



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado
Ingeniería Agroalimentaria y del
Medio Rural

**Variables Tecnológicas que afectan a la
calidad de la cebada para uso maltero**

Autor

Francisco TABUENCA RAIGON

Director

Dr. Joaquín AIBAR LETE

Escuela Politécnica Superior
Junio 2015

Índice General

Resumen y Palabras claves	6
Abstract and keywords	8
1.- Introducción	9
1.1 Mercado	9
1.2 Materia prima para la fabricación de cerveza	17
1.3 Elaboración de la Cerveza	19
1.3.1 Ingredientes	19
1.3.2 Pasos para la fabricación de la Malta	20
1.4 Justificación del estudio	26
2.- Objetivo	28
3.- Material y métodos	29
3.1 Descripción de los experimentos	30
3.2 Muestreos y análisis: Datos empíricos	32
3.3 Influencia de las características físico-químicas del suelo sobre los parámetros de calidad de la cebada	36
3.4 Variedades de cebada empleadas	38
4.- Resultados y discusión	39
4.1 Ensayos agronómicos	39
4.1.1 Análisis de calidad del grano (Proteína y Calibre) según aporte de Nitrógeno a diferentes dosis de siembra.	41
4.2 Datos empíricos	46
4.2.1 Comportamiento de la Proteína versus los rendimientos	46
4.2.2 Comportamiento del Calibre versus los rendimientos	49
4.2.3 Rendimiento según zonas	51
4.3 Influencia de las características físico-químicas del suelo sobre los parámetros de calidad de la cebada	55
4.3.1 Evolución de la Proteína según el contenido en Materia Orgánica del suelo	55
4.3.2 Evolución de la Proteína versus en Nitrógeno Aportado	58
4.3.3 Relación de los rendimientos con la cantidad de Fósforo presente en el suelo	61
4.3.4 Relación de los rendimientos con la cantidad de Potasio en el suelo	64
4.3.5 Relación de la Proteína según la relación CaCO ₃ en el suelo	65

4.3.6 Relación del contenido de Proteína del grano y el pH del suelo	67
4.3.7 Relación de la Proteína según la cantidad de Magnesio en el suelo	70
4.3.8 Relación de la Textura del suelo con la Proteína	72
4.4 Influencia de la calidad de la cebada según el tipo de N aplicado	74
5.- Estudio Económico	77
6.- Conclusiones	79
7.- Recomendaciones	81
8.- Agradecimientos	82
9.-Bibliografía	83
10.- Anexos	86
Anexo 1: Lista de Variedades de Cebada Cervecera y Especificaciones orientativas de Calidad	86
Anexo 2: Ficha técnica de la variedad de cebada Pewter	88
Anexo 3: Ficha técnica de la variedad de cebada Shakira	90
Anexo 4: Datos para el análisis empírico de calidades	92
Anexo 5: Datos para el análisis empírico de campo	98

Índice Figuras

Figura 1: Producción y Consumo de cebada a nivel mundial	10
Figura 2: Destino de la producción de cebada en la UE	11
Figura 3: Evolución de la producción, consumo y stocks de la cebada grano	12
Figura 4: Remojo del grano de cebada	22
Figura 5: Germinación del grano de cebada	23
Figura 6: Esquema del proceso de secado del grano germinado	24
Figura 7: Mapa localidades donde se ubican las fincas	32
Figura 8: Mapa con localidades donde se tomaron las muestras de suelo	38
Figura 9: Resultado rendimiento del ensayo de campo	40
Figura 10: Resultado ensayo de fertilización de cobertera a dosis de siembra de 180 kg/ha	42

Figura 11: Resultado ensayo de fertilización de cobertera a dosis de siembra de 200 kg/ha	42
Figura 12: Resultado ensayo de fertilización de cobertera a dosis de siembra de 220 kg/ha	43
Figura 13: Resultado ensayo de dosis de siembra con 0 UF/ha de cobertera	44
Figura 14: Resultado ensayo de dosis de siembra con 88 UF/ha de cobertera	44
Figura 15: Resultado ensayo de dosis de siembra con 175 UF/ha de cobertera	45
Figura 16: Rendimiento versus Proteína	46
Figura 17: Producción de proteína total (Kg grano x % proteína por hectárea)	47
Figura 18: Rendimiento vs Calibre del grano	49
Figura 19: Rendimiento de cada agricultor y su media. n=45	50
Figura 20: Proteína vs Calibre del grano	50
Figura 21: Humedad del grano según la fecha de cosecha	53
Figura 22: Nivel de proteína de la cebada en 3 campos de Suecia en 2002-2004	54
Figura 23: Relación de la Proteína según la cantidad de Materia Orgánica	56
Figura 24: Relación C/N y la Proteína del grano	57
Figura 25: Contenido en Proteína según Nitrógeno aportado	59
Figura 26: Evolución del Rendimiento según contenido en Proteína grano y contenido de Fósforo	63
Figura 27: Evolución del Rendimiento según contenido en Proteína grano y contenido de Potasio	65
Figura 28: Evolución del contenido en Proteína grano según contenido de CaCO ₃	66
Figura 29: Evolución del contenido en Proteína grano según el pH	69
Figura 30: Evolución del contenido en Proteína del grano según contenido de Magnesio en el suelo	71

Índice tablas

Tabla 1: Producción de cebada por países en 2013	10
Tabla 2: Evolución histórica de la Superficie y Producción en España de cebada hasta el 2012 consumo para biocombustibles y evolución de los precios percibidos por los agricultores	13
Tabla 3: Superficie y producción de cebada en España por CCAA	14
Tabla 4: Estimaciones de Superficie y producción de cebada en España por pro-	15

vincias	
Tabla 5: Producción (t) de los diferentes cereales de invierno en Aragón	16
Tabla 6: Producción, superficie y rendimientos de cebada en Aragón y sus provincias	16
Tabla 7: Composición del grano de cebada versus la malta	18
Tabla 8: Extracciones medias de nutrientes de los cereales	26
Tabla 9: Temperaturas y Precipitación Mensuales de la Estación meteorológica de Sariñena	29
Tabla 10: Croquis de campo de los ensayos	31
Tabla 11: Resultados de calidad del campo del ensayo de Cofita	39
Tabla 12: Rendimientos por zona	52
Tabla 13: Datos de los análisis de suelo	55
Tabla 14: Interpretación el Índice C/N	56
Tabla 15: Aportes de Nitrógeno	58
Tabla 16: Interpretación de fósforo asimilable	62
Tabla 17: Interpretación de potasio	64
Tabla 18 Interpretación de Carbonatos	66
Tabla 19: Interpretación de pH	68
Tabla 20: Diagrama de Troug, influencia del PH sobre la disponibilidad de nutrientes	69
Tabla 21: Interpretación de Magnesio	70
Tabla 22: Contenido en arcilla, lima y arena del suelo	72
Tabla 23: Textura según contenido de Proteína del grano	73
Tabla 24: Tipo de abonado de cobertera y el contenido de Proteína del grano	75
Tabla 25: Estudio Económico del cultivo de la cebada para pienso vs maltera	77

Resumen

La superficie de cebada se está incrementando en la zona de Monegros y el Cinca de la provincia de Huesca para diversificar los riesgos y poder realizar una segunda cosecha de maíz. La industria de Maltería tiene una importante demanda en la zona pero tienen unas estrictas especificaciones de producto muy concretas.

En éste estudio se analizaron las variables tecnológicas que afectan a la calidad de la cebada para su uso maltero, realizando ensayos de campo para determinar las dosis de siembra adecuadas y la dosis de fertilización nitrogenada de cobertera. También se estudiaron los resultados de 45 fincas y se analizaron los datos de forma empírica tanto de rendimientos como de su relación con el contenido de Proteína o los Calibres del grano. Se realizó un tercer estudio en 16 fincas donde se tomaron muestras de suelo y todos los datos de insumos con los resultados de rendimiento y calidad.

Siguiendo las especificaciones de producto que la industria tiene para la cebada maltera, se analizaron las principales variables posibles teniendo en cuenta que una muy importante es el efecto año. El estudio se hizo en la campaña 2014. Los principales requerimientos son la variedad, el contenido de Proteína (9,5%-11,5%) y el Calibre (mínimo 65% de granos >2,5mm)..

Se observó una relación de los rendimientos con la calidad en los niveles de rendimiento de la zona. Cualquier estrés biótico o abiótico genera un impacto en la disminución del rendimiento y también impacta sobre la calidad. Se observó que la dosis de siembra más adecuada en los regadíos de Monegros ha sido de 200 Kg/ha.

La cantidad de Nitrógeno afecta directamente a la calidad del grano (también sobre el rendimiento) no solamente el aportado en cobertera, también el total disponible. En las condiciones de los regadíos de las áreas estudiadas (como media) no se debería aportar más de 100 UF/ha de Nitrógeno en cobertera.

Otros parámetros han sido estudiados sin ver ninguna relación directa sobre la calidad, tan solo, son limitantes afectando significativamente sobre el rendimiento.

La aplicación de diferentes tipos de Nitrógeno y su momento también influye de manera sustancial sobre la calidad.

Palabras clave: *Hordeum vulgare*, Proteína, Rendimiento, Calibre, Nitrógeno.

Abstract and Keywords

The barley crop is increasing in the area of Monegros and Cinca in the province of Huesca to diversify risks to make a corn second crop. Malt industry has an important demand in this area but they have a high level of product specifications specific.

In this study the technological variable that affect the quality of malting barley for use are analysed, doing field trials to determine the appropriate doses of planting and Nitrogen fertilizer top-dressing. The results of 45 farms also are studied with empirical performance data and its relation with the content of protein and size of grain are analysed. A third study was done with the results of 16 farms where soil samples and all data inputs and results of yield and quality were taken.

Following product specifications that industry has for barley, all possible variable considering that one of the variable is the year effect and the study was done in the year 2014. The main requirements are the variety, content Protein (9.5% - 11.5%) and Size grain (minimum 65% of grains > 2.5mm).

A direct relationship with quality and yield is observed in the usual performance area. All biotic or abiotic stress have impact on performance but also directly on the quality. Also, 200 kg/ha of seed doses rate was observed in the irrigation Monegros area.

Nitrogen directly affects grain quality (also on yield), not just after planting time Nitrogen application also is very important the total Nitrogen available. Under the conditions of irrigation of the studied areas (on average) should not provide more than 100 UF / ha of nitrogen after planting time.

Other parameters have been studied without seeing any direct bearing on the quality, just, to be limiting but are significantly relevant on yield.

The application of different types of nitrogen and the time also are substantially influenced the quality.

Keywords: *Hordeum vulgare*, Protein, Yield, Size grain, Nitrogen.

1. Introducción

En las fincas de regadío de la zona de estudio hay una clara tendencia a realizar un doble cultivo por campaña: cebada-maíz.

Esto ocurre por diferentes razones, tales como diversificar riesgo ante falta de reservas hídricas algunos años, o simplemente la existencia de fincas cuyo potencial de producción de maíz es más bajo y se necesitan dos cultivos para conseguir una rentabilidad mínima de la explotación.

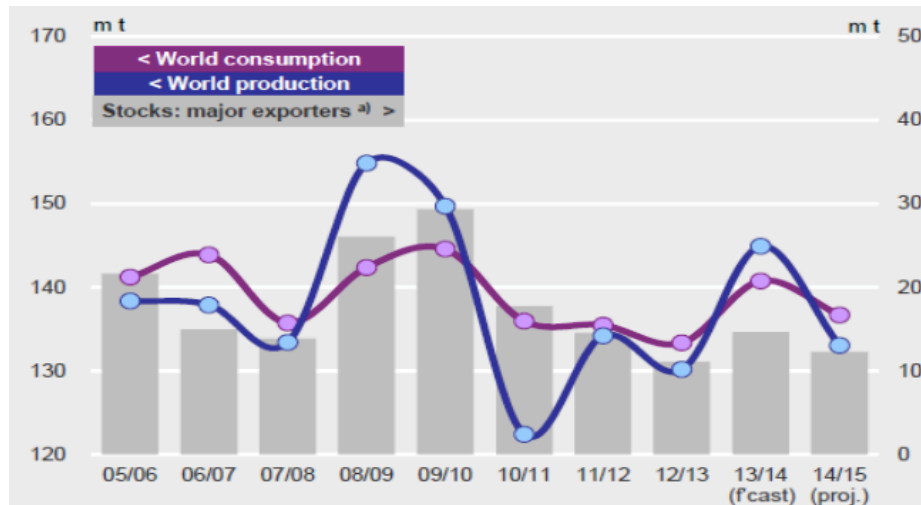
Por otro lado, la Industria Maltera demanda cebada con unas especificaciones determinadas y al agricultor le puede generar una prima que hace que sea más interesante desde el punto de vista económico.

1.1 Mercado

La cebada (*Hordeum vulgare* L.) es el cuarto cultivo de cereal más importante del Mundo. En siglos pasados era utilizada para consumo humano pero hoy en día el principal destino es la alimentación animal y la materia prima para la fabricación de cerveza a través de la malta.

La cebada se produce en zonas climáticas y condiciones de suelo desfavorables en el mundo, desde el área cercana al Mar Muerto en Oriente Medio hasta una altitud de 4200 m en el Altiplano – Los Andes (Bolivia). Es un cultivo originario de Oriente Medio (Turquía, Irán Irak y Líbano. Es considerado como uno de los cereales más antiguos, utilizados en la agricultura (Pourkheirandish y Komatsuda, 2007). Por ser un cultivo con gran adaptación y versatilidad es utilizado principalmente para la producción de alimento para animales. De hecho es el cuarto cereal más producido a nivel mundial después del maíz, arroz y trigo.

Balance mundial del sector de la cebada (M t).



	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15
Producción	134	130	145	133
Consumo	135	133	141	137
Comercio	20	19	21	21
Stocks	26	23	27	23

Fuente: CIC

Figura 1: Producción y consumo de cebada a nivel mundial

La Cebada tiene un fuerte peso como cultivo ya que en el Mundo se produjo en 2013 144,8 millones de toneladas en 50 millones de hectáreas con un rendimiento medio de 2,9 t/ha (figura 1).

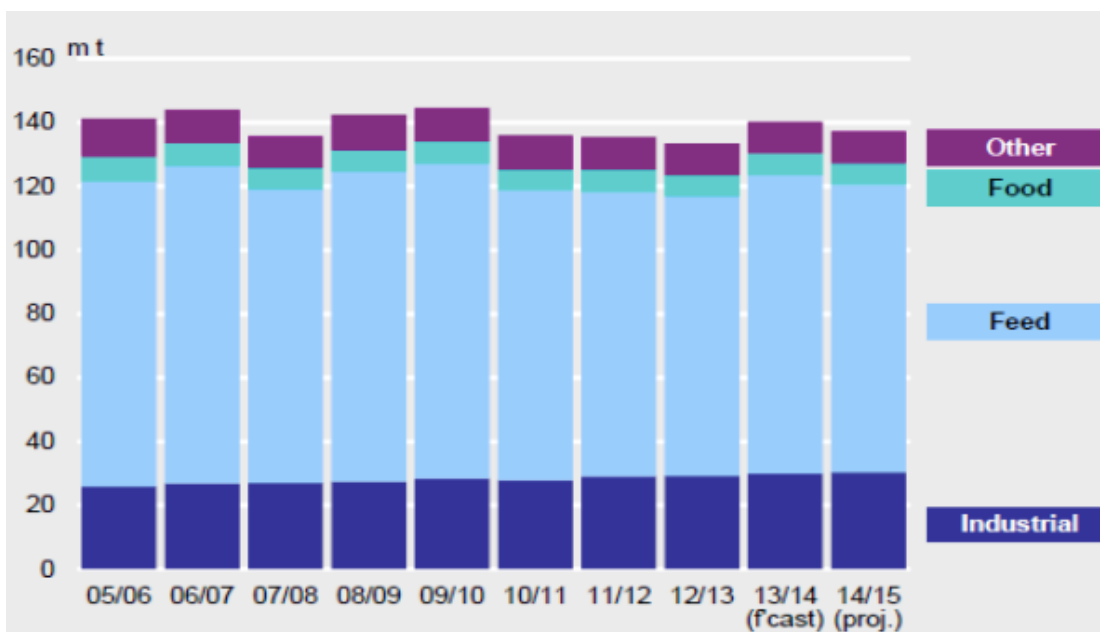
País	Año 2013
Russian Federation	15.388.704
Germany	10.343.600
France	10.315.900
Canada	10.237.100
Spain	10.057.600
Turkey	7.900.000
Ukraine	7.561.650
Australia	7.471.592
United Kingdom	7.092.000
Argentina	4.705.160
United States of America	4.682.735
Denmark	3.949.900
Iran (Islamic Republic of)	3.200.000
Poland	2.920.400
Morocco	2.722.621
Otros (88 países)	36.206.076
Total	144.755.038

Fuente: FAOSTAT (2013)

Tabla 1: Producción de cebada por países en 2013.

Como se observa en la tabla 1, el principal productor es Rusia con el 10,6% del total España está en el 5º lugar (7% del total mundial) con una producción de más de 10 millones de toneladas en 2,77 millones de hectáreas con un rendimiento medio de 3,63 t/ha en el año 2013.

La tendencia del consumo en la UE (figura 2) es a la baja debido al descenso de la producción y a los precios más altos que del resto de cereales principalmente maíz y trigo, se estimaría en 36,1 millones de t para pienso frente a 37,5 millones de t de la pasada campaña. Por otra parte, aumentaría el consumo de cebada en Arabia Saudí el mayor importador de cebada para pienso. En la figura 2 se muestra la evolución del consumo por destino.



Fuente: CIC (2012)

Figura 2: Destino de la producción de cebada en la UE

Respecto a los consumos de dicha la producción, según Kaur (2014), se observa en la figura 3, la evolución de la producción, consumos y por tanto stocks anuales desde 2007/08:

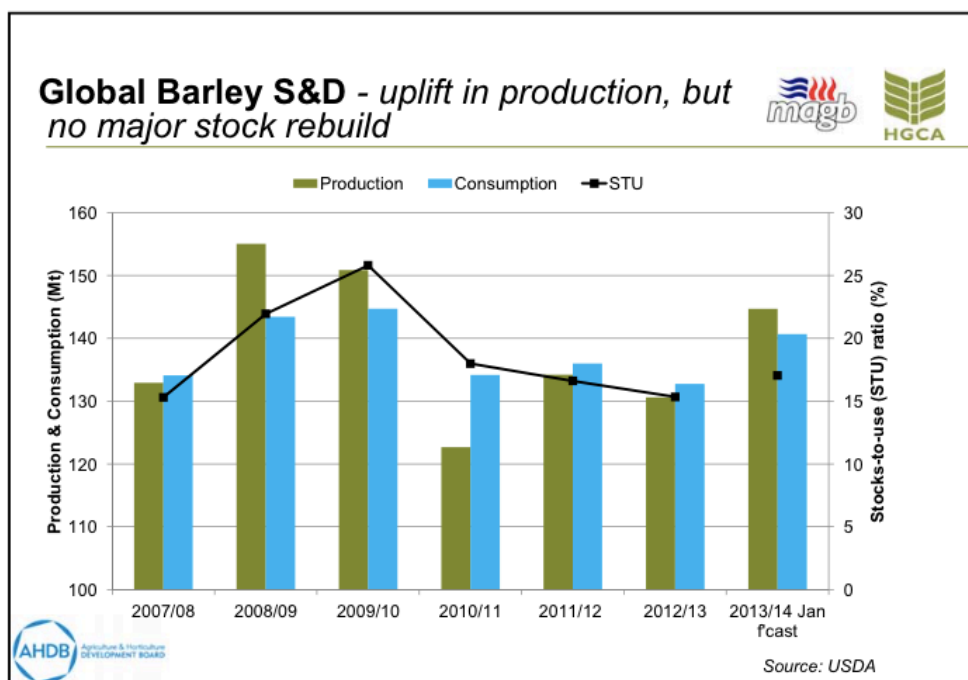


Figura 3: Evolución de la producción, consumo y stocks de la cebada grano.

Según Akar, *et al.* (2004), la cebada fundamentalmente se consume para alimento para animales, incluso en países europeos tales como Alemania, Francia, UK, Dinamarca e Italia. El ratio varía desde el 70% en UK hasta el 89% en Canadá. En algunas regiones del mundo donde por razones climáticas o condiciones agronómicas no es viable el maíz la cebada predomina como cultivo.

Hay que considerar que el 5% de la producción anual se dedica a semilla.

El siguiente uso más importante es para la producción de Malta y puede llegar a 30,3 millones de toneladas al año.

La principal razón por la que se usa la cebada para producir malta es porque la patea y la lemma adheridas al grano, protegen al coleóptilo durante el proceso de malteado. La malta también puede ser usada para la fabricación de galletas, pan, tartas, postres, etc.

Años	Superficie (miles de hectáreas)	Rendimiento (qm/ha)	Producción (miles de toneladas)	Bio-combustible (miles de toneladas)	Precio medio percibido por los agricultores (euros/100kg)
2002	3.101,5	27,0	8.362,3		11,8
2003	3.110,9	27,9	8.693,8		12,2
2004	3.178,8	33,5	10.639,8		12,6
2005	3.156,1	14,7	4.626,1		13,3
2006	3.197,4	25,4	8.136,4		12,6
2007	3.228,4	37,0	11.945,3		18,4
2008	3.486,9	32,3	11.269,7		17,0
2009	3.024,7	24,1	7.295,9	30,6	12,5
2010	2.885,6	28,3	8.154,4	127,2	15,0
2011	2.700,7	30,7	8.287,1	30,2	19,5
2012	2.691,1	22,1	5.956,3	19,0	22,3

(1) No se incluye el valor de la semilla selecta

Fuente: Secretaria General Técnica. MAGRAMA

Tabla 2: Evolución histórica de la Superficie y Producción en España de cebada hasta el 2012 consumo para biocombustibles y evolución de los precios percibidos por los agricultores

En la tabla 2, Camacho *et al.* (2012), refleja los datos de superficie de cebada desde 2002 hasta 2012, con sus rendimientos y el valor de la producción. Respecto la superficie, destaca el año 2008 con 3.486.900 hectáreas. En la producción, varía según los rendimientos por hectárea llegando al mayor nivel el 2007 (11.945,3 t) y a partir del 2008 la tendencia es una ligera bajada de la superficie. Destacan los rendimientos bajos de 2005 como consecuencia de una fuerte sequía. En la última columna de la tabla 2, el valor de la cosecha bate record en el 2007, por los altos rendimientos y los elevados precios percibidos por el agricultor.

En 2007 se transformaron en España más de 650.000 t. de cebada cervecera, en una producción de 446.000 t. de malta.

En la tabla 3, se resume de superficie y producción en 2012 (datos definitivos) y datos provisionales del 2013, por Comunidades Autónomas, donde Aragón es la tercera Comunidad más importante en superficie y producción de éste cultivo.

VARIABLES TECNOLÓGICAS QUE AFECTAN A LA CALIDAD DE LA CEBADA PARA USO MALTERO

CCAA	Superficie (miles ha)			Producción (miles t)		
	2012 (definitivo)	2013 (provisional)	2014 (estimaciones)	2012 (definitivo)	2013 (provisional)	2014 (estimaciones)
Castilla y León	922,8	910,3	907,1	2.232,4	3.497,5	2.173,4
Castilla-Mancha	816,2	849,5	841,5	1.610,1	2.762,0	1.707,6
Aragón	406,2	435,6	443,8	750,6	1.831,3	1.200,1
Cataluña	173,4	176,4	172,2	541,2	791,9	667,2
Total	2.690,8	2.768,9	2.752,8	5.956,3	10.060,5	6.725,4

Fuente: MAGRAMA

Tabla 3: Superficie y producción de cebada en España por CCAA

En la tabla 4, los datos son estimaciones por Comunidades Autónomas y provincias de la superficie (en Secano y Regadío) y rendimientos de cebada. Lo más indicativo es que la superficie de regadío supone el 11,7%, la media de rendimientos varía desde 4,2 t/ha en regadío a 1,9 t/ha en secano, esto supone que el regadío sea el 22,2% de la producción total.

En Aragón, la cebada de regadío supone un mayor peso en superficie que cualquier otra Comunidad Autónoma con el 20,2% y las CC.AA. de más Producción, como es Castilla-León, el regadío tiene un peso de 8,7% de la superficie y en Castilla La Mancha el 11,5%.

VARIABLES TECNOLÓGICAS QUE AFECTAN A LA CALIDAD DE LA CEBADA PARA USO MALTERO

Provincias y Comunidades Autónomas	Superficie (hectáreas)			Rendimiento (kg/ha)		Producción de grano (toneladas)	Paja cosechada (toneladas)
	Secano	Regadío	Total	Secano	Regadío		
A Coruña	46	-	46	2.156	-	99	64
Lugo	286	-	286	2.156	-	617	421
Ourense	138	-	138	2.156	-	298	55
Pontevedra	-	-	-	-	-	-	-
GALICIA	470	-	470	2.156	-	1.014	540
CANTABRIA	492	-	492	720	-	354	500
Alava	14.285	-	14.285	5.500	-	78.568	45.019
PAÍS VASCO	14.285	-	14.285	5.500	-	78.568	45.019
NAVARRA	80.162	15.202	95.364	2.785	4.800	296.202	229.775
LA RIOJA	12.184	2.739	14.923	2.922	5.000	49.297	19.900
Huesca	130.764	44.439	175.203	1.551	3.798	371.595	274.237
Teruel	89.120	8.234	97.354	1.247	3.240	137.811	36.174
Zaragoza	104.013	29.598	133.611	963	4.765	241.198	192.958
ARAGÓN	323.897	82.271	406.168	1.279	4.090	750.604	503.369
Barcelona	39.887	1.590	41.477	3.699	5.610	156.462	52.411
Girona	13.192	3.312	16.504	3.391	4.043	58.124	-
Lleida	88.300	13.767	102.067	2.546	4.661	288.980	158.939
Tarragona	12.748	636	13.384	2.724	4.501	37.588	26.312
CATALUÑA	154.127	19.305	173.432	2.931	4.628	541.154	237.662
BALEARES	16.618	1.251	17.869	3.000	4.800	55.859	72.616
Ávila	53.092	4.792	57.884	1.701	4.150	110.207	44.083
Burgos	156.511	6.418	162.929	3.390	4.660	560.557	448.446
León	16.634	5.038	21.672	2.550	5.200	68.614	24.030
Palencia	130.494	12.061	142.555	2.155	3.777	326.763	81.692
Salamanca	46.199	3.916	50.115	2.406	2.872	122.402	63.343
Segovia	84.196	4.565	88.761	2.130	4.616	200.408	140.286
Soria	94.097	5.292	99.389	1.242	3.485	135.311	94.718
Valladolid	198.491	29.330	227.821	2.023	4.103	521.888	139.750
Zamora	62.940	8.768	71.708	2.261	5.003	186.201	78.879
CASTILLA Y LEÓN	842.654	80.180	922.834	2.250	4.197	2.232.351	1.115.227
MADRID	33.810	4.805	38.615	2.621	3.872	107.221	128.665
Albacete	120.413	23.676	144.089	1.510	5.850	320.328	105.708
Ciudad Real	105.214	46.424	151.638	1.970	4.155	400.163	260.106
Cuenca	263.702	8.351	272.053	1.701	2.420	468.767	93.753
Guadalajara	94.718	2.293	97.011	1.500	2.500	147.810	88.680
Toledo	138.230	13.219	151.449	1.593	3.993	272.984	150.142
CASTILLA-LA MANCHA	722.277	93.963	816.240	1.661	4.365	1.610.052	698.389
Alicante	2.270	1.103	3.373	1.170	4.091	7.168	-
Castellón	4.045	98	4.143	1.114	3.669	4.866	4.380
Valencia	9.016	598	9.614	1.102	2.700	11.548	2.307
C. VALENCIANA	15.331	1.799	17.130	1.115	3.606	23.582	6.687
R. DE MURCIA	23.106	3.081	26.187	1.000	2.400	30.500	18.910
Badajoz	43.142	1.296	44.438	1.155	3.228	54.012	27.000
Cáceres	650	106	756	925	3.517	974	487
EXTREMADURA	43.792	1.402	45.194	1.152	3.250	54.986	27.487
Almería	9.444	347	9.791	742	3.790	8.324	7.492
Cádiz	4.836	567	5.403	3.104	3.950	17.252	15.353
Córdoba	7.141	713	7.854	500	2.200	5.139	7.461
Granada	44.536	5.581	50.117	1.072	2.491	61.665	27.749
Huelva	691	59	750	475	900	383	-
Jaén	7.206	573	7.779	825	1.415	6.755	6.612
Málaga	10.090	873	10.963	1.725	3.950	20.854	8.070
Sevilla	8.451	688	9.139	247	3.079	4.206	952
ANDALUCÍA	92.395	9.401	101.796	1.073	2.708	124.578	73.689
Las Palmas	-	-	-	-	-	-	-
S.C. de Tenerife	87	-	87	282	1.500	25	33
CANARIAS	87	-	87	282	-	25	33
ESPAÑA	2.375.687	315.399	2.691.086	1.948	4.209	5.956.347	3.178.468

Fuente: Magrama (2012)

Tabla 4: Estimaciones de Superficie y producción de cebada en España por provincias 2011

Comparativamente la cebada es el cultivo más importante en España en Superficie y Producción. También en Aragón respecto a otros cultivos de cereal de invierno, como muestra los datos de 2014 (Tabla 5):

	2014	2013	2012	2011
Trigo blando	437.446	632.513	353.351	524.324
Trigo duro	141.397	339.703	112.407	194.795
Cebada	1.299.660	2.011.363	773.954	1.229.592
Avena	30.937	95.937	22.377	42.101
Centeno	17.347	52.002	16.977	31.208
Triticale	20.614	34.786	11.047	11.555
Total	1.947.401	3.166.304	1.290.113	2.033.575

Fuente: Cooperativas Agroalimentarias de Aragón

Tabla 5: Producción (t) de los diferentes cereales de invierno en Aragón

Evolución de la superficie y producción en Aragón (por provincias) desde el 2010:

CEBADA		2010	2011	2012	2013	2014	Media 2010-14
Producción (Tn)	Huesca	742.643	615.697	380.446	938.172	674.482	670.288
	Teruel	316.150	245.946	120.299	413.572	168.201	252.834
	Zaragoza	377.334	367.624	273.883	659.872	456.924	427.127
	<i>Total</i>	<i>1.436.127</i>	<i>1.229.267</i>	<i>774.628</i>	<i>2.011.616</i>	<i>1.299.606</i>	<i>1.350.249</i>
Superficie (ha)	Huesca	197.846	183.953	176.368	182.436	195.744	187.269
	Teruel	107.971	106.054	97.349	100.727	106.877	103.796
	Zaragoza	112.065	126.881	133.627	152.197	180.524	141.059
	<i>Total</i>	<i>417.882</i>	<i>416.888</i>	<i>407.344</i>	<i>435.360</i>	<i>483.145</i>	<i>432.124</i>
Rendimiento (Tn/ha)	Huesca	3,75	3,35	2,16	5,14	3,45	3,57
	Teruel	2,93	2,32	1,24	4,11	1,57	2,43
	Zaragoza	3,37	2,90	2,05	4,34	2,53	3,04
	<i>Total</i>	<i>3,35</i>	<i>2,86</i>	<i>1,82</i>	<i>4,53</i>	<i>2,52</i>	<i>3,01</i>

Fuente: Cooperativas Agroalimentarias de Aragón

Tabla 6: Producción, superficie y rendimientos de cebada en Aragón y sus provincias

En la tabla 6, podemos analizar la importancia que tiene el cultivo de la cebada en Aragón y concretamente en la provincia de Huesca. La superficie dedicada al cultivo de la cebada en Huesca supone el 43% de la superficie de Aragón de este cereal y el 50% de la producción.

