

Universidad Publica de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

*NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKO*

**EVALUACION DE VARIEDADES DE TRITICALE PARA DISTINTOS
APROVECHAMIENTOS: GRANO, FORRAJE Y BIOMASA ENERGETICA Y ESTUDIO
COMPARATIVO CON VARIEDADES DE TRIGO.**

presentado por

IÑIGO POLO INDURAIN

aurkeztua

**INGENIERO TECNICO AGRICOLA EN EXPLOTACIONES AGROPECUARIAS
NEKAZARITZA ETA ABELTZANTZA USTIAPENETAN INGENIARI TEKNIKO**

Noviembre, 2010

Nombre del alumno: Iñigo Polo Induráin.

Titulación: Ingeniería Técnica Agrícola (Explotaciones Agropecuarias).

Título del Trabajo Fin de Carrera: Evaluación de variedades de triticale para distintos aprovechamientos: grano, forraje y biomasa energética y estudio comparativo con variedades de trigo.

Departamento: Producción agraria (Área de producción vegetal)

Nombre del Tutor: Edurne Baroja.

El Triticale, es el primer cereal hecho por el hombre. En muchos de los ambientes ecológicos menos favorecidos del mundo el triticale ofrece una doble esperanza: rendimiento y calidad nutritiva además de otras características importantes iguales o superiores a las del trigo, como son el buen desarrollo en suelos pobres y mayor resistencia a las plagas y enfermedades típicas de los cereales.

Con el presente trabajo fin de carrera se trata de ver la situación actual del cultivo, así como evaluar los diferentes aprovechamientos de las variedades de triticale analizadas e intentar determinar cuáles son las más adecuadas para cada uno de los siguientes aprovechamientos: grano, forraje o como fuente de biomasa energética. Además como último punto se realiza un estudio comparativo entre el triticale y el trigo para determinar si es posible que el triticale pueda ser sustitutivo del trigo como cultivo.

De forma general la situación del cultivo se puede decir que es esperanzadora por el hecho de que se ha ido en un progresivo aumento de superficies, rendimientos y producciones, y que se puede esperar que siga este crecimiento en Europa y España favorecido por los cambios que se están produciendo en la Política Agraria Común.

Dentro de las variedades de triticale analizadas, se puede señalar a la variedad Trujillo como la variedad mas interesante desde el punto de vista de producción de grano, producción de biomasa y la que encabeza la lista de las variedades que se sitúan en la categoría mas elevada según el valor relativo de forraje. Estos resultados confirman el hecho de que la variedad Trujillo sea la mas utilizada en los últimos 10 años como variedad testigo en la mayoría de los estudios llevados a cabo en el análisis de variedades de triticale en España.

De la comparación establecida entre los cereales, triticale y trigo, se puede comentar que realmente el triticale se puede considerar como alternativa real al cultivo del trigo. Esto se refleja en el hecho de que el triticale ha ofrecido una mayor producción de biomasa, además de reportar un rendimiento en kg/ha más elevado y su potencial productivo reflejado por el PMG también es más alto. Es cierto que para la producción de pan para consumo humano, la calidad del triticale, basándonos en el peso del hectolitro y en la formación de gluten, es algo menor que la de trigo.

A la vista de los datos reflejados en este Trabajo, se puede decir que el futuro del triticale parece ser optimista, basándonos en el hecho de que dentro de las diferentes variedades que tiene, las hay para cubrir los diferentes aprovechamientos que se puedan buscar, y el triticale como cereal, se puede considerar realmente como alternativa al cultivo del trigo.

VºBº
~~Edurne Baroja~~

1. – INTRODUCCIÓN.	1
2. – ANTECEDENTES.	2
2.1 – Historia y origen de los cereales.	2
2.1.1 - El trigo.	3
2.1.1.1 - Historia y origen	3
2.1.1.2 – Clasificación.	3
2.1.2 – El Triticale	4
2.1.2.1 – Historia y Origen.	4
2.1.2.2 – Clasificación.	6
2.2 – Morfología y Fisiología de los Cereales.	7
2.2.1 – Morfología.	7
2.2.2 – Fisiología.	9
2.3 – Técnicas de cultivo de los cereales.	12
2.3.1 – Preparación del terreno.	12
2.3.2 – Siembra.	12
2.3.3 – Fertilización.	13
2.3.4 – Malas hierbas.	14
2.3.5 – Plagas y Enfermedades de los cereales	16
2.3.5.1 – Plagas	16
2.3.5.2 – Enfermedades.	18
2.3.6 – Recolección.	19
2.4 – Alteraciones fisiológicas de los cereales.	20
2.4.1 – Encamado.	21
2.4.2 – Asurado	21
2.5 - Situación actual del cultivo del Triticale.	23
2.5.1 – Situación a escala mundial.	23
2.5.1.1- Superficie cosechada a nivel mundial.	23
2.5.1.2 – Producción mundial de triticale.	23

2.5.1.3 – Principales países productores.	24
2.5.1.4 – Rendimiento mundial de triticale.	25
2.5.2 – Situación a escala europea.	26
2.5.2.1 – Superficie cosechada en la Unión Europea.	26
2.5.2.2 – Producción de triticale en la Unión Europea.	26
2.5.2.3 – Rendimiento del triticale en la Unión Europea.	27
2.5.3 – Situación del cultivo en España.	28
2.5.3.1 – Superficie cosechada en España	28
2.5.3.2 – Producción en España.	28
2.5.3.3 – Rendimiento en España.	29
2.5.4 – Situación del cultivo en Navarra.	30
2.5.4.1 – Superficie cosechada en Navarra	30
2.5.4.2 – Producción en Navarra.	30
2.5.4.3 – Rendimiento en Navarra	31
2.6 – Utilización y aprovechamientos del trigo.	32
2.7 – Utilización y aprovechamientos del triticale.	34
2.7.1 – Características del grano de triticale	34
2.7.2 – Consumo Humano.	35
2.7.3. – Alimentación animal	35
2.7.3.1 – Utilización en forma de grano.	35
2.7.3.1.1 – Alimentación de animales monogástricos.	35
2.7.3.1.2 – Alimentación de animales poligástricos.	36
2.7.3.2 – Utilización en forma de forraje.	36
2.7.3.3 – Uso mixto forraje y grano.	38
2.7.3.4 – Otros usos.	38
2.8 – Biomasa, fuente de energía renovable.	40
2.8.1 – Introducción.	40
2.8.2 – Situación mundial.	41

2.8.3 – Situación en Europa.	41
2.8.4 – Situación en España.	42
2.8.5 – Situación en Navarra.	43
2.8.6 – Características que de los cultivos energéticos.	43
2.9 – El triticale, opción real como cultivo energético.	44
3. – OBJETIVOS	46
4. – MATERIAL Y MÉTODO	47
4.1 – Material vegetal.	47
4.1.1 - Variedades de trigo.	47
4.1.1.1 – Apache.	47
4.1.1.2 – Berdún.	47
4.1.1.3 – Marius.	47
4.1.1.4 – Soissons.	47
4.1.1.5 – Bologna.	48
4.1.1.6 – Gandhi.	48
4.1.1.7 – Terrón.	48
4.1.2 – Variedades de triticale.	48
4.1.2.1 – Camarma.	48
4.1.2.2 – Misionero.	48
4.1.2.3 – Senatrit.	49
4.1.2.4 – Tritano.	49
4.1.2.5 – Galgo.	49
4.1.2.6 – Titania.	49
4.1.2.7 – Trujillo .	49
4.1.2.8 - Trillan o Trijan.	50
4.1.2.9 – Noe.	50
4.2 – Aspectos relacionados con el emplazamiento del ensayo.	51
4.2.1 – Localización.	51

