos (PMG): 50 g
 - Peso semillas: $[Dosis (sem/m^2) \cdot \frac{PMG}{1000} (g)] = 225 \text{ kg/ha}$
 - Importe semillas Scrabble: $[Precio (€/kg) \cdot Peso (kg/ha)] = \mathbf{68,62 \text{ €/ha}}$

- Planet, Peso 1000 granos (PMG): 53,5 g
 - Peso semillas: $[Dosis (sem/m^2) \cdot \frac{PMG}{1000} (g)] = 240,75 \text{ kg/ha}$
 - Importe semillas Planet: $[Precio (€/kg) \cdot Peso (kg/ha)] = \mathbf{73,43 \text{ €/ha}}$

- Importe Axial Pro: $[Precio (€/l) \cdot Dosis (l/ha)] = \mathbf{60 \text{ €/ha}}$
- Importe Herbenurón: $[Precio (€/g) \cdot Dosis (g/ha)] = \mathbf{10 \text{ €/ha}}$
- Importe abono 18-46-0: $[Precio (€/l) \cdot Dosis (kg/ha)] = \mathbf{105 \text{ €/ha}}$

- Importe abono NAC 26%: [$Precio (\text{€/kg}) \cdot Dosis (\text{kg/ha})$] = **63 €/ha**
- Importe de los tratamientos: [$Precio (\text{€/l}) \cdot Dosis (\text{l/ha})$]
- | |
|-----------------------|
| T1: 13,8 €/ha |
| T2: 59,5 €/ha |
| T3: 36,75 €/ha |
| T4: 56,5 €/ha |
| T5: 61,45 €/ha |

Se debe tener en cuenta el coste (€/ha) ocasionado en las labores preparatorias del suelo, así como la subcontratación de la cosecha:

- Costo pase de cultivador: 50 €/ha
- Costo pase de rodillo molón: 30 €/ha
- Cosecha: 70 €/ha

A su vez, se ha estimado un coste percibido por el encargado de la aplicación de los tratamientos en torno a 15 €/ha, teniendo que ser sumado al importe calculado para cada tratamiento. Quedando el importe final de la aplicación de cada tratamiento de la siguiente forma:

- El tratamiento testigo no conlleva coste de aplicación.
- Tratamiento 1: $13,8 (\text{€/ha}) + 15 (\text{€/ha}) \approx 29 \text{ €/ha}$
- Tratamiento 2: $59,5 (\text{€/ha}) + 15 (\text{€/ha}) \approx 74 \text{ €/ha}$
- Tratamiento 3: $36,75 (\text{€/ha}) + 15 (\text{€/ha}) \approx 52 \text{ €/ha}$
- Tratamiento 4: $56,5 (\text{€/ha}) + 15 (\text{€/ha}) \approx 71,5 \text{ €/ha}$
- Tratamiento 5: $61,45 (\text{€/ha}) + 15 (\text{€/ha}) \approx 76 \text{ €/ha}$

Se debe añadir de forma aclaratoria que en ningún momento se han tenido en cuenta las ayudas de la PAC.

El Gráfico 17 plasma la diferencia de rentabilidad económica entre cada tratamiento y el testigo, asumiendo nulo el coste de este, ya que no hay aplicación de tratamiento.

En el epígrafe 4.1. Efecto de los fungicidas, se analizaron las diferencias en el rendimiento de cada tratamiento, concluyendo en que los tratamientos 2 y 3 no mostraron diferencias significativas entre ellos. En este caso, como se puede observar en el Gráfico 17, estos dos tratamientos son los que mayor diferencia de rentabilidad económica presentan respecto al testigo, por lo que la aplicación de estos dos tratamientos sería recomendable con el grado de afección por enfermedad y las condiciones que se han dado

en el ensayo actual. En cambio, el tratamiento 1, apenas muestra diferencia de rentabilidad con el testigo.

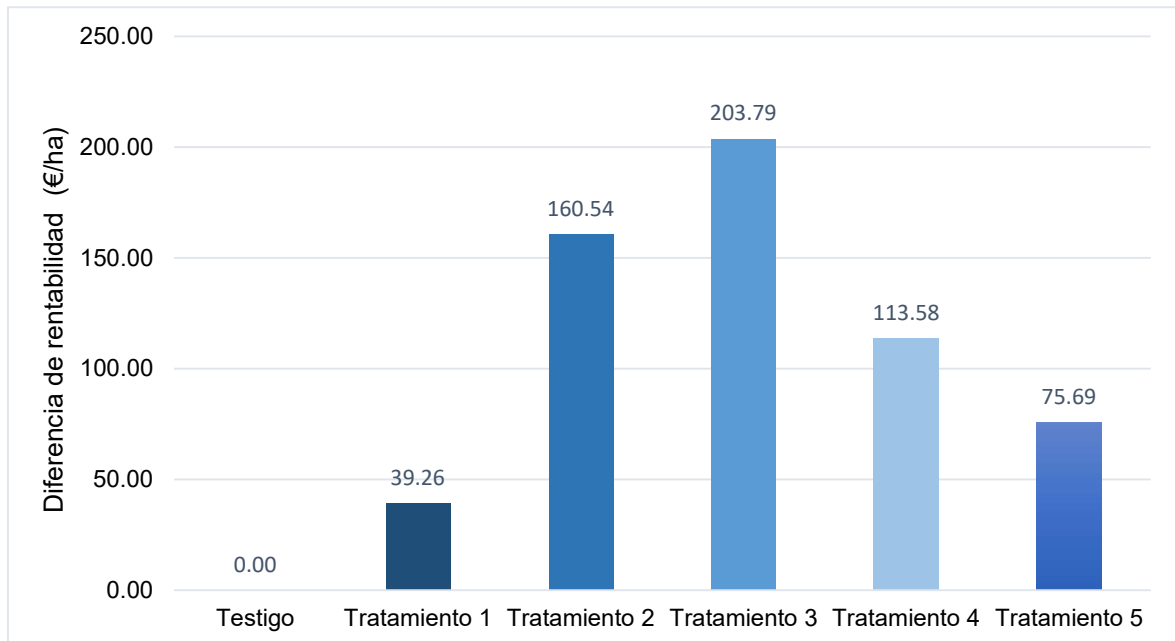


Gráfico 17. Diferencia de rentabilidad económica entre el testigo y los tratamientos (€/ha).