1.2 Materia Prima para la fabricación de Cerveza

La cebada es la principal materia prima para la fabricación de cerveza junto con la levadura, el lúpulo y el agua.

Según Ramo (1991), los parámetros de calidad cervecera de la cebada son:

1) Composición de la cebada: Almidón y Proteínas

La mayor parte del extracto cervecero se deriva del almidón. El extracto está formado por los azúcares solubles procedentes del almidón durante el malteado y fundamentalmente por dextrinas solubles y azúcares fruto de la conversión del almidón en el braceado. El contenido en extracto de malta no solo dependerá de los niveles de almidón de la cebada, sino también de sus contenidos en proteína, minerales y piel. El almidón de la cebada está constituida por 25% amilosa y 75% amilopeptina.

Cuanto mayor es el contenido de proteína de la cebada menor puede ser el extracto obtenido finalmente de la malta. Por cada 1% de proteína más se provoca un descenso de 0,8% en el extracto y un descenso de 1,4% en el índice Kolbach.

Existe una correlación positiva entre el contenido de nitrógeno de la cebada y el potencial enzimático que puede ser desarrollado en el malteado y braceado (operación que tiene por objeto convertir la malta en un líquido dulce denominado mosto, aprovechable por las levaduras).

En la tabla 7, se observa como evoluciona de composición la cebada a malta. Se resume en que la cebada es más rica en almidón, hemicelulosas y evoluciona a malta incrementando la sacarosa fundamentalmente.

Fracción	Cebada	Malta
Almidón	63-65%	58-60%
Sacarosa	1-2%	3-5%
Hemicelulosas	8-10%	6-8%
Celulosa	4-5%	5%
Proteína Cruda	8-11%	8-11%
Hordeina	3-4%	2%
Gluteína	3-4%	3-4%
Gomas solubles	1-1,5%	2-4%

Tabla 7: Composición del grano de cebada versus la malta

La proteína total o cruda depende de la variedad, de las condiciones culturales y meteorológicas. Durante la germinación alrededor del 8% de la proteína de la cebada es hidrolizada a aminoácidos libres por medio de proteasas movilizadas durante la germinación y excretadas al endospermo. Con el incremento de contenido de proteína de la cebada desciende gradualmente el porcentaje de nitrógeno encontrado en el mosto de malta. Al aumentar el contenido de proteína de la cebada aumenta el contenido de aminoácidos en malta y en el mosto sin variar la proporción relativa de cada uno de ellos.

La Proteína de la malta puede tener un papel controlador de la actividad enzimática de ciertas alfa-amilasas, por lo que puede condicionar el nivel de modificación amilolítica. Por otro lado, altos contenidos de Proteína y niveles bajos de modificación de la malta pueden dar lugar a una baja fermentabilidad. Una malta con elevada proporción de proteína comunica buenas características a la espuma de la cerveza.

Cebadas con elevados contenidos de proteínas (12%-16%) presentan bajos niveles de almidón (60%-50%) y con niveles de proteína de 9%-11% el almidón alcanza 65%-61%. Esta proporción inversa del almidón y la proteína se denomina: Principio de Regularidad.

2) Características físicas del grano

Una variedad de cebada de buena calidad maltera debe poseer una serie de características físicas como:

Grano grueso y redondeado de tamaño uniforme

Cascarilla (glumillas) fina y rizada

Color amarillo claro

Grano sano (sin insectos ni microorganismos)

3) Índice de Calidad cervecera

El comité de cebada y malta de la European Brewery Convention (E.B.C.) ha desarrollado un Índice de Calidad, denominado Q, capaz de medir, con una sola cifra entera de 1 a 9, la calidad global de una variedad. Se determina a partir de los parámetros:

a) Rendimiento de Extracto: se obtiene a partir del peso específico del mosto por medio de las tablas oficiales de azúcares para 20°C, expresando los resultados en %.

b) Índice del Kolbach: es la proporción entre la proteína soluble respecto la total (%).

c) Atenuación límite (fermentabilidad del mosto)

d) Viscosidad (da idea de la facilidad de filtración)

1.3 Elaboración de la Cerveza

Según la Asociación de Cerveceros de España, la cerveza se elabora de la siguiente forma:

1.3.1. Ingredientes

Malta: procede de la cebada germinada, tostada y molida. Para 1 litro de cerveza se necesitan 170 grs de malta.

Agua: la de composición óptima debe de ser ligeramente mineralizada. Entre el 92 y el 96% del peso de la cerveza es agua, dependiendo el contenido de alcohol del tipo de cerveza (desde 0%, hasta una media del 4%), y siendo el resto

extracto (dextrinas, proteínas, vitaminas...).

Lúpulo: se trata de una planta trepadora. Contiene resinas y aceites esenciales que confieren su particular amargor, aroma y sabor refrescante a la cerveza. Se adiciona en la cocción del mosto de 1,5 a 3 gr por litro.

Levadura: se denomina así a los organismos unicelulares (de tamaño 5 a 10 micras) que transforman mediante fermentación los glúcidos y los aminoácidos de los cereales en alcohol etílico y dióxido de carbono (CO₂).

Gritz: son añadidos que hacen más estable la elaboración, generalmente sémolas de maíz y arroz.

1.3.2. Pasos para la fabricación de la Malta

Los pasos generales en el proceso de malteo, desde el ingreso de cebada al secado se resumen en el siguiente proceso:

OPERACIÓN	PROPÓSITO
1. Recepción	Recepción de cebada del productor. Es un punto de muestreo y análisis para asegurar la calidad de la materia prima
2. Limpieza	Remoción de materiales no deseados como polvo, paja, semillas extrañas, piedras y granos pequeños.
3. Almacenamiento	Equipara la necesidad de recibir materia prima en un corto periodo de tiempo con la de abastecer el proceso a largo plazo. Mantiene el grano en un ambiente fresco, seco y ventilado para prevenir degradación por parte de bacterias, hongos y plagas.
4. Remojo	Limpia el grano. Hidrata y airea el grano para iniciar la germinación por activación del embrión e inicia la síntesis de giberelinas.

5. Germinación Permite el crecimiento del embrión en condiciones controladas de humedad y temperatura los que provoca el desarrollo de enzimas (amilasas) para romper las cadenas de amilosa y amilopeptina del almidón del grano.

6. Secado Reduce el contenido de humedad de la malta para detener la germinación, retener actividad enzimática y permitir almacenamiento y transporte. Elimina sabores indeseables, desarrolla color y sabores deseables y seca la raicilla para permitir su posterior eliminación.

7. Almacenamiento Mantiene el contenido de humedad y protege la calidad previamente al despacho.

De ellas, las tres etapas principales son:

Remojo

En la cebada almacenada seca, las enzimas importantes para el proceso de malteo tienen una actividad extremadamente baja o nula, o no existen aún. Durante el remojo se proporciona agua al interior del grano. Como resultado las enzimas se activan y comienza el ciclo vital conocido como germinación. La respiración de la cebada se incrementa y con ello la necesidad de oxígeno. Para iniciar la germinación lo antes posible la cebada debe ser abastecida en forma adecuada con agua y oxígeno durante el remojo.

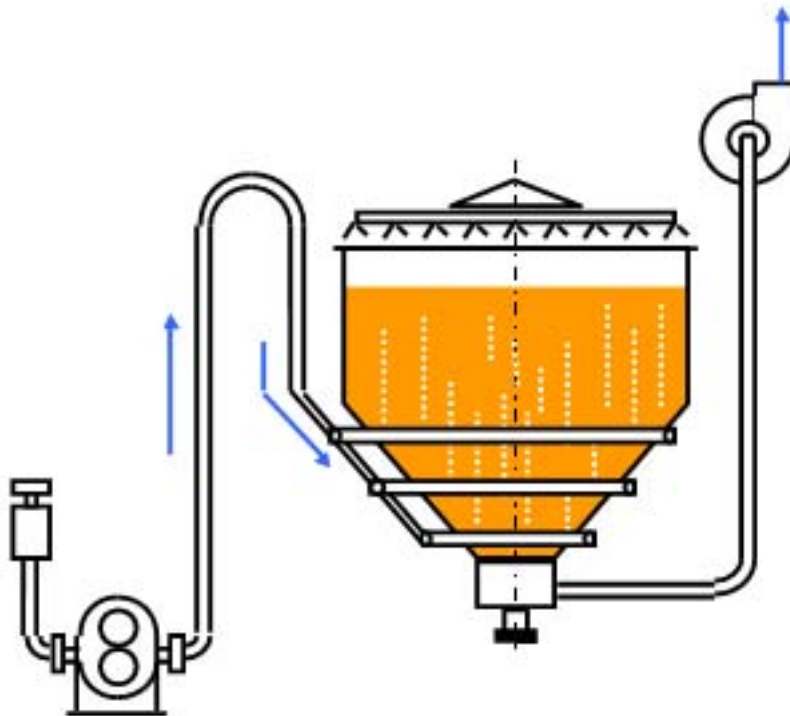


Figura 4: Remojo del grano de cebada

En la figura 4, la etapa de remojo que consiste en períodos alternativos de inmersión del grano en agua (período húmedo) y de escurrido del agua (período seco). Esta combinación es necesaria para promover y mantener la eficiencia de germinación. La relación volumen de agua/ peso de cebada debe ser conocida para balancear las necesidades de oxígeno del grano durante el remojo y la cantidad de agua absorbida.

Factores que influyen en la absorción de agua por parte del grano:

- Variedad de cebada, grosor de las glumillas
- Momento de cosecha, área del cultivo, madurez del grano
- Duración del período de remojo
- Temperatura del agua
- Tamaño del grano
- Contenido de proteína
- Sensibilidad al agua de la cebada

Proceso: cantidad y duración de períodos húmedos, cantidad y duración de períodos secos, caudal de ventilación, niveles de CO₂, altura del remojador, cantidad de aire inyectado, etc.

Germinación

Durante la germinación, como se ve en la figura 5, se produce una nueva planta de cebada a partir del grano. Para formar la nueva planta el grano necesita una gran cantidad de energía y materiales estructurales los cuales deben ser producidos mediante respiración y otros procesos metabólicos. Antes de que la joven planta esté en condiciones de reaccionar con el ambiente y producir ella misma almidón por asimilación, necesita los materiales de reserva presentes en el endospermo.

Al comienzo del proceso de malteo el endospermo está en una forma estable con sustancias de alto peso molecular. Estas sustancias deben ser degradadas para formar productos de moléculas más pequeñas antes de que puedan ser transportadas con la ayuda de agua y así facilitar su asimilación a las levaduras. Esta degradación es llevada a cabo por enzimas formadas durante la germinación.

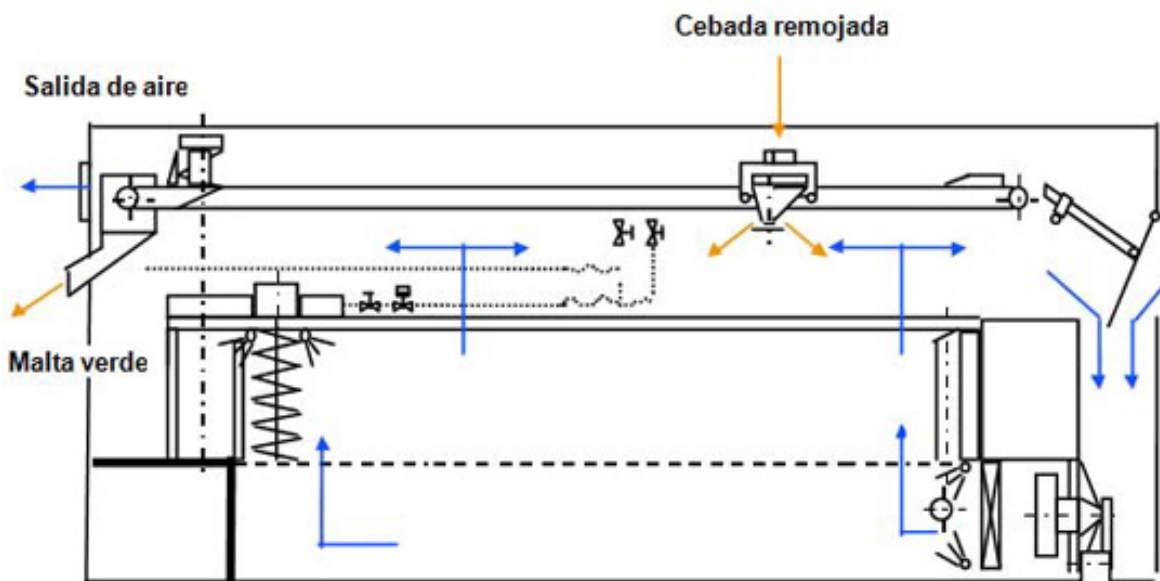


Figura 5: Germinación del grano de cebada

El principal objetivo del malteo es producir enzimas, las cuales son absolutamente esenciales para el desdoblamiento de grandes moléculas durante el macerado.

El grano remojado pasa de 4 a 6 días en condiciones de humedad y ventilación, tiempo durante el cual ocurre la modificación. La cebada remojada puede ser transferida en estado seco, en cuyo caso el daño al grano germinando se minimiza, o en estado húmedo mediante bomba en un flujo acuoso, en cuyo caso los cambios en la presión hidráulica probablemente causen un retraso en la germina-

ción.

La temperatura del grano es controlada entre 14 y 20°C mediante un flujo de aire a través del lecho y es humidificado pulverizando agua que satura el aire para prevenir el secado del grano que reduciría la velocidad de germinación.

La cebada en germinación necesita ser "removida" para separar los granos y sus raicillas en desarrollo. Sin movimiento, la cebada formaría una masa casi sólida que restringiría el flujo de aire causando un sobrecalentamiento localizado. El entrecruzamiento de raicillas también dificultaría la transferencia del grano al final de la germinación.

Secado

La separación de agua de la malta verde en forma regulada (figura 6) es esencial para lograr lo siguiente:

- . Detener el crecimiento y la modificación
- . Lograr un producto estable que pueda ser almacenado y transportado
- . Preservar enzimas
- . Desarrollar y estabilizar propiedades como sabor y color
- . Eliminar sabores indeseables
- . Inhibir la formación de compuestos químicos inaceptables
- . Secar las raicillas para permitir su remoción

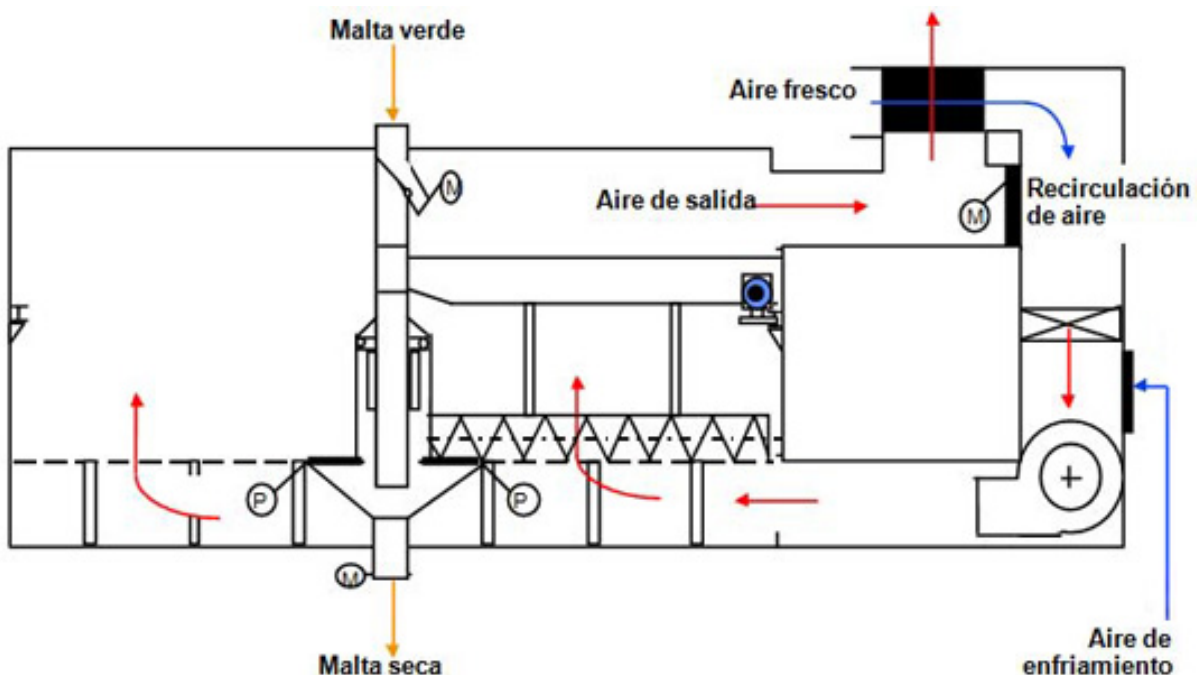


Figura 6: Esquema del proceso de secado del grano germinado

El proceso de secado consta de dos etapas principales (Figura 6):

La primer fase (secado) se lleva a cabo a temperaturas relativamente bajas y con gran caudal de aire. Como las enzimas formadas durante la germinación son sensibles a la temperatura (y más cuanto mayor la humedad), se busca la remoción de agua preservando la mayor cantidad posible de enzimas.

La segunda fase se lleva a cabo a una temperatura más alta para lograr la separación de sustancias indeseables y conseguir el valor de humedad deseado.

El proceso total contabilizando carga y descarga lleva alrededor de 24 horas.

Para la fabricación de la Cerveza, se desarrollan otros procesos, como son:

Molienda: En éste proceso se trata de que la malta esté segregada y bien calibrada.

Braceado: consiste en añadir agua y remover la mezcla hasta convertir la malta en un líquido dulzón denominado mosto.

Filtración: Se trata de separar los dos productos existentes tras la sacarificación (mosto y el orujo o bagazo)

Ebullición y lupulado: El mosto claro se le somete a ebullición con el objetivo de estabilizar el mosto y aromatizarlo. Se añade parte del lúpulo.

Enfriamiento del mosto: operación donde se disminuye la temperatura y se elimina el turbio que se ha formado al coagular las materias nitrogenadas.

1.4 Justificación del estudio

La cebada para Maltería tiene el cultivo condicionado por los requerimientos de la industria maltera. De todas estas especificaciones la más importante para la industria maltera es el **contenido de Proteína que debe de estar en un rango de >9,5% y <11,5%.**

Para conseguir una cebada que sea aceptada por la industria maltera se debe cuidar diferentes aspectos y el más importante es la aplicación de Nitrógeno.

Tradicionalmente conocemos estudios de cuál es la fertilización mas racional con el objetivo de conseguir el mejor resultado agronómico, como se muestra en la Tabla 8 (López Bellido, 2010):

Cereales de invierno	kg/000 kg de grano producido ⁽¹⁾					
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S
Trigo	28-40	9-15	20-35	5-7	3,5-5	5,2
Cebada	24-28	10-12	19-35	10	5,2	4,1
Avena	24-30	10-14	23-35	-	-	6,1
Centeno	18-20	12-14	16-20	-	-	-

(1) Las extracciones se refieren a los nutrientes contenidos en las partes aéreas de la planta (grano y paja)

Tabla 8: Extracciones medias de nutrientes de los cereales

En la Tabla 8, la cantidad de Nitrógeno que recomienda el autor para restituir las extracciones es de 26 Kg por cada 1000 kg de cebada grano de cosecha esperada.

Dosis de siembra de la cebada, según Fombellida y Garijo 2011, las recomendaciones en regadío sería en Castilla La Mancha 250-300 kg/ha, en Castilla-León 210-230 kg/ha.

Respecto al suelo, la cebada prefiere suelos fértiles, pero puede tener buenas producciones en suelos poco profundos y pedregosos. No le van bien los terrenos demasiado arcillosos y tolera bien el exceso de salinidad en el suelo.

Para conseguir un máximo rendimiento en campo, el agricultor debe asegurar una adecuada nutrición de la planta, ello significa entre otros, aplicar una suficiente cantidad de abono nitrogenado.

Por otro lado, aplicando un excesivo aporte de Nitrógeno o aplicarlo tarde provoca una mayor cantidad de Proteína en el grano y como consecuencia una

peor calidad maltera por una disminución del contenido de extracto sin conseguir a cambio un significativo incremento de rendimiento (Ramo, *et al.* 1992).

Con toda ésta información se debería mejorar la viabilidad económica del cultivo de la cebada para Maltería frente la cebada con destino a pienso.

No obstante la Meteorología del año de cultivo es la variable más importante para una misma variedad, en especial las heladas tardías de primavera, las altas temperaturas al final de la misma. La precipitación, momento y cantidad, es básica en condiciones de secano, pero en las condiciones del trabajo pasa a un segundo plano al ser realizado en condiciones de regadío. Así pues, el efecto año es importante ya que en similares manejo de cultivo la proteína varía sustancialmente.

Zona de cultivo:

Sería el segundo factor más importante la localización.

2.- Objetivos:

En éste trabajo se pretende determinar qué variables de tipo agronómico y edáfico tienen influencia sobre la calidad de la cebada para malta, en las condiciones de las Comarcas de Monegros y Cinca (Huesca) en regadío, y más específicamente se pretende conocer:

1. Influencia de la densidad de siembra sobre la calidad, tanto en la Proteína como en el calibre del grano. Estudio de la dosis más adecuada.
2. Estudio de los aportes de Nitrógeno más adecuados.
3. Influencia del contenido de Fósforo, Potasio, Carbonatos, Magnesio del suelo sobre la calidad y rendimiento.
4. Influencia del pH del suelo y su textura sobre la calidad y rendimiento de la cebada.

3.- Material y métodos

Los datos que se han manejado han sido tomados de fincas de regadío en la mayor parte de ellos por aspersión en cobertura fija.

Se entiende que no ha habido limitaciones con motivo de una falta de aporte hídrico porque en el año de toma de datos no hubo restricciones en la disponibilidad de agua para riego.

El suelo debería permanecer a Capacidad de Campo en el momento anterior al ahijado e ir suministrando riego en base a las necesidades de Evapotranspiración y estado del cultivo.

Año	Mes	Temp. Media °C	Temp. Max °C	Temp. Min.°C	Precipitación (mm)
2013	11	9,11	23,76	-7,13	61,71
2013	12	2,61	13,16	-6,05	10,35
2014	1	6,63	18,47	-2,5	31,69
2014	2	6,98	18,2	-4,11	19,28
2014	3	10,2	26,17	-1,02	21,52
2014	4	14,92	28,06	4,48	70,03
2014	5	16,42	31,08	3	43,44
2014	6	21,93	35,35	9,04	23,14
Total					281,16

Tabla 9: Temperaturas y Precipitación Mensuales de la Estación meteorológica de Sariñena

En la tabla 9, observamos las temperaturas media, mínima y máxima mensuales, así como, las precipitaciones en el periodo de cultivo. Destacar las precipitaciones de abril (70 l/m²). Total precipitación en el periodo de cultivo 281,16 l/m².

Este trabajo se han realizado en tres partes:

a) **Ensayos Agronómicos:** con diferentes dosis de siembra y dosis de abonado nitrogenado en cobertera con el objeto de ver las calidades resultantes de éstas variables.

b) **Datos empíricos:** Se realizó la recopilación de datos de 45 fincas con la información de lo que hicieron durante el cultivo de cebada de la campaña 2013/14.

c) **Influencia de las características físico-químicas del suelo sobre los parámetros de calidad de la cebada:** Se definieron 16 fincas y en un punto geográfico se tomaron muestras de suelo para su análisis y también en

ese mismo punto se tomaron muestras de cebada en pre cosecha para determinar su calidad de grano.

3.1 Descripción de los experimentos: *Ensayos*

Agronómicos:

Se localizaron en una parcela de riego por aspersión en la localidad de Cofita (Fonz-Huesca) en el Cinca Medio, la parcela con referencia SIGPAC 22:153:0:0:9:48 y se sembró la variedad Shakira.

Es una parcela que tuvo como cultivo anterior maíz en su rotación. Se hizo análisis de suelo en el Laboratorio de Fertiberia. Es un suelo Franco con pH de 7,2 y un contenido de materia orgánica de 4,33%. La relación C/N es de 8,68 y destaca en su análisis de suelo el alto contenido de Fósforo 131,85 ppm.

Se planteó un ensayo de tipo Strip Plot con 3 bandas de 18 metros de anchura cada una y 216 metros de longitud. Se manejó de forma similar salvo las variables en estudio. Se ha tenido en cuenta para éste tipo de ensayo:

- a) Que se trata de una parcela homogénea
- b) Evitar errores mecánicos
- c) Efectos que pudieran generar competición.

Experimento 1:

Estudio de la densidad de siembra más adecuada en función de la calidad del grano:

Se emplearon tres dosis diferentes de siembra (peso medio de los 1000 granos fue de 40 gramos, la variedad empleada fue Shakira):

Dosis 1 => 180 kg/ha (supone aproximadamente 450 semillas/m²)

Dosis 2 => 200 kg/ha (supone aproximadamente 500 semillas/m²)

Dosis 3 => 220 kg/ha (supone aproximadamente 550 semillas/m²)

Experimento 2:

Se estudió de la dosis de abonado nitrogenado en cobertera y su influencia sobre la calidad del grano (proteína y calibre).

Sobre cada una de las dosis de siembra mencionadas, se realizaron 3 aplicaciones diferentes en cobertera de Supernitro N 25%, el 11 de marzo de 2014, hasta aplicar un total de:

Dosis 1 => 0 kg/ha no se aplicó cobertera.

Dosis 2 => 88 kg/ha de Nitrógeno, es decir, 350 kg/ha de Supernitro N25.

Dosis 3 => 175 kg/ha de Nitrógeno, es decir, 700 kg/ha de Supernitro N25.

La cosecha se realizó con una cosechadora convencional.

El diseño del experimento (ver tabla 10) se hizo con la misma metodología de ensayo Strip Plot. Cada Plot mide 18 m x 72 m. supone 1.296 m² cada parcela y como se puede ver en la tabla 10, son 9 parcelas diferentes. Un total de 11.664 m² de ensayo. Este diseño tiene una carencia estadística, la ausencia de repeticiones, pero presenta un aspecto favorable debido a la superficie que se trabaja que hace que los datos obtenidos sean representativos, considerando que se trata de una parcela homogénea y que las labores, la siembra y los aportes de nitrogenados se han podido realizar con esmero.

Dosis siembra: 220 kg/ha Cobertera: 0 kg/ha	Dosis siembra: 220 kg/ha Cobertera: 175 kg/ha UFN	Dosis siembra: 220 kg/ha Cobertera: 88 kg/ha UF N
Dosis siembra: 180 kg/ha Cobertera: 0 kg/ha	Dosis siembra: 180 kg/ha Cobertera: 175 kg/ha UFN	Dosis siembra: 180 kg/ha Cobertera: 88 kg/ha UF N
Dosis siembra: 200 kg/ha Cobertera: 0 kg/ha	Dosis siembra: 200 kg/ha Cobertera: 175 kg/ha UFN	Dosis siembra: 200 kg/ha Cobertera: 88 kg/ha UF N

Tabla 10: Croquis de campo de los ensayos

La siembra se realizó en diciembre, en las fechas recomendadas para éste tipo de variedades de primavera.