4.2.2 – Aspectos Climáticos que han podido influir en el ensayo.	51
4.2.3 – Descripción y distribución de la parcela del ensayo.	53
4.3 – Tecnología de los cultivos.	53
4.3.1 – Siembra.	53
4.3.2 – Fertilización.	53
4.3.3 – Herbicidas.	53
4.3.4 – Cosecha.	53
4.4 – Metodología	54
4.4.1 – Control de plantas nacidas.	54
4.4.2 – Controles de fenología.	54
4.4.3 – Control del número de espigas/m ² .	54
4.4.4 – Evaluación del aprovechamiento forrajero.	54
4.4.5 – Control de altura en precosecha.	55
4.4.6 – Control de índice de cosecha.	55
4.4.7 – Encamado.	55
4.4.8 – Determinación del contenido en cenizas.	55
4.4.9 – Determinación del contenido en fibra bruta.	56
4.4.10 – Determinación del contenido en FND.	56
4.5 – Análisis estadístico de los datos obtenidos en las diferentes fases.	56
5. – RESULTADOS Y DISCUSION.	57
5.1 – Resultados comparativos entre las variedades de triticale ensayadas.	57
5.1 – Numero de plantas/m ² .	57
5.2 – Encamado .	58
5.3 – Porcentaje de Humedad	59
5.4 – Altura de la planta.	60
5.5 – Numero de espigas por metro cuadrado.	61
5.6 – Peso de mil granos.	62
5.7 – Peso específico (Kg/Hl).	63

5.8 - Rendimiento 12% (Qm/ha).	64
5.9 – Resultados referentes a la biomasa y al índice de cosecha.	65
5.10. – Producción de Biomasa para evaluación forrajera.	66
5.11. – Evaluación de la calidad forrajera.	67
5.11.1 – Contenido de cenizas.	67
5.11.2. – Contenido en Fibra Bruta.	68
5.11.3. – Contenido en Fibra Neutro Detergente.	69
5.11.4. – Contenido en proteína bruta.	70
5.11.5 – Determinación del valor relativo del forraje.	71
5.2. – Resultados comparativos entre el triticale y el trigo.	72
5.12.1 – Numero de plantas/m ² .	72
5.12.2 – Altura de precosecha.	73
5.12.3 – Numero de espigas/m ² .	74
5.12.4 – Numero de granos/espiga.	75
5.12.5 –Peso de mil granos.	76
5.12.6 – Peso específico (kg/hl).	77
5.12.7 – Rendimiento (Kg/ha).	78
5.12.8 – Biomasa (kg/ha).	80
5.12.9 – Índice de cosecha.	81
6. – CONCLUSIONES.	82
7. – PERSPECTIVAS DE FUTURO	83
8. – BIBLIOGRAFIA.	84
ANEJO 1. TABLAS FEDNA DE FORRAJES	87

INTRODUCCIÓN

1. – Introducción.

Este trabajo fin de carrera se enmarca dentro de la experimentación que realiza el Instituto Técnico Agrícola y Ganadero (ITGA) en coordinación con otros organismos nacionales como es el Grupo para la Evaluación de Nuevas Variedades de Cereal en España (GENVCE) que engloba la evaluación a nivel nacional de variedades de diferentes cereales.

Uno de los cereales cuyas variedades están siendo analizadas es el triticale, cereal que en Navarra es poco frecuente su cultivo pero que últimamente a nivel mundial y nacional está creciendo en popularidad, gracias a que se presenta como un cereal muy productivo, con un alto grado de resistencia a las enfermedades, buena adaptación a condiciones climatológicas y edáficas limitantes, además de tener un alto valor nutricional. Por ello podría presentarse como una alternativa real al cultivo del trigo en Navarra.

Además dada la situación actual de la sociedad donde la preocupación por el medio ambiente ha ido acrecentándose y con ello la búsqueda de alternativas reales y viables al consumo de energías tradicionales mediante la investigación en energías alternativas y/o renovables menos contaminantes. Aquí es donde el triticale, como cultivo energético, comienza a destacar en la obtención de energía generada a partir de la biomasa.

Es por ello que se plantea el presente Trabajo Fin de Carrera enfocado a valorar el triticale y los diferentes aprovechamientos a los que puede ser destinado. Estos aprovechamientos van desde el consumo humano y alimentación animal hasta su utilización para la obtención de energía a partir de biomasa. Además se analizará si realmente el triticale puede suponer una alternativa eficaz al cultivo del trigo.

ANTECEDENTES

2.- Antecedentes.

2.1 – Historia y origen de los cereales.

El origen de los cereales se puede decir que se sitúa en el neolítico ya que se han encontrado restos de trigo, cebada, avena y centeno de esa época de la historia. Además se conoce que el arroz ya era cultivado en China 2700 años a.C. (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

El termino cereales tiene su origen en las palabras *cereal* y *numera* que hacen referencia a las ofrendas a Ceres, diosa de la Agricultura y se usa normalmente para referirse al grupo de plantas herbáceas cultivadas que producen un grano rico en almidón y que ocupan el lugar más destacado en la agricultura mundial (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

Los cereales forman un amplio grupo de plantas consumidas que son botánicamente uniformes y todas ellas usadas de forma similar (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

La sedentarización, de la cual la agricultura cerealista ha sido responsable en todos los grupos humanos conocidos, representa el cambio más radical de la historia de la humanidad. El régimen alimenticio y las actividades y relaciones sociales se transformaron cuando el hombre cazador y recolector de productos de la naturaleza consiguió autoalimentarse regulando los procesos biológicos en su beneficio (López Bellido, 1990)

Al principio el consumo de los cereales era de forma cruda, luego el hombre aprendió a realizar ciertas transformaciones con algunos de esos granos, para obtener alimentos más apetitosos, más digestibles, más nutritivos y de mejor conservación (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

Uno de los descubrimientos más importantes de la historia de la humanidad y del inicio de la agricultura como arte, ciencia y técnica fue el hecho de ver que los granos molidos producen harina que mezclada con agua fermentaba, es decir aumentaba de volumen y que sometida a calor llevó al descubrimiento de la fabricación del pan (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

Actualmente los cereales son la gran fuente de alimentación humana en todos los continentes, contienen hidratos de carbono, proteínas, grasas, sales minerales y proteínas, almacenando en su grano una gran cantidad de energía fácilmente asimilable (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

2.1.1 - El trigo.

2.1.1.1 - Historia y origen.

El trigo es cultivado desde el comienzo de la agricultura. No se conoce con precisión donde y cuando se originó, tal y como lo conocemos hoy. Los estudios de De Candolle indican que el trigo es originario de Mesopotamia, mientras que Vavilov afirma que las especies del género *Triticum* han tenido su centro de diferenciación en Turquía, Afganistán e India. Sin embargo otras investigaciones afirman que el trigo tuvo su origen en la zona comprendida entre Asia Menor y Afganistán. La evolución del trigo a partir de gramíneas silvestres tuvo lugar, probablemente, en algún lugar del Cercano Oriente, posiblemente en el área conocida como el Creciente Fértil (López Bellido, 1990).

Fuese en el lugar que fuese, la utilización de los primeros tipos de trigo se produjo hacia 15000- 10000 años a.C. (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

El trigo aparece en murales descubiertos en tumbas egipcias a todo lo largo de la ribera del Nilo. Existen hallazgos de restos carbonizados de granos de trigo y restos de granos en barro cocido en Jarmo (Iraq septentrional), que datan del año 6700 a. C. Egipto es reconocido como el lugar donde se comenzó la elaboración del pan fermentado (López Bellido, 1990.)

El cultivo del trigo se extendió en todas las direcciones desde el Medio Oriente al resto del mundo. Entre las primeras áreas de expansión figura la Cuenca Mediterránea, que según algunos autores ha jugado un papel importante en la diferenciación de los trigos, en particular del trigo duro. En la Península Ibérica el cultivo del trigo se extendió a partir del año 4000 a.C, destacando las producciones del valle del Duero Occidental y de las regiones lusitánicas y tartésicas, parte de las cuales ya eran exportadas en la dominación romana (López Bellido, 1990).

2.1.1.2 – Clasificación.

El trigo pertenece a la familia de las Gramíneas (Poaceas), y tiene de una a varias flores por espiguilla, que son sésiles y alternan en lugares opuestos en el raquis, formando una verdadera espiga (López Bellido, 1990).

A nivel general se pueden establecer diferentes tipos de clasificaciones atendiendo a aspectos como son la textura del endospermo, el tipo de pan que se puede obtener, la variedad botánica a la que pertenece, y la época de siembra.