4.5. Propuesta de diseño experimental

En la Figura 25, se puede ver el croquis del ensayo empleado hasta el momento. Este ensayo está distribuido de tal forma que el testigo queda a un único lado, esto puede afectar al tratamiento 1 por estar al lado de una posible fuente de inóculo ya que el testigo no recibe ningún tratamiento fungicida.

	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	T5	
B O R D U R A	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	T5	B O R D U R A
	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	T5	
	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	T5	
	TESTIGO	T1	T2	T3	T4	T5	

Figura 25. Croquis del ensayo actual.

Como propuesta de diseño experimental se ha optado por un diseño en cuadro latino (DCL). Se puede ver el croquis de la propuesta en la Figura 26.

	BORDURA						
	TESTIGO	T3	T1	T4	T5	T2	
B O R D U R A	T1	TESTIGO	T5	T3	T2	T4	B O R D U R A
	T5	T4	TESTIGO	T2	T1	T3	
	T3	T1	T2	TESTIGO	T4	T5	
	T4	T2	T3	T5	TESTIGO	T1	
	T2	T5	T4	T1	T3	TESTIGO	
	BORDURA						

Figura 26. Croquis de la propuesta de ensayo.

El DCL es indicado en los casos donde se han identificado dos fuentes de variación secundaria que podrían afectar a los resultados de un experimento (Gavilánez Luna, F.

,2021). Si se tratan entre 4 y 10 tratamientos, este tipo de diseño es muy eficaz y sobre todo muy útil para ensayos de fertilizantes, herbicidas e insecticidas.

El DCL ofrece una serie de ventajas tales como: un análisis estadístico sencillo en comparación con el diseño de bloques completos al azar; así como, cuando se esté ante dos fuentes distintas en el área de experimentación, la comparación estadística de estos factores será mucho más precisa obteniendo así resultados más reales. La desventaja para este tipo de ensayo sería el difícil acceso a la parcela con la maquinaria agrícola. (Gavilánez Luna, F. ,2021).

Este nuevo diseño de ensayo, al ser un cuadrado, debe contener el mismo número de tratamientos y repeticiones, por ello, la distribución será de 6x6, quedando el testigo repartido en la parte central. A su vez, los distintos tratamientos fungicidas quedan al menos una vez ubicados junto al testigo, de esta forma parten de las mismas condiciones teniendo la posibilidad de tener una fuente de inóculo al lado procedente del testigo, como era el caso del tratamiento 1 del anterior ensayo.

Este diseño está pensado para ocupar el mismo espacio que el diseño anterior, por lo que, al sustituir las 4 repeticiones por 6 repeticiones, las microparcels podrían ser reducidas en longitud para asegurar que la superficie total es la misma.

La distribución de las variedades se aleatorizará, tratando de distribuir de forma equitativa las posiciones respecto a los testigos. En el Anejo 1.14. se presenta el diseño de la propuesta de ensayo con las variedades aleatorizadas.

5. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo pueden establecerse las siguientes conclusiones:

- En cuanto al rendimiento obtenido y los pesos específicos, los tratamientos fungicidas nº 2 y 3 se han diferenciado significativamente del testigo, obteniéndose una diferencia en las producciones de 1.146,5 kg/ha y 1.246,51 kg/ha y de peso específico de 0,78 kg/hl y 1,07 kg/hl.
- La variedad Planet ha presentado el mejor comportamiento agronómico de todo el ensayo, tanto a nivel de rendimiento como de afección por enfermedades. La variedad Scrabble es la que mayor valor de peso específico obtuvo.
- La aplicación de los tratamientos nº 2 y 3 se presenta como una buena opción en las condiciones de este ensayo, ya que no solo han tenido un efecto significativo sobre la producción final, si no que se ha demostrado que existen diferencias en la rentabilidad económica, obteniéndose mayores beneficios económicos. Como ambos tratamientos no han mostrado diferencias significativas en el rendimiento, atendiendo al precio del fungicida, el tratamiento nº 3 es más económico que el nº 2, por lo que, para las condiciones de este ensayo y en el marco de precios consultado, se plantea como mejor opción el uso del tratamiento fungicida nº 3.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Agroware. (2017). *Tratamiento y prevención del mal de pie*. Agroware Software Agrícola. Recuperado 2021, de <https://sistemaagricola.com.mx/blog/tratamiento-y-prevencion-del-mal-de-pie/#:%7E:text=El%20mal%20de%20pie%2C%20es,un%20verdadero%20dolor%20de%20cabeza>
- Molina Cano, J. L., Ramos, J. M., del Moral, L. F. G., de Barbera, J. A. B., Benasayag, S. H., y Brufau, J. (1989). *La Cebada*. Mundi-Prensa Libros, S.A.
- Centro de protección vegetal. (2004). *Enfermedades de los cereales de invierno*. agroseguro.es. Recuperado 2021, de https://agroseguro.es/fileadmin/propietario/i_D_i/Cursos/6-Factores_que_afectan_a_la_produccion/HOJAS_INFORMATIVAS_ENFERMEDADES_CEREALES_INVIERNO_2004.pdf
- Centro de transferencia Agroalimentaria. (2021a). *Informaciones Técnicas Agrarias 2017*. Gobierno de Aragón. Recuperado 2021, de <https://www.aragon.es/-/informaciones-tecnicas-agrarias#anchor2>
- Centro de transferencia Agroalimentaria. (2021b). *Informaciones Técnicas Agrarias 2020*. Gobierno de Aragón. Recuperado 2021, de <https://www.aragon.es/-/informaciones-tecnicas-agrarias#anchor2>
- Centro de transferencia Agroalimentaria. (2021c). *Informaciones Técnicas Agrarias 2021*. Gobierno de Aragón. Recuperado 2021, de <https://www.aragon.es/-/informaciones-tecnicas-agrarias#anchor2>
- Contreras-López, E.; Jaimez-Ordaz, J.; Hernández-Madrigal, T.; Añorve-Morga, J. y Beltrán-Hernández, R. (2008). *Composición química de cebadas cultivadas bajo diferentes condiciones de labranza en tres localidades del estado de hidalgo, México*. Bioagro 20 (3).
- Cooperativas Agroalimentarias de España. (2020). *Cereales 2020. Cosecha de cereales. Cuarta estimación*. Cooperativas Agroalimentarias. Recuperado 2021, de <http://www.agro-alimentarias.coop/ficheros/doc/06302.pdf>
- De Liñán, C. (2021). *Vademecum*. Portal TECNOAGRÍCOLA. Recuperado 2021, de <https://www.buscador.portalteconoagricola.com/vademecum/esp/producto/ERASMUS%20430>