Los objetivos:

1. Resultado de rendimientos según dosis de siembra.

2. Análisis de calidad del grano (Proteína y Calibre) según aporte de Nitrógeno a diferentes dosis de siembra

3.2 Muestréos y análisis: Datos empíricos

Área de estudio:

Se ha trabajado en las localidades indicadas en la figura 7, en ella se muestra la ubicación de las 45 fincas estudiadas.

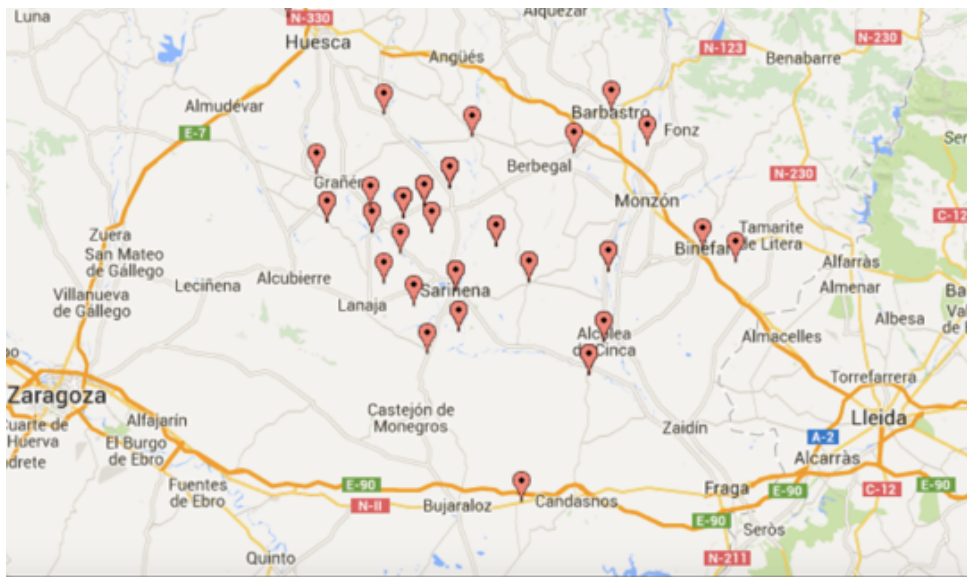


Figura 7: Mapa localidades donde se ubican las fincas

Datos empíricos:

Estudio basado en los resultados y experiencia de fincas de la Comarca de Monegros y Cinca en el año 2014 de:

Número de Fincas: 45

Número de muestras post-cosecha de cebada: 275

Producción total de Cebada para Malta: 6.989 toneladas

Superficie: 1.052 hectáreas

Sistema de riego de las 45 fincas:

a) A presión: 93%

b) A manta: 7%

Fincas que aplicaron herbicida: 89%

Rotación de cultivos (Cultivo anterior):

- a) Alfalfa 3%
- b) Cereal 18%
- c) Otros forrajes 2%
- d) Maíz 72%
- e) Barbecho 4%

Varietades de Cebada para Maltería:

- a) Shakira: 924 ton (13%)
- b) Pewter: 6.065 ton (87%)

La operativa fue identificar las parcelas que habían sido sembradas con las variedades aceptadas previamente y visitar la finca generando un informe con los datos de entrada resumidos en el Anexo 5.

También se ha valorado los costes de cultivo de cada insumo y las labores realizadas para hacer el cálculo de los costes de cultivo.

Con esta información se procedía a tomar una muestra de cebada grano en cosecha con la siguiente metodología:

Se tomó una muestra cada 5 hectáreas recorriendo la parcela en forma de zig-zag para tener una muestra representativa y que refleje la media de la parcela. La cantidad recogida en cada muestra era de 500 gramos.

Dicha muestra en pre-cosecha se hacía desde que la humedad grano era de 22% hasta el momento de cosecha (12% máximo humedad de cosecha).





Para tomar las muestras de pre cosecha representativas directamente del campo se ha utilizado una mini-cosechadora y trilladora de muestras portátil manual.

Estas muestras, se analizaron en el laboratorio de Liven Agro de Monzón con el analizador NIR (Near Infrared Radiation) Región espectral de Infrarrojo Cercano donde definía:

Proteína (%)

Almidón

Humedad



Otro dato importante para el estudio es el Calibre del grano. La determinación del calibre se realizó pasando una muestra de granos por un juego de tres zarandas, cuyos orificios tienen un largo tal que permite pasar a todos los granos y tienen un ancho de 2,8, 2,5 y 2,2 mm respectivamente. Este instrumento permite clasificar las muestras en cuatro fracciones según su calibre: mayor a 2,8 mm (fracción 1), entre 2,8 y 2,5 mm (fracción 2), entre 2,5 y 2,2 mm (fracción 3) y menor a 2,2 mm (fracción 4). En las malterías, los granos de tamaño menor a 2,5 mm son descartados, ya que suelen presentar un mayor nivel de dormición y suelen hidratarse más rápidamente que los gruesos, determinando así una heterogeneidad indeseada durante el malteo.



Todos éstos análisis de calidad se han realizado para las muestras de pre-cosecha, donde se definen si son válidos para la industria maltera. En las 45 fincas

analizadas cuya media de superficie era de 24 has/finca, se tomaron un total de 210 muestras para su análisis en pre-cosecha porque se definió un protocolo para que la toma fuese representativa. Se tomaron 1 muestra por cada 5 hectáreas de cultivo.

También se hizo para todas las entradas de mercancía, es decir para los 6.989 t han sido analizadas todas las entradas de cebada al almacén con destino La Moravia (Maltería de la Damm), se han hecho 275 muestras diferentes: Con ésta información se analizaron los resultados en rendimiento, proteína, calibre de cada finca. Son análisis realizados con la mercancía en el almacén en post-cosecha (Anexo 4).

Objetivos:

1. Comportamiento de la Proteína *versus* los rendimientos
2. Comportamiento del Calibre *versus* los rendimientos
3. Rendimiento según zonas

3.3 Influencia de las características físico-químicas del suelo sobre los parámetros de calidad de la cebada:

De forma paralela, en febrero de 2014 (con el abonado de fondo aplicado), se definieron parcelas con un punto de referencia determinado, se tomaron muestras de suelo y en junio en ese mismo punto geográfico se tomó una muestra de grano para su análisis de calidad.

Se tomaron muestras de suelo en 16 fincas, en un punto identificado de cada parcela. Se tomó un perfil de 25 cm de profundidad de suelo en un metro cuadrado. Para la toma de muestras se empleó un tubo de 50mm de diámetro y se tomaron en ese mismo m² muestras tantas veces como hizo falta para completar el medio kilo de suelo necesario.

En esos mismos puntos se tomo muestra de cosecha y se procedió al análisis de calidad con un total de 16 muestras.

Los análisis se realizaron en los laboratorios de Fertiberia.

Así pues, se estudiaron esos 16 datos con la información completa de suelo y calidad de grano.

Objetivos:

1. Evolución de la Proteína *versus* Materia Orgánica
2. Evolución de la Proteína *versus* en Nitrógeno Aportado
3. Relación de los rendimientos con la cantidad de Fósforo
4. Relación de los rendimientos con la cantidad de Potasio
5. Relación de la Proteína según la relación CaCO₃ en el suelo
6. Relación de la Proteína según el pH
7. Relación de la Proteína según la cantidad de Magnesio
8. Relación de la Textura del suelo con la Proteína

Otros:

1. Influencia de la calidad de la cebada según el tipo de Nitrógeno aplicado.

Área de estudio: Datos de muestras de suelo y calidad de grano:

En el mapa de la Figura 8, están definidas las localidades de los 16 puntos en los que se analizó el suelo.

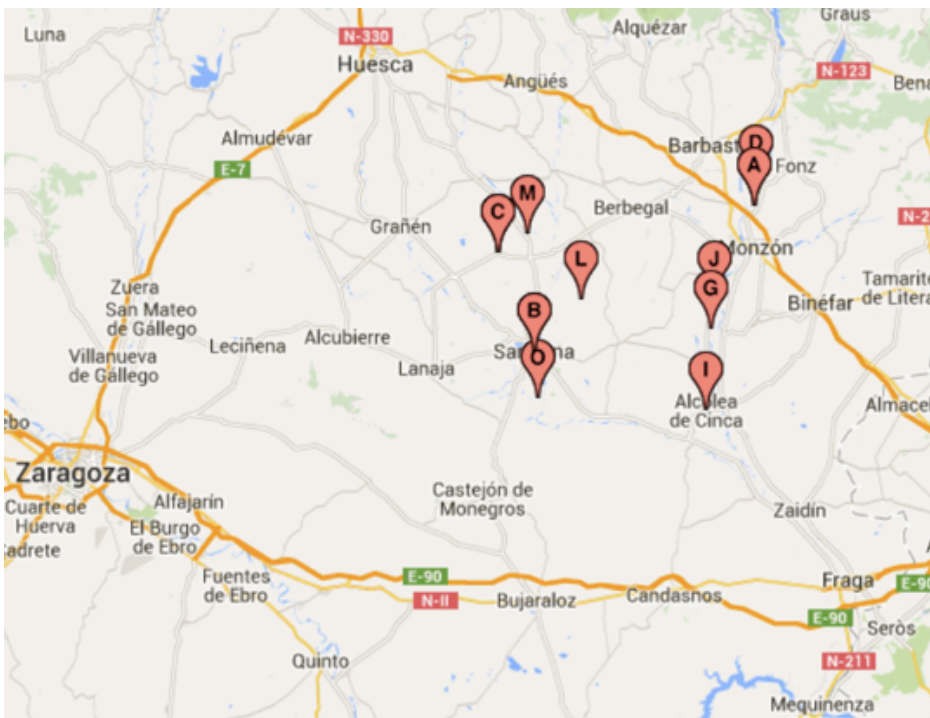


Figura 8: Mapa con localidades donde se tomaron las muestras de suelo

Todo el estudio está en una zona cuyas características climáticas no difieren significativamente al estar en un radio de acción de 40 km.

El sistema de riego que predomina en todas las fincas es el riego por aspersión (cobertura fija).

3.4 Variedades de cebada empleadas

Las variedades que se han sembrado en las parcelas estudiadas están dentro de la Lista de Variedades 2013-2015 de la Asociación de Malteros y Cerveceros de España que se puede ver en el Anexo 1.

Las fichas de las variedades han sido generadas con el análisis de GENVCE:

Pewter: Anexo 2

Shakira: Anexo 3

4.- Resultados y Discusión

4.1 Ensayos Agronómicos:

En la Tabla 11 se muestran los resultados del ensayo en bandas.

Dosis de siembra	Aporte de Nitrógeno en Cobertera	Proteína	Calibre >2,5mm %	Rendimiento (Kg/ha)
180	0	7,3	81,9	8.404
180	88	10,3	94,1	
180	175	11,7	86,9	
200	0	7,7	85,7	8.850
200	88	10,8	89,4	
200	175	10,8	84,9	
220	0	7,7	83,7	7.905
220	88	10,9	84,2	
220	175	10	91,3	

Tabla 11: Resultados de calidad del campo del ensayo de Cofita

En la figura 9 se puede observar que la dosis de 200 kg/ha de siembra ha sido la más productiva frente a las otras dosis, para el conjunto de los diferentes aportes de nitrogenados realizados. Un 5% más sobre la media del ensayo de 8.386 kg/ha.

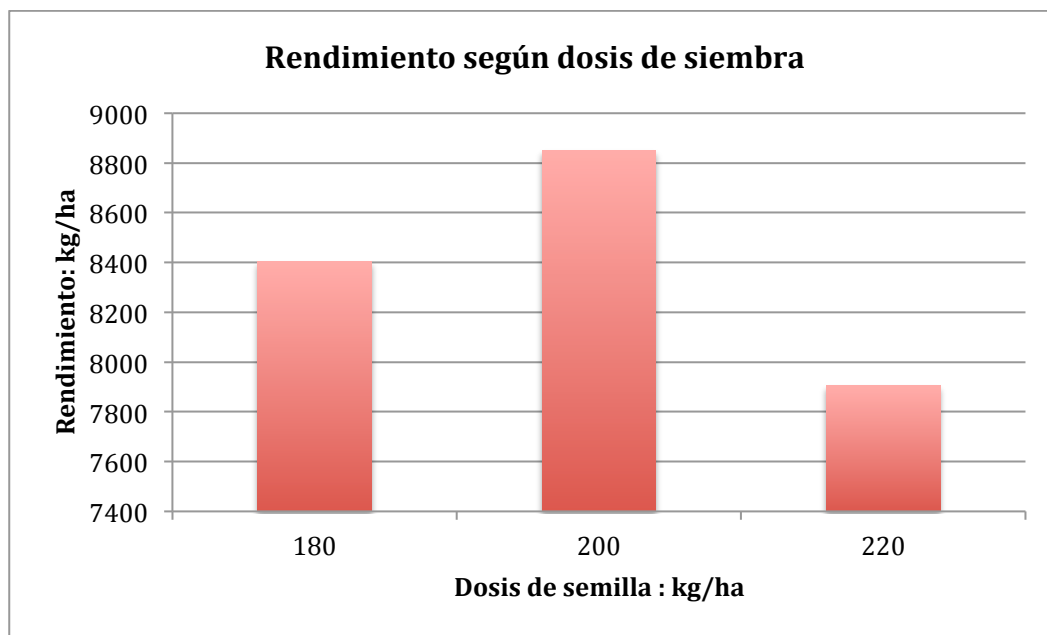


Figura 9: Resultado rendimiento del ensayo de campo

En nuestro ensayo, la rotación era cebada tras maíz y estuvo limpio de malas hierbas.

Lacasta, *et al.* (2007), indican que la cebada en secano tras 14 años de estudio, produce un 50% más, cuando está en rotación con girasol o veza para heno, que el cereal en monocultivo. La densidad de siembra no influye en la producción de cebada cuando está en rotación con otro cultivo, sólo cuando la cobertura de malas hierbas es superior al 20%, la densidad de siembra baja (80 kg/ha) es afectada por la competencia de malas hierbas, además, concluyeron que cuando la cebada está en rotación con otro cultivo y está bien fertilizada, el aumentar la densidad de siembra no produce ningún aumento de la productividad. En nuestro estudio, también coincidimos con que el mejor rendimiento no es el de mayor dosis porque no es la variable limitante y al igual que exponen Lacasta, *et al.* (2007) la parcela de ensayo ha estado en rotación de cultivo, con maíz y libre de malas hierbas por lo que llegamos a la misma conclusión.

Moreno *et al.* (2004), también concluyeron específicamente en regadío que:

- La cebada posee una gran capacidad para compensar los efectos negativos derivados de las densidades de siembra bajas o demasiado espesas, de manera que, excepto en siembras muy tardías pueden obtenerse las mismas producciones dentro de un amplio intervalo semilla. Esta es la misma conclusión, por la que no

se ven diferencias en el ensayo realizado, la siembra se realizó en diciembre, en las fechas recomendadas para éste tipo de variedades de primavera.

- La fase de ahijamiento es una de las etapas más importantes en el desarrollo de la cebada, ya que constituye un proceso compensador de la densidad de plantas al ser la producción de espigas por planta superior en las siembras poco densas.

En nuestro caso la dosis de 200 kg/ha fue la más productiva aunque tan solo fue un 5% sobre la media. La bibliografía nos indica que no hay un efecto densidad *versus* rendimiento. La cebada posee una gran capacidad para compensar los efectos negativos derivados de las densidades de siembras bajas o altas siempre y cuando se realicen en las fechas recomendadas. También es importante para evitar más limitaciones el adecuado control de malas hierbas.

4.1.1. Análisis de calidad del grano (Proteína y Calibre) según aporte de Nitrógeno a diferentes dosis de siembra.

En el experimento de campo se estudió la variación de la calidad (en función del contenido en proteína), variando el Nitrógeno aportado en cobertera.

En las tres dosis de siembra se repite la misma tendencia de incremento de proteína con el aumento del aporte de Nitrógeno. Si observamos la figura 11 la dosis de 200 kg/ha se mantiene la misma proteína con la dosis de N más alta. En el caso de la dosis de siembra (figura 12) de 220 kg/ha, el nivel más alto de proteína se da con la dosis media de 88 Ud de N y baja con la dosis más alta (175 ud N) aunque dentro del rango admisible por la industria maltera. Tan sólo el testigo (sin aporte de N) no llega en su contenido proteico a los niveles requeridos en las especificaciones de producto de la industria maltera. El rango aceptado está entre 9,5% y 11,5%.

En el caso del calibre ($\% > 2,5$ mm), la tendencia es la misma. Cuando incrementamos la dosis de N aumenta el calibre. Siempre por encima del 65% que exige la industria maltera, con el resultado mas bajo en el 82% .

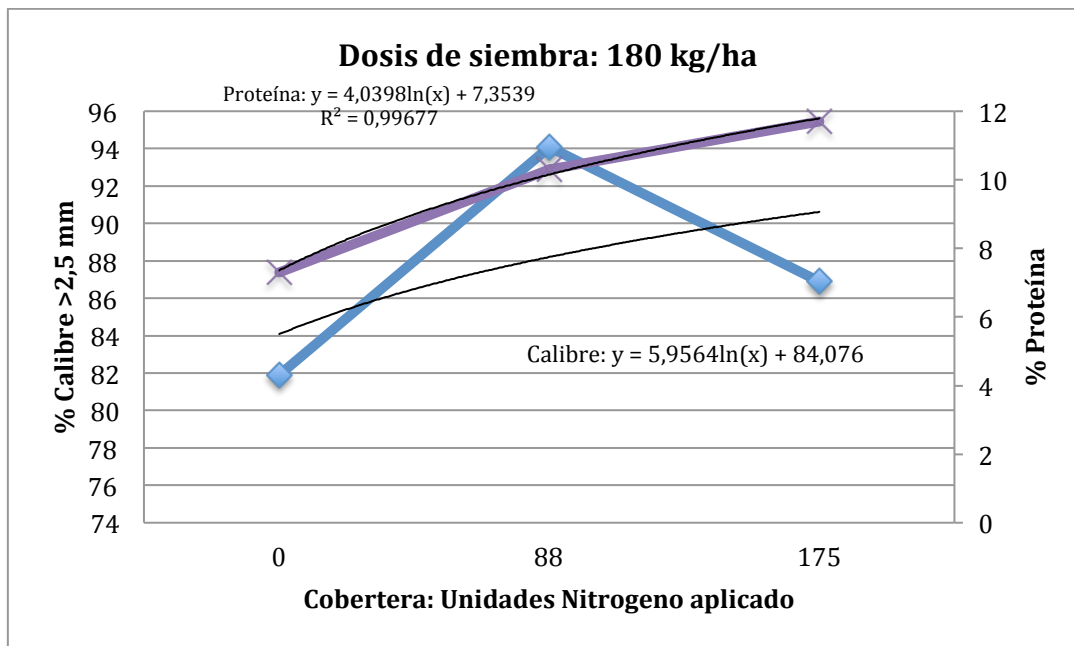


Figura 10: Resultado ensayo de fertilización de cobertera a dosis de siembra de 180 kg/ha

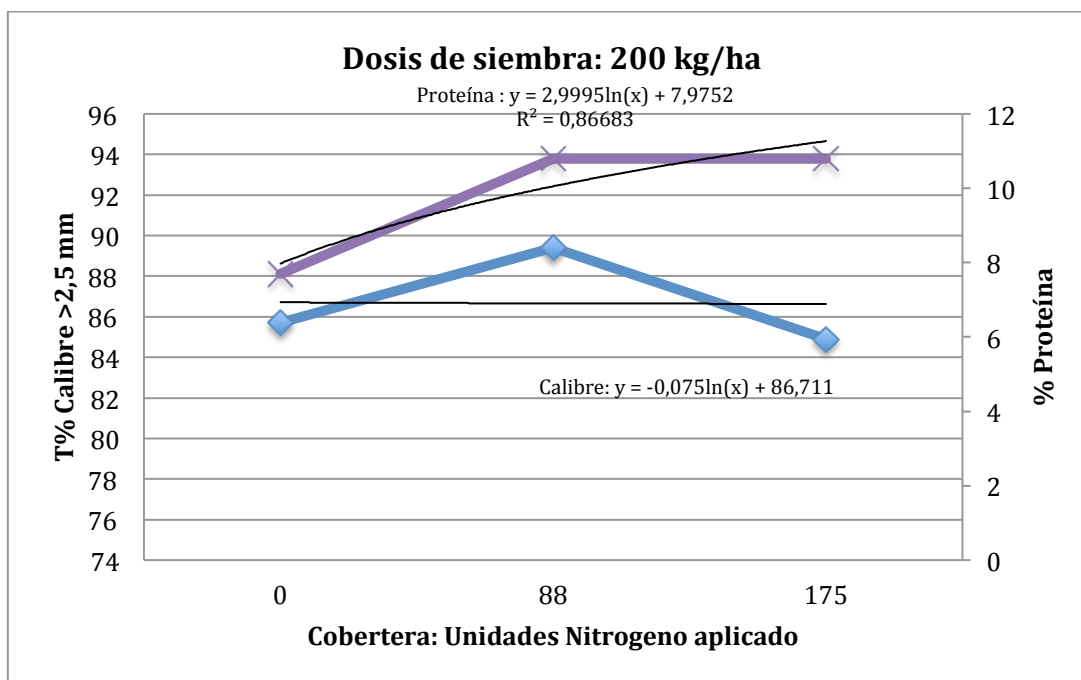


Figura 11: Resultado ensayo de fertilización de cobertera a dosis de siembra de 200 kg/ha

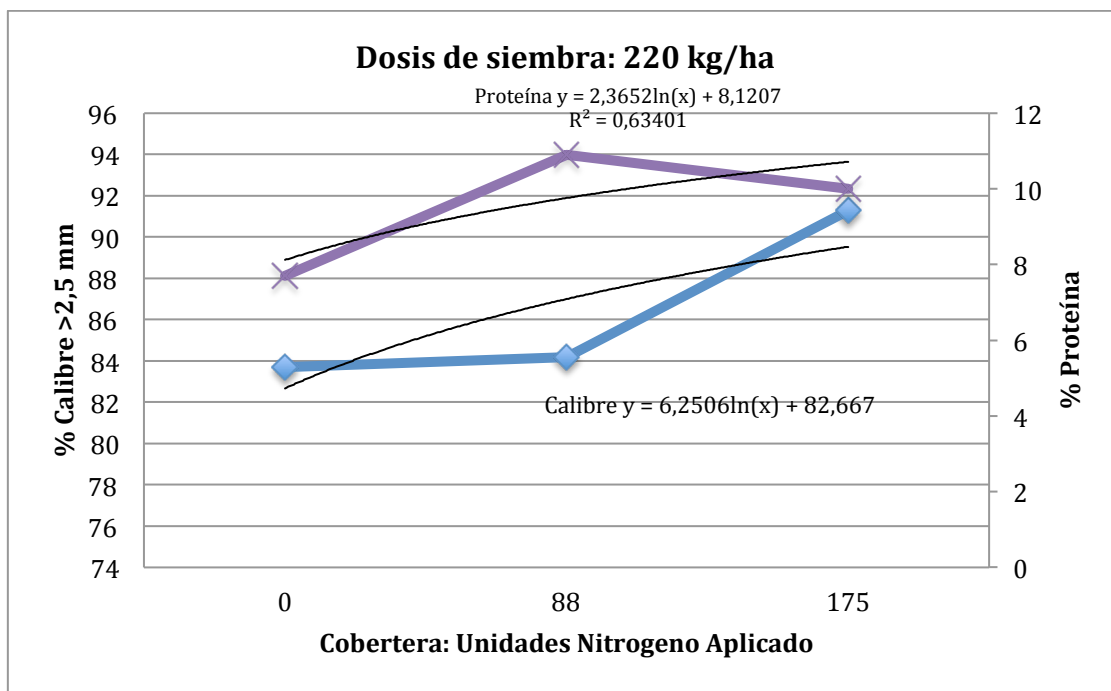


Figura 12: Resultado ensayo de fertilización de cobertera a dosis de siembra de 220 kg/ha

En la figura 10, se muestra el resultado de la aplicación de Nitrógeno de cobertera a una dosis de 180 kg/ha, donde las mejores calidades de Proteína se dan con 88 UFN; sin embargo las mejores calidades en cuanto al calibre se dan con la dosis de N más alta.

En la figura 11, el resultado se repite con los mejores datos de calidad, en éste caso, proteína y calibre con la dosis intermedia de 88 UFN.

Por último la figura 12, sigue un patrón similar a las anteriores con la mejor calidad en cuanto a proteína con 88 UFN. El calibre es mejor con dosis de N más altas.

Aunque los niveles de Proteína se incrementan según la cantidad de Nitrógeno aportado, están todos dentro de los rangos especificados por la industria excepto en el caso de la banda sin aporte de Nitrógeno, que está ligeramente más bajo del rango aceptado que está situado entre 9,5% y 11,5%.

Para el Calibre se repite la misma tendencia de aumento del % de granos de >2,5 mm, y por encima del 65% que la industria exige como mínimo.

Si el análisis lo hacemos desde las diferentes dosis de siembra con el mismo aporte de nitrógeno en cobertera los resultados son:

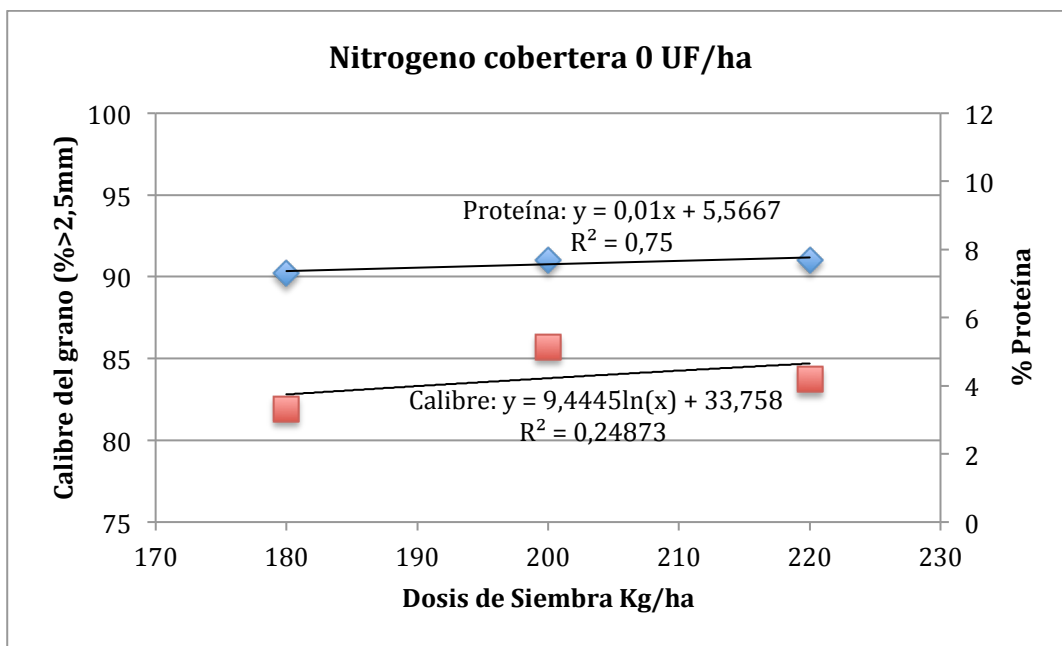


Figura 13: Resultado ensayo de dosis de siembra con 0 UF/ha de cobertera

En la figura 13, con un aporte de nitrógeno nulo, como testigo del ensayo, observamos que el contenido en proteína es estable pero en todas las dosis queda por debajo de rango, es decir, <9,5%. Respecto al calibre del grano, tampoco hay grandes diferencias y están dentro de las especificaciones de la industria.

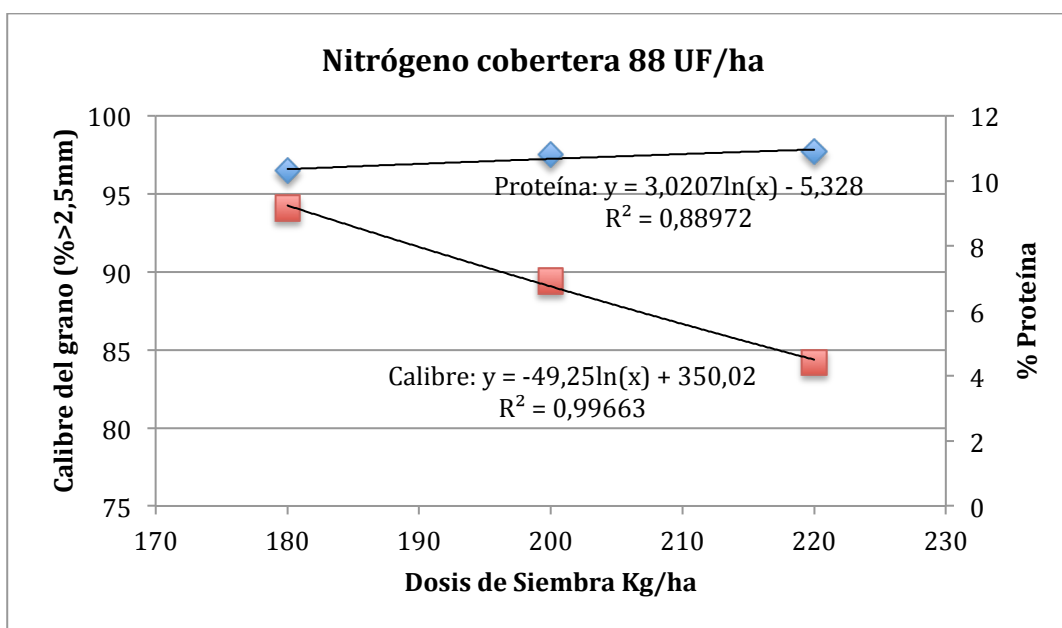


Figura 14: Resultado ensayo de dosis de siembra con 88 UF/ha de cobertera

En la figura 14, con el aporte de nitrógeno de cobertera de 88 UF/ha, los resultados de proteína son aptos y hay cierta tendencia a incrementar la Proteína con el incremento de dosis. En la observación del calibre, hay un significativo resultado positivo con dosis de siembra más bajas (180 kg/ha) aunque las tres dosis de siembra están por encima de las especificaciones.