Según la textura del endospermo, los trigos los podemos dividir en dos grupos, los trigos vítreos y los trigos harinosos. Los trigos vítreos son granos de aspecto traslucido, cuyo peso específico suele ser más elevado. Por otra parte los trigos harinosos tienen como característica que los granos son opacos. El carácter vítreo o harinoso es hereditario pero también es afectado por el medio ambiente (el abono nitrogenado favorece el carácter vítreo y la presencia de lluvias fuertes, suelos arenosos y plantaciones densas influye en el aspecto harinoso).

Si la clasificación de los trigos la efectuamos fijándonos en el tipo de pan que se puede obtener de ellos, los trigos se clasifican en trigos fuertes y en trigos flojos. Los trigos fuertes son aquellos que tienen la facultad de producir harina para panificación con piezas de gran volumen, buena textura de miga y buenas propiedades de conservación, y tienen por lo general alto contenido de proteína. Los trigos flojos por su parte son aquellos que dan lugar a una harina con la que solo se pueden obtener panes pequeños, de miga gruesa y suelen ser bajos en proteína.

Atendiendo a la variedad botánica el trigo se puede clasificar en dos grupos, por un lado los trigos duros y por otra parte los trigos blandos. Los trigos duros suelen tener un grano largo y estrecho, duro, con los extremos más o menos apuntados. Poseen gran cantidad de gluten y son utilizados para la fabricación de macarrones, espagueti y otras pastas alimenticias. Tienen un peso específico elevado, y dan lugar a harinas gruesas, arenosas y fáciles de comer. Los trigos blandos proporcionan una harina que es utilizada para la panificación.

Y por último si la clasificación la hacemos por la fecha de siembra entonces los trigos los clasificaremos en dos categorías como son los trigos de primavera y los trigos de invierno. Los trigos de primavera son aquellos que se siembran al comienzo de la primavera, crecen y se cosechan a finales de verano según las zonas. Evitando así que las heladas e inclemencias climatológicas frenen su desarrollo natural. Los trigos de invierno son sembrados en otoño, crecen de forma lenta e inverna cuando llega el frío para cosecharse en verano.

2.1.2 – El Triticale

2.1.2.1 – Historia y Origen.

En 1875 un científico apellidado Wilson informo a la Sociedad Británica de Edimburgo acerca de una planta estéril resultante del cruzamiento de trigo x centeno (Guerrero, 1999).

En 1888 el alemán Rimpau, en una población de cruzamientos de trigo x centeno, encontró una espiga que tenía 15 granos, 12 de los cuales produjeron plantas fértiles y dichas semillas se multiplicaron de generación en generación, con perfecta fidelidad genética: estos fueron los primeros triticales verdaderos (Guerrero, 1999).

En la historia del triticale han ocurrido dos fenómenos casuales que han tenido consecuencias extraordinarias para el desarrollo de esta especie. El primero de ellos tuvo lugar en la Estación Experimental Agrícola de Saratov en Rusia. Los mejoradores de la misma utilizaban centeno para separar las parcelas experimentales de trigo de invierno y así impedir que se cruzaran entre ellas. En 1918, al sembrar la semilla recogida sobre dichos trigos observaron que aparecían miles de plantas híbridas, que eran el producto de fecundaciones espontáneas del trigo con polen del centeno. Todas ellas eran plantas androesteriles incapaces de autofecundarse, pero por retrocruzamientos espontáneos con trigo y centeno se crearon miles de semillas fértiles (Royo, 1992).

Sin embargo, hasta 1930 el triticale solo constituyó una curiosidad biológica, pues su apariencia deficiente y su baja fertilidad disminuyeron el interés de los fitomejoradores en lo que concernía a su potencial como cultivo alimenticio (Royo, 1992)

En 1935 aparece el nombre de triticale en la literatura científica.

El primer avance decisivo ocurrió en 1937 cuando se descubrió en Francia que un alcaloide denominado colchicina, podía inducir la duplicación del número de cromosomas existentes en los núcleos de las células de las plantas, con lo que se podía producir cruzamientos de trigo x centeno en la seguridad de que el producto llamado triticale, podría ser una planta fértil en lugar de infértil (Guerrero, 1999).

Esta técnica junto con la del cultivo de embriones, desarrollado en 1940, ayudaron a los mejoradores a obtener un gran número de triticales hexaploides y octoploides, cruzando el centeno con trigos duros y harineros, respectivamente, con una aceptable grado de fertilidad. De esta manera se pasó de una curiosidad científica y botánica a un cultivo comercial en las últimas décadas.

Después de realizarse gran cantidad de estudios y ensayos los resultados que se obtuvieron anticipaban el fracaso en la obtención de una variedad de triticale que pudiese ser realmente un cereal comercial. Sin embargo en el año 1967 se produjo el avance más importante en la mejora del triticale y tuvo lugar en las parcelas del Centro Internacional para la Mejora de Maíces y Trigo (CIMMYT) cuando una planta de triticale fue fecundada de forma espontánea por polen de trigo enano de una parcela cercana. Dos generaciones después los mejoradores observaron en el campo varias plantas con un aspecto extraordinario. El trigo le dio las características como enanismo, insensibilidad parcial al fotoperiodo, mayor peso específico en el grano, precocidad a maduración y buena calidad nutritiva y superó la barrera de esterilidad. Al resultado de dicho cruce se le denominó línea Armadillo, descubriéndose que el cromosoma 2D del trigo enano había sustituido al cromosoma 2R del centeno en el cual están los genes de sensibilidad al fotoperiodo de los triticales. Además las características favorables conseguidas resultaron ser de carácter hereditario y fueron aprovechadas por los mejoradores del CIMMYT que las incorporaron en la genealogía de la mayoría de los triticales producidos a partir de 1970.

Hasta finales de los años 70 solo eran recomendables para el cultivo dos o tres variedades de triticale de primavera, debido a caracteres indeseables, tales como son la esterilidad, el bajo rendimiento, el encamado, etc... A partir de 1978 se realizó un gran esfuerzo por parte de los investigadores de diferentes países, en la genética y mejora del triticale, que dieron como resultado la obtención de líneas con un excelente comportamiento, en rendimiento, caracteres agronómicos y calidad. Ello dio lugar a la aparición de centenares de variedades (López Bellido, 1991).

En 1986 se cultivaron más de 1 millón de hectáreas de triticale en el mundo, distribuidas en más de 30 países, con un amplio número de variedades de primavera e invierno. Esta expansión y dispersión del cultivo del triticale se ha debido a su gran adaptabilidad a diferentes situaciones de clima y de suelo, en áreas marginales para el trigo y la cebada.

2.1.2.2 – Clasificación.

El triticale podemos clasificarlo según el tipo de cruzamiento por el cual ha sido obtenido, también podemos clasificarlos según el número de cromosomas que poseen y una última clasificación es por la presencia o no de la dotación cromosómica del centeno de manera completa (Royo, 1992).

La clasificación según el tipo de cruzamiento, divide los triticales en triticales primarios, que son triticales obtenidos directamente del cruzamiento entre el trigo y el centeno y triticales secundarios que se obtienen de cruzar triticales primarios con trigo o con otros triticales para conseguir mejorar las características. La gran mayoría de los triticales cultivados en la actualidad pertenecen a este grupo.

Si clasificamos según el número de cromosomas se establecen los siguientes tipos como son los triticales hexaploides que son los triticales obtenidos a partir del cruzamiento entre el trigo duro (especie tetraploide, 28 cromosomas) y el centeno (especie diploide, 14 cromosomas). Como resultado nos da un grano que casi nunca llega a germinar normalmente, porque el embrión suele abortar. Mediante cultivo de embriones podemos obtener una planta fértil, que tendrán 42 cromosomas. Un segundo tipo son los triticales octoploides los cuales parten del trigo harinero en lugar de trigo duro el cual es una especie hexaploide, y el centeno que es diploide. No es necesaria la técnica de cultivo de embriones (Royo, 1992).