- Erreguerena, I. A., Couretot, L. A., Samoiloff, A., Storm, A. C., Moreyra, F., Gonzalez, G. A., y Carpaneto, B. B. (2021). *Red de Protección de cebada cervecera. Campaña 2020/2021*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- EUSTAT. (2021). *Definición Laboreo del terreno en cultivos herbáceos*. Instituto Vasco de Estadística. Recuperado 2021, de https://www.eustat.eus/documentos/opt_1/tema_260/elem_6315/definicion.html
- Gavilánez Luna, F. (2021). *Diseños y análisis estadísticos para experimentos agrícolas* (1.ª ed.). Diaz de Santos.
- FACA. (2021). *Cooperativas Agro-alimentarias de Aragón*. Cooperativas Agro-alimentarias de Aragón. Recuperado 2021, de <http://www.faca.es/Index/Index>
- FAOSTAT. (2021). *Bases de datos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado 2021, de <http://www.fao.org/home/es>
- Grupo CT. (2021). *Qué consideraciones hay que tener en cuenta a la hora de trazar un plan de abonado*. Recuperado 2021, de <https://grupoct.com/fertilizantes/que-consideraciones-hay-que-tener-en-cuenta-a-la-hora-de-trazar-un-plan-de-abonado/>
- Guerrero, A. (1999). *Cultivos herbáceos extensivos* (6.ª ed.). Mundi-Prensa.
- Herbario virtual. (2021). *Herbario Virtual*. Recuperado 2021, de http://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=101
- InfoAgro. (2021). *Agricultura. El cultivo de la cebada. 1ª parte*. Recuperado 2021, de <https://infoagro.com/herbaceos/forrajes/cebada.htm>
- López Bellido, L. (2010). *Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Parte II*. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación (MAPA). Recuperado 2021, de <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/publicaciones/Publicaciones-fertilizantes.aspx>
- MAPA. (2002). *Ley 43/2002, de 20 de noviembre, de sanidad vegetal. (Legislación Consolidada)*. Recuperado 2021, de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2002-22649&p=20110305&tn=2>
- MAPA. (2021a). *Anuario de estadística del MAPA*. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Recuperado 2021, de <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/2019/default.aspx?parte=3&capitulo=07&grupo=1&seccion=3>

- MAPA. (2021b). *Nueva normativa en sanidad vegetal*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Recuperado 2021, de <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/nueva-normativa/default.aspx>
- MAPA. (2021c). *Registro de Productos Fitosanitarios*. Ministerios de Agricultura, Pesca y Alimentación. Recuperado 2021, de <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/productos/conregnom.asp>
- MAPA. (2021d). *Sanidad vegetal*. Ministerios de Agricultura, Pesca y Alimentación. Recuperado 2021, de <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/>
- MAPA. (2021e). *Visor SigPac*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Recuperado 2021, de <https://sigpac.mapama.gob.es/fega/visor/>
- Martin, Á., y Lezáun, J. A. (2015). *Guía de gestión integrada de plagas*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Centro de Publicaciones.
- Mateo, J. M. (2005). *Prontuario de agricultura*. Ediciones Mundi-Prensa.
- Morton, V., y Staub, T. (2008). *A Short History of Fungicides*. The American Phytopathological Society (APS). Recuperado 2021, de <https://www.apsnet.org/edcenter/apsnetfeatures/Pages/Fungicides.aspx>
- Osca, J. M. (2013). *Cultivos herbáceos extensivos: cereales*. Libro electrónico. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Pérez, W. (2008). *Manual técnico: El tizón tardío de la papa*. International Potato Center.
- Poole, N. F., y Arnaudin, M. E. (2014). *The role of fungicides for effective disease management in cereal crops*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 36(1), 1-11.
- Red ARAX. (2021). *Dossier técnico de la campaña de cultivos herbáceos de invierno de la Red Aragonesa de Cultivos Extensivos y Leguminosas*. Recuperado 2021, de <https://www.redarax.com/wp-content/uploads/2021/10/DOSSIER-CEREAL-INVIERNO-RED-ARAX-2020-2021.pdf>
- Santamaría, L., y Ureta R., J. C. (2004). *¿Qué son los fungicidas?* La Sociedad Americana de Fitopatología (APS). Recuperado 2021, de <https://www.apsnet.org/edcenter/disimpactmngmnt/topc/Pages/fungicidesSpanish.aspx>