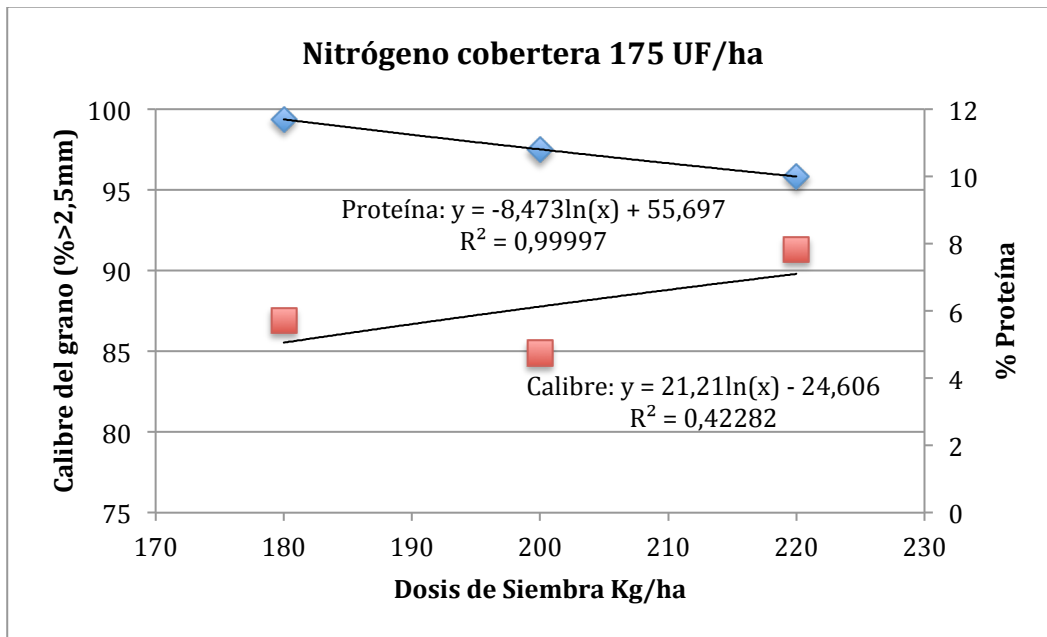


Figura 15: Resultado ensayo de dosis de siembra con 175 UF/ha de cobertera

Con dosis de nitrógeno en cobertera (Figura 15), de 175 UF/ha los resultados de proteína a dosis de siembra de 180 kg/ha, quedan fuera de rango y el resto de dosis de siembra se mantienen en los niveles altos pero dentro de los límites especificados por la industria maltera. El calibre del grano es más alto con dosis de siembra altas y la tendencia marca un efecto positivo con dosis de siembra mayores.

4.2 Datos Empíricos:

4.2.1 Comportamiento de la Proteína *versus* los rendimientos

Se observa en la figura 16, que los rangos de Proteína requeridos por la Industria de 9,5%-11,5% se encuentran con la mayor parte de los rendimientos. Mientras que con los rendimientos más bajos (<5000 kg/ha), la proteína pasa a estar fuera de rango (>11,5%). La tendencia de la proteína es a la baja según aumentan los rendimientos.

La razones de los resultados del figura 16, son que la proporción de proteínas en grano esta en función de dos variables:

- a) Acumulación total de proteínas
- b) Acumulación de almidón en el período de llenado

Los granos en crecimiento después de la floración son destinos de la oferta de almidones y proteínas de parte de la planta. La fuente de azúcares durante el llenado de granos está constituida por la fotosíntesis y por las reservas del tallo. La oferta de nitrógeno proviene de lo almacenado en el tallo y en las hojas hasta floración, y de la cantidad que se absorba durante el llenado.

La fertilización nitrogenada en etapas tempranas del cultivo, siembra o ahijado, conduce a un aumento en rendimiento asociado a la generación de un mayor número de granos por unidad de superficie.

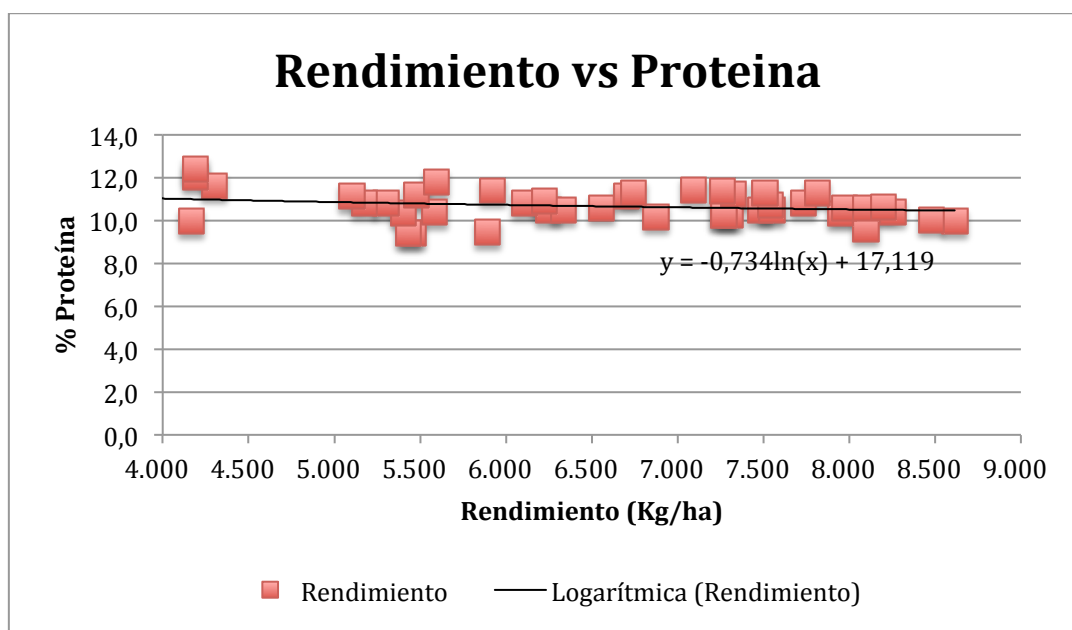


Figura 16: Rendimiento *versus* Proteína. n=45

También en la figura 17, la Y del gráfico es la proteína total por hectárea (rendimiento x proteína) y en la X los rendimientos de granos netos. La aportación de proteína global es sustancialmente mayor en los rendimientos más altos, como hemos visto en la figura 16, dentro del rango requerido por la industria maltera.

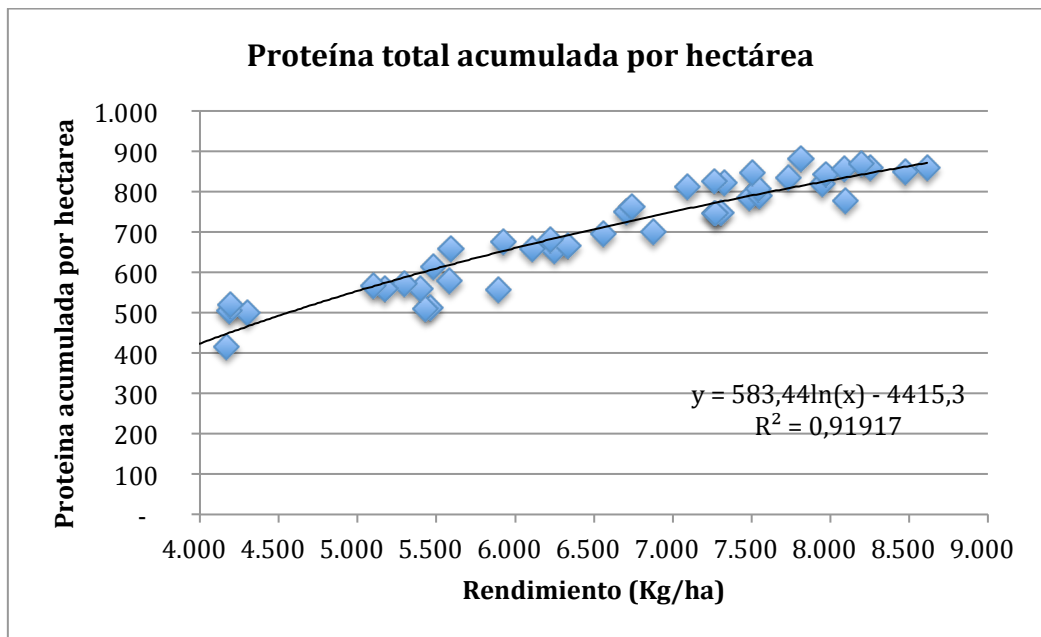


Figura 17: Producción de proteína total (Kg grano x % proteína por hectárea). N=45

Probablemente las producciones bajas son como consecuencia de algún factor estresante del cultivo generando, además de la falta de rendimiento, una cantidad de Proteína no apta, tanto por defecto como por exceso.

Según Silva (1998), aplicaciones tempranas de nitrógeno tienen poco efecto en el peso potencial de los granos, ya que en general afectan al número de granos.

La respuesta en el rendimiento está limitada por la disponibilidad de nitrógeno y responde directamente a la aplicación o disponibilidad en el suelo. En esta etapa la eficiencia de la utilización de nitrógeno en la formación de grano es muy elevada.

El nivel de suministro de nitrógeno en cualquiera de las últimas etapas mejora la oferta de la fuente y permite que la tasa de acumulación real de proteínas se aproxime más a la potencial.

En definitiva el contenido de Proteína del grano está relacionado con los rendimientos, de forma que a bajos rendimientos la calidad suele ser baja como con-

secuencia de otros factores y con rendimientos muy altos la calidad tiene la tendencia a bajar también. Con altos rendimientos los niveles de Proteína son bajos pero dentro de los rangos exigidos (>9,5%). Por otro lado, en caso de stress biótico o abiótico, provoca granos más pequeños y la proporción de la Proteína aumenta, provocando que salga de los parámetros aceptables por la industria maltera.

Son comunes los resultados por encima de rango en cebadas malteras en los secanos de Monegros como consecuencia de una respuesta al stress hídrico.

Según Bragachini *et al.* (2010), al aumentar el rendimiento disminuye el porcentaje de proteína. En este caso, en la zona de mayor rendimiento, la calidad del grano disminuye marcadamente, quedando el contenido de proteína fuera de los niveles exigidos por las malterías.

Para Ferraris y Prystupa, (2013), la obtención de altos rendimientos frecuentemente está asociada a baja proteína, al aumentar el rendimiento disminuye el porcentaje de proteína pero a niveles aptos para la industria y cuando los rendimientos son más bajos la Proteína sube a valores fuera de rango. En este caso, en la zona de mayor rendimiento, la calidad del grano disminuye marcadamente, quedando el contenido de proteína fuera de los niveles exigidos por las Malterías (entre 10 y 12%). Estos resultados sugieren que el contenido proteico de los granos es una consecuencia de la relación entre la oferta de N y el rendimiento. Para cuantificar esta relación se elaboró un índice dividiendo la disponibilidad de N por el rendimiento (Nd/R). La disponibilidad de N se calculó sumando el N presente en los nitratos del suelo hasta 60 cm de profundidad más el N aportado por los fertilizantes. El Nd/R representa los kilogramos de N disponibles (suelo+fertilizante) por tonelada de grano. El contenido proteico de los granos se asoció significativamente a este cociente.

Concluyendo éste punto, hay una correlación entre los mejores rendimientos y los rangos requeridos de Proteína (9,5% - 11,5%), lo que demostraría que los bajos rendimientos como consecuencia de estreses bióticos o abióticos influyen directamente sobre la calidad.

Estos autores, confirman los resultados presentados en la figura 16 con las mismas conclusiones del estudio, aunque los niveles altos de rendimiento que nos

movemos no generan una bajada del % de Proteína que llegue a estar fuera del rango (<9,5%).

Es importante el momento de la aplicación del Nitrógeno, de forma que, aportes tempranos favorecen el incremento de rendimiento o aportes más tardíos influye directamente sobre el contenido en Proteína.

Concluimos al igual que Ferraris y Prystupa (2013), que en rendimientos muy bajos la Proteína se incrementa significativamente. Y también con rendimientos altos los niveles en Proteína son aptos.

4.2.2 Comportamiento del Calibre *versus* los rendimientos

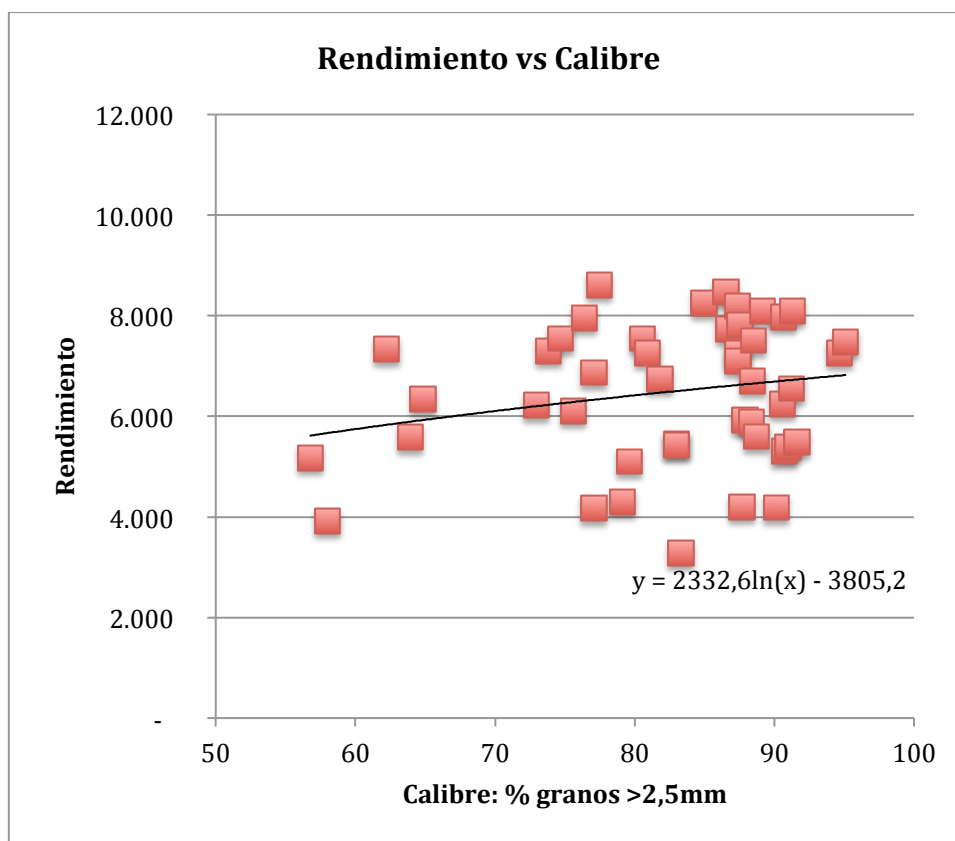


Figura 18: Rendimiento vs Calibre del grano. n=45

En éste gráfico de la figura 18, se aprecia como al aumentar el rendimiento mejora el calibre de granos de >2,5 mm.

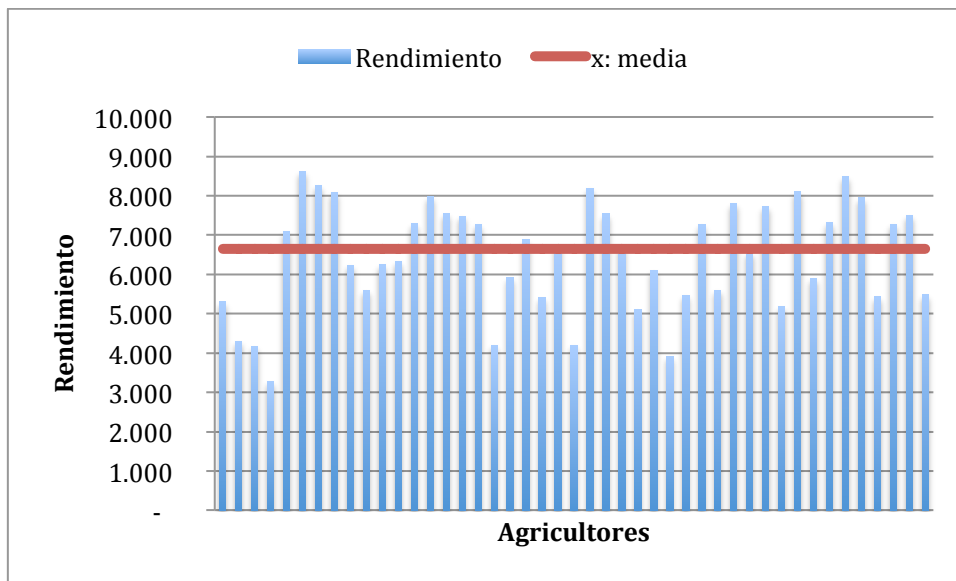


Figura 19: Rendimiento de cada agricultor y su media. n=45

En la figura 19, los rendimientos medios (6.642 kg/ha) frente al rendimiento individual de cada agricultor.

Buenos rendimientos asegurarían, con la misma argumentación del punto anterior con la acumulación de almidones en el grano generando, un buen calibre de grano y buen peso específico.

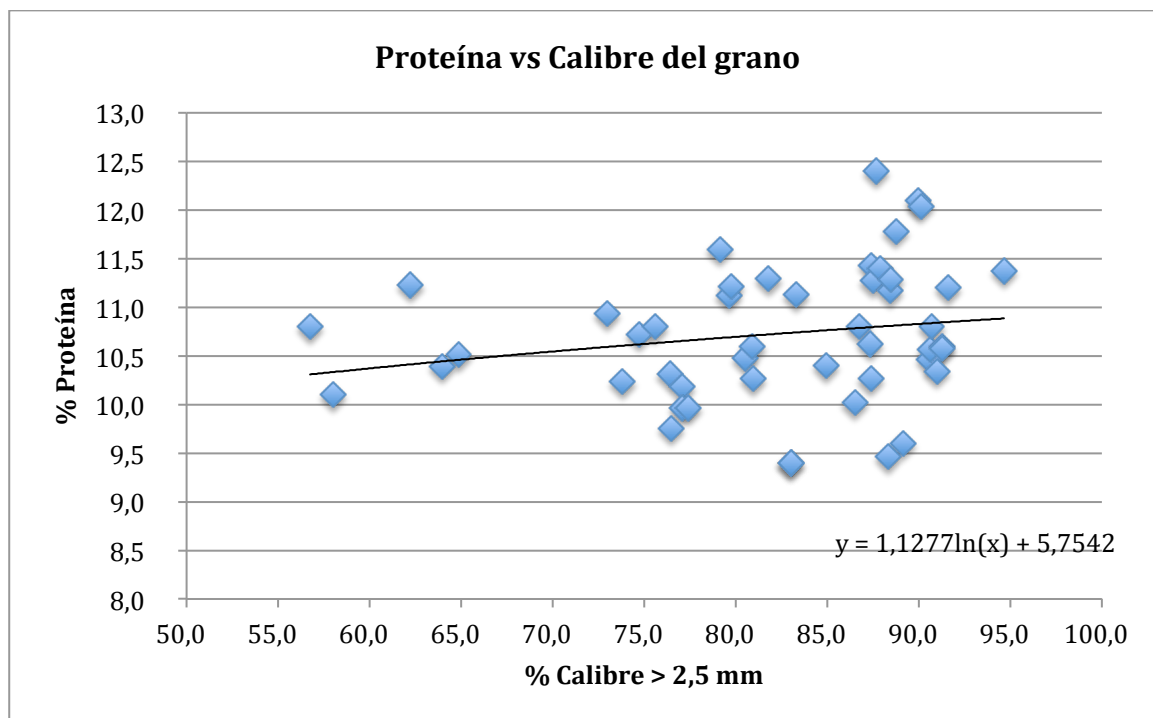


Figura 20: Proteína vs Calibre del grano. n=45

Cuando estudiamos (Figura 20), la relación de Proteína *versus* el calibre (% de granos de >2,5 mm) observamos que es prácticamente constante en Proteínas (de 10,5%-11%) los calibres superan el mínimo de 65% hasta altos calibres del grano 95%.

McKenzie, et al. (2011) observaron que el calibre del grano aumento o disminuyo dependiendo de la fecha de siembra pero según los diferentes años sin tener una relación directa.

En estudios realizados por Canal en 2012, con rangos más amplios concluye que:

En contenido en proteína superior al 14% se asocia con partidas de bajo calibre. En nuestro estudio, los calibre se van incrementando conforme aumenta la proteína pero a diferencia de Canal (2012) no se llega hasta el 14% de proteína. Así pues, confirmaría que esos niveles de proteína (14%), se asocian a problemas de stress en el cultivo.

Canal (2012), observó una relación negativa entre el porcentaje de proteína y el calibre de los granos. Sin embargo, las partidas que presentaron calibres elevados también presentaron valores de proteína aptos.

También tuvo en cuenta un aspecto a considerar ya que la sequía y elevadas temperaturas presentes en la campaña 2008 influyeron en los cultivos acortando la duración del periodo de llenado de granos, reduciendo el peso del grano y dando altos porcentajes de proteína y bajos calibres.

Al igual que en el punto 4.2.1 Rendimiento vs Proteína, según los rendimiento van aumentando, mejoran los calibres por las mismas razones mencionadas.

4.2.3 Rendimiento según zonas

Los rendimientos han sido similares en diferentes zonas de trabajo siempre en regadío y dentro del área de Monegros y del Cinca Medio. Cuando comparemos la zona de Monzón, aun teniendo menos datos, las diferencias son similares frente a las de la zona de Sariñena, como refleja la tabla 12.

VARIABLES TECNOLÓGICAS QUE AFECTAN A LA CALIDAD DE LA CEBADA PARA USO MALTERO

	Bujaraloz	Monzón	Otros	Sariñena
	5.173	4.301	6.558	3.284
		5.585	6.703	3.922
		6.248	7.263	4.168
		7.947	7.306	4.188
		8.477		4.193
				5.101
				5.299
				5.400
				5.430
				5.462
				5.480
				5.593
				5.893
				5.924
				6.108
				6.227
				6.333
				6.742
				6.875
				7.095
				7.266
				7.268
				7.326
				7.483
				7.507
				7.540
				7.549
				7.731
				7.812
				7.972
				8.092
				8.099
				8.197
				8.255
				8.614
Media	5.173	6.512	6.958	6.441
Desviación estándar		1.713	383	1.436

Tabla 12: Rendimientos (t/ha) por zonas

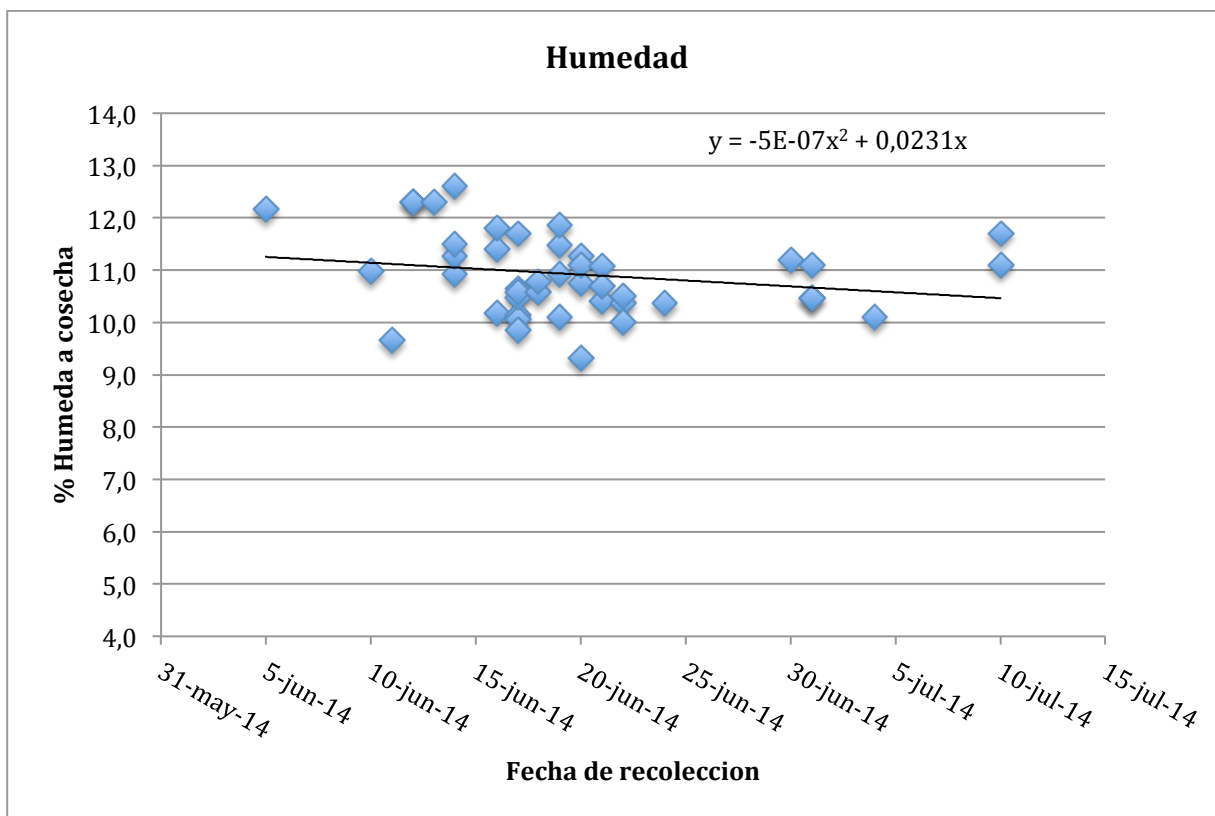


Figura 21: Humedad del grano según la fecha de cosecha. n=45

Si lo referenciamos esa misma fecha de cosecha con la humedad (Figura 21), vemos que siendo estable en general, hay cierta tendencia a obtener las mejores humedades en la zona media de la campaña.

El efecto año tiene también una gran influencia en similares condiciones de manejo de cultivo frente a otros factores. La proteína varía sustancialmente dependiendo del año con similar dosis de siembra, fertilización y fechas de siembra.

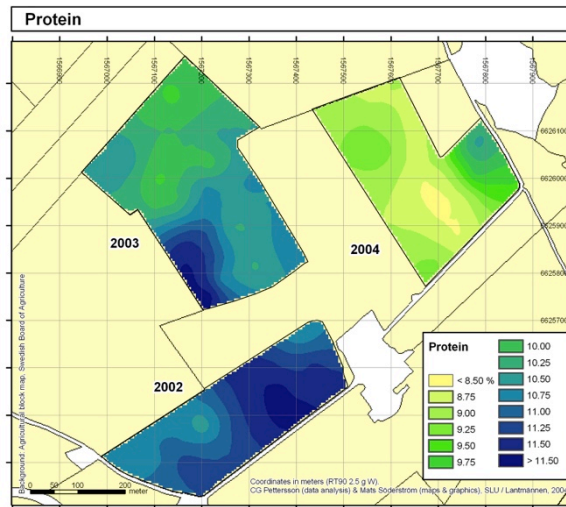


Figura 22: Nivel de proteína de la cebada en 3 campos de Suecia en 2002-2004

Pettersson CG (2007), representó en este mapa (Figura 22) 219 plots cosechados y analizados en los años 2002-2004. El manejo del cultivo fue muy similar en las tres campañas y el mapa refleja la influencia del año versus cualquier otro factor.