La última clasificación que se establece es según su dotación cromosómica y diferencia entre triticales completos, que son los que poseen la dotación completa del centeno, poseen el genomio R completo y los triticales sustituidos en los cuales algunos cromosomas del genomio R han sido sustituidos por cromosomas procedentes del genomio D del trigo harinero. Para saber si un triticale es de tipo completo o de tipo sustituido hay que hacer un análisis citogenético. Sin embargo en muchos casos se puede saber con cierta precisión el grupo al que pertenecen observando la morfología de la planta. En general los triticales completos tienen un aspecto más parecido al centeno, suelen ser más altos y las espigas son más largas y curvadas en la madurez. Los triticales sustituidos son más parecidos al trigo. Hay algunos triticales de aspecto intermedio entre ambos grupos y es muy difícil apreciar a simple vista a qué grupo pertenecen.

Dependiendo de si la variedad de triticale pertenece al grupo de los triticales completos o a los triticales sustituidos poseerá unas características u otras como pueden ser una mayor altura de planta, mayor sensibilidad al fotoperiodo, una mayor productividad, una mejor adaptación a zonas con peores condiciones para el cultivo y una calidad harino panadera mejor o peor según pertenezca a uno u otro grupo como

se puede ver en la tabla 1 donde se recogen a las características (positivas y negativas) que presentan cada uno de ellos.

Tabla 1. Resumen de las principales diferencias entre triticales completos y triticales sustituidos. (Royo, 1992).

Característica	T. Completos	T. sustituidos
Altura de la planta	+	-
Sensibilidad al fotoperíodo	+	-
Precocidad a la maduración	-	+
Resistencia a las enfermedades	+	-
Productividad	+	-
Adaptación a ambientes marginales	+	-
Calidad harino-panadera	-	+

2.2 – Morfología y Fisiología de los Cereales.

2.2.1 – Morfología.

Todos los cereales disponen de un **sistema radicular** que está compuesto por raíces primarias o seminales y por raíces secundarias o adventicias. Las raíces primarias varían en número según la especie de cereal, por ejemplo en el caso del trigo son entorno a 5 o 6 y de 3 a 4 en la avena, y son funcionales desde la emergencia hasta el comienzo del ahijado. Las raíces secundarias nacen del nudo de ahijamiento, apareciendo cuando la planta emite sus tallos, para sustituir a las raíces primarias y cesando su emisión al iniciarse el encañado, aunque a veces puede prolongarse a fases posteriores. En general, el crecimiento radicular cesa en el espigado e incluso puede llegar a degenerar durante el proceso de formación del grano, aunque si se dan buenas condiciones de nutrientes y agua pueden continuar creciendo incluso en esta etapa como sucede en en el maíz o sorgo.

La **parte aérea** de las plantas de los cereales está formada por un número de tallos que parten de una zona situada en la base de la planta, el nudo de ahijamiento. Cada tallo porta las hojas, acabando en su extremo en la inflorescencia, la cual podrá portar el fruto.

El tallo está formado por una serie de nudos separados por entrenudos. Los nudos son zonas meristemáticas a partir de las que se alargan los entrenudos y se diferencian las hojas.

Las hojas son alternas y se posicionan en dos filas a lo largo del tallo. Cada hoja consta de dos partes, el limbo que es el extremo final de la hoja, con nervios paralelos, cuyas dimensiones varían notablemente de unas especies a otras y la vaina que envuelve al tallo (Osca, 2007). En la unión del limbo y la vaina, se puede encontrar una pequeña membrana a modo de lengüeta que es lo que se denomina lígula. A cada lado de la lígula se encuentran dos estípulas más o menos abrazantes que se denominan aurículas.

En el tallo también aparecerá la inflorescencia que en los cereales pueden ser de dos tipos: espiga o panícula. En todos los casos la espiguilla es la unidad morfológica base, y es un pequeño grupo de 1 a 5 flores incluidas dentro de dos brácteas, donde cada flor está envuelta por dos glumillas unidas a un pequeño eje denominado raquis.

Las flores pueden ser unisexuales o hermafroditas y en general cada flor comprende tres estambres con anteras en forma de X, un ovario formado por un solo carpelo conteniendo un ovulo. En la base del ovario se encuentran unas pequeñas escamas, que se asemejan a las piezas que forman la corola en una flor (Osca, 2007).

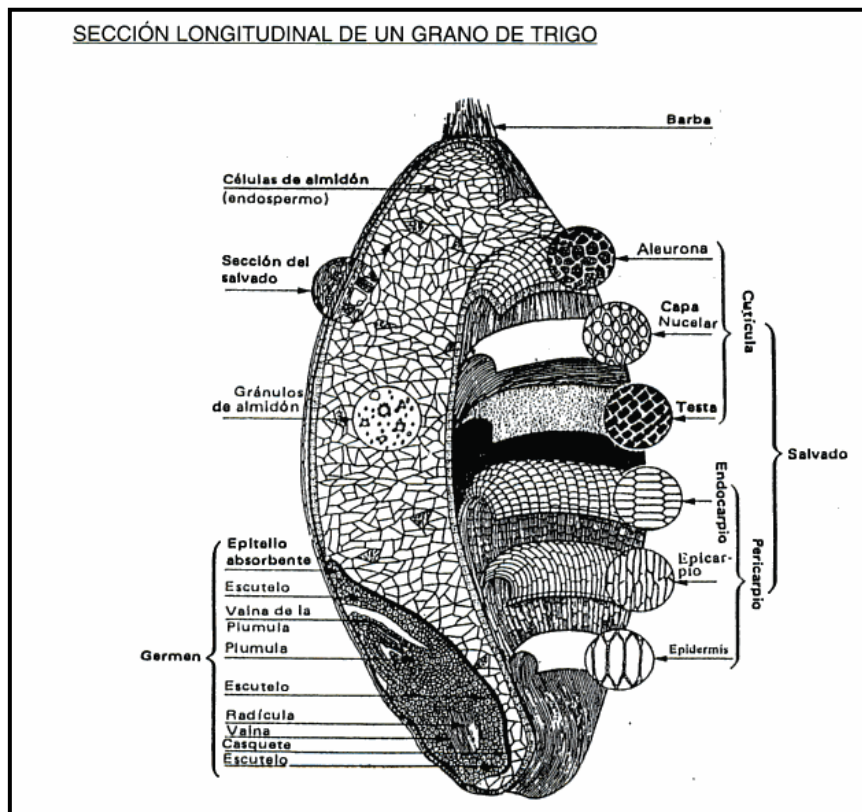


Figura 1. Sección longitudinal de un grano de trigo. (Scade, 1980)

Como en la mayor parte de las gramíneas, el fruto es seco e indehisciente, denominado cariósipide, en el que los tegumentos del grano se encuentran soldados a los tegumentos del ovario. El grano difiere según las especies, e incluso según las variedades, variando su tamaño, clasificándose en dos grandes grupos: grano desnudo y grano vestido. Se dice que este grano es desnudo, cuando tras la trilla pierde las envueltas de la flor o glumillas. Se habla de granos vestidos cuando dichas envueltas permanecen unidas al grano, en ocasiones soldadas, tras la cosecha. El grano presenta la siguiente estructura en tejidos: embrión, endospermo y tegumento que protege al germen y al endospermo (figura 1) (López Bellido, 1991).

2.2.2 – Fisiología.

El ciclo de desarrollo de los cereales se divide en diferentes periodos o fases, cada una de las cuales es designada por las características que la planta manifiesta durante el mismo y son el periodo vegetativo, el periodo de reproducción y el periodo de formación y maduración del grano. Los distintos estadios fenológicos indican la edad anatómica de la planta y son importantes porque numerosas intervenciones agronómicas deben realizarse en momentos concretos del desarrollo de la planta. Las escalas empleadas pueden ser clasificadas en dos tipos, según el tipo de observación utilizado. Una se basa en el estado de desarrollo del ápice terminal (escala de Jonard) y las otras se apoyan en las características morfológicas de la planta (escalas de Feekes – Large, Zadocks-Chang-Konzak) (figura 2) (López Bellido, 1990).