SIAR. (2021). *Sistema de Información Agroclimática para el Regadío*. MAPA. Recuperado 2021, de <https://eportal.mapa.gob.es//websiar/Inicio.aspx>

UPNA (2019). *Hordeum vulgare L.* Herbario de la Universidad pública de Navarra. Recuperado en 2021, de https://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Hord_vulg_p.htm

ANEJOS

1.1. Estadísticos descriptivos para cada variedad y fungicida

		Variedad		Estadístico	Error estándar
R E N D I M I E N T O	1	Media		8895,7492	165,64971
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	8553,0766	
			Límite superior	9238,4217	
		Mediana		8697,035	
		Varianza		658555,836	
		Desviación estándar		811,51453	
		Mínimo		6922,03	
	Máximo		10315,06		
	2	Media		8417,6425	172,47275
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	8060,8554	
			Límite superior	8774,4296	
		Mediana		8472,845	
		Varianza		713924,364	
		Desviación estándar		844,94045	
		Mínimo		6347,06	
	Máximo		10129,13		
	3	Media		9261,6771	175,5445
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	8898,5356	
Límite superior			9624,8185		
Mediana			9283,49		
Varianza			739580,894		
Desviación estándar			859,98889		
Mínimo			7608,04		
Máximo		10984,87			
P E S O	1	Media		63,975	0,15243
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	63,6597	
			Límite superior	64,2903	
		Mediana		64	
		Varianza		0,558	
		Desviación estándar		0,74673	
		Mínimo		62,6	
	Máximo		65,2		
	2	Media		64,6667	0,15164
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	64,353	
			Límite superior	64,9804	
		Mediana		64,75	
		Varianza		0,552	
		Desviación estándar		0,74289	
		Mínimo		62,2	
	Máximo		65,6		
	3	Media		63,7792	0,10801
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	63,5557	
Límite superior			64,0026		
Mediana			63,8		
Varianza			0,28		
Desviación estándar			0,52913		
Mínimo			62,4		
Máximo		64,7			

	Variedad		Estadístico	Error estándar	
A L T U R A	1	Media	78	0,83623	
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	76,2701	
			Límite superior	79,7299	
		Mediana	76,5		
		Varianza	16,783		
		Desviación estándar	4,09666		
		Mínimo	72		
	Máximo	86			
	2	Media	79,0833	0,87211	
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	77,2792	
			Límite superior	80,8874	
		Mediana	79		
		Varianza	18,254		
		Desviación estándar	4,27243		
		Mínimo	73		
	Máximo	89			
	3	Media	80,0833	0,85321	
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	78,3183	
			Límite superior	81,8483	
		Mediana	80		
		Varianza	17,471		
Desviación estándar		4,17983			
Mínimo		73			
Máximo	89				
E N F E R M E D A D	1	Media	0,625	0,02606	
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	0,5711	
			Límite superior	0,6789	
		Mediana	0,625		
		Varianza	0,016		
		Desviación estándar	0,12769		
		Mínimo	0,5		
	Máximo	0,75			
	2	Media	0,7917	0,03582	
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	0,7176	
			Límite superior	0,8658	
		Mediana	0,75		
		Varianza	0,031		
		Desviación estándar	0,17549		
		Mínimo	0,5		
	Máximo	1			
	3	Media	0,5833	0,03885	
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	0,503	
			Límite superior	0,6637	
		Mediana	0,625		
		Varianza	0,036		
Desviación estándar		0,19035			
Mínimo		0,25			
Máximo	0,75				

Fungicida			Estadístico	Error estándar	
R E N D I M I E N T O	1	Media	8130,0533	260,29216	
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	7557,1542	
			Límite superior	8702,9525	
		Mediana	8139,925		
		Varianza	813024,095		
		Desviación estándar	901,67849		
		Mínimo	6347,06		
	Máximo	9390,71			
	2	Media	8461,9917	262,06145	
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	7885,1983	
			Límite superior	9038,785	
		Mediana	8483,58		
		Varianza	824114,456		
		Desviación estándar	907,8075		
		Mínimo	6869,45		
	Máximo	10035,95			
	3	Media	9276,56	226,01704	
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	8779,0999	
			Límite superior	9774,0201	
		Mediana	9288,015		
		Varianza	613004,408		
		Desviación estándar	782,94598		
		Mínimo	8180,75		
	Máximo	10984,87			
4	Media	9376,56	244,44557		
	I.C. del 95% para la media	Límite inferior	8838,5389		
		Límite superior	9914,5811		
	Mediana	9334,11			
	Varianza	717043,643			
	Desviación estándar	846,7843			
	Mínimo	8344,66			
Máximo	10798,81				
5	Media	9032,8083	198,86171		
	I.C. del 95% para la media	Límite inferior	8595,1167		
		Límite superior	9470,5		
	Mediana	9028,66			
	Varianza	474551,757			
	Desviación estándar	688,87717			
	Mínimo	7842,93			
Máximo	10229,26				
6	Media	8872,1642	201,85405		
	I.C. del 95% para la media	Límite inferior	8427,8864		
		Límite superior	9316,4419		
	Mediana	8766,14			
	Varianza	488940,68			
	Desviación estándar	699,24293			
	Mínimo	7737,67			
Máximo	10128,77				