La Proteína varió sustancialmente dependiendo del año ya que los parámetros, como son, dosis de siembra, fertilización, fechas de siembra, fueron similares:

Año 2002: rangos altos de proteína

Año 2003: rangos medios de proteína

Año 2004: rangos altos de proteína

4.3 Influencia de las características físico-químicas del suelo sobre los parámetros de calidad de la cebada.

Los resultados de los 16 análisis de suelo que desarrollaremos a continuación, se encuentran en la tabla 13:

Finca #	pH	Textura del Suelo	M.O.	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Magnesio	CaCO3	Proteína	Rendimiento
1	8,09	Arcillo-Limosa	1,92	0,15	86,39	0,99	2,38	23,71	8,10	8,48
2	8,11	Franco	1,06	0,1	28,95	0,26	1,31	18,85	8,10	6,74
3	8,07	Franco	2,14	0,17	10,69	0,49	1,86	13,38	8,60	7,48
4	8,18	Franco-Arcillo-Arenosa	1,08	0,09	57,34	1,01	1,57	20,88	8,70	7,30
5	7,72	Franco-Arcillo-Arenosa	4,33	0,29	131,55	0,93	2,68	34,05	9,10	7,95
6	8,1	Franco-Arcillo-Arenosa	1,55	0,12	12,87	0,34	0,95	31,64	9,50	7,27
7	8,15	Franco-Arcillo-Arenosa	0,89	0,09	14,66	0,42	1,41	19,46	9,90	6,74
8	8,04	Franco-Arcillosa	1,97	0,17	23,89	0,57	2,51	16,42	9,96	5,59
9	7,87	Franco-Arcillosa	2,32	0,19	25,52	0,51	1,5	26,14	10,00	8,00
10	8,1	Franco-Arcillosa	3,01	0,22	27,05	0,39	2,23	32,83	10,00	6,33
11	7,92	Franco-Arcillosa	2,51	0,23	16,65	0,44	3,24	17,02	10,70	5,50
12	8,04	Franco-Arcillosa	1,68	0,13	15,83	0,4	1,07	30,4	11,10	7,95
13	7,96	Franco-Arcillosa	2,24	0,18	13,14	0,32	1,47	18,24	11,80	
14	7,95	Franco-Arcillosa	2,79	0,21	28,57	0,51	1,47	33,44	12,30	4,19
15	8,13	Franco-Arcillosa	1,13	0,11	24,08	0,36	1,48	15,81	13,70	6,74
16	7,93	Franco-Arcillosa	2,87	0,23	26,69	1,08	2,03	18,24	15,00	7,55
	8,02	Media	2,09	0,17	33,99	0,56	1,82	23,16	10,41	6,92
	0,12	Desviación Estándar	0,90	0,06	32,32	0,27	0,63	7,16	1,97	1,15

Tabla 13: Datos de los análisis de suelo

Análisis pormenorizado de cada parámetro de la tabla 13:

4.3.1 Evolución de la Proteína según el contenido en Materia Orgánica del suelo

Los niveles de contenido del suelo en Materia Orgánica están entorno al 2,09% lo que genera una baja liberación de Nitrógeno por tener bajo contenido de MO. En la figura 23 se ha analizado la relación de la calidad del grano de cebada, el contenido en Proteína, y la cantidad de MO en el suelo. La tendencia es que aumenta la proteína con mayor cantidad de MO.

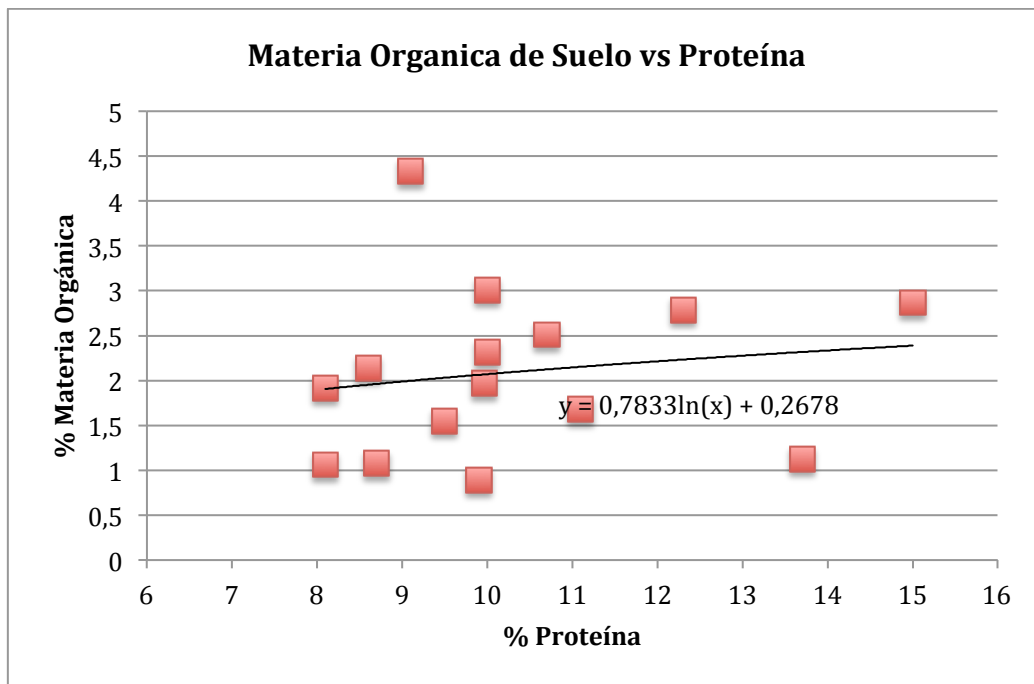


Figura 23: Relación de la Proteína según la cantidad de Materia Orgánica. n=15

La relación C/N está entorno al 7,1, con lo que existe una fuerte liberación de N (Tabla 14) con unos aportes de 40-50 UF N en estas condiciones. En la figura 23, no se aprecia una relación directamente proporcional a la relación C/N con el contenido en Proteína.

Contenido (% m.s.)	$N \geq 2,4$	$2,4 > N \geq 1,2$	$N < 1,2$
C/N	≤ 20	$20 < C/N \leq 30$	> 30
Efectos	EXCESO DE N (Liberación de N mineral)	EQUILIBRADO	EXCESO DE ENERGIA (Bloqueo de N mineral)

Fuente: Urbano Terrón, P. (1995).

Tabla 14: Interpretación del Índice C/N

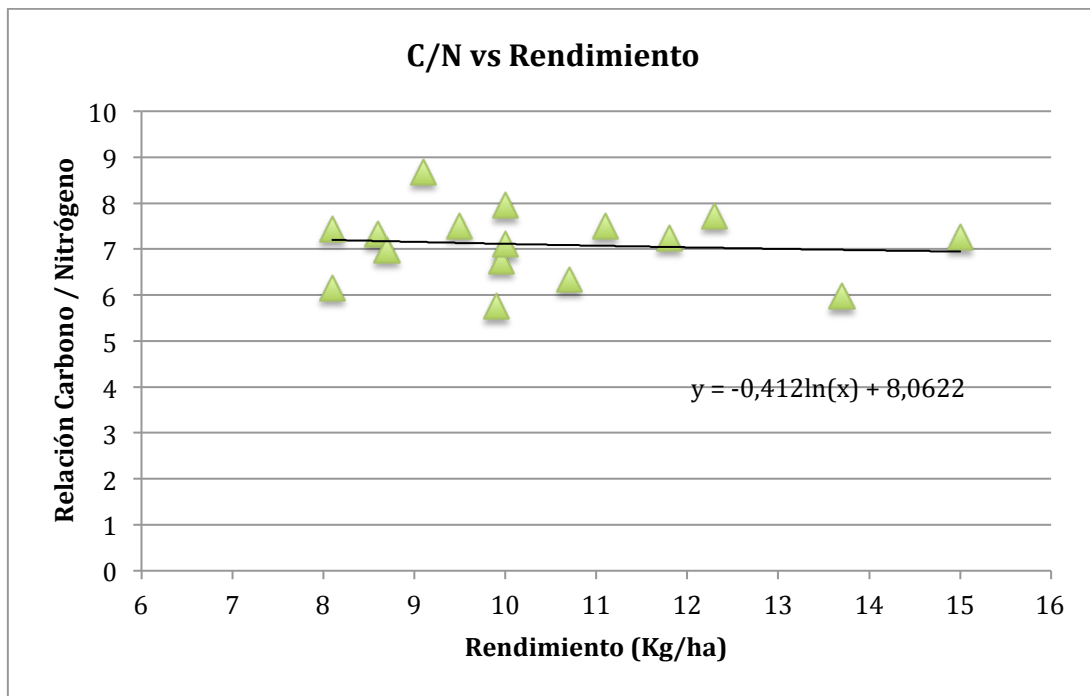


Figura 24: Relación C/N y la Proteína del grano. n=15

4.3.2 Evolución de la Proteína *versus* en Nitrógeno Aportado

En la Tabla 15, se desglosa la forma de la aplicación del Nitrógeno:

LOCALIDAD	Nitrógeno Orgánico	NITROGENO FONDO	Nitrógeno COBERTERA	TOTAL NITROGENO
Huerto	90		115	205
Pallaruelo	135		64	199
Huerto	70	14	110	194
Sariñena		48	161	209
Sariñena		48	161	209
Sodeto		32	92	124
Alberuela		30	140	170
Vta Ballerías	105		26	131
Huerto		25	138	163
Alberuela	250	40	115	405
Lalueza		36	83	119
Alberuela	90	80	115	285
Huerto		20	92	112
Huerto		80	69	149
Albalatillo			138	138
Castelflorite		25	78	103
Media	123	40	106	182
Desviación Estándar	66	21	37	76

Tabla 15: Aportes de Nitrógeno

Analizamos el nitrógeno aplicado en cobertera.

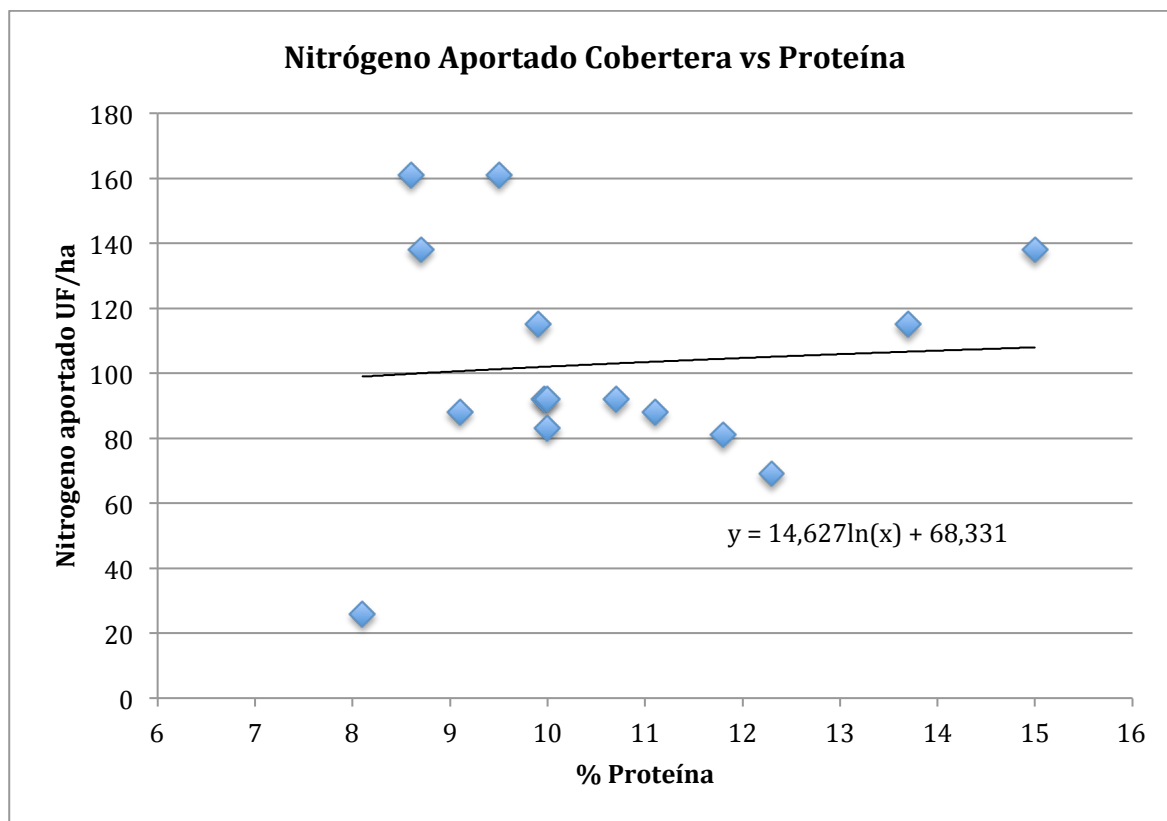


Figura 25: Contenido en Proteína según Nitrógeno aportado. n=15

El Nitrógeno que se ha aportado (Figura 25) que ronda las 100 ud fertilizantes están en el rango de contenido de Proteína del grano de 9,5% al 11,5%, admisibles por la industria.

Si relacionáramos solamente estas 2 variables veríamos que cuando supera las 100 UF de Nitrógeno en cobertera se dispara el contenido de Proteína hasta el 15% (exceptuando 3 fincas con baja proteína y niveles altos de nitrógeno de cobertera) y cuando no llega a ser apta se relaciona con el momento de aplicación. Ya se ha visto que en periodos tempranos de aplicación de N, no afecta tanto a la calidad y contenido en el grano sino a la cantidad de ellos. Una aplicación temprana de N, puede generar un alto rendimiento con bajo contenido en Proteína.

Loewy *et al.* en 2008, estudiaron el rendimiento en función de la oferta de N (suelo+fertilizante). En su estudio en dos años diferentes (Puan, 2005 y Bragado, 2006), concluyeron que la fertilización nitrogenada de cobertera en el periodo de ahijamiento es una buena herramienta para aumentar simultáneamente el rendimiento y el contenido proteico. Los niveles de respuesta a rendimiento (500-1000 kg/ha) y a proteína (2 puntos de %), demuestran deficiencias importantes de N

en los suelos del área experimentada. Los objetivos de N cobertera pueden oscilar, tentativamente, entre 90 y 140 kg/ha, según potenciales de rendimiento de cada zona. En aproximadamente un 50% de las muestras, sin embargo, no se alcanzaron los valores de proteína demandados por la industria.

En nuestro estudio se llega a la misma conclusión, sólo que con una fertilización de 100 Ud/ha de Nitrógeno en cobertera para nuestro ambiente.

Ferraris, y Prystupa, (2013) estudiaron la cantidad de N para aportar a la cebada. La función obtenida permitió estimar la cantidad de N por tonelada de grano necesaria para alcanzar un determinado contenido proteico. Para obtener un contenido proteico entre el 10 y el 12% (que se puede considerar deseable en las malterías) se debe disponer entre 22,19 y 40,03 kg N/t esperada.

Extrapolando estos resultados a nuestras condiciones quedarían en un rango de 146 UF de N total a 264 UF de N total.

También hay que tener en cuenta la Materia Orgánica que hay en el suelo.

Robertson y Stark, (2003) recomendaban algunos conceptos:

1.- El Nitrógeno recomendado debería ser ajustado en base al rendimiento esperado dependiendo de su suelo, condiciones medioambientales y de las prácticas culturales.

2.- El dato rendimiento histórico nos da una aproximación del rendimiento potencial del cultivo si las condiciones no cambian. Por otro lado, hay que anticiparse a cambios como la selección de variedades, manejo del riego, control de encamado, control de plagas y enfermedades, todo esto podría requerir un ajuste en los rendimientos ajustados. Zonas conocidas difieren significativamente en los rendimientos potenciales y los rendimientos estimados.

3.- El máximo rendimiento en condiciones de riego está alrededor de 110 UF a 160 UF de Nitrógeno por hectárea dependiendo de la variedad y rendimiento potencial. Los ratios de nitrógeno más altos requeridos para los máximos rendimientos, la proteína puede incrementarse hasta llegar a valores inaceptables mientras que los calibres pueden caer a niveles no deseables.

Podemos concluir en los suelos estudiados, que si relacionamos estas dos variables, vemos que cuando supera las 100 UF de Nitrógeno en cobertera, el contenido de Proteína supera los 11,5% . No se ha analizado el momento de aplicación pero es determinante para el resultado del contenido de Proteína.

Otros autores, concluyeron de la misma manera, Loewy *et al.*, (2008), que la fertilización nitrogenada de cobertera en el periodo de ahijamiento es una buena herramienta para aumentar simultáneamente el rendimiento y el contenido proteico. Los objetivos de N cobertera pueden oscilar, tentativamente, entre 90 y 140 kg/ha, según potenciales de rendimiento de cada zona.

Ferraris y Prystupa (2013) estudiaron la cantidad de N para aportar a la cebada. Para obtener un contenido proteico entre el 10 y el 12% (que se puede considerar deseable en las malterías) se debe disponer entre 22,19 y 40,03 kg N por Tonelada de grano esperada.

Es importante tener en cuenta el contenido total de Nitrógeno, el aportado por la liberación de MO, fondo y el aportado en cobertera.

Robertson y Stark (2003) la relación entre el total de N (aplicado + disponible en el suelo) y el rendimiento máximo o potencial también con la cantidad de proteína del grano y el calibre. El máximo rendimiento en condiciones de riego está alrededor de 110 UF a 160 UF de Nitrógeno por hectárea dependiendo de la variedad y rendimiento potencial.

4.3.3 Relación de los rendimientos con la cantidad de Fósforo presente en el suelo

Los requerimientos de P son para el encañado y crecimiento de la planta.

Según López Bellido, (2010) el fósforo mejora la precocidad de los cereales y favorece el desarrollo radicular, teniendo un papel esencial en la formación de la espiga y del grano.

Interpretación de fósforo asimilable, método Olsen, según Pavón (2002):

0-6 ppm	Muy bajo
6-12 ppm	Bajo
12-18 ppm	Normal
18-30 ppm	Alto
>30 ppm	Muy alto

Fuente: Rioja (2002)

Tabla 16: Interpretación de fósforo asimilable

Los niveles que tenemos en los análisis de suelo (figura 26), varían de 10,69 ppm a 131,55 ppm y se ha generado una línea de tendencia que incrementa junto con el rendimiento por lo que podríamos pensar que influye sobre el rendimiento pero es inversa sobre el contenido de proteína del grano. Los análisis se hicieron en febrero (con el cultivo establecido), éstas eran las disponibilidades reales.

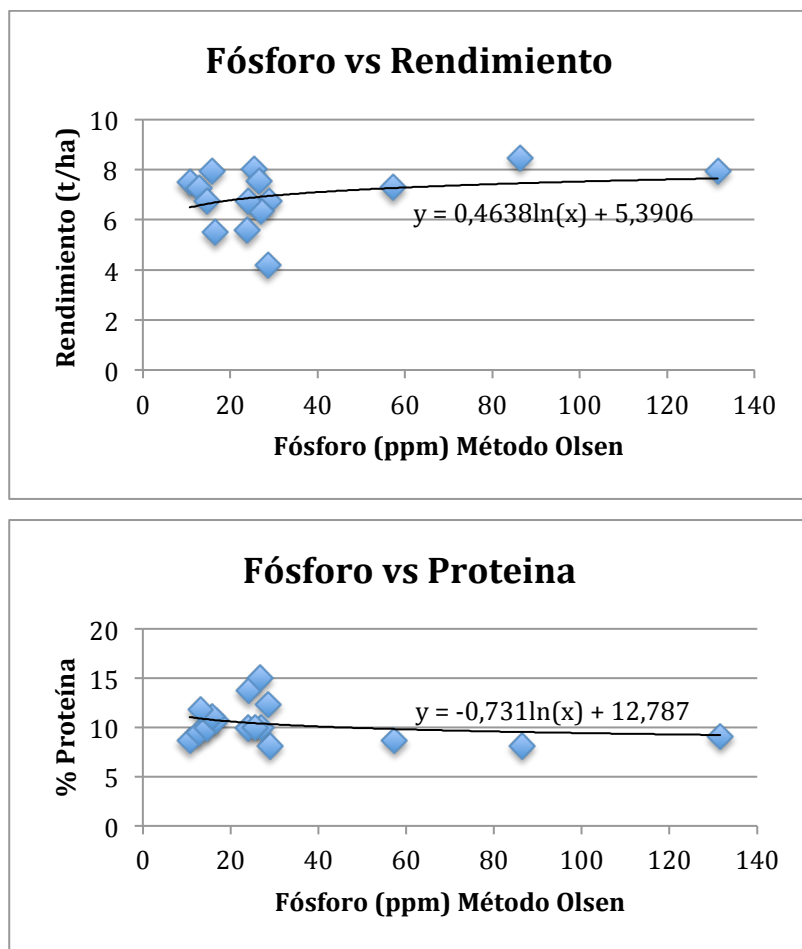


Figura 26: Evolución del Rendimiento según contenido en Proteína grano y contenido de P. n=16

Para Ferraris *et al.*, (2011) en un grupo de tres ensayos, la fertilización fosfata incrementó significativamente los rendimientos en dos ensayos y no modificó sustancialmente la proteína. En situaciones de alta respuesta a fósforo (P), una dosis insuficiente de N podría disminuir el contenido de proteína de los granos, por un efecto dilución ante incrementos en los rendimientos. El tamaño de los granos (calibre) no fue afectado por el agregado de P.

McKenzie *et al.*, (2011) determinaron que la fertilización con fosforo incremento un rendimiento del 29% en las zonas de estudio en comparación con otras zonas de estudio donde el incremento fue más bajo. Una explicación parcial de la falta de respuesta en algún estudio es que los beneficios de la aplicación de Fósforo son generalmente menores cuando hay veranos secos y calurosos después de una primavera fría, debido a un temprano agotamiento de las reservas de humedad del suelo. También determinaron un fuerte incremento del rendimiento dependiendo de las condiciones climáticas del año.

Autores como Ferraris *et al.*, (2011), determinaron que la fertilización fosfata incrementó significativamente el rendimiento y en situaciones de alto contenido de Fósforo una baja dosis de N, podría disminuir los niveles de Proteína del grano.

4.3.4 Relación de los rendimientos con la cantidad de Potasio en el suelo

López Bellido, 2010 comentó que el potasio tiene especial importancia en las funciones que aseguran el crecimiento de la planta. La resistencia de los cereales a las heladas, al encamado y a las enfermedades es mayor si disponen de una alimentación mineral rica en potasio. Asimismo, el peso específico y el peso de 1.000 granos aumentan gracias al potasio.

Los análisis se hicieron en febrero (con el cultivo establecido), éstas eran las disponibilidades reales.

Interpretación de potasio, según Pavón (2002)::

0,00-0,30 meq/100 gr	Muy bajo
0,30-0,60 meq/100 gr	Bajo
0,60-0,90 meq/100 gr	Normal
0,90-1,50 meq/100 gr	Alto
1,50-2,40 meq/100 gr	Muy alto

Fuente: Rioja (2002)

Tabla 17: Interpretación de potasio

Los niveles de K_2O varían de 0,26 a 1,08 meq/100 gr (100 ppm hasta 422,3 ppm o 254 kg/ha hasta 1.056 kg/ha) con lo que se pueden clasificar de suelos bajo hasta contenidos altos de K_2O (Tabla 17).

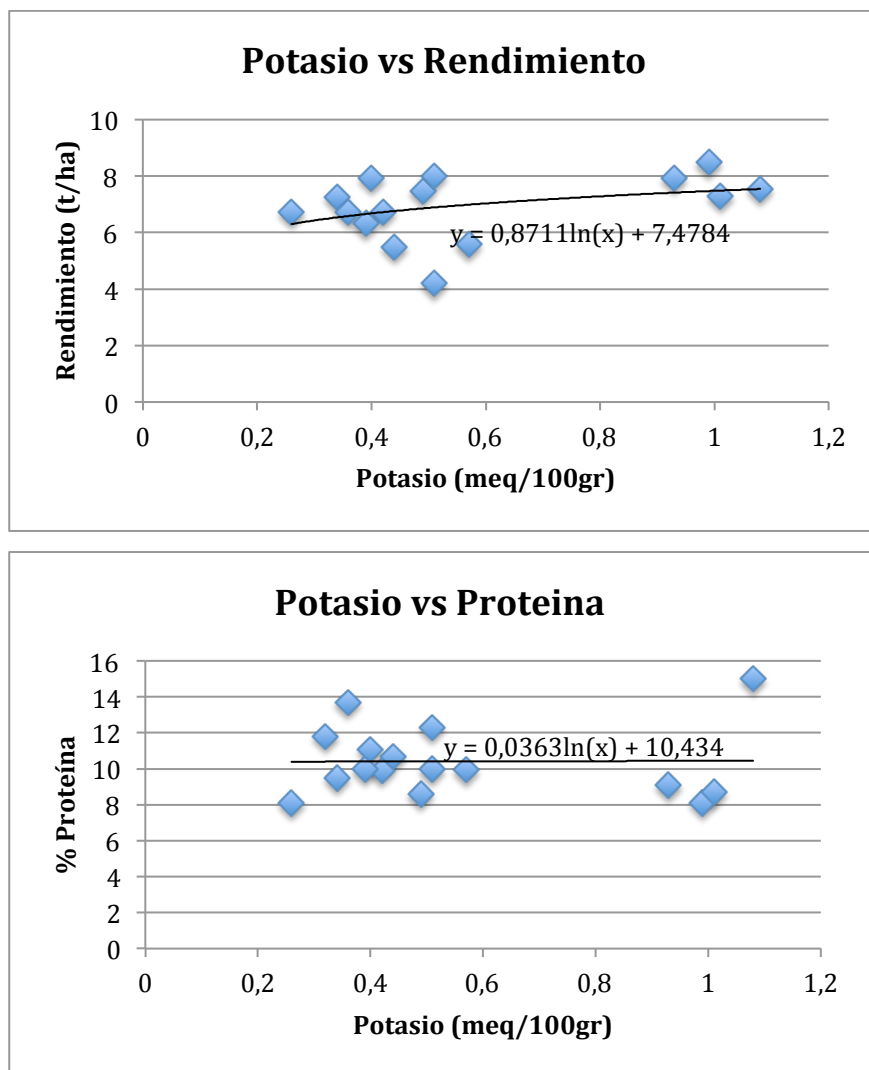


Figura 27: Evolución del Rendimiento según contenido en Proteína grano y contenido de K. n=16

Según McKenzie *et al.*, (2011) no vieron respuesta significativa con aportes adicionales de K en el incremento de rendimientos.

En diferentes contenido de Potasio, se aprecia una relación directa del incremento de rendimiento con los contenidos de Potasio, aunque otros autores no ven esa relación tan directa, McKenzie *et al.*, (2011).

En la figura 27 no se aprecia una influencia sobre el contenido en Proteína.

4.3.5 Relación de la Proteína según la relación CaCO₃ en el suelo

Los resultados del pH y carbonatos están relacionados, de forma que si el suelo es ácido, no debe tener presencia de carbonatos. En nuestro caso son suelos moderadamente básicos (Tabla 19) entorno a 8, como veremos.

La presencia de carbonatos, tiene una acción positiva sobre la estructura del suelo (ya que el calcio es un catión floculante) y sobre la actividad microbiana, aunque un exceso puede crear problemas de nutrición por antagonismo con otros elementos.

Clasificación del suelo según %CaCO₃, según Pavón (2002):

Carbonatos(% CCE: carbonato cálcico quivalente)	Diagnóstico
0-5	Muy bajo
5,1-10	Bajo
10,1-20	Normal
20,1-40	Alto
>40	Muy alto

Fuente: Marín García. M. L. (2003)

Tabla 18: Interpretación de Carbonatos

La media de lo suelos estudiados ha sido de 23,2%.

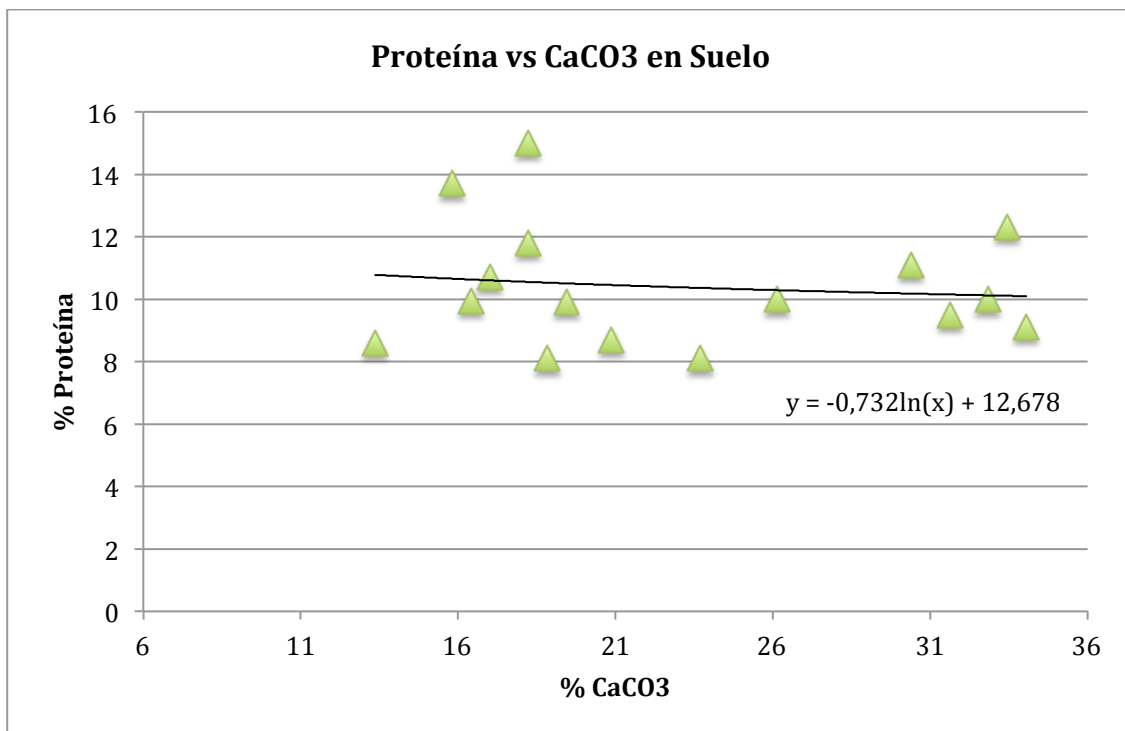


Figura 28: Evolución del contenido en Proteína grano según contenido de CaCO₃. n=16

En el gráfico 28, no se aprecia un efecto significativo.

En éste estudio no se aprecia un efecto significativo la presencia de Carbonatos sobre la cantidad de Proteína del grano.