Morfología, fisiología y ecología de los cereales 83

Tabla 2.3. Escalas fenológicas de los cereales (Ingoat y Couvreur, 1979)

Fases	Feekes-Large	Keller-Baggiolini	Zadocks-Chang-Konzak	Jonard		
Emergencia	1	A	10			
1.ª hoja		B	11			
2.ª hoja		C	12			
3.ª hoja		D	13			
A H I J A D O	Iniciación del ahijado	2	E	21 (1 vástago)	A	
	Pleno ahijado	3	F			
	Final del ahijado	4	G			29 (9 vástagos y más)
E N C A Ñ A D O	Iniciación del encañado	5	H	30	B	
	Formación del 1.º nudo	6	I	31	C ₁	
	Formación del 2.º nudo	7	J	32	C ₂	
	Aparición de la última hoja (enrollada)	8	K	37		
	Lígula de la última hoja visible	9 lígula visible 10 salida de la vaina de la última hoja	L	39	D (Meiosis polínica)	
	Vaina de la última hoja abierta (espiga en zurrón)	10.1	M	40-49 (zurrón)	E	
	Emergencia de la espiga	10 · 2 : ¼ espigado 10 · 3 : ½ espigado	N	50		
	Espiga libre	10 · 4 : ¾ espigado 10 · 5 : todas las espigas salidas	O	a 59		
		Iniciación de floración	10 · 5 · 1 : Inicio 10 · 5 · 2 : Mitad	P	60	F
		Final de floración	10 · 5 · 3 : Floración en la base de la espiga	Q	a 69	
M A D U R A C I O N	Formación del grano	10 · 5 · 4	R			
	Grano lechoso	11 · 1	S	70-79	Mo	
	Grano pastoso	11 · 2	T	80-89		
	Grano semiduro. Planta amarilla	11 · 3	U	90		
	Grano duro. Planta seca	11 · 4	V	a	M	
	Sobremadurez		W	94		

Figura 2. Escalas fenológicas de los cereales. (López Bellido, 1990)

El **periodo vegetativo** que va desde la germinación hasta el inicio del alargamiento del tallo principal (comienzo del encañado) comprende 3 fases:

La fase llamada Germinación que comprende la germinación que se produce con la salida de las raíces seminales de la coleorriza y en el lado opuesto por el crecimiento del coleoptilo que protege a la primera hoja. Esta etapa depende de factores como el valor biológico de la semilla y factores como temperatura y humedad del suelo. La duración de la etapa de germinación del trigo es normalmente entre 12 y 15 días siendo de 20 días en las zonas frías. La facultad germinativa del trigo se mantiene durante un periodo de 4 a 10 años (Guerrero, 1999).

La fase denominada como Nascencia que comienza cuando la primera hoja rompe el coleoptilo, se alarga y da lugar a la aparición de una segunda, tercera y cuarta hojas, las cuales se inician desde el nudo de ahijamiento, constituido por el apilamiento de un determinado número de nudos. Su altura es inferior a 3 o 4 mm. La velocidad de crecimiento viene determinada por la temperatura.

La última etapa de este periodo es el Ahijado. Está caracterizado por el desarrollo de las yemas diferenciadas en la axila de cada una de las primeras hojas. Se trata simplemente de un proceso de ramificación. El primer tallo aparece generalmente en la axila de la primera hoja cuando la planta se encuentra en el estado de 4 hojas. Este primer tallo está constituido por una prehoja que envuelve la primera hoja funcional del tallo, esta última envuelve a las hojas sucesivas.

La capacidad de ahijamiento del trigo es un carácter varietal, pero aparte de la variedad depende de la importancia del abonado nitrogenado, de la fecha de la siembra y de la temperatura, que condiciona la duración del periodo de ahijamiento (Guerrero, 1999).

La capacidad de ahijamiento del triticale es inferior a la del trigo (Royo, 1992).

A continuación aparecerán los tallos primarios, que darán lugar a su vez a partir de las yemas axilares a las hojas primarias, que a su vez darán lugar a los tallos secundarios de cuyas yemas axilares de nuevo aparecerán las siguientes hojas del desarrollo, hasta llegar sucesivamente hasta los tallos terciarios. La aptitud de emitir mayor o menor número de tallos secundarios y terciarios es una característica específica y varietal. El número total de tallos emitidos por una planta caracterizará su ahijamiento y es función de la especie, la variedad utilizada, el clima, la alimentación de la planta sobre todo el nitrógeno y de la profundidad de siembra.

El **periodo reproductor** también denominado encañado o periodo de formación de tallo, es la etapa donde comienza a disminuir el ahijamiento y se inicia la elongación de entrenudos. El primer síntoma visible de este periodo es el enderezamiento de los tallos. La determinación precisa de este cambio de fase requiere observar la yema terminal pues al mismo tiempo que el tallo se alarga dicha yema modifica totalmente su función pasando de simple yema vegetativa a ser el esbozo de inflorescencia en la que se van a diferenciar sucesivamente todas las partes y órganos de la futura espiga. Los cambios producidos en la yema terminal dependen de las características genéticas

propias del cereal y también están relacionados con las condiciones climáticas, sobre todo con la temperatura y la longitud del día.

La evolución de la inflorescencia según los estados de Jonard (figura 2), se inicia en el estado A o de iniciación floral, para ir pasando sucesivamente por los estados denominados como de esbozo de glumas (estado B), un estado correspondiente a la diferenciación floral (estado C), un estado donde se presentan los esbozos de la espiga muy desarrollados (estado D), un estado E o de espigado y por último se llega al estado F o de fecundación y que es frecuente que se dé con la flor todavía cerrada.

Los factores que regulan el paso de la planta del estado vegetativo al estado de reproducción son de tipo genético (periodo juvenil) y de tipo climático (vernalización y fotoperiodo). Mientras la planta se encuentra en periodo juvenil es insensible a la duración del día, permaneciendo en estado vegetativo cualquiera que sean las condiciones del medio. Los cereales de ciclo largo necesitan tener una longitud de día de entre 12 y 14 horas de luz para dar lugar a los esbozos de espiguillas y además superar un proceso de vernalización. Este concepto hace referencia al periodo frío que los cereales necesitan para completar su desarrollo y que se suele contabilizar por días de frío ($0^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}$) que la variedad necesita. El grado de vernalización necesario se debe saber para poder establecer la fecha de siembra y adaptar el ciclo de cultivo al medio. (López Bellido, 1990).

El último periodo es el denominado **periodo de maduración del grano**, es un periodo relativamente uniforme ya que no se dan nuevas modificaciones en los órganos de la planta a excepción del engrosamiento del grano.

La formación del grano transcurre en tres fases, una de multiplicación celular intensa, otra de enriquecimiento en glúcidos y proteínas y una última de desecación o pérdida de agua.

En la multiplicación celular intensa es donde el grano aumenta su peso en agua y materia seca, incrementando su volumen de manera que al final de esta etapa el grano ya tiene la forma definitiva pero aun mantiene el color verde.

En la segunda etapa, hay un enriquecimiento en glúcidos y proteínas, aumenta su peso en materia seca y el peso del agua equivale al finalizar esta etapa el 40 o 50% sobre el peso fresco y se conoce como madurez fisiológica (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

La última etapa, desecación o secado de grano, que conlleva una rápida reducción del peso del grano como consecuencia de la pérdida de agua, hasta alcanzar un nivel de humedad del 12-15% o madurez comercial. El grano se endurece y adopta una estructura vítrea. Al finalizar este periodo queda en el estado adecuado de cosecha (González Torres y Rojo Hernández, 2005). A diferencia del trigo, el triticale continúa acumulando fotosintetizados en el grano durante toda la fase de maduración, incluso después de la madurez fisiológica de los cereales de invierno (Royo, 1992).

2.3 – Técnicas de cultivo de los cereales.

2.3.1 – Preparación del terreno.

El objetivo principal de la preparación del terreno es conseguir un medio óptimo en las características físicas y adicionalmente se influye también sobre las químicas y biológicas adecuadas para el cultivo de los cereales.

El suelo ha de ser un soporte físico que ofrezca las condiciones adecuadas de humedad, oxigenación y temperatura y que sirva además para la fijación radicular de las plantas. En su aspecto químico proveerá los elementos nutritivos de naturaleza mineral necesarios para el desarrollo, una vez que se han agotado las reservas contenidas en los órganos de propagación. Y finalmente las condiciones biológicas del suelo permitirán la acción de determinados microorganismo, organismos superiores animales o vegetales.

Hay diferentes acciones para adecuar el estado físico como es realizar diferentes acciones de laboreo (arado de vertedera, subsolador). Al mismo tiempo se suelen realizar labores para controlar el estado químico según las necesidades del suelo (encalado, fertilización de fondo) y para controlar el estado biológico: se pueden utilizar herbicidas y la fertilización orgánica.