Fungicida			Estadístico	Error estándar	
P E S O E S P E C Í F I C O	1	Media	63,525	0,2529	
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	62,9684	
			Límite superior	64,0816	
		Mediana	63,35		
		Varianza	0,767		
		Desviación estándar	0,87607		
		Mínimo	62,2		
	Máximo	65,3			
	2	Media	63,725	0,15429	
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	63,3854	
			Límite superior	64,0646	
		Mediana	63,6		
		Varianza	0,286		
		Desviación estándar	0,53449		
		Mínimo	63,1		
	Máximo	64,8			
	3	Media	64,3	0,19228	
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	63,8768	
			Límite superior	64,7232	
		Mediana	64,45		
		Varianza	0,444		
		Desviación estándar	0,66606		
		Mínimo	62,6		
	Máximo	65,1			
4	Media	64,5917	0,15149		
	I.C. del 95% para la media	Límite inferior	64,2582		
		Límite superior	64,9251		
	Mediana	64,5			
	Varianza	0,275			
	Desviación estándar	0,52477			
	Mínimo	63,8			
Máximo	65,6				
5	Media	64,6	0,21249		
	I.C. del 95% para la media	Límite inferior	64,1323		
		Límite superior	65,0677		
	Mediana	64,5			
	Varianza	0,542			
	Desviación estándar	0,73608			
	Mínimo	63,8			
Máximo	65,5				
6	Media	64,1	0,19501		
	I.C. del 95% para la media	Límite inferior	63,6708		
		Límite superior	64,5292		
	Mediana	64,1			
	Varianza	0,456			
	Desviación estándar	0,67555			
	Mínimo	62,6			
Máximo	65				

Fungicida			Estadístico	Error estándar	
A L T U R A	1	Media	75,75	0,73983	
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	74,1216	
			Límite superior	77,3784	
		Mediana	75		
		Varianza	6,568		
		Desviación estándar	2,56285		
		Mínimo	73		
	Máximo	81			
	2	Media	80,4167	1,56891	
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	76,9635	
			Límite superior	83,8698	
		Mediana	81,5		
		Varianza	29,538		
		Desviación estándar	5,43488		
		Mínimo	72		
	Máximo	89			
	3	Media	78,3333	0,95611	
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	76,229	
			Límite superior	80,4377	
		Mediana	79		
		Varianza	10,97		
		Desviación estándar	3,31205		
		Mínimo	73		
	Máximo	84			
4	Media	79,5	0,96531		
	I.C. del 95% para la media	Límite inferior	77,3754		
		Límite superior	81,6246		
	Mediana	80			
	Varianza	11,182			
	Desviación estándar	3,34392			
	Mínimo	75			
Máximo	85				
5	Media	79,3333	1,41064		
	I.C. del 95% para la media	Límite inferior	76,2285		
		Límite superior	82,4381		
	Mediana	77,5			
	Varianza	23,879			
	Desviación estándar	4,88659			
	Mínimo	74			
Máximo	89				
6	Media	81	1,05887		
	I.C. del 95% para la media	Límite inferior	78,6694		
		Límite superior	83,3306		
	Mediana	80			
	Varianza	13,455			
	Desviación estándar	3,66804			
	Mínimo	75			
Máximo	87				

		Fungicida		Estadístico	Error estándar
E N F E R M E D A D	1	Media		0,8333	0,03553
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	0,7551	
			Límite superior	0,9115	
		Mediana		0,75	
		Varianza		0,015	
		Desviación estándar		0,12309	
		Mínimo		0,75	
	Máximo		1		
	2	Media		0,8333	0,03553
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	0,7551	
			Límite superior	0,9115	
		Mediana		0,75	
		Varianza		0,015	
		Desviación estándar		0,12309	
		Mínimo		0,75	
	Máximo		1		
	3	Media		0,75	0
		I.C. del 95% para la media	Límite inferior	0,75	
			Límite superior	0,75	
		Mediana		0,75	
		Varianza		0	
		Desviación estándar		0	
		Mínimo		0,75	
	Máximo		0,75		
4	Media		0,5	0	
	I.C. del 95% para la media	Límite inferior	0,5		
		Límite superior	0,5		
	Mediana		0,5		
	Varianza		0		
	Desviación estándar		0		
	Mínimo		0,5		
Máximo		0,5			
5	Media		0,5833	0,03553	
	I.C. del 95% para la media	Límite inferior	0,5051		
		Límite superior	0,6615		
	Mediana		0,5		
	Varianza		0,015		
	Desviación estándar		0,12309		
	Mínimo		0,5		
Máximo		0,75			
6	Media		0,5	0,06155	
	I.C. del 95% para la media	Límite inferior	0,3645		
		Límite superior	0,6355		
	Mediana		0,5		
	Varianza		0,045		
	Desviación estándar		0,2132		
	Mínimo		0,25		
Máximo		0,75			

1.2. Pruebas de homogeneidad para RTO y Pe

PRUEBA DE IGUALDAD DE LEVENE DE VARIANZAS DE ERROR ^a					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Rendimiento	Se basa en la media	0,677	17	54	0,811
	Se basa en la mediana	0,485	17	54	0,949
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,485	17	34,112	0,943
	Se basa en la media recortada	0,647	17	54	0,839
Pe	Se basa en la media	2,472	17	54	0,006
	Se basa en la mediana	1,231	17	54	0,273
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,231	17	14,528	0,348
	Se basa en la media recortada	2,224	17	54	0,014

Prueba la hipótesis nula de que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

a. Diseño : Intersección + Fungicida + Variedad + Fungicida * Variedad

PRUEBAS DE EFECTOS INTER-SUJETOS						
Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	Rendimiento	24982098,422 ^a	17	1469535,201	2,465	0,006
	Pe	24,686 ^b	17	1,452	4,428	0,000
Intersección	Rendimiento	5649874232,538	1	5649874232,538	9476,600	0,000
	Pe	296206,217	1	296206,217	903297,230	0,000
Fungicida	Rendimiento	13939004,548	5	2787800,910	4,676	0,001
	Pe	11,919	5	2,384	7,270	0,000
Variedad	Rendimiento	8599068,822	2	4299534,411	7,212	0,002
	Pe	10,435	2	5,218	15,911	0,000
Fungicida * Variedad	Rendimiento	2444025,052	10	244402,505	0,410	0,936
	Pe	2,331	10	0,233	0,711	0,710

a. R al cuadrado = ,437 (R al cuadrado ajustada = ,260)

b. R al cuadrado = ,582 (R al cuadrado ajustada = ,451)