4.3.6 Relación del contenido de Proteína del grano y el pH del suelo

Existe una íntima relación entre pH y la fertilidad. El pH afecta a la disponibilidad de los nutrientes en dos aspectos fundamentales:

1. Afecta a la disolución de nutrientes. Valores extremos de pH pueden provocar la precipitación de ciertos nutrientes con lo que permanecen en forma no disponible para las plantas.
2. Condiciona la absorción de los nutrientes por parte de las raíces. Cada especie vegetal presentan unos rangos de pH en los que su absorción es idónea. Fuera de este rango la absorción radicular se ve dificultada y si la desviación en los valores de pH es extrema, puede verse deteriorada la raíz incluso incentivar la absorción de elementos fitotóxicos (aluminio).

Interpretación del pH, según Pavón (2002):

<4,5	Extremadamente ácido
4,5-5,0	Muy fuertemente ácido
5,1-5,5	Fuertemente ácido
5,6-6,0	Medianamente ácido
6,1-6,5	Ligeramente ácido
6,6-7,3	Neutro
7,4-7,8	Medianamente básico
7,9-8,4	Moderadamente alcalino
8,5-9,0	Ligeramente alcalino
9,1-10,0	Alcalino
>10,0	Fuertemente alcalino

Fuente: Rioja (2002)

Tabla 19: Interpretación del pH

En la figura 29, se reflejan los datos de los análisis de pH del suelo y la línea de tendencia resultante no es significativa.

Para Austin *et al.* (1996), el rango aceptable para el crecimiento de la cebada es de 6 a 8,5.

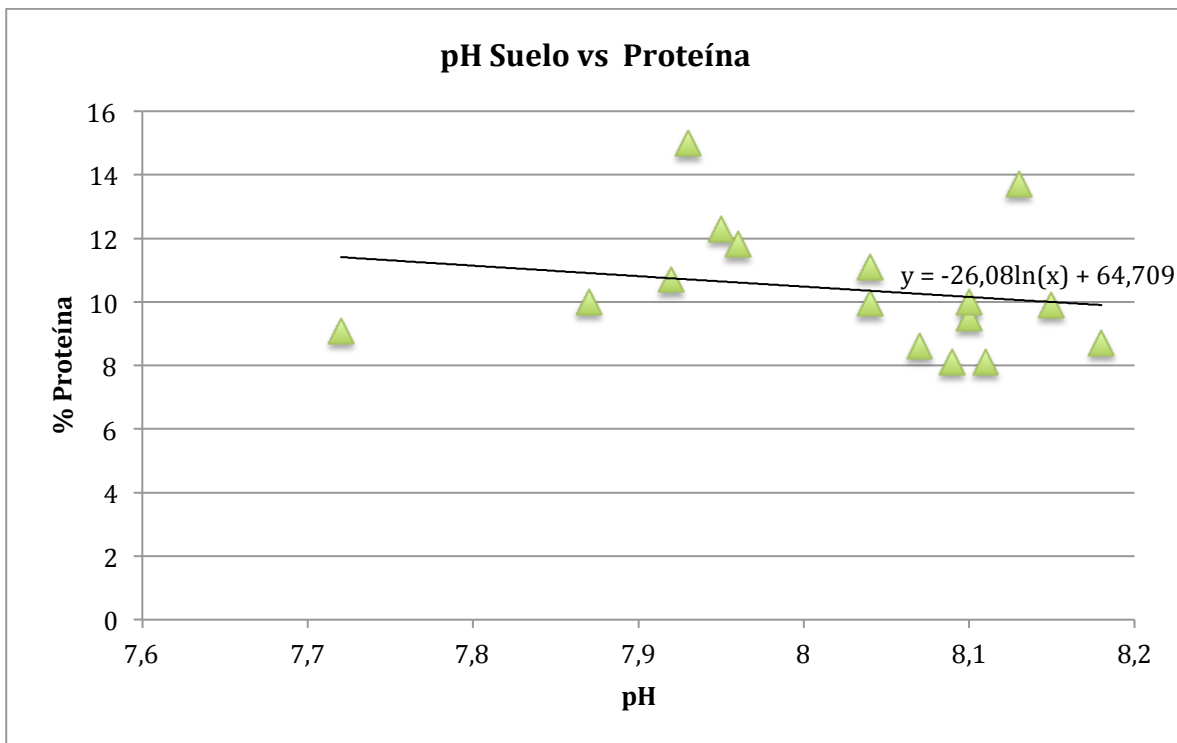


Figura 29: Evolución del contenido en Proteína grano según el pH. n=16

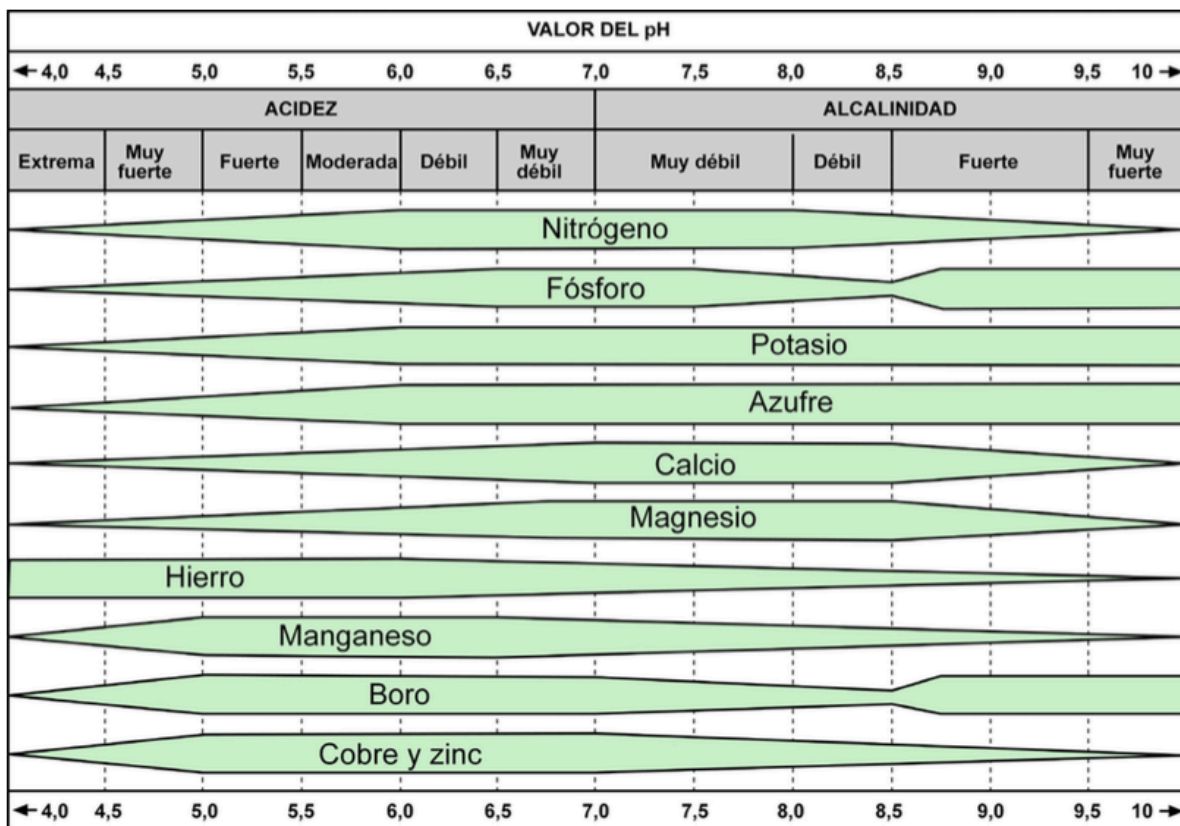


Tabla 20: Diagrama de Troug, influencia del PH sobre la disponibilidad de nutrientes

El pH tiene una relación directa sobre la fertilización tanto en cuanto limita la asimilación de nutrientes (Tabla 20). A mayor anchura de la fila, mayor disponibilidad del nutriente. En éste caso con un pH medio de 8 no hay ninguna limitación, salvo en el bloqueo que podría generarse en el fósforo.

4.3.7 Relación de la Proteína según la cantidad de Magnesio en el suelo

Uno de los papeles más importantes del Magnesio es el que desarrolla en la formación de proteínas en la planta: brotes, raíces y plántulas jóvenes.

En caso de deficiencia de Magnesio, la síntesis de proteínas queda paralizada y la planta retrasa su crecimiento o desarrollo.

Es de gran interés conocer la relación entre el Magnesio y el Potasio en un programa de fertilización, ya que, a menudo, se afirma que aportes importantes de Potasio provocan grandes deficiencias de Magnesio. Puede decirse que existe antagonismo entre el K y el Mg, aunque esto sólo ocurre cuando alguno de los dos elementos se encuentra a nivel apreciable de deficiencia.

Interpretación de magnesio, según Pavón (2002):

0,0-0,6 meq/100 gr	Muy bajo
0,6-1,5 meq/100 gr	Bajo
1,5-2,5 meq/100 gr	Normal
2,5-4,0 meq/100 gr	Alto
>4,0 meq/100 gr	Muy alto

Fuente: Rioja (2002)

Tabla 21: Interpretación de Magnesio

Los niveles de Magnesio medios en éstos suelos es de 1.82, son valores normales (Tabla 21) con lo que no debería ser un limitante para nuestro estudio.

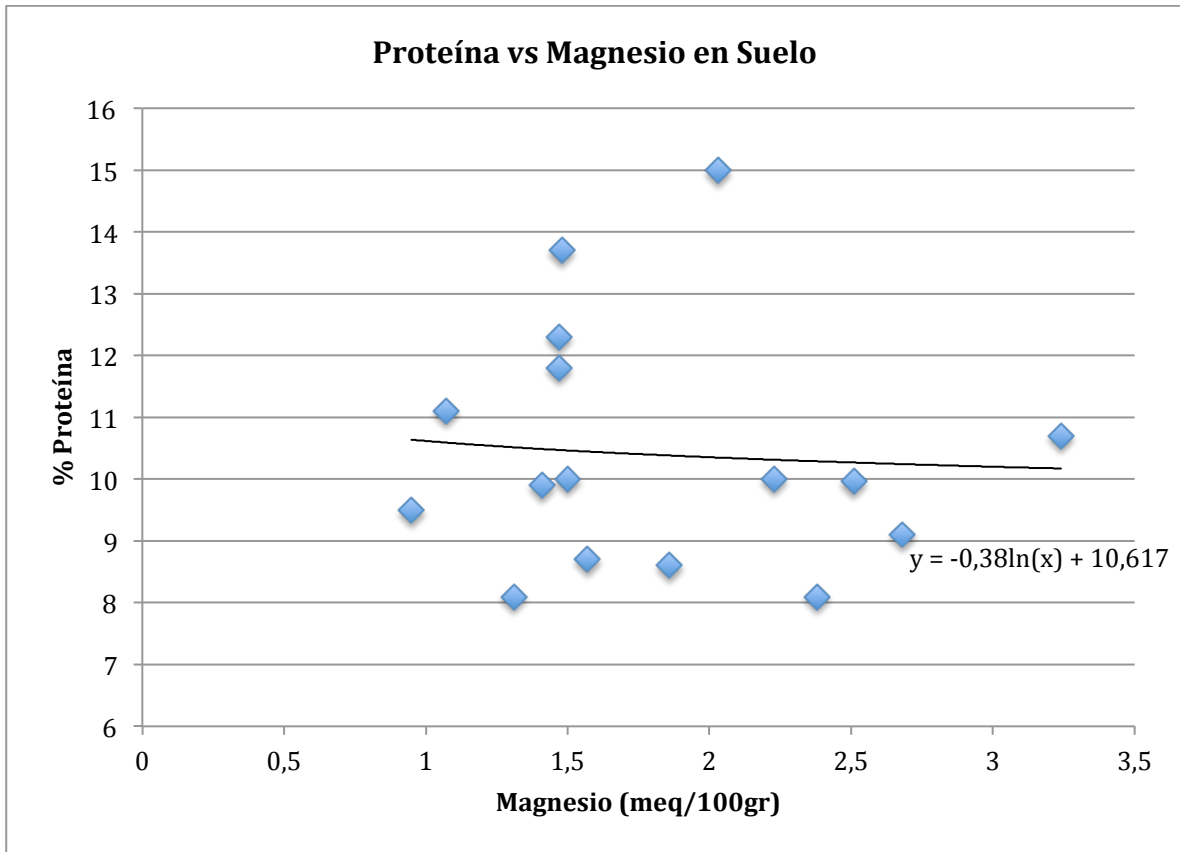


Figura 30: Evolución del contenido en Proteína del grano según contenido de Magnesio. n=16

4.3.8 Relación de la Textura del suelo con la Proteína

En la Tabla 22, están todos los suelos estudiados:

Finca #	% Arena	% Lima	% Arcilla	Textura del Suelo
1	28	40	32	Arcillo-Limosa
2	64	12	24	Franco
3	28	36	36	Franco
4	48	28	24	Franco-Arcillo-Arenosa
5	40	36	24	Franco-Arcillo-Arenosa
6	52	20	28	Franco-Arcillo-Arenosa
7	44	20	36	Franco-Arcillo-Arenosa
8	24	40	36	Franco-Arcillosa
9	40	28	32	Franco-Arcillosa
10	40	28	32	Franco-Arcillosa
11	8	52	40	Franco-Arcillosa
12	40	24	36	Franco-Arcillosa
13	52	24	24	Franco-Arcillosa
14	32	36	32	Franco-Arcillosa
15	60	12	28	Franco-Arcillosa
16	32	36	32	Franco-Arcillosa

Tabla 22: Contenido en arcilla, lima y arena del suelo. n=16

De todos los análisis realizados podemos categorizar los suelos estudiados en:

Franco-Arcillosa: 56% de los suelos estudiados.

Franco-Arcillo-Arenosa: 25% de los suelos estudiados.

Franco: 13% de los suelos estudiados.

Arcillo-Limosa: 6% de los suelos estudiados.

En la tabla 23, no se aprecia una relación directa de la textura de suelo con la cantidad de proteína. En la textura Franco-Arcillosa mantiene unos niveles de Proteína similares al resto de texturas.

Arcillo-Limosa	Franco	Franco-Arcillo-Arenosa	Franco-Arcillosa
10,70	8,70	8,10	8,10
	9,10	9,50	8,60
		11,80	9,90
		13,70	9,96
			10,00
			10,00
			11,10
			12,30
			15,00
Proteína Media	10,70	8,90	10,78
Desviación estándar		0,28	2,07

Tabla 23: Textura según contenido de Proteína del grano. n=16

En el estudio (Tabla 23), se dispone de una mayoría de suelos con una textura Franco-Arcillosa. No se aprecia una relación directa del tipo de textura con la cantidad de Proteína.

4.4 Influencia de la calidad de la cebada según el tipo de Nitrógeno aplicado.

Los abonos con nitrógeno en forma nítrica, por ser esta forma muy móvil en el suelo, están más expuestos a los procesos de lixiviación y escorrentía, y por ello es más aconsejable su utilización en los estados fenológicos de mayor demanda donde la extracción del nutriente es mucho más rápida, es decir en abonado de cobertera y en dosis fraccionadas.

Los principales abonos con N sólo bajo forma nítrica son el Nitrato de Chile (15,5% de N), Nitrato de Calcio (15,5% de N) y Nitrato de Potasio (13% de N).

El nitrógeno en forma amoniacal tiene un efecto de absorción por parte de la planta relativamente más lento por su mayor retención en los suelos, lo que hace que esta forma sea preferible para abonado de sementera. Los principales abonos con contenido de N sólo amoniacal son el amoniaco anhidro (82% de N), sulfato amónico (20 – 21% de N), soluciones amoniacales y fosfatos amónicos.

Los abonos con nitrógeno nítrico y amoniacal, por su doble contenido en cuanto a la forma del nitrógeno, dan soluciones válidas a diversos problemas de abonado según el desarrollo fenológico y el estado del cultivo.

Los principales productos nitro amoniacales son el nitrato amónico (33,5% de N, mitad nítrico y mitad amoniacal) y los nitratos amónicos cálcicos (riquezas desde el 20,5% de N). Existen soluciones de nitrato amónico y urea (riqueza mínima del 26% de N) y nitro sulfato amónico (26% de N, de los cuales 7% es nítrico y 19% amoniacal).

La forma ureica del nitrógeno es hidrolizada muy rápidamente a la forma amoniacal en condiciones normales de temperatura, humedad y pH, durando el proceso aproximadamente de 3 a 10 días; esto hace que su acción sea algo más lenta que la de las formas amoniacales. Se ha de tener cuidado en la época de aplicación ya que al ser muy soluble tiene un gran riesgo de lavado antes de su hidrólisis.

El producto más común es la urea (46% de N) que es así mismo el producto sólido con mayor riqueza en N.

Aplicaciones de Solución Nitrogenada N32:

32 % Nitrógeno (N) total

8 % Nitrógeno (N) nítrico

8 % Nitrógeno (N) amoniacal

16 % Nitrógeno (N) ureico

Solución Nitrogenada N26 Nitrosulfato Amónico:

26 % Nitrógeno (N) total

6,5 % Nitrógeno (N) nítrico

19,5 % Nitrógeno (N) amoniacal

En la Tabla 24, vemos las aplicaciones de cobertera que han hecho en 33 fincas de las 45 estudiadas y el resultado de calidad de cada una de ellas (% Proteína). La media de proteína, a pesar de que el número de datos de cada tipo de abono de cobertera es diferente, están dentro del rango requerido por la industria maltera.

Tipo Cobertera	N26	N32	Urea46
	10,8	11,8	12,0
	10,3	10,9	11,6
	11,4	10,7	11,3
	11,3	10,6	11,2
	11,3	10,5	10,8
		10,5	10,8
		10,3	10,7
		8,3	10,6
			10,6
			10,5
			10,4
			10,4
			10,3
			10,1
			10
			10
			9,6
			8,7
Proteína Media	11,02	10,45	10,53
Desviación Estándar	0,47	0,98	0,75

Tabla 24: Tipo de abonado de cobertera y el contenido de Proteína del grano

Algunos estudios, han demostrado que la aplicación de nitrógeno en la siembra puede ser más efectiva sobre el rendimiento de la cebada que las aplicaciones realizadas en fases posteriores del cultivo. Las aplicaciones tardías pueden incrementar significativamente el contenido de proteínas del grano, por lo cual deben

ser utilizadas con moderación en las cebadas malteras, en las que un alto nivel de las mismas puede ser perjudicial. La aplicación de nitrógeno en los estados vegetativos tempranos mejora el crecimiento y el rendimiento, mientras que en el espigado no tiene apenas efecto sobre el rendimiento, aunque incrementa sustancialmente el porcentaje de proteínas del grano. En los suelos ligeros es conveniente fraccionar la aplicación de nitrógeno para que sea utilizado con mayor eficiencia por la planta. Considerando las condiciones climáticas coincidentes con los primeros estadios de estos cultivos, el abonado nitrogenado en la sementera debería ser reducido; efectuándose en cobertera en los momentos de máxima necesidad, principalmente durante el ahijado encañado, la fase de diferenciación de la inflorescencia y el espigado, López Bellido (2010).

De acuerdo con la forma del nitrógeno en el abono su aporte será:

Nítrico: en el encañado y en el espigado.

Amoniacal: en el ahijado.

Nítrico y Amoniacal: en el encañado.

Ureico: en el ahijado.

Purines y estiércoles: antes de la siembra.

Abonados complejos N-P-K: abonado de fondo.

El aporte más común en este estudio fue con Urea 46% (46% de Nitrógeno de forma ureica).

López Bellido (2010), asevera que en algunos estudios han demostrado que la aplicación de nitrógeno en la siembra puede ser más efectiva sobre el rendimiento que las aplicaciones realizadas en fases posteriores del cultivo. Las aplicaciones tardías pueden incrementar significativamente el contenido de proteínas del grano generando calidades fuera de rango para la industria de la Maltería.

Aplicaciones de Urea en periodos tempranos puede ser interesante aunque con el pH básico la absorción del ion amonio no es tan efectivo con lo que es más recomendable realizar aplicaciones en el momento del ahijado con otro tipo de Nitrógenos (N32, N26).

5.- Estudio económico

Hemos realizado una comparativa del cultivo de la cebada en regadío. Por un lado el cultivo tradicional con variedades no convencionales para Maltería versus el cultivo de la cebada con variedades aptas y adaptando el cultivo para garantizar la calidad.

	Cebada para pienso €/ha	Cebada para Maltería €/ha	Diferencia Malta vs Pienso (%)
Alquiler Finca	375	375	=
Semilla R2	85	85	=
Agua de Riego: 2000 m ³	50	50	=
Labores: Grada	35	35	=
Siembra	50	50	=
Preparador de suelo	45	45	=
Cosechadora	80	80	=
Transporte	36	-	-100%
Fertilizante Fondo	110	110	=
Fertilizante Cobertera * (Urea46)	100	75	-25%
Fitosanitarios aplicados (Fungicida preventivo)	20	20	=
Herbicidas aplicados	30	30	=
Total Gastos	1.016	955	-6%
	Cebada para pienso €/ha	Cebada para Maltería €/ha	Diferencia Malta vs Pienso (%)
Rendimiento t/ha	6,64	6,64	=
Precio €/t	170	170	=
Prima €/t		6	+
Total Ingresos	1.129	1.169	+3,5%
	Cebada para pienso €/ha	Cebada para Maltería €/ha	Diferencia Malta vs Pienso (%)
Beneficios	113	214	+89%(101 €/ha)

Tabla 25: Estudio Económico del cultivo de la cebada para pienso vs maltera.

Una importante diferencia es el sobrecoste que tiene la cebada para pienso con el transporte ya que hay que entregarla en el almacén de venta y la Maltería la retiran en el campo.

La fertilización de cobertera es determinante ya que el cultivo destino pienso se suele aplicar para que no haya ninguna limitación por el N, en el caso de la cebada maltera, es importante no pasarse de proteína por lo que además ahorra un 25%.

En el apartado de ingresos (Tabla 25), si la cebada entra de los ratios ya mencionados aptos para la Industria Maltera, tiene una prima de 6 €/ton .

En definitiva tiene una mayor rentabilidad de 101 €/ha. Hay que tener en cuenta que las variedades que se están utilizando para Maltería tiene una amplia aceptación en los regadíos aragoneses por razones de ciclo. Tanto Shakira como Pewter son cebadas de primavera que se adaptan para hacer segundas cosechas de maíz.

6.- Conclusiones

Existen muchas variables que influyen sobre la calidad del grano de cebada para Maltería, desde la Variedad, fecha de siembra, tipo y dosis de fertilizante junto con la fecha de aplicación, enfermedades. De las que hemos estudiado, podemos concluir:

- a) Densidad de siembra: No se ha evidenciado una relación directa de la dosis de siembra con el rendimiento y calidad del grano cuando las fechas de siembra, control de malas hierbas, etc., son correctas. En condiciones de siembras de Noviembre y Diciembre la dosis recomendada en nuestro regadío de Monegros sería 200 kg/ha (500 semillas / m²).
- b) Hay una tendencia negativa entre los mayores rendimientos y el contenido de Proteína (más rendimiento disminuye la proteína), aunque los mejores rendimientos están dentro de los rangos de calidad aptos para la industria. En los rendimientos más bajos, la proteína podría aumentar por encima de 11,5%.
- c) También concluimos que hay una correlación positiva con granos de mayor Calibre (% >2,5 mm) con el mayor rendimiento.
- d) Los aportes de Nitrógeno en cobertera deberían ser como máximo de 100 UF/ha de N, pero hay que tener en cuenta la cantidad de MO disponible en el suelo ya que puede aportar hasta 40-50 UF/ha de N cuando tienen un 2% de MO y la relación de C/N de 7 con una liberalización normal. El total de Nitrógeno requerido durante todo el cultivo será de 150-200 UF/ha.
- e) Con las aplicaciones recomendadas en el anterior punto, el calibre del grano disminuye conforme aumenta la dosis de siembra, aunque siempre dentro de las especificaciones de producto requeridas por la industria maltera.
- f) Otros parámetros estudiados, como el contenido en Fósforo, Potasio, Carbonatos, Magnesio, etc. en el suelo, han mostrado más importancia sobre el rendimiento, que para la calidad del grano.
- g) El pH y la textura de suelo, son variables que en nuestras condiciones de estudio (regadíos de Monegros y Cinca) no han sido un límite para el desa-

rrollo normal del cultivo y para obtener los mejores rendimientos con la calidad especificada.

- h) Con las dosis de siembra y dosis de fertilización apropiadas, la forma en que se entrega el producto a la industria y junto con la prima especial de precio de éste tipo de cebadas, la rentabilidad de la cebada para Malta tiene 101 €/ha más de beneficio que la cebada para pienso.
- i) El efecto año tiene una gran influencia en similares condiciones de manejo de cultivo frente a otros factores. La proteína varía sustancialmente dependiendo del año con similar dosis de siembra, fertilización y fechas de siembra.

7.- Recomendaciones

El cultivo es más rentable económicamente al existir este tipo de industria cercana a nuestras zonas de cultivo frente a la cebada tradicional simplemente teniendo en cuenta unos pocos aspectos:

La dosis máxima de siembra debería ser de 200 kg/ha.

Hacer un análisis de suelo para hacer una aplicación de Nitrógeno en cobertura correcta. En la media de suelos que hemos estudiado nunca pasar de las 100 UF/ha. No descuidar el abonado de fondo N-P-K, cuya influencia es directa sobre el rendimiento.

El tipo de N de cobertura aplicado debería ser acorde al momento de aplicación pero sería recomendable hacer en el ahijado Soluciones Nitrogenadas N32 hasta el encañado Soluciones Nitrogenadas N26.

Los aportes hídricos dependerá de cómo se desarrolle en año pero como regla general en el momento del ahijado debería estar a Capacidad de Campo el suelo e ir haciendo aportes en base al estadio de la planta y a la evapotranspiración.

Una rotación de cultivos es siempre recomendable y en los regadíos estudiados la segunda cosecha de maíz podría ser la rotación más rentable.

La fecha de siembra para éste tipo de variedades es Diciembre en condiciones climáticas normales aunque podríamos ampliar el rango de fechas del 15 de noviembre al 15 de enero. La premisa respecto a la fecha, es tener preparado el suelo para hacer una siembra y hacerla en cuanto las condiciones sean más favorables a partir del 15 de noviembre.

8.- Agradecimientos

A todos los agricultores que han proporcionado la información de sus fincas. Han sido 45 fincas de la zona de estudio. A Santiago Boj, propietario de la finca donde se hicieron los ensayos.

Al equipo de técnicos de la empresa Amaeton S.L., Elena Oyaga, Jordi More y Manuel Fortón, cuya colaboración para la recopilación de toda la información ha sido muy importante.

A Liven Agro por facilitar el laboratorio para todos los análisis de calidad y a su personal.

Laboratorio de Fertiberia que ha realizado todos los análisis y a su Asesor Técnico Agrónomo, Ana Pilar Embid Franco por sus consejos.

A la colaboración de la Moravia, industria Maltera de la Damm, y a su Director de Planta Dr. Tomás Ramo Aparicio, por los análisis de calidad e información de especificaciones.

Al director del Proyecto Dr. Joaquín Aibar que me ha guiado en todo el Proyecto.

A mi familia por ser tan permisivos al robarles todo el tiempo dedicado a éste Proyecto.

9.- Bibliografía

- Akar, T., Avci M., and Dusunceli F., 2004. BARLEY: Post-Harvest Operations. FAO. The Central Research Institute for Field Crops, Ulus, Ankara, Turkey.
- Austin, M., Osgood R., Jakeway L., Carpenter J. 1996. Growing barley for short-term cover cropping Green manure and/or forage production in Leeward Oahu. Diversified crops report 15.
- Bragachini M., Méndez A., Scaramuzza F., Vélez J., Villarroel D., Massigoge J. 2010. Análisis del rendimiento y la calidad de la cebada cervecera en función de la profundidad de tosca en el perfil del suelo. Boletín de Divulgación Técnica. Ediciones INTA. E.E.A. Argentina.
- Camacho, A., Seoane, P., Rabade, M.T., Lopez, J.J. 2010. Anuario de Estadística 2010. MAGRAMA. Secretaria General Técnica. PP 528-542.
- Canal, G. 2012. Análisis de la variabilidad genotípica de cebada cervecera en rendimiento, porcentaje de proteína y calibre en distintos ambientes. Trabajo de Coronamiento para acceder al título de Especialista en Cultivos de Granos. PP 15-34.
- Ferraris, N. 2012. Fertilización en cebada cervecera. Herramientas de manejo para balancear el rendimiento y la calidad en una secuencia de doble cultivo. Desarrollo Rural INTA E.E.A. Pergamino, Argentina. Agron.
- Ferraris, N., Prystupa, P. 2013. Fertilización nitrogenada en cebada cervecera. Herramientas de manejo para balancear el rendimiento y la calidad en una secuencia de doble cultivo. Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes. Facultad de Agronomía Desarrollo Rural INTA E.E.A. Pergamino, Argentina. 115-119.
- Ferraris, N., Prystupa, P., F.H. Gutierrez, F., y Couretot, L. 2011. Fertilización en Cebada Cervecera. Pautas de Manejo para la Obtención de Altos Rendimientos con Calidad. Disponible en:
<http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20Cebada%20Cervecera.asp>
- Fombellida, A., Garijo J. 2011 Manual para el cumplimiento de la condicionalidad Cereales de Invierno. FEAGA (Fondo Español de Garantía Agraria). Disponible en:

http://www.fega.es/PwfGcp/es/documentos_pwfgcp/Fega_Manual_CHinvierno.pdf

Gines, I., Mariscal-Sancho, I. 2002. Incidencia de los fertilizantes sobre el pH del suelo. Fertiberia. Disponible en:

http://oa.upm.es/3176/2/MARISCAL_MONO_2002_01.pdf

Gutierrez, M. 2014. Informaciones Técnicas N^a 254. Orientaciones varietales para las siembras de cereales en Aragón. Resultados de los Ensayos. Cosecha 2014.