El método clásico de preparación del suelo es el denominado laboreo el cual implica alguna de las siguientes tareas como son la labor de arado con vertedera o arado de discos para enterrar los residuos o abonos de superficie del suelo, la labor de compactación para romper los tomones y crear un suelo llano.

El buen estado estructural del suelo tiene como objetivo conseguir una germinación rápida de la semilla y permitir a las raíces crecer y explorar mayores volúmenes de suelo.

La precaución más importante a considerar para todas las labores del suelo, consiste en no intervenir nunca sobre un suelo muy húmedo con cualquier tipo de apero, pues todos los accidentes que afectan a la estructura del suelo como son la compactación y la suela de labor, provienen de los pases de rueda y de aperos con terreno húmedo.

2.3.2 – Siembra.

Para la adecuada realización de la siembra además de una buena preparación previa del terreno es necesario tener en cuenta aspectos como la fecha, la dosis y la profundidad de siembra y el marco de plantación. La densidad de planta resultante se verá influido por la calidad de la semilla y la regulación de la sembradora.

Para determinar la dosis de siembra hay que sumar al número de plantas que se desean alcanzar las pérdidas estimadas. También ha de conocerse el peso de la semilla para determinar la cantidad a sembrar en kilogramos.

Algunos datos que nos pueden servir de referencia son por ejemplo que en el trigo las dosis de siembra varían entre 60 – 200 kg/ha en secano y entre 90 a 250 kg/ha en regadío. Lo que hay que tener presente es que la densidad de planta adecuada para el cultivo de trigo debe estar entre 300 a 600 espigas/metro cuadrado (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

En el caso del triticale la dosis de siembra adecuadas varían entre 200 a 250 kg de semilla/ha (Royo, 1992)

2.3.3 – Fertilización.

Hay 16 elementos químicos que se consideran esenciales para la vida de las plantas. De estos elementos el carbono, el oxígeno y el hidrogeno son suministrados por el aire y el agua. Los 13 restantes deben ser aportados por el suelo. A estos 13 elementos se les llama elementos nutritivos y se pueden clasificar en elementos primarios, elementos secundarios y microelementos (Fuentes Yagüe, 2002).

Los elementos primarios son aquellos que las plantas necesitan en grandes cantidades como son el nitrógeno, fósforo y potasio, para los cuales las necesidades de las plantas son mayores que su disponibilidad en el suelo y por lo tanto hay que aportarlos de manera cuantiosa. Los elementos secundarios son aquellos que las plantas consumen grandes cantidades pero que por lo general están disponibles en el suelo y son el calcio, el magnesio y el azufre. Por último están los microelementos de los cuales las plantas necesitan pocas cantidades y en general solo hay que hacer aportes en casos especiales. Se consideran microelementos el hierro, manganeso, zinc, cobre, molibdeno, boro y cloro (Fuentes Yagüe, 2002).

El objetivo fundamental de la fertilización es el de mantener o aumentar los elementos que las plantas necesitan a lo largo del ciclo y especialmente en los momentos en que los necesitan en mayor cantidad. Por ello el conocimiento de la riqueza del suelo, de las exportaciones del cultivo a partir de la composición de los productos cosechados y de la evolución de estos elementos en el suelo permitirá establecer el balance de cada uno de estos elementos en el suelo (Fuentes Yagüe, 2002).

La distribución de los abonos en el suelo se tiene que realizar de tal forma que se consiga la máxima eficacia, es decir que las plantas puedan absorber la mayor cantidad posible de los elementos nutritivos aplicados. Se deben aplicar en una época donde el cultivo pueda acceder a ellos cuando lo demanden sus necesidades. En el abonado tradicional hablaremos de abonado de fondo y abonado de cobertera. El abonado de fondo se realiza poco antes de la siembra o plantación y en este abonado se aporta fundamentalmente el fósforo, el potasio y una parte de nitrógeno. El abono se entierra mediante una labor de grada o vertedera. El abonado de cobertera se realiza durante el desarrollo del cultivo y en él se aporta nitrógeno restante.

El trigo puede mostrar necesidades de algunos otros elementos, esencialmente en azufre.

Para el cultivo del trigo en España y para una producción media de 4 t/ha, un abonado correcto representaría la aplicación de 120 kg/ha de N para trigos blandos y unos 140 kg/ha para trigos duros (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

La fertilización en el triticale es similar a la del trigo. El triticale como cereal que es normalmente utiliza 3 Kg. de nitrógeno por cada 100 Kg. de grano que produce. El triticale es insensible con el déficit de cobre, manganeso y zinc y tolerante con el exceso de boro (Royo, 1992). El triticale es una cereal que presenta una elevada respuesta a la fertilización, es decir, es capaz de utilizar eficientemente los nutrientes en beneficio de una mayor productividad (Royo, 1992).

2.3.4 – Malas hierbas.

Las malas hierbas pueden constituir un grave perjuicio para el cultivo de los cereales al competir con ellos por los elementos nutritivos disponibles y el agua. Asimismo también se establecerá una competencia por la luz que puede afectar a la fotosíntesis de la planta de cereal. Las malas hierbas también pueden provocar problemas en la cosecha ya que las malas hierbas suelen tener ciclos distintos a la planta de cereal y si existen en el terreno en el momento de la cosecha puede aumentar el contenido de humedad del grano cosechado (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

Las principales medidas preventivas que el agricultor puede poner en práctica para el control de las malas hierbas, consisten en utilizar en las siembras solamente semillas certificadas, utilizar solamente estiércoles bien fermentados, eliminar la maleza que se desarrolle en los bordes de los caminos, impedir la diseminación por el ganado, persona, maquinaria y evitar que con el laboreo se propaguen órganos vegetativos.

Los medios directos tienen como objetivo fundamental eliminar las malas hierbas presentes, ya sea en estado de semilla o en la planta, para ello se pueden utilizar medios mecánicos que actúan eliminando las plantas nacidas o brotadas y medios químicos que permite eliminar semillas y plantas de malas hierbas mediante la aplicación de productos de acción herbicida.

Son muchas las especies adventicias que pueden ocasionar problemas en los cultivos de cereal, de ellas unas 30 especies pertenecen a la clase de dicotiledóneas (tabla 2) y otro buen número pertenece a la clase de las monocotiledóneas (tabla 3).

Tabla 2: Principales especies de dicotiledóneas que constituyen malas hierbas en el cultivo de cereales (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

Especie	Nombre vulgar
<i>Raphanus raphanistrum</i> <i>Sinapis arvensis</i>	Rabaniza o Jaramago blanco Mostaza silvestre o jaramago amarillo
<i>Diplotaxis erucoides</i> <i>Capsella bursa-pastoris</i>	Jaramago Zurrón o bolsa de pastor
<i>Papaver rhoeas</i> L. <i>Papaver hybridum</i> L.	Amapolas
<i>Papaver argemone</i> L. <i>Fumaria officinalis</i> L. <i>Fumaria</i> spp.	Sangre de Cristo, Conejitos Senecio Caléndula
<i>Senecio vulgaris</i> L. <i>Calendula arvensis</i> <i>Cirsium arvense</i> L. Scop <i>Cirsium</i> spp. <i>Matricaria chamomilla</i> <i>Anthemis cotula</i> <i>Sonchus oleraceus</i>	Cardo cundidor Cardo Manzanilla, magarza Manzanilla hedionda Cerraja o lechacino Diente de león Amor de hortelano o lapa
<i>Taraxacum dens-leonis</i> <i>Gallium aparine</i> L. <i>Veronica hederaefolia</i> <i>Lamium amplexicaule</i> <i>Convolvulus arvensis</i> <i>Polygonum aviculare</i> <i>P. convulvuli</i> <i>Euphorbia helioscopia</i> <i>Euphorbia</i> spp. <i>Amaranthus retroflexus</i> <i>Salsola kali</i> <i>Quenopodium albus</i>	Verónica Falsa hortiga Corregüela, correhuela Falsas corregüelas, cien nudos, ... Lechetreznas Amaranto, bledo Correcaminos, calaminos, Cenizo

De las especies de monocotiledoneas que son susceptibles de influir negativamente en el cultivo de los cereales, la mayor parte de ellas pertenece a la familia de las gramíneas.