1.3. Resultados de la prueba de Tukey para el rendimiento corregido (kg/ha)

COMPARACIONES MÚLTIPLES						
Variable dependiente: Rendimiento						
HSD Tukey						
(I) Fungicida	(J) Fungicida	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-331,93833	330,43234	0,915	-1301,7885	637,9119
	3	-1146,50667*	330,43234	0,011	-2116,3569	-176,6565
	4	-1246,50667*	330,43234	0,005	-2216,3569	-276,6565
	5	-902,755	330,43234	0,082	-1872,6052	67,0952
	6	-742,11083	330,43234	0,231	-1711,961	227,7394
2	1	331,93833	330,43234	0,915	-637,9119	1301,7885
	3	-814,56833	330,43234	0,15	-1784,4185	155,2819
	4	-914,56833	330,43234	0,076	-1884,4185	55,2819
	5	-570,81667	330,43234	0,519	-1540,6669	399,0335
	6	-410,1725	330,43234	0,815	-1380,0227	559,6777
3	1	1146,50667*	330,43234	0,011	176,6565	2116,3569
	2	814,56833	330,43234	0,15	-155,2819	1784,4185
	4	-100	330,43234	1	-1069,8502	869,8502
	5	243,75167	330,43234	0,976	-726,0985	1213,6019
	6	404,39583	330,43234	0,824	-565,4544	1374,246
4	1	1246,50667*	330,43234	0,005	276,6565	2216,3569
	2	914,56833	330,43234	0,076	-55,2819	1884,4185
	3	100	330,43234	1	-869,8502	1069,8502
	5	343,75167	330,43234	0,902	-626,0985	1313,6019
	6	504,39583	330,43234	0,649	-465,4544	1474,246
5	1	902,755	330,43234	0,082	-67,0952	1872,6052
	2	570,81667	330,43234	0,519	-399,0335	1540,6669
	3	-243,75167	330,43234	0,976	-1213,6019	726,0985
	4	-343,75167	330,43234	0,902	-1313,6019	626,0985
	6	160,64417	330,43234	0,997	-809,206	1130,4944
6	1	742,11083	330,43234	0,231	-227,7394	1711,961
	2	410,1725	330,43234	0,815	-559,6777	1380,0227
	3	-404,39583	330,43234	0,824	-1374,246	565,4544
	4	-504,39583	330,43234	0,649	-1474,246	465,4544
	5	-160,64417	330,43234	0,997	-1130,4944	809,206

* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

COMPARACIONES MÚLTIPLES						
Variable dependiente: Rendimiento						
HSD Tukey						
(I) Variedad	(J) Variedad	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	478,10667	242,21553	0,126	-102,0751	1058,2884
	3	-365,92792	242,21553	0,292	-946,1097	214,2538
2	1	-478,10667	242,21553	0,126	-1058,2884	102,0751
	3	-844,03458*	242,21553	0,002	-1424,2163	-263,8528
3	1	365,92792	242,21553	0,292	-214,2538	946,1097
	2	844,03458*	242,21553	0,002	263,8528	1424,2163

* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

1.4. Resultados de la prueba de T2 de Tamhane para el Pe (kg/hl)

COMPARACIONES MÚLTIPLES						
Variable dependiente: Pe						
Tamhane						
(I) Fungicida	(J) Fungicida	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-0,2	0,29625	1	-1,1967	0,7967
	3	-0,775	0,31769	0,304	-1,8262	0,2762
	4	-1,06667*	0,2948	0,029	-2,0601	-0,0733
	5	-1,075	0,33032	0,055	-2,1626	0,0126
	6	-0,575	0,31936	0,742	-1,6309	0,4809
2	1	0,2	0,29625	1	-0,7967	1,1967
	3	-0,575	0,24653	0,364	-1,3884	0,2384
	4	-,86667*	0,21623	0,009	-1,5761	-0,1572
	5	-,87500*	0,2626	0,049	-1,7465	-0,0035
	6	-0,375	0,24867	0,907	-1,196	0,446
3	1	0,775	0,31769	0,304	-0,2762	1,8262
	2	0,575	0,24653	0,364	-0,2384	1,3884
	4	-0,29167	0,24478	0,986	-1,1	0,5167
	5	-0,3	0,28657	0,996	-1,2413	0,6413
	6	0,2	0,27386	1	-0,6985	1,0985
4	1	1,06667*	0,2948	0,029	0,0733	2,0601
	2	,86667*	0,21623	0,009	0,1572	1,5761
	3	0,29167	0,24478	0,986	-0,5167	1,1
	5	-0,00833	0,26096	1	-0,8754	0,8588
	6	0,49167	0,24694	0,604	-0,3244	1,3078
5	1	1,075	0,33032	0,055	-0,0126	2,1626
	2	,87500*	0,2626	0,049	0,0035	1,7465
	3	0,3	0,28657	0,996	-0,6413	1,2413
	4	0,00833	0,26096	1	-0,8588	0,8754
	6	0,5	0,28841	0,784	-0,4471	1,4471
6	1	0,575	0,31936	0,742	-0,4809	1,6309
	2	0,375	0,24867	0,907	-0,446	1,196
	3	-0,2	0,27386	1	-1,0985	0,6985
	4	-0,49167	0,24694	0,604	-1,3078	0,3244
	5	-0,5	0,28841	0,784	-1,4471	0,4471

* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

COMPARACIONES MÚLTIPLES						
Variable dependiente: Pe						
Tamhane						
(I) Variedad	(J) Variedad	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-,69167*	0,21501	0,007	-1,2244	-0,1589
	3	0,19583	0,18681	0,658	-0,269	0,6606
2	1	,69167*	0,21501	0,007	0,1589	1,2244
	3	,88750*	0,18617	0	0,4243	1,3507
3	1	-0,19583	0,18681	0,658	-0,6606	0,269
	2	-,88750*	0,18617	0	-1,3507	-0,4243

* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

1.5. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para la enfermedad

COMPARACIONES POR PAREJAS DE FUNGICIDA					
Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
4-6	-5,333	7,815	-0,682	0,495	1,000
4-5	-10,000	7,815	-1,280	0,201	1,000
4-3	30,000	7,815	3,839	0,000	0,002
4-1	37,333	7,815	4,777	0,000	0,000
4-2	37,333	7,815	4,777	0,000	0,000
6-5	4,667	7,815	0,597	0,550	1,000
6-3	24,667	7,815	3,156	0,002	0,024
6-1	32,000	7,815	4,095	0,000	0,001
6-2	32,000	7,815	4,095	0,000	0,001
5-3	20,000	7,815	2,559	0,010	0,157
5-1	27,333	7,815	3,498	0,000	0,007
5-2	27,333	7,815	3,498	0,000	0,007
3-1	7,333	7,815	0,938	0,348	1,000
3-2	7,333	7,815	0,938	0,348	1,000
1-2	0,000	7,815	0,000	1,000	1,000

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

1.6. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para la altura

COMPARACIONES POR PAREJAS DE FUNGICIDA					
Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
1-3	-15,000	8,511	-1,762	0,078	1,000
1-5	-18,208	8,511	-2,139	0,032	0,486
1-4	-21,125	8,511	-2,482	0,013	0,196
1-2	-23,083	8,511	-2,712	0,007	0,100
1-6	-27,333	8,511	-3,211	0,001	0,020
3-5	-3,208	8,511	-0,377	0,706	1,000
3-4	-6,125	8,511	-0,720	0,472	1,000
3-2	8,083	8,511	0,950	0,342	1,000
3-6	-12,333	8,511	-1,449	0,147	1,000
5-4	2,917	8,511	0,343	0,732	1,000
5-2	4,875	8,511	0,573	0,567	1,000
5-6	-9,125	8,511	-1,072	0,284	1,000
4-2	1,958	8,511	0,230	0,818	1,000
4-6	-6,208	8,511	-0,729	0,466	1,000
2-6	-4,250	8,511	-0,499	0,618	1,000

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

1.7. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para la enfermedad respecto a la variedad Asteroid

COMPARACIONES POR PAREJAS DE FUNGICIDA					
Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
4-1	12,000	4,334	2,769	0,006	0,084
5-1	12,000	4,334	2,769	0,006	0,084
6-1	12,000	4,334	2,769	0,006	0,084
4-2	12,000	4,334	2,769	0,006	0,084
5-2	12,000	4,334	2,769	0,006	0,084
6-2	12,000	4,334	2,769	0,006	0,084
4-3	12,000	4,334	2,769	0,006	0,084
5-3	12,000	4,334	2,769	0,006	0,084
6-3	12,000	4,334	2,769	0,006	0,084
4-5	0,000	4,334	0,000	1,000	1,000
4-6	0,000	4,334	0,000	1,000	1,000
5-6	0,000	4,334	0,000	1,000	1,000
1-2	0,000	4,334	0,000	1,000	1,000
1-3	0,000	4,334	0,000	1,000	1,000
2-3	0,000	4,334	0,000	1,000	1,000

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

1.8. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para la enfermedad respecto a la variedad Scrabble

COMPARACIONES POR PAREJAS DE FUNGICIDA					
Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
4-3	8,000	4,568	1,751	0,080	1,000
4-5	-8,000	4,568	-1,751	0,080	1,000
4-6	-8,000	4,568	-1,751	0,080	1,000
4-1	18,000	4,568	3,940	0,000	0,001
4-2	18,000	4,568	3,940	0,000	0,001
3-1	10,000	4,568	2,189	0,029	0,429
5-1	10,000	4,568	2,189	0,029	0,429
6-1	10,000	4,568	2,189	0,029	0,429
3-2	10,000	4,568	2,189	0,029	0,429
5-2	10,000	4,568	2,189	0,029	0,429
6-2	10,000	4,568	2,189	0,029	0,429
3-5	0,000	4,568	0,000	1,000	1,000
3-6	0,000	4,568	0,000	1,000	1,000
5-6	0,000	4,568	0,000	1,000	1,000
1-2	0,000	4,568	0,000	1,000	1,000

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

1.9. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis para la enfermedad respecto a la variedad Planet

COMPARACIONES POR PAREJAS DE FUNGICIDA					
Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
6-4	6,000	4,568	1,313	0,189	1,000
6-5	6,000	4,568	1,313	0,189	1,000
6-1	16,000	4,568	3,502	0,000	0,007
6-2	16,000	4,568	3,502	0,000	0,007
6-3	16,000	4,568	3,502	0,000	0,007
4-1	10,000	4,568	2,189	0,029	0,429
5-1	10,000	4,568	2,189	0,029	0,429
4-2	10,000	4,568	2,189	0,029	0,429
5-2	10,000	4,568	2,189	0,029	0,429
4-3	10,000	4,568	2,189	0,029	0,429
5-3	10,000	4,568	2,189	0,029	0,429
4-5	0,000	4,568	0,000	1,000	1,000
1-2	0,000	4,568	0,000	1,000	1,000
1-3	0,000	4,568	0,000	1,000	1,000
2-3	0,000	4,568	0,000	1,000	1,000