Kaur, A. 2014 Malting Barley Market Outlook. MAGB Malting Barley meeting supported by HGCA (incorporating Meet the Processor).

Lacasta, C.; Estalrich, E.; Meco, R.; Benitez, M. 2007. Interacción de densidades de siembra de cebada y rotación de cultivo sobre el control de la flora arvense y el rendimiento del cultivo. Congreso 2007 de la Sociedad Española de Malherbología PP 191-196

López, L. (2010) Guía Práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. PP 53-59. Disponible en:

[http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/02_fertilizaciÓn\(baja\)_tcm7-207770.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/publicaciones/02_fertilizaciÓn(baja)_tcm7-207770.pdf)

Loewy T., Bergh, R., Ferraris, G., Ventimiglia, L., Gutierrez, F., Prystupa, P., y Couretot, L. 2008. Fertilización de cebada cervecera CV. SCARLETT I. Efecto del nitrógeno basal. En: XXI Congreso Argentino de la ciencia del suelo - Semi-árido: un desafío para la Ciencia del Suelo 13 al 16 de mayo de 2008 Potrero de los Funes (San Luis), Argentina.

McKenzie, R., Middleton, A., Dunn, R., and Bremer, E. 2011. Fertilization and Agronomic (2011) Management for Malt Barley Yield and Quality. Alberta Agriculture, Food and Rural Development, Lethbridge, Alberta: 39-45. Disponible en: <http://www.docstoc.com/docs/72219384/Fertilization-and-Agronomic-Management-for-Malt-Barley-Yield-and>

Molina, J.L. 1987. La Cebada Cervecera (calidad, cultivo y nociones sobre fabricación de malta y cerveza). MAPA: Hojas divulgadoras nº 19-20/87 HD.

- Pettersson, CG. 2007. Predicting malting barley protein concentration based on canopy reflectance and site characteristics. Doctoral thesis. PP 9-14.
- Pourkheirandish M. & Komatsuda, T. (2007) The Importance of Barley Genetics and Domestication in a Global Perspective. *Annals of Botany*. Volume 100, Issue 5. Pp. 999-1008. Disponible en:
<http://aob.oxfordjournals.org/content/100/5/999.short>
- Ramo, T. 1991. Influencia de la variedad de cebada, de su abonado nitrogenado y de la adición de ácido giberélico durante el proceso de malteado, sobre la calidad de la malta para cerveza. Tesis Doctoral: 220-228.
- Ramo, T., Rubio, A., López, A. 1992. Influencia del abonado nitrogenado de la cebada sobre la calidad de la malta I: Extracto y diferencia fina-gruesa. *Información Técnica* nº 114. Asociación Española de técnicos de cerveza y malta.
- Rioja Molina, A., 2002. Apuntes de Fitotecnia General, E.U.I.T.A., Ciudad Real.
- Robertson, L., Stark, J. 2003. Spring Barley Production Guide. University of Idaho: BUL742. PP15-28.
- Pavón, A. 2002. Anexo III: Análisis de suelo. Apuntes de Fitotecnia General, E.U.I.T.A., Ciudad Real.
- Silva, A. 1998 Cultivo de Cebada Cervecera en el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires. Facultad Agronomía Universidad de Buenos Aires (Argentina). Disponible:
http://www.researchgate.net/profile/Alejandro_Silva2/publication/265728088_Cultivo_de_Cebada_Cervecera_en_el_Sudeste_de_la_Provincia_de_Buenos_Aires/links/5419ec230cf2218008bfa3c5.pdf

10.- Anexos

Anexo 1: Lista de Variedades de Cebada Cervecera y Especificaciones orientativas de Calidad



CULTIVO DE CEBADA CERVECERA LISTA DE VARIEDADES 2013 - 2015*

1. VARIEDADES PREFERIDAS	2. VARIEDADES EN OBSERVACIÓN
PEWTER, SCARLETT, HENLEY Y SHAKIRA	SCRABBLE Y TRAVELER

- 1. Variedades preferidas:** variedades que por su calidad cervecera son las más apreciadas.
- 2. Variedades en observación:** variedades que han demostrado a nivel de ensayos potencial de desarrollo agronómico y cualitativo.
- 3. Variedades en validación:** variedades en pruebas pendientes de confirmación técnica, agronómica y cervecera. Actualmente en pruebas para confirmar su adaptación agronómica a las distintas condiciones del campo español: Shuffle, Sunshine, Overture y Odyssey.

* Esta clasificación está determinada exclusivamente en función de los resultados agronómicos y comportamiento cervecero de las variedades de cebada, evaluados mediante ensayos técnicos independientes, sin que implique garantía de precios o de demanda de dichas variedades.



ESPECIFICACIONES ORIENTATIVAS DE CALIDAD

(Conforme a estudios técnicos independientes para el fomento de la calidad cervecera de la cebada)

HUMEDAD: 11,5% MÁXIMO

PROTEÍNA s/s: ENTRE 9,5 - 11,5. ÓPTIMO 10 - 11

CALIBRE > 2,5: 65% MÍNIMO

CALIBRE < 2,2: 10% MÁXIMO

GRANO PARTIDO + IMPUREZAS < 4%

PUREZA VARIETAL: 95% MÍNIMO

CAPACIDAD GERMINATIVA: 97% MÍNIMO

Calidad sanitaria: según la reglamentación en vigor en materia de metales pesados y micotoxinas.

Trazabilidad: de aplicación la guía de trazabilidad elaborada por Malteros de España.

Almacenamiento y transporte: de aplicación el Código de buenas prácticas de almacenamiento y el Código de buenas prácticas de transporte, elaborados por Malteros de España.

Almagro, 24 - 2º izda.
28010 Madrid
Tfno.: 91 702 70 81
Fax: 91 308 66 61
info@malteros.org



Anexo 2: Ficha técnica de la variedad de cebada Pewter

GENVCE GRUPO PARA LA EVALUACIÓN DE NUEVAS VARIEDADES DE CEREALES EN ESPAÑA
 CEBADA CICLO LARGO CCL18 2006

PEWTER

Obtento: **NEW FARM CROPS**
 País de obtención: **GRAN BRETAÑA**
 Empresa comercializadora en España: **AGRUSA**
 País de registro: **FRANCIA**
 Año de registro: **2002**



MORFOLOGÍA

PLANTA

Vellosidad vaina inferior: **AUSENCIA**
 Porte: **SEMIERECTO A SEMIPROSTRADO**
 Altura: **BAJA A MUY BAJA**
 - 7 cm/HISPANIC - 10 cm/SUNRISE

HOJA

Intensidad pigmentación aurículas: **PRESENCIA**

ESPIGA

Tipo según fertilidad espiguillas laterales: **DOS CARRERAS**
 Tipo según presencia de espiguillas laterales: **NORMAL**
 Glauescencia de la espiga: **MEDIA**

GRANO

Vellosidad del surco ventral: **AUSENCIA**
 Vellosidad de la raquilla: **LARGA**

CICLO

Alternatividad: **TIPO MEDIO INVIERNO**

FECHA

Inicio encañado: **MEDIA A PRECOZ**
 + 7 días/HISPANIC - 6 días/SUNRISE

Espigado: **MEDIA A TARDÍA**
 + 4 días/HISPANIC 0 días/SUNRISE

Madurez: **MEDIA A TARDÍA**
 + 8 días/HISPANIC + 3 días/SUNRISE

PRODUCCIÓN DE GRANO

Índice productivo medio por año.

	RED GENVCE *			ÍNDICE MEDIO RED GENVCE *
	2004-05	2005-06	2006-07	
PEWTER	104,8 A	103,8 A	104,3 A	104,5 A
HISPANIC (T)	100,9 A	99,1 A	99,8 A	99,8 B
SUNRISE (T)	99,1 A	100,9 A	100,2 A	100,2 AB
Índice 100 (kg/ha)	4413	4445	5615	4928
Nº ensayos	28	39	47	112

* Cálculo para la Evaluación de Nuevas Variedades de Cereales en España. Las separaciones de medias se han realizado con el test de Sidak-Bonferroni (p < 0,05).

Índice productivo medio por zona.

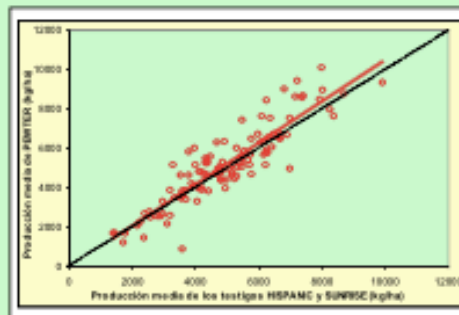
	Secanos áridos y semiáridos	Secanos húmedos y de alto potencial	Regadíos
PEWTER	100,7 A	107,4 A	121,9 A
HISPANIC (T)	102,0 A	97,1 B	95,1 B
SUNRISE (T)	98,0 A	102,9 AB	104,0 AB
Índice 100 (kg/ha)	4525	5707	5055
Nº ensayos	70	35	7

Las separaciones de medias se han realizado con el test de Sidak-Bonferroni (p < 0,05).

Índice productivo medio por rendimiento.

	BAJO (0-4000 kg/ha)	MEDIO (4000-6000 kg/ha)	ALTO (>6000 kg/ha)
PEWTER	102,4 A	102,2 A	103,4 A
HISPANIC	103,1 A	100,2 A	96,8 B
SUNRISE	96,9 A	99,8 A	103,2 AB
Índice 100 (kg/ha)	3445	4822	7106
Nº ensayos	35	53	24

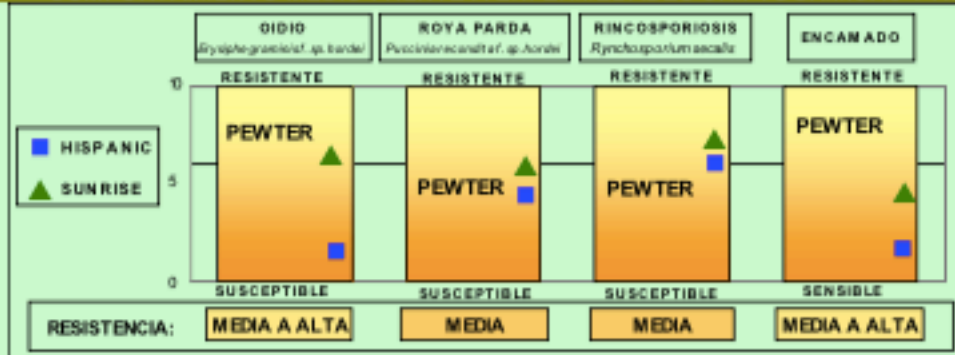
Las separaciones de medias se han realizado con el test de Sidak-Bonferroni (p < 0,05).



COMENTARIO SOBRE LA PRODUCCIÓN

En los tres años que se ha ensayado ha mostrado un elevado potencial de rendimiento en todas las zonas de cultivo. Sus producciones han superado significativamente al testigo HISPANIC en todos los ambientes, con la excepción de las zonas menos productivas, principalmente de los secanos áridos y semiáridos. También ha superado los rendimientos del testigo SUNRISE; si bien en este caso las diferencias no han sido significativas.

COMPORTAMIENTO MEDIO FRENTE A ENFERMEDADES CRIPTOGÁMICAS Y ACCIDENTES^(*)



* Clasificación realizada con los datos de los ensayos de campo disponibles, que han mostrado mayor incidencia de enfermedad bajo condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de la misma y sobre los races del patógeno existentes hasta la fecha.

FORMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Capacidad de ahijamiento: **MEDIA A ALTA**

Peso de 1000 granos: **MEDIO**

- 1,8 g/HISPANIC + 3,9 g/SUNRISE

CALIDAD DEL GRANO

Peso del hectólitro: **ALTO**

+ 3,7 kg/hl/HISPANIC
+ 1,5 kg/hl/SUNRISE

Calibre: **MEDIO A ALTO**

Contenido en proteína: **MEDIO**

+ 0,2 %/HISPANIC
- 0,2 %/SUNRISE

COMENTARIO SOBRE LA CALIDAD

Ha destacado por su peso específico elevado, superior a HISPANIC y SUNRISE. Es una variedad que ha sido recomendada por MALTEROS DE ESPAÑA, como variedad preferida.

RECOMENDACIONES DE CULTIVO



RECOMENDACIONES

Variedad alternativa que permite su cultivo en las zonas típicas de cebada de invierno. Presenta un elevado potencial de rendimiento y buena adaptación a todas las zonas de cultivo. Al no tratarse de una variedad propiamente de invierno, es aconsejable evitar las siembras demasiado precoces. Su peso específico también es alto.

La fecha de espigado es variable en función del régimen térmico de cada zona (media a tardía en las zonas de inviernos fríos; media a precoz en las más templadas).

Tiene un buen comportamiento frente las principales enfermedades foliares y el encamado. Destaca por ser una de las variedades de cebada alternativas que presenta una mayor resistencia a rincosporiosis en siembras precoces; aún así, es más susceptible que la mayoría de variedades de cebada de invierno.

Variedad interesante para maltería. Cuando se cultiva para este uso, es aconsejable evitar fertilizaciones nitrogenadas excesivas.

Origen de la información:

GENVCE a partir de los datos de los ensayos realizados por entidades públicas de carácter autonómico de Andalucía (Instituto de Formación Agraria y Pesquera de Andalucía -IFAPA, Consejería Innovación, Ciencia y Empresa), Aragón (Centro de Transferencia Agroalimentaria), Castilla-La Mancha (Servicio de Investigación y Tecnología Agraria -SITA- y el Instituto Técnico Agropecuario Provincial de Albacete -ITAP-), Castilla y León (Instituto Tecnológico y Agrario de Castilla y León-ITACyL y Caja de Burgos), Catalunya (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries -IRTA-), Extremadura (Centro de Investigación Fito-La Orden-Valdequesera), Galicia (Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo -CIAM), Madrid (Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario-IMIDRA), Navarra (Instituto Tecnológico de Gestión Agrícola -ITGA-) y País Vasco (Proxarri- Rorteta en Garapenerako Euskal Enakurdes -NERZU-), por la Oficina Española de Variedades Vegetales del MARM y el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) y por empresas productoras de semilla certificada.

Anexo 3: Ficha técnica de la variedad de cebada Shakira

GENVCE GRUPO PARA LA EVALUACIÓN DE NUEVAS VARIEDADES DE CEREALES EN ESPAÑA
 CEBADA CICLO CORTO CCC33 2009

SHAKIRA

Obtenteur: Ackermann Saatzucht GmbH & Co. KG
 País de obtención: FRANCIA
 Empresa comercializadora en España: LIMAGRAIN IBÉRICA
 País de registro: FRANCIA
 Año de registro: 2006



MORFOLOGÍA

PLANTA

Vellosidad vaina inferior:
 Porte: SEMIERECTO
 Altura: MEDIA A BAJA - BAJA
 -5 cm/GRAPHIC - 2 cm/ SCARLETT

HOJA

Intensidad pigmentación aurículas:

ESPIGA

Tipo según fertilidad espiguillas laterales: DOS CARRERAS
 Tipo según presencia de espiguillas laterales: NORMAL
 Glauescencia de la espiga:

GRANO

Vellosidad del surco ventral:
 Vellosidad de la raquilla:

CICLO

Alternatividad: TIPO PRIMAVERA

FECHA

Inicio encañado: MEDIA A PRECOZ

Espigado: MEDIA
 -1 día/GRAPHIC - 2 días/SCARLETT

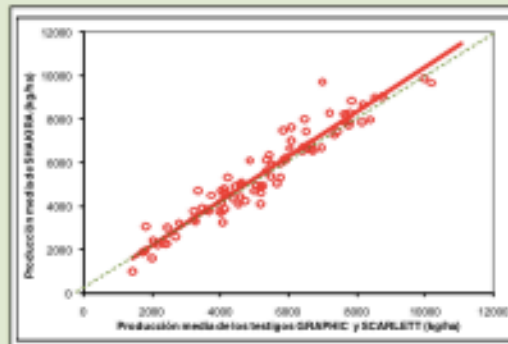
Madurez: MEDIA
 + 5 días/GRAPHIC - 4 días/SCARLETT

PRODUCCIÓN DE GRANO

Índice productivo medio por año.

	RED GENVCE *			Índice Medio RED GENVCE *
	2006-07	2007-08	2008-09	
SHAKIRA	108,0 a	105,0 a	102,0 a	105,0 a
GRAPHIC (T)	101,7 b	103,7 a	102,1 a	102,5 a
SCARLETT (T)	98,3 b	96,3 b	97,9 a	97,5 b
Índice 100 (kg/ha)	5218	5374	5386	5323
Nº ensayos	31	28	29	88

* Oficina Española de Variedades Vegetales.
 ** Grupo para la Evaluación de Nuevas Variedades de Cereales en España.
 Las separaciones de rendimientos se han realizado con el test de Edwards & Berry (p=0.05).



Índice productivo medio por zona.

	Secanos áridos y semejados	Secanos húmedos y de año potencial	Regados
SHAKIRA	103,7 a	105,4 a	104,7 a
GRAPHIC (T)	101,7 ab	104,6 a	100,0 a
SCARLETT (T)	98,3 b	95,4 b	100,0 a
Índice 100 (kg/ha)	4232	5499	7676
Nº ensayos	38	35	15

Las separaciones de rendimientos se han realizado con el test de Edwards & Berry (p=0.05).

Índice productivo medio por rendimiento.

	BAJO (0-4000 kg/ha)	MEDIO (4000-6000 kg/ha)	ALTO (>6000 kg/ha)
SHAKIRA	105,0 a	104,1 a	105,3 a
GRAPHIC (T)	102,1 ab	103,4 a	101,9 ab
SCARLETT (T)	97,9 b	96,6 b	98,1 b
Índice 100 (kg/ha)	3189	5309	7701
Nº ensayos	31	29	28

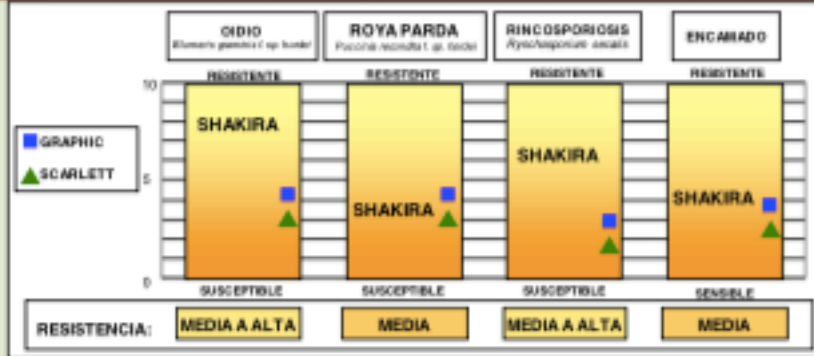
Las separaciones de rendimientos se han realizado con el test de Edwards & Berry (p=0.05).

COMENTARIO SOBRE LA PRODUCCIÓN

Ha presentado un potencial productivo elevado, con rendimientos que superan a ambos testigos, siendo significativamente superiores que SCARLETT.

Ha mostrado una elevada productividad en todas las zonas agroclimáticas y productivas en las que se ha ensayado.

COMPORTAMIENTO MEDIO FRENTE A ENFERMEDADES CRIPTOGÁMICAS Y ACCIDENTES^(*)



^(*) Clasificación realizada con los datos de los ensayos de campo disponibles, que han mostrado mayor incidencia de enfermedad bajo condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de la misma y sobre las races del patógeno existentes hasta la fecha.

FORMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Capacidad de ahijamiento: **MEDIA**

Peso de 1000 granos: **MEDIO A ALTO**

+ 1,8 g/GRAPHIC + 3,5 g/SCARLETT

CALIDAD DEL GRANO

Peso del hectólitro: **MEDIO**

- 0,1 kg/hl/GRAPHIC
 + 0,8 kg/hl/SCARLETT

Calibre: **MEDIO A ALTO**

Contenido en proteína: **MEDIO – MEDIO A BAJO**

+ 0 %/GRAPHIC
 + 0 %/SCARLETT

COMENTARIO SOBRE LA CALIDAD

Esta variedad se ha caracterizado por presentar un peso del grano medio a alto, superior a los testigos GRAPHIC y SCARLETT.

Ha mostrado un peso del hectólitro similar a GRAPHIC.

Los resultados disponibles sobre el contenido en proteína del grano no han sido concluyentes.

Variedad con aptitud maltera (recomendada por Maltereros de España).

RECOMENDACIONES DE CULTIVO



RECOMENDACIONES

Destaca por su elevado potencial productivo en la mayoría de las zonas de cultivo de cebada de primavera. Sin embargo, la información disponible sugiere una peor adaptación relativa en las zonas de clima más templado.

Normalmente presenta pocos problemas sanitarios, consecuencia de una resistencia bastante alta a oídio (*Blumea graminis f. sp. hordei*) y a rincosporiosis (*Rhynchosporium secalis*). Esta característica facilita su cultivo en siembras precoces en zonas frías y frescas, a las que no se adaptan la mayoría de variedades de cebada de primavera.

Presenta una talle media a baja, siendo medianamente sensible al encamado.

En el caso que su producción sea con destino la industria maltera es importante evitar fertilizaciones nitrogenadas excesivas.

Origen de la información:

GENVCE a partir de los datos de los ensayos realizados por entidades públicas de carácter autonómico de Andalucía (Instituto de Fomento Agrario y Pesquera de Andalucía –IFAPA, Consejería Innovación, Ciencia y Empresa), Aragón (Centro de Transferencia Agroalimentaria), Castilla-La Mancha (Servicio de Investigación y Tecnología Agraria –SITA) y el Instituto Técnico Agropecuario Provincial de Albacete –ITAP), Castilla y León (Instituto Tecnológico y Agrario de Castilla y León –ITAGL) y Caja de Burgos), Catalunya (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries –IRTA), Extremadura (Centro de Investigación Fitos La Orden-Valdeagüera), Galicia (Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo –CIAM), Madrid (Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario –IMIDRA), Navarra (Instituto Técnico de Gestión Agraria –ITGA) y País Vasco (Instituto Vasco de Genética y Mejoramiento Genético –INIA), por la Oficina Española de Variedades Vegetales del MARM y el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) y por empresas productoras de semilla certificada.

Anexo 4: Datos para el análisis empírico de calidades

Zona	CODIGO Finca	FECHA	REF.	PESO (Kg.)	VARIEDAD	Humedad %	Proteína %	Calibre>2,5mm (%)
Monzon	1	5/06/2014	1	34.160	Shakira	13,0	9,9	91,4
Monzon	1	5/06/2014	2	28.480	Shakira	12,3	10,3	90,4
Monzon	1	5/06/2014	3	12.340	Shakira	11,2	11,2	89,9
Monzon	2	6/06/2014	4	20.880	Pewter	11,1	10,3	72,4
Monzon	2	6/06/2014	5	27.000	Pewter	10,7	11,9	60
Monzon	2	6/06/2014	6	26.300	Pewter	10,6	12,8	36,4
Monzon	2	6/06/2014	7	4.240	Pewter	12,6	11,8	49
Monzon	2	7/06/2014	8	28.020	Pewter	11,7	10,5	58,9
Monzon	2	7/06/2014	9	29.260	Pewter	10,7	10,1	64,1
Monzon	2	7/06/2014	10	29.720	Pewter	10,2	9,6	66,7
Monzon	2	7/06/2014	11	28.060	Pewter	10,3	9	67,1
Monzon	2	9/06/2014	12	27.160	Pewter	10,5	9,1	76,6
Monzon	2	9/06/2014	13	19.280	Pewter	10,6	9,6	77,2
Monzon	3	9/06/2014	14	14.760	Pewter	11,7	9,6	74,9
Monzon	3	9/06/2014	15	26.260	Pewter	10,5	9,6	70,9
Sariñena	4	10/06/2014	16	33.140	Pewter	10,1	9,9	80,9
Sariñena	4	10/06/2014	17	33.380	Pewter	9,7	10,7	84,9
Sariñena	4	10/06/2014	18	34.400	Pewter	9,2	9,8	78,7
Sariñena	4	11/06/2014	19	17.560	Pewter	9,8	11,2	76,8
Sariñena	4	11/06/2014	20	32.500	Pewter	9,5	10,8	81,4
Monzon	3	11/06/2014	21	25.520	Pewter	9,9	9,5	77,4
Monzon	3	11/06/2014	22	25.980	Pewter	10	9,4	77,5
Monzon	3	11/06/2014	23	26.200	Pewter	10,6	8,9	78,4
Sariñena	5	11/06/2014	24	30.300	Pewter	12,4	10,7	76,1
Monzon	3	11/06/2014	25	26.220	Pewter	10,5	9,5	73,8
Monzon	3	11/06/2014	26	25.880	Pewter	10,1	9,4	72,9
Monzon	3	11/06/2014	27	26.020	Pewter	9,4	9,8	59,8
Monzon	3	11/06/2014	28	25.760	Pewter	10,3	10,4	72,2
Monzon	3	12/06/2014	29	26.060	Pewter	9,8	10,1	73
Sariñena	6	12/06/2014	30	25.880	Shakira	9,9	10,7	80,9
Sariñena	5	12/06/2014	31	13.760	Pewter	12,9	10,8	77
Sariñena	5	12/06/2014	32	30.660	Pewter	11,6	11,3	65,8
Sariñena	7	12/06/2014	33	33.760	Pewter	10,7	11,2	73,7
Monzon	8	12/06/2014	34	28.160	Pewter	10,9	11,4	79,8
Sariñena	7	12/06/2014	35	32.960	Pewter	12	10,8	72,3
Sariñena	9	12/06/2014	36	29.140	Pewter	11,1	8,7	91
Monzon	3	12/06/2014	37	27.040	Pewter	10,6	10,7	65,5
Sariñena	7	12/06/2014	38	32.360	Pewter	10,9	10,5	72,5
Sariñena	9	12/06/2014	39	31.580	Pewter	10,4	8,7	89,2
Sariñena	10	12/06/2014	40	21.720	Pewter	12,3	9,4	83
Monzon	8	12/06/2014	41	28.380	Pewter	10,2	11,2	83,6
Sariñena	7	12/06/2014	42	36.020	Pewter	10,7	9,8	80,1
Sariñena	9	12/06/2014	43	28.280	Pewter	10,2	11,2	83,9
Monzon	3	12/06/2014	44	28.580	Pewter	12,8	11	74,7

VARIABLES TECNOLÓGICAS QUE AFECTAN A LA CALIDAD DE LA CEBADA PARA USO MALTERO

Sariñena	7	13/06/2014	45	34.580	Pewter	11,9	10,8	81,5
Monzon	8	13/06/2014	46	20.080	Pewter	9	11,2	74,3
Sariñena	11	13/06/2014	47	7.100	Pewter	12,3	9,4	83
Sariñena	7	13/06/2014	47	25.360	Pewter	11,5	9,4	77,2
Sariñena	12	13/06/2014	48	36.180	Pewter	12,9	10,1	94,8
Sariñena	7	13/06/2014	49	34.880	Pewter	11,5	9,4	77,2
Sariñena	7	13/06/2014	50	32.040	Pewter	10,3	9,9	76,3
Sariñena	7	13/06/2014	51	33.680	Pewter	10,1	8,4	81,4
Sariñena	7	13/06/2014	52	29.160	Pewter	10,1	10,3	75,8
Sariñena	7	14/06/2014	53	11.140	Pewter	10,4	9,1	83,6
Sariñena	12	14/06/2014	53	22.600	Pewter	10,4	9,1	83,6
Sariñena	12	14/06/2014	54	30.440	Pewter	10,9	10	91,8
Monzon	3	14/06/2014	55	20.800	Pewter	10,3	10,8	76,9
Sariñena	12	14/06/2014	56	32.260	Pewter	10,9	9,2	86,3
Sariñena	13	14/06/2014	57	29.620	Pewter	12,6	11,4	87,9
Monzon	3	14/06/2014	58	28.660	Pewter	11,6	9,2	69,2
Sariñena	14	14/06/2014	59	32.920	Pewter	11,4	9,5	84,7
Monzon	3	14/06/2014	60	25.840	Pewter	10,9	9,2	82,1
Monzon	15	14/06/2014	61	12.140	Pewter	10,8	10,2	83,7
Sariñena	14	14/06/2014	62	34.500	Pewter	10,8	8,6	90,3
Monzon	3	14/06/2014	63	29.540	Pewter	10,6	9,8	76,6
Monzon	15	14/06/2014	64	15.360	Pewter	10,1	11	82,2
Sariñena	9	14/06/2014	65	31.500	Pewter	11,7	11,5	88,9
Monzon	15	14/06/2014	66	11.980	Pewter	9,9	11,1	78,8
Sariñena	14	14/06/2014	67	3.300	Pewter	12,3	10,3	90
Sariñena	16	14/06/2014	67	31.640	Pewter	12,3	10,3	90
Monzon	3	14/06/2014	68	27.600	Pewter	10,1	9,3	73,8
Sariñena	16	14/06/2014	69	30.600	Pewter	10	11,1	85,1
Monzon	15	14/06/2014	70	16.420	Pewter	9,9	10,9	77,1
Sariñena	9	14/06/2014	71	32.780	Pewter	11,3	9	90,3
Monzon	3	14/06/2014	72	31.440	Pewter	10,1	10,5	72,6
Monzon	15	14/06/2014	73	11.400	Pewter	10	11,7	80,1
Monzon	15	15/06/2014	74	11.780	Pewter	10,7	10,9	78
Monzon	15	15/06/2014	75	16.860	Pewter	10,7	10,7	79,2
Monzon	3	15/06/2014	76	30.100	Pewter	9,6	10,1	71,2
Monzon	3	15/06/2014	77	31.520	Pewter	10,5	9,3	63,1
Sariñena	9	15/06/2014	78	26.780	Pewter	11,7	11,9	82,1
Monzon	3	15/06/2014	79	27.460	Pewter	9,9	9,5	57,8
Monzon	15	15/06/2014	80	12.420	Pewter	9,8	10,8	76,3
Sariñena	9	15/06/2014	81	30.860	Pewter	10,9	9,6	89,5
Sariñena	17	15/06/2014	82	27.080	Pewter	10,2	9,4	82
Monzon	15	15/06/2014	83	16.200	Pewter	9,9	10,9	76,7
Monzon	3	15/06/2014	84	33.540	Pewter	10,4	9,5	90,5
Monzon	15	15/06/2014	85	12.440	Pewter	9,7	10,8	75,5
Monzon	3	15/06/2014	86	22.200	Pewter	10	9,8	76,1
Monzon	15	15/06/2014	87	16.000	Pewter	9,4	10,3	77,1
Monzon	3	15/06/2014	88	35.300	Pewter	10,5	9,4	93,2
Sariñena	9	15/06/2014	89	35.560	Pewter	10,4	9,3	89,4
Monzon	15	15/06/2014	90	11.860	Pewter	9,4	10,7	73,6