Ciertas especies de mala hierba como pueden ser la grama, el ballico, la avena loca, al no existir herbicidas completamente selectivos para los cereales se debe apoyar su combate mediante medios directos mecánicos o mejor mediante métodos preventivos, sabiendo que si no se interviene adecuadamente el número de adventicias va a crecer de una forma exponencial (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

Tabla 3: Principales especies de Monocotiledoneas que constituyen malas hierbas en el cultivo de cereales (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

Especie	Nombre vulgar
<i>Avena sterilis</i> <i>Avena fatua</i> <i>Avena barbada</i>	Avena loca
<i>Lolium perenne</i> <i>Lolium multiflorum</i> <i>Lolium temulentum</i> <i>Lolium rigidum</i> (abundante R. Central) <i>Phalaris minor</i> y <i>Ph. brachistasis</i> <i>Phalaris canariensis</i> <i>Bromus inermis</i> <i>Alopecurus</i> spp. <i>Cyperus</i> spp.	Ray-grass inglés Ray-grass italiano Cizaña Ballico Alpiste Bromo Cola de zorra Juncia

El empleo de herbicidas en trigo de invierno es considerado en muchos lugares como una medida obligada. El control temprano de las malezas es particularmente importante en trigo de verano, ya que el rápido crecimiento de las malezas aumenta su poder competitivo.

Las variedades actuales de trigo, por su talla baja, son menos competitivas frente a las malas hierbas. Además el porte erecto de las hojas en dichas variedades mejora la iluminación de las zonas más bajas favoreciendo también el desarrollo de las malas hierbas, lo cual incide negativamente en su eliminación y obliga a realizar más tratamientos (Guerrero, 1999).

Para el control de las malas hierbas en el cultivo del triticale se utilizan de entre los herbicidas recomendados para los demás cereales de invierno (De Liñán Vicente, 2010) y dentro de estos aquellos que están autorizados para el triticale (tabla 4), ya que es conocida la sensibilidad de este cultivo determinadas formulaciones.

Tabla 4: Herbicidas autorizados en España para utilización en triticale. (Gobierno de Aragón).

EW	2,4 d ácido 48% (éster isotílico)	CS	Suspensión en cápsulas (microcápsulas)
EC	2.4 d ácido 60% (éster butilglicólico)	EC	Emulsión concentrada
WG	carfentrazona etil 40%	EW	Emulsión de aceite en agua
WG	carfentrazona etil 50%	GR	Granulado
EW	fenoxaprop-p-etil 6,9%	OD	Dispersión oleosa
SG	tifensulfuron-metil 50%	SC	Suspensión concentrada
WG	tifensulfuron-metil 75%	SE	Suspoemulsión
SC	tralkoxidim 25%	SG	Gránulos solubles en agua
SC	tralkoxidim 40%	SL	Concentrado soluble
WG	tralkoxidim 40%	SP	Polvo soluble
WG	tribenuron metil 75%	UL	Ultrabajo volumen
SL	2,4 d ácido 27,5% (sal amina) + mcpa ácido 27,5% (sal amina)	WG	Gránulos dispersables
SL	2,4 d ácido 35% (sal amina) + mcpa ácido 30% (sal amina)	WP	Polvo mojable
EC	bromoxinil 12% + ioxinil 12% + mecoprop-p 36%		
EC	clodinafop propargil 24% + cloquintocet mexil 6%		
SC	diflufenican 4% + glifosato 16% (sal isopropilamina)		
EW	fenoxaprop-p-etil 5,5% + mefenepir-etil 1,5%		
WG	tifensulfuron 50% + tribenuron metil 25%		

2.3.5 – Plagas y Enfermedades de los cereales.

Los cereales son atacados por un gran número de parásitos, insectos, hongos y virus provocando muchas veces daños importantes. Algunos insectos crean problemas de forma ocasional pero otros aparecen de forma frecuente. Los hongos son causantes de las principales enfermedades criptogámicas y se encuentran casi siempre presentes aunque su nivel de infección depende de la situación en la que se encuentre la planta y su sensibilidad (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

2.3.5.1 - Plagas

Se define plaga como la población de un organismo que causa pérdidas económicas en un cultivo debido a los daños que les produce.

La relación de plagas que pueden causar daños en los cereales es muy amplia pero solo un número limitado de ellas alcanza niveles que justifican la intervención mediante métodos fitosanitarios.

Estas plagas se clasifican según la etapa del cultivo donde es más frecuente que ocasionen daños y son: plagas durante las primeras fases del desarrollo de la plántula, plagas durante el desarrollo vegetativo, plagas de la espiga y plagas del granero.

El primer grupo contempla las plagas que atacan durante las primeras fases de la planta, atacando a la propia semilla o a la plántula inicial. Ocasionalmente reducen la densidad de población y limitan el potencial productivo. Dentro de este grupo las más importantes son gusanos blancos (*Melolontha melolontha* y *Anoxia* sp.), gusanos de alambra (*Agriotes* sp.), gusanos grises (*Scotia* sp.), mosca gris (*Hylema* sp.), miriapodos y tófila (*Tipula* sp.). También pueden ocasionar problemas las aves en el momento de la siembra y los nematodos que provocan quistes que destruyen el sistema radicular (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

El segundo grupo de plagas son las que afectan al desarrollo vegetativo y dentro de ellas podemos encontrar la piral (*Cnephasia pumicana*), los cefidos (*Cephus pygmaeus* y *Trachelus tabiudus*), el mosquito del trigo (*Mayetolia destructor*), la babosa de los cereales (*Oulema melanopus*), la mosca de los cereales (*Oscinella frit*) y los taladros del maíz y del sorgo (*Ostrinia nubilalis* y *Sesamia* sp.) (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

El grupo de plagas que pueden provocar daños en la espiga está compuesto por varios grupos de insectos como son los trips de los cereales (*Halotrips tritici*), los chinches, los pulgones y ácaros como son la araña roja (*Tetranychus* sp.) (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

Además una vez que los cereales han sido cosechados, al ser almacenados también pueden verse afectados por gorgojos y polillas.

Si nos detenemos un poco más a comentar las plagas que pueden afectar al cereal que es objeto de este trabajo fin de carrera, el triticale, diremos que de los insectos que pueden provocar daños aunque de poca importancia podemos citar el mosquito del trigo (*Mayetiola destructor*) y el pulgón verde de los cereales. El mosquito del trigo cuando afecta a los tallos en otoño, puede ocasionar cuando la planta es joven enanismo, y pueden llegar a morir. Cuando la infestación se produce en primavera pueden llegar a producir el tronchamiento del tallo antes de la recolección, ya que este insecto se alimenta en la zona del cuello de la planta (Royo, 1992).

Otra de las plagas que pueden afectar al triticale son algunas de las clases de pulgones siendo la de mayor importancia el pulgón verde de los cereales. Los daños que pueden provocar son de manera indirecta por el hecho de ser vectores de transmisión de enfermedades provocadas por virus, así como de manera directa por los daños que por ellos mismo pueden provocar en el triticale o en los diferentes cereales. Este tipo de daño se genera por la incorporación de saliva tóxica y la extracción de

grandes cantidades de savia, lo que provoca clorosis, manchas necróticas y muerte de hojas (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

En general el triticale es poco atractivo para los pájaros, tanto por las barbas como por la vellosidad de la espiga de algunas variedades. Tampoco le afectan mucho los conejos como pueden ser a otros cereales.

2.3.5.2 – Enfermedades.

Una enfermedad de una planta puede definirse como cualquier alteración ocasionada por un agente patógeno que afecta: la síntesis y la utilización de alimentos, los nutrientes minerales y el agua, que le provoca un cambio de apariencia y tiene una producción menor que una planta sana de la misma variedad.

En los cereales las principales enfermedades se pueden clasificar según la parte de la planta a la que afecta y pueden ser enfermedades de las plántulas, enfermedades del pie, enfermedades del sistema aéreo y enfermedades que afectan a la espiga.

Las enfermedades que afectan a las plántulas del cereal son provocadas por hongos presentes en el suelo, por especies como *Septoria* y al menos 6 especies de *Fusarium*. La manera de hacer frente a estos problemas es mediante el tratamiento previo de la semilla o el empleo de variedades resistentes.