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

1.10. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para la altura respecto a la variedad Asteroid

COMPARACIONES POR PAREJAS DE FUNGICIDA					
Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
2-1	0,875	4,980	0,176	0,861	1,000
2-5	-6,625	4,980	-1,330	0,183	1,000
2-4	-7,750	4,980	-1,556	0,120	1,000
2-3	-13,000	4,980	-2,610	0,009	0,136
2-6	-15,250	4,980	-3,062	0,002	0,033
1-5	-5,750	4,980	-1,155	0,248	1,000
1-4	-6,875	4,980	-1,380	0,167	1,000
1-3	-12,125	4,980	-2,435	0,015	0,224
1-6	-14,375	4,980	-2,886	0,004	0,058
5-4	1,125	4,980	0,226	0,821	1,000
5-3	6,375	4,980	1,280	0,201	1,000
5-6	-8,625	4,980	-1,732	0,083	1,000
4-3	5,250	4,980	1,054	0,292	1,000
4-6	-7,500	4,980	-1,506	0,132	1,000
3-6	-2,250	4,980	-0,452	0,651	1,000

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

1.11. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para la altura respecto a la variedad Scrabble

COMPARACIONES POR PAREJAS DE FUNGICIDA					
Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
3-1	1,500	4,964	0,302	0,763	1,000
3-4	-8,125	4,964	-1,637	0,102	1,000
3-5	-11,375	4,964	-2,291	0,022	0,329
3-6	-12,000	4,964	-2,417	0,016	0,234
3-2	12,750	4,964	2,568	0,010	0,153
1-4	-6,625	4,964	-1,335	0,182	1,000
1-5	-9,875	4,964	-1,989	0,047	0,700
1-6	-10,500	4,964	-2,115	0,034	0,516
1-2	-11,250	4,964	-2,266	0,023	0,351
4-5	-3,250	4,964	-0,655	0,513	1,000
4-6	-3,875	4,964	-0,781	0,435	1,000
4-2	4,625	4,964	0,932	0,351	1,000
5-6	-0,625	4,964	-0,126	0,900	1,000
5-2	1,375	4,964	0,277	0,782	1,000
6-2	0,750	4,964	0,151	0,880	1,000

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales. Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,05.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

1.12. Resultados de la prueba Kruskal-Wallis para la altura respecto a la variedad Planet

RESUMEN DE PRUEBA KRUSKALL-WALLIS DE MUESTRAS INDEPENDIENTES	
N total	24
Estadístico de prueba	10,059 ^{a,b}
Grado de libertad	5
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,074

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

b. No se realizan múltiples comparaciones porque la prueba global no muestra diferencias significativas en las muestras.

1.13. Análisis de rentabilidad económica

Bloques	RTO (kg/ha)	Valor venta (€/ha)	Gastos comunes (semillas, insumos y labores) (€/ha)	Fungicida (€/ha)	Jomal del aplicador (€/ha)	Rentabilidad (€/ha)	Diferencia Ensayo-Testigo (€/ha)
Testigo	8130	1666.65	592.5025	0	0	1074.1475	0.00
Tratamiento 1	8461.9917	1734.708299	592.5025	13.8	15	1113.405799	39.26
Tratamiento 2	9276.56	1901.6948	592.5025	59.5	15	1234.6923	160.54
Tratamiento 3	9376.56	1922.1948	592.5025	36.75	15	1277.9423	203.79
Tratamiento 4	9032.8083	1851.725702	592.5025	56.5	15	1187.723202	113.58
Tratamiento 5	8872.1642	1818.793661	592.5025	61.45	15	1149.841161	75.69

1.14. Propuesta de nuevo diseño experimental

BORDURA																		
ASTEROID	SCRABBLE	PLANET	PLANET	ASTEROID	SCRABBLE	ASTEROID	PLANET	SCRABBLE	PLANET	SCRABBLE	ASTEROID	SCRABBLE	ASTEROID	PLANET	ASTEROID	SCRABBLE	PLANET	
91	92	93	94	95	96	97	99	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	
PLANET	SCRABBLE	ASTEROID	ASTEROID	SCRABBLE	PLANET	SCRABBLE	PLANET	ASTEROID	SCRABBLE	ASTEROID	PLANET	SCRABBLE	PLANET	ASTEROID	SCRABBLE	PLANET	ASTEROID	
73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	
SCRABBLE	ASTEROID	PLANET	SCRABBLE	PLANET	ASTEROID	PLANET	ASTEROID	SCRABBLE	PLANET	SCRABBLE	ASTEROID	ASTEROID	SCRABBLE	PLANET	SCRABBLE	ASTEROID	PLANET	
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	
PLANET	ASTEROID	SCRABBLE	SCRABBLE	PLANET	ASTEROID	ASTEROID	SCRABBLE	PLANET	ASTEROID	PLANET	SCRABBLE	PLANET	ASTEROID	SCRABBLE	PLANET	ASTEROID	SCRABBLE	
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
SCRABBLE	PLANET	ASTEROID	PLANET	ASTEROID	SCRABBLE	PLANET	SCRABBLE	ASTEROID	PLANET	ASTEROID	SCRABBLE	SCRABBLE	PLANET	ASTEROID	ASTEROID	SCRABBLE	PLANET	
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
ASTEROID	SCRABBLE	PLANET	ASTEROID	SCRABBLE	PLANET	ASTEROID	SCRABBLE	PLANET	ASTEROID	SCRABBLE	PLANET	ASTEROID	SCRABBLE	PLANET	ASTEROID	SCRABBLE	PLANET	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
BORDURA																		