VARIABLES TECNOLÓGICAS QUE AFECTAN A LA CALIDAD DE LA CEBADA PARA USO MALTERO

Sariñena	9	15/06/2014	91	30.400	Pewter	10,4	9,7	90,6
Sariñena	9	15/06/2014	92	30.260	Pewter	10,6	9,6	92,9
Sariñena	18	15/06/2014	93	27.140	Pewter	9,7	10,8	68,7
Sariñena	9	15/06/2014	94	22.980	Pewter	10,4	9,7	90
Monzon	15	15/06/2014	95	16.760	Pewter	9,6	10,6	78,7
Monzon	15	15/06/2014	96	12.420	Pewter	9,6	10,1	80,1
Sariñena	18	16/06/2014	97	28.820	Pewter	9,9	11,2	60,2
Monzon	15	16/06/2014	98	13.360	Pewter	10,3	9,7	84,9
Monzon	3	16/06/2014	99	34.520	Pewter	9,8	9,2	66,4
Monzon	15	16/06/2014	100	12.700	Pewter	10	10,2	81,8
Monzon	3	16/06/2014	101	12.340	Pewter	10	9,1	75,1
Sariñena	6	16/06/2014	102	14.820	Shakira	11,4	12	94,7
Monzon	3	16/06/2014	103	34.820	Pewter	10,2	8,8	94,5
Sariñena	19	16/06/2014	104	28.740	Pewter	10	10,6	90
Sariñena	20	16/06/2014	105	28.380	Pewter	10,1	10,9	77
Sariñena	9	16/06/2014	106	32.240	Pewter	11,5	12,2	83,8
Monzon	3	16/06/2014	107	28.620	Pewter	10,6	8,6	95,3
Sariñena	9	16/06/2014	108	31.060	Pewter	11,3	8,7	92,1
Monzon	15	16/06/2014	109	11.020	Pewter	12,3	8,8	72,7
Sariñena	16	16/06/2014	110	6.600	Shakira	11,5	12,5	90,7
Sariñena	21	16/06/2014	110	24.240	shakira	11,5	12,5	90,7
Monzon	15	16/06/2014	111	17.220	Pewter	11,8	8,9	75,7
Sariñena	18	16/06/2014	112	25.380	Pewter	10,1	11,1	75,7
Sariñena	21	16/06/2014	113	26.080	Shakira	11,3	12,3	84,6
Sariñena	9	16/06/2014	114	31.000	Pewter	11,8	10,3	88,5
Sariñena	24	16/06/2014	115	27.960	Pewter	11,2	12	82,2
Sariñena	25	16/06/2014	116	27.120	Shakira	11,2	10,9	69,1
Sariñena	6	16/06/2014	117	21.160	Shakira	11,2	11,2	73,4
Sariñena	22	16/06/2014	118	26.820	pewter	10,7	12	85
Monzon	8	16/06/2014	119	32.760	Pewter	10,8	11,2	84,9
Sariñena	26	16/06/2014	120	35.500	shakira	10,9	11,2	85,2
Sariñena	24	16/06/2014	121	30.520	Pewter	10,5	11,5	81,9
Sariñena	18	16/06/2014	122	28.160	Pewter	10,2	10,7	75,6
Sariñena	9	16/06/2014	123	31.020	Pewter	10	9,4	88,6
Sariñena	9	16/06/2014	124	32.040	Pewter	10,6	10,1	87,6
Sariñena	19	16/06/2014	125	27.620	Pewter	9,9	10,6	90,1
Sariñena	20	16/06/2014	126	26.320	Pewter	9,7	10	77
Sariñena	24	16/06/2014	127	31.760	Pewter	10	11,5	84,6
Sariñena	22	16/06/2014	128	30.340	Pewter	11,9	9,8	72,8
Sariñena	25	16/06/2014	129	34.660	Shakira	10,4	10,9	63,8
Sariñena	19	16/06/2014	130	30.220	Pewter	10	10,6	90,2
Sariñena	24	16/06/2014	131	30.840	Pewter	10,1	11,1	93,6
Sariñena	9	16/06/2014	132	36.160	Pewter	10	9,6	86,5
Sariñena	26	16/06/2014	133	34.080	Shakira	12,7	10,4	88,3
Sariñena	20	16/06/2014	134	29.800	Pewter	10,2	10,7	80,3
Sariñena	25	16/06/2014	135	30.780	Shakira	9,5	9,9	51,4
Monzon	8	16/06/2014	136	28.240	Pewter	10	13	73
Sariñena	18	16/06/2014	137	31.200	Pewter	9,7	9,7	65,1
Sariñena	20	16/06/2014	138	25.300	Pewter	9,5	9,4	63,5

VARIABLES TECNOLÓGICAS QUE AFECTAN A LA CALIDAD DE LA CEBADA PARA USO MALTERO

Sariñena	24	16/06/2014	139	34.300	Pewter	9,8	11,5	84,6
Sariñena	9	16/06/2014	140	28.780	Pewter	9,7	10,3	82,1
Sariñena	22	16/06/2014	141	32.380	Pewter	9,6	12,7	57,6
Sariñena	19	16/06/2014	142	31.680	Pewter	10,3	10,1	90
Sariñena	24	17/06/2014	143	30.740	Pewter	9,9	10,9	89
Sariñena	25	17/06/2014	144	32.120	Shakira	9,5	9,9	64,4
Monzon	15	17/06/2014	145	10.480	Pewter	12,1	8,9	62,1
Monzon	15	17/06/2014	146	10.620	Pewter	11,4	9	62,9
Monzon	15	17/06/2014	147	14.600	Pewter	11,8	9,1	66,3
Sariñena	22	17/06/2014	148	25.020	Pewter	9,8	11	64,5
Sariñena	19	17/06/2014	149	30.200	Pewter	9,9	10,8	90,4
Sariñena	9	17/06/2014	150	21.800	Pewter	9,8	10,2	83,5
Sariñena	27	17/06/2014	151	33.180	Pewter	9,4	9,8	54,6
Sariñena	24	17/06/2014	152	29.880	Pewter	10,2	11,1	89,6
Sariñena	20	14/06/2014	153	27.320	Pewter	10,3	10,1	75,3
Monzon	15	17/06/2014	154	16.420	Pewter	10,5	12,7	83,4
Sariñena	6	17/06/2014	155	9.560	Shakira	9,4	10,6	69,4
Monzon	15	17/06/2014	156	11.880	Pewter	12,3	10,2	73,3
Sariñena	17	17/06/2014	157	31.680	Pewter	10,3	10,7	79,7
Sariñena	24	17/06/2014	158	22.840	Pewter	11,5	11,8	87,6
Monzon	15	17/06/2014	159	5.540	Pewter	12	9,4	73,1
Sariñena	19	17/06/2014	160	26.920	Pewter	10,3	10,7	93
Sariñena	22	17/06/2014	161	31.260	Pewter	11,7	11,1	56,7
Sariñena	27	17/06/2014	162	33.500	Pewter	10,3	10,4	61,4
Sariñena	9	17/06/2014	163	27.280	Pewter	12,6	12,2	88,9
Sariñena	24	17/06/2014	164	30.900	Pewter	10,6	11,7	84,2
Sariñena	22	17/06/2014	165	33.500	Pewter	10,7	10,4	51,1
Sariñena	28	17/06/2014	166	32.880	Pewter	11,7	11,2	91,6
Sariñena	24	17/06/2014	167	28.640	Pewter	10,4	11,5	88,3
Sariñena	17	17/06/2014	168	24.600	Pewter	9,9	9,8	69,5
Sariñena	9	17/06/2014	169	30.140	Pewter	10,8	11,8	89,4
Sariñena	25	17/06/2014	170	27.740	Shakira	10,2	10,6	65,3
Sariñena	22	17/06/2014	171	3.820	Pewter	10,1	11,6	47,9
Sariñena	24	17/06/2014	172	31.200	Pewter	10,5	10,9	91,2
Sariñena	25	17/06/2014	173	32.440	Shakira	10,2	9,8	53,1
Sariñena	18	17/06/2014	174	18.920	Pewter	9,7	9	72,4
Sariñena	24	17/06/2014	175	26.320	Pewter	10,4	10,7	88,6
Sariñena	25	17/06/2014	176	13.220	Shakira	9,5	12	59,1
Sariñena	9	17/06/2014	177	25.080	Pewter	10,7	12,5	85,8
Sariñena	30	18/06/2014	178	28.920	Pewter	11,4	11,9	86,6
Sariñena	24	18/06/2014	179	33.660	Pewter	10,2	10,8	91,3
Sariñena	9	18/06/2014	180	11.920	Pewter	10	10	75,5
Sariñena	24	18/06/2014	181	29.960	Pewter	10,2	10,4	90,9
Sariñena	30	18/06/2014	182	26.160	Pewter	10,7	12,4	86,1
Sariñena	24	18/06/2014	183	32.960	Pewter	12,2	10,8	96,1
Sariñena	31	18/06/2014	184	31.380	Pewter	12,5	10,9	93,7
Sariñena	24	18/06/2014	185	30.940	Pewter	10,6	12	83,5
Sariñena	31	18/06/2014	186	29.560	Pewter	12	9,7	96,6
Sariñena	24	18/06/2014	187	32.120	Pewter	11,6	11,8	86,8

VARIABLES TECNOLÓGICAS QUE AFECTAN A LA CALIDAD DE LA CEBADA PARA USO MALTERO

Sariñena	24	18/06/2014	188	15.700	Pewter	10,4	10,9	81
Sariñena	31	18/06/2014	189	31.660	Pewter	11,1	10,1	96,6
Sariñena	30	18/06/2014	190	26.120	Pewter	12,1	9,3	90,1
Sariñena	31	18/06/2014	191	33.620	Pewter	10,9	10,5	92,1
Sariñena	31	19/06/2014	192	31.540	Pewter	10,8	10,6	95,8
Bujaraloz	32	19/06/2014	193	26.260	Pewter	9	11,3	45,5
Sariñena	31	19/06/2014	194	26.600	Pewter	11,4	10,2	95,9
Bujaraloz	32	19/06/2014	195	22.800	Pewter	9	10,5	52,8
Sariñena	30	19/06/2014	196	19.390	Pewter	12,2	9,7	94
Sariñena	30	19/06/2014	197	30.160	Pewter	12	9,9	93,8
Sariñena	34	19/06/2014	198	29.280	Shakira	10,8	11,9	90
Sariñena	34	19/06/2014	199	27.940	Shakira	11,5	11,9	92,2
Sariñena	35	19/06/2014	200	30.540	Pewter	10,1	10,8	75,6
Sariñena	31	19/06/2014	201	31.900	Pewter	11,5	10,9	94,9
Sariñena	30	19/06/2014	202	26.180	Pewter	12,3	9,6	93,1
Sariñena	36	19/06/2014	203	31.540	Pewter	11,3	12,8	79,4
Sariñena	30	19/06/2014	204	5.080	Pewter	12,3	9,6	93,1
Sariñena	38	19/06/2014	204	24.440	Pewter	11,8	10,3	89,7
Sariñena	31	19/06/2014	205	23.200	Pewter	11,6	10,9	95
Sariñena	36	19/06/2014	206	25.760	Pewter	10,7	10,8	91,9
Sariñena	38	19/06/2014	207	26.800	Pewter	11,5	10,7	92
Sariñena	39	19/06/2014	208	31.940	Pewter	10,5	10,1	86,7
Sariñena	36	19/06/2014	209	20.740	Pewter	10,8	10,7	90,9
Sariñena	38	19/06/2014	210	29.420	Pewter	11,1	10,6	92
Bujaraloz	32	19/06/2014	211	26.380	Pewter	9,7	10,6	58,8
Sariñena	39	19/06/2014	212	31.420	Pewter	10,3	9,6	89,9
Sariñena	40	19/06/2014	213	35.440	Pewter	10,2	11,6	83,8
Sariñena	38	20/06/2014	214	16.440	Pewter	10,7	10,7	91,4
Sariñena	34	20/06/2014	215	27.960	Shakira	11,1	12,1	92,9
Sariñena	39	20/06/2014	216	32.300	pewter	10,4	11,4	86,8
Bujaraloz	32	20/06/2014	217	28.020	pewter	9,6	10,8	69,9
Sariñena	16	20/06/2014	218	20.400	shakira	11,9	9,9	82,3
Monzon	3	20/06/2014	219	26.360	Pewter	10,6	9,5	78,8
Sariñena	34	20/06/2014	220	34.780	Shakira	11,1	12,1	90,3
Monzon	3	20/06/2014	221	25.920	Pewter	10,8	10,1	85,5
Sariñena	40	20/06/2014	222	19.400	Pewter	11,2	11,7	89,6
Sariñena	42	20/06/2014	223	27.300	pewter	11,9	9,8	82,7
Monzon	3	20/06/2014	224	25.760	Pewter	11,3	9,8	82,8
Sariñena	39	20/06/2014	225	30.360	Pewter	12	10,7	81,2
Monzon	3	20/06/2014	226	27.080	Pewter	11,8	9,8	80,3
Sariñena	42	20/06/2014	227	26.280	Pewter	10,4	10	82,7
Sariñena	43	20/06/2014	228	23.800	Pewter	10,8	11,2	84,5
Monzon	3	20/06/2014	229	25.480	Pewter	11,2	10,8	85,5
Monzon	3	20/06/2014	230	26.440	Pewter	11,2	9,8	76,8
Sariñena	40	20/06/2014	231	34.160	Pewter	10,7	11	90,2
Monzon	3	20/06/2014	232	26.160	Pewter	11,6	9,6	76,5
Sariñena	44	20/06/2014	233	28.820	Shakira	9,8	11,1	93,4
Sariñena	43	20/06/2014	234	31.780	Pewter	10,5	9,4	80,5
Sariñena	44	21/06/2014	235	26.300	Shakira	10,3	11,8	94,1

VARIABLES TECNOLÓGICAS QUE AFECTAN A LA CALIDAD DE LA CEBADA PARA USO MALTERO

Sariñena	40	21/06/2014	236	29.260	Pewter	10,5	11,6	87,2
Sariñena	40	21/06/2014	237	29.600	Shakira	10,2	11,7	86,4
Sariñena	40	21/06/2014	238	15.260	Pewter	10,3	11,7	89,7
Sariñena	42	21/06/2014	239	26.540	Pewter	10,4	11,3	69,4
Sariñena	45	21/06/2014	240	29.500	Pewter	10,3	10,6	73,1
Sariñena	34	21/06/2014	241	5.680	Shakira	10,9	12,2	85,2
Sariñena	44	21/06/2014	241	13.520	shakira	10,9	12,2	85,3
Sariñena	40	21/06/2014	242	28.440	Shakira	11,9	9,7	89,4
Sariñena	45	21/06/2014	243	25.200	Pewter	9,7	9,3	79
Sariñena	42	21/06/2014	244	32.120	Pewter	10,8	10,1	79,6
Sariñena	45	21/06/2014	245	30.120	Pewter	9,5	10,1	74,3
Sariñena	45	21/06/2014	246	25.540	Pewter	9,3	10,6	80,5
Monzon	46	22/06/2014	247	26.280	Pewter	10,3	10,8	86,6
Sariñena	42	22/06/2014	248	32.540	Pewter	10	11,2	70,2
Monzon	46	22/06/2014	249	28.960	Pewter	9,9	9,8	90,2
Sariñena	42	22/06/2014	250	30.800	Pewter	9,8	11,8	66,1
Monzon	46	22/06/2014	251	29.800	Pewter	9,6	9,1	90,1
Monzon	46	22/06/2014	252	29.840	Pewter	9,5	9,6	89,1
Sariñena	47	22/06/2014	253	36.500	Pewter	10,4	10,9	88,9
Sariñena	42	23/06/2014	254	33.360	Pewter	10,9	10,3	75,8
Monzon	46	23/06/2014	255	23.560	Pewter	10	9,9	88,3
Sariñena	45	23/06/2014	256	20.920	Pewter	13,1	9,6	80,6
Sariñena	47	23/06/2014	257	27.640	Pewter	10,2	9	79
Monzon	46	23/06/2014	258	25.780	Pewter	10,3	10	86,4
Sariñena	16	23/06/2014	259	9.120	shakira	9,8	9,3	88,6
Sariñena	40	23/06/2014	260	33.640	Shakira	10,6	11,3	91,5
Otros	41	23/6/14	261	26.920	Pewter	10	10,9	71,5
Sariñena	42	23/06/2014	262	28.060	Pewter	9,9	11,1	71
Sariñena	48	23/6/14	263	30.600	Pewter	12,4	11,7	95
Otros	41	23/6/14	264	26.920	Pewter	9,8	10,6	71,7
Otros	49	23/06/2014	265	29.840	Pewter	11,3	10,8	90
Otros	41	23/6/14	266	24.460	Pewter	10,1	10,1	74,3
Otros	41	23/6/14	267	26.360	Pewter	10,5	10,3	74,4
Otros	49	23/06/2014	268	35.740	Pewter	10,8	10,4	92,5
Otros	41	23/6/14	269	26.280	Pewter	11,7	9,7	69,3
Sariñena	47	23/06/2014	270	8.520	Pewter	10,5	10,9	74,9
Monzon	46	23/06/2014	270	5.320	Pewter	10,5	10,9	74,9
Sariñena	45	23/06/2014	270	6.220	Pewter	10,5	10,9	74,9
Sariñena	42	23/06/2014	270	4.280	Pewter	10,5	10,9	74,9
Monzon	3	23/06/2014	271	26.860	Pewter	10,4	10,4	71,9
Sariñena	48	23/6/14	272	34.460	Pewter	11,1	12,7	84,2
Otros	41	23/6/14	273	27.220	Pewter	10,6	9,6	77,1
Otros	41	23/6/14	274	24.480	Pewter	10,6	10	74,2
Monzon	3	23/06/2014	275	25.840	Pewter	11,3	9,8	75

Anexo 5: Datos para el análisis empírico de campo

Ficha	LOCALIDAD	HA	VARIEDAD	SIEMBRA	PREVIO	LABORIO	AROMADO	TOTAL NITROGENO	Hojabidas	TRATAMIENTOS	Riego	Tipo Cobertura
1	Huerto	15	Powert-Shakira	20/11/13	maiz	subsolador + 2 chisel + rotovator	30.000 kg/ha purin(3-2,1,7) + 250 kg/ha urea febrero	205	Hoja ancha	Aminoácidos	Aspersión	Urea46
2	Pallareño	12	Pewter	25/11/13	forrajé	grnda + subsolador + 1 rotovator	45.000 kg/ha purin(3-2,1,7) + 200 kg/ha N26 marzo	199	Hoja ancha	Insecticida	Aspersión	N32
3	Huerto	35	Pewter	8/11/13	maiz	chisel + tren de siembra	7.000 kg/ha gallinaza (10-10-7) + 200 kg/ha 7-12-6 + 240 kg/ha urea febrero	184	Hoja ancha (Trimer)	Fungicida	Aspersión	Urea46
4	Sarriena	45	Pewter	20/11/13	maiz/cebada	2 chisel + tren de siembra	600 kg/ha 8-15-15 + 350 kg/ha urea febrero	209	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	Urea46
5	Sarriena	45	Pewter	21/11/13	maiz/cebada	2 chisel + tren de siembra	600 kg/ha 8-15-15 + 350 kg/ha urea febrero	209	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	Urea46
6	Sarriena	14	Shakira	20/11/13	maiz	grnda + rotovator + preparador	400 kg/ha 8-15-15 + 300 kg/ha urea febrero + 150 kg/ha N26 marzo	209	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	N32
7	Sarriena	24	Powert-Shakira	5/12/13	maiz	chisel + rotovator	500 kg/ha acoeder (6-10-6) + 200 kg/ha urea febrero + 150 kg/ha N26 marzo	170	Hoja ancha (2,4 D)	Fungicida	Aspersión	N27
8	Alberuela	100	Pewter	8/11/13	maiz	2 chisel + rolo	500 kg/ha Dvino (6-4-10) + 300 kg/ha N26 marzo	106	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	N26
9	Pobletino	12	Shakira	28/11/13	veza	2 chisel + tren de siembra	35.000 kg/ha purin (3-2,1,7) + 100 kg/ha urea febrero	254	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	Urea46
10	Ottelino	12	Shakira	30/12/13	maiz	2 chisel + rotovator	500 kg/ha 5-10-10 (líquido) + 300 kg/ha urea febrero	131	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	Urea46
11	Vía Ballena	20	Pewter	10/12/13	maiz	2 chisel + rotovator	500 kg/ha 5-10-10 (líquido) + 300 kg/ha urea febrero	131	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	Urea46
12	Huerto	27	Pewter	15/12/13	maiz	2 chisel + rotovator	400 kg/ha 5-10-10 + 400 kg/ha N26	183	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	Urea46
13	Alberuela	15	Pewter	11/11/13	cechal	chisel + 2 preparador	400 kg/ha 5-10-10 + 400 kg/ha N26	204	Hoja ancha + hoja estrecha	Fungicida + insecticida	Aspersión	N32
14	Socón	70	Pewter	11/11/13	cechal	rotovator + subsolador + tren de siembra	450 kg/ha 8-15-15 + 200 kg/ha urea + 250 kg/ha N32	116	Hoja ancha (Granstar)	Fungicida	Aspersión	Urea46
15	Lalaza	5	Pewter	15/12/13	maiz	subsolador + rotovator	30.000 kg/ha purin(3-2,1,7) + 400 kg/ha urea + 250 kg/ha urea	285	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	Urea46
16	Alberuela	5	Pewter	15/12/13	maiz	grnda + chisel + rotovator	400 kg/ha 5-10-10 + 200 kg/ha urea	112	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	Urea46
17	Huerto	15	Pewter	30/11/13	maiz	siembra directa	400 kg/ha 20-5-5 liberación lenta + 150 kg/ha urea	149	Hoja ancha + hoja estrecha	Fungicida	Aspersión	Urea46
18	Huerto	30	Shakira	20/11/13	maiz	Subsolador + Chisel + Rotovator	estécula + 300 kg/ha urea febrero + 100 kg/ha N26	0	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	N32
19	Altere	30	Pewter	20/11/13	maiz	rotovator	500 kg/ha 5-13-15 + 300 kg/ha N26 marzo	103	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	N26
20	Alberuela	15	Pewter	30/11/13	alfalfa	3 chisel + tren de siembra	500 kg/ha 6-11-8 (líquido) + 250 kg/ha urea + 150 kg/ha N32	193	Hoja ancha	Fungicida + insecticida + Abono foliar	Aspersión	N32
21	Castellforte	38	Pewter	30/11/13	maiz	chisel + rolo + siembra directa	400 kg/ha 8-15-15 + 200 kg/ha urea + 75 kg/ha N32	124	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	Urea46
22	Novales	22	Pewter	30/11/13	maiz	chisel + 2 preparador	450 kg/ha 8-15-15 + 200 kg/ha urea + 250 kg/ha N26	152	Nada	Fungicida	Aspersión	N26
23	Sarriena	30	Pewter	10/12/13	maiz	2 chisel + tren de siembra	180 kg/ha urea + 300 kg/ha N26	256	Hoja ancha + Akal	Fungicida	Aspersión	Urea46
24	Castellforte	30	Pewter	17/12/13	maiz	chisel + tren de siembra	250 kg/ha urea + 300 kg/ha N26	81	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	Urea46
25	Sarriena	70	Pewter	13/12/13	maiz	subsolador + chisel + tren de siembra	500 kg/ha 7-12-5 + 500 kg/ha N24	155	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	Urea46
26	Albalillo	25	Pewter	13/12/13	maiz	chisel + tren de siembra	500 kg/ha 7-12-5 + 500 kg/ha N24	175	Hoja ancha	Fungicida + insecticida	Aspersión	N24
27	Alberuela	14	Shakira	12/12/13	maiz	2 chisel + preparador	500 kg/ha 8-15-15 + 500 kg/ha N27	175	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	N24
28	Ottelino	14	Shakira	12/12/13	maiz	subsolador + tren de siembra	500 kg/ha 7-12-5 + 500 kg/ha N24	155	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	N24
29	Vía Ballena	42	Powert-Shakira	29/12/12	maiz	Subsolador + Chisel + Rotovator	300 kg/ha N33 + 50 ton Purin	99	Posta	Mantia	Aspersión	N32
30	Santiago	20	Pewter	15/11/13	Cebada	Chisel + Grada + preparador	30 ton Compost (4-3-4) + 200 kg Urea	132	Posta	Mantia	Aspersión	Urea46
31	Alcolea	15	Pewter	20/11/13	Trigo	Subsolador + Chisel + Rotativa	50 ton Purin (2-2,1,7) + 200 kg urea	282	2-4 D	Aspersión	Orgánico	Urea46
32	Pomar	12	Shakira	13/11/13	Maiz	Chisel 2 + Rotovator	45 ton Purin (3-2,1,7) + 250 kg N33	242	2-4 D	Mantia	Aspersión	Orgánico
33	Zaidin	11	Shakira	12/12/13	Maiz	Subsolador + Chisel + Rotovator	45 ton Purin (3-2,1,7) + 250 kg N33	242	2-4 D	Mantia	Aspersión	Orgánico
34	Alberuela	22	Shakira	15/11/13	Maiz	Subsolador + Chisel + Rotovator	45 ton Purin (3-2,1,7) + 250 kg N33	288	Granstar	Aspersión	N25	N32
35	Alcolea	22	Shakira	15/11/13	Maiz	Subsolador + Chisel + Rotovator	45 ton Purin (3-2,1,7) + 250 kg N33	288	Granstar	Aspersión	N25	N32
36	Coria	32	Pewter	10/12/13	Maiz	Chisel + Rotativa	40 ton Esterco (5-4-8) + 350 N25	218	Granstar	Aspersión	Urea46	Urea46
37	Estiche	12	Pewter	10/11/13	Alfalfa	Subsolador + Chisel 2 + Rotovator	600 kg 7-12-5 + 200 kg Urea	134	Posta	Aspersión	Urea46	Urea46
38	Estiche	6	Pewter	2/11/13	Maiz	Subsolador + Chisel + Rotovator	600 kg 7-12-5 + 200 kg Urea	127	Granstar	Aspersión	Urea46	Urea46
39	Alberuela	5	Pewter	27/11/13	Maiz	Chisel 1 + tren de siembra	500 kg/ha 5-10-10 + 300 kg/ha urea	158	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	Urea46
40	Socoto	5	Pewter	17/11/13	cechal	chisel + 2 preparador	400 kg/ha 5-10-10 + 400 kg/ha N26	204	Hoja ancha + hoja estrecha	Fungicida	Aspersión	N32
41	Alberuela	5	Pewter	17/11/13	cechal	chisel + 2 preparador	400 kg/ha 5-10-10 + 400 kg/ha N26	204	Hoja ancha + hoja estrecha	Fungicida	Aspersión	N32
42	Alberuela	5	Pewter	17/11/13	cechal	chisel + 2 preparador	400 kg/ha 5-10-10 + 400 kg/ha N26	204	Hoja ancha + hoja estrecha	Fungicida	Aspersión	N32
43	Castellforte	5	Pewter	30/11/13	Maiz	Subsolador + Chisel + Rotovator	400 kg/ha 5-10-10 + 400 kg/ha N26	204	Hoja ancha + hoja estrecha	Fungicida	Aspersión	N32
44	Albalillo	6	Shakira	5/12/13	Alfalfa	subsolador + 2 chisel + rotovator	400 kg/ha 5-10-10 + 400 kg/ha N26	204	Hoja ancha	fungicida	Aspersión	Aspersión
45	Castellforte	6	Pewter	15/11/13	Maiz	subsolador + 2 chisel + rotovator	400 kg/ha 5-10-10 + 400 kg/ha N26	204	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	Aspersión
46	Castellforte	8	Shakira	25/12/13	Maiz	Subsolador + Chisel + Rotovator	400 kg/ha 5-10-10 + 400 kg/ha N26	204	Hoja ancha	Fungicida	Aspersión	Aspersión