Los agentes que causan enfermedades que afectan al pie de la planta son un grupo de hongos que se ven favorecidos por los inviernos no muy fríos y húmedos. Se pueden citar por ejemplo las siguientes enfermedades; el mal de pie o pie negro (*Gaeumanomyces graminis*) o el encamado parasitario (*Pseudocercospora herpotrichoides*) que es la que mayor afección económica provoca. Luego también están los agentes causantes de la fusariosis (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

Entre las enfermedades que afectan al sistema aéreo, podemos encontrar Septoriosis, Oídio, la roya amarilla, roya parda o de las hojas, roya negra (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

El último grupo son enfermedades exclusivas de la espiga. Puede ser Fusariosis, Cornezuelo (*Claviceps purpurea*), tizón (*Tilletia sp.*) y el carbón (*Ustilago sp.*) y que tienen en la actualidad poca importancia (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

Hay otro grupo de enfermedades que afectan al cultivo de los cereales y que pueden afectar de diferente manera a las diferentes partes de las plantas es por ello que están fuera de la clasificación anterior y son las enfermedades virales. Entre ellas se encuentran la amarillez enanizante del trigo, los mosaicos del trigo y los mosaicos enanizantes del maíz (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

La lucha contra ese tipo de enfermedades no puede apoyarse en un tratamiento químico concreto porque no existen. Las maneras de minimizar el riesgo de sufrir este tipo de problema son evitar infecciones, el control de vectores que los pueden transmitir, utilización de material vegetal sano y adecuadas prácticas vegetales. Tanto

el trigo como el triticale se ven afectadas por este tipo de enfermedades si bien es cierto que el triticale es menos sensible a oídios, carbonos, septoria y otras enfermedades.

2.3.6 – Recolección.

Los cereales tanto las especies de invierno como las especies de verano pueden ser cosechadas de dos maneras diferentes según el aprovechamiento que se quiera conseguir, por una parte hablaremos de la recolección de grano y por otro lado existirá la posibilidad de hacer una recolección de forraje verde dependiendo de si el cereal sembrado tiene esta doble aptitud.

Si hablamos de la **recolección de grano** se realiza entre los meses de mayo y de agosto. El objetivo final es recoger el mayor peso de grano limpio en el menor tiempo posible. Para ello hay que determinar con la mayor precisión posible el momento más oportuno para realizar la cosecha. Para ello se debe conocer con exactitud el grado de madurez del grano. En esto influyen varios aspectos, por un lado los factores fisiológicos del desarrollo del embrión y de acumulación de reservas en el grano, y por otro los factores técnicos que incluyen los medios de los que dispone el agricultor para la recolección (Urbano Terrón, 1999).

La madurez fisiológica del grano se alcanza cuando su contenido de humedad varía entre el 30% y el 40 %. Diez o quince días después esa humedad se reduce hasta el 20% y es a partir de este porcentaje cuando debemos prepararnos para realizar la cosecha. Sin embargo cosechar pronto o lo que es lo mismo con una humedad mayor o igual a 18 % significa obtener grano húmedo que requerirá un secado o ventilación posterior para su almacenamiento con garantía de conservación. Además, si la recolección se hace con cosechadora, el rendimiento de la maquina desciende a medida que aumenta el grado de humedad. El porcentaje de humedad adecuado se conoce como madurez comercial y se produce cuando la humedad de los granos se sitúa entre el 15 y 16 %. Si se retrasa la recolección ($11% < \text{Humedad} < 14\%$), suelen producirse pérdidas por desgranado, descabezado de las espigas o ataques por insectos y pájaros que en el caso del triticale no se suelen producir por su aspecto poco apetecible.

En cuanto al trigo, el proceso de recolección es similar al del resto de cereales aunque sí que hay que tener en cuenta si el trigo a cosechar es de la variedad dura entonces hay que realizar reglajes para adecuar la velocidad de cosecha, motivado por el hecho de ser un grano más duro que puede sufrir roturas más fácilmente.

El triticale como cereal que es, entra en el grupo de los cereales de invierno pero además como puede tener uso forrajero puede ser recolectado de dos maneras uno como grano y otra como forraje. Decir que su recolección en grano es igual a la del trigo con alguna pequeña diferencia a la hora de calibrar la cosechadora. Para el triticale el porcentaje de humedad adecuado para la cosecha se sitúa entorno a un 15 o 16 %. Para alimentar a animales que no necesitan el máximo de proteína y digestibilidad, se puede retrasar la cosecha y puede incrementar rendimiento significativamente.

En cuanto a la **recolección del forraje verde** es también muy importante determinar el punto óptimo de recolección, pero esta es una tarea que presenta bastantes complicaciones. El objetivo primordial es obtener la mayor cantidad de forraje con el mayor valor alimenticio y sin perjudicar su posterior evolución y aprovechamientos (rebrote).

La operación básica para la recolección de forrajes verdes es la siega. Hay que diferenciar entre la siega de la hierba y la de plantas con tallo duro, como es el caso del triticale. Para este caso no sirven la misma maquinaria que para la pradera y es necesario acudir al diseño de cabezales de recogida que presentan alta capacidad de corte, disposición adecuada de los elementos del cabezal para trabajar en líneas, coordinación de los mecanismos alimentadores y elementos picadores dotados de capacidad para picar y lanzar al remolque.

Determinar el momento óptimo para efectuar la recolección de los forrajes verdes, es tarea que presenta dificultades teniendo en cuenta la gran variedad de plantas destinadas al cultivo forrajero. Simplificando al máximo se establecen dos criterios según sean forrajes procedentes de praderas o forrajes procedentes de plantas como el maíz, el sorgo o girasol.

En el caso de los forrajes procedentes de praderas, el momento óptimo para la recolección se determina en función de dos factores; la velocidad de crecimiento y la variación que experimenta sus componentes con el tiempo. La velocidad de crecimiento depende de la composición florística de la pradera, condiciones ecológicas y técnicas de explotación. Cosechar el forraje en la época de crecimiento diario máximo provoca que la composición del alimento sea rica en agua y ofrece condiciones poco adecuadas independientemente de la manera de consumirla. Por todo ello la época óptima para la recolección ha de ser aquella que marque un equilibrio entre la producción de la pradera y el valor alimenticio que proporciona. Este momento coincide con la espigazón en las praderas de gramíneas y en el comienzo de la floración en las praderas de leguminosas.

Las especies como el maíz, pueden cosecharse para su aprovechamiento directo en verde pero lo más frecuente es en ensilado. Para el aprovechamiento en verde el maíz se cosecha cuando aparecen las inflorescencias masculinas. Cuando el destino va ser el ensilado, el momento óptimo para la recolección se presenta una vez que se han formado las panojas y los granos han pasado a estado de madurez lechosa, iniciándose la madurez pastosa.

2.4 – Alteraciones fisiológicas de los cereales.

Los cereales pueden sufrir, además de los problemas citados anteriormente relacionados con las plagas y las enfermedades, diferentes tipos de adversidades que pueden ser provocados por la acción del frío, el exceso de humedad invernal, las altas temperaturas, los vientos y los problemas derivados del exceso de abonado nitrogenado.

Los más importantes son el encamado y el asurado fisiológico.

2.4.1 – Encamado.

Es uno de los principales accidentes del periodo reproductivo en los cereales, que puede causar mermas muy importantes en el rendimiento del grano. El encamado se produce a consecuencia del doblamiento, más o menos acentuado, de los entrenudos de la base del tallo, que no pueden soportar el peso del sistema aéreo de la planta (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

La causa mecánica directa del encamado es la lluvia o el viento. Entre los factores que favorecen el encamado están: exceso de agua y nitrógeno, alta densidad de plantas, o insuficiente insolación de las plantas. Todas estas situaciones generan normalmente desequilibrios entre la nutrición nitrogenada y carbonada. El nitrógeno favorece la elongación de los tejidos y la insuficiencia de glúcidos frena la solidificación de las paredes de sostén (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

También puede ser debido a agentes parasitarios, como el mal de pie, que se puede diferenciar del encamado provocado por el viento, es que en este caso las plantas están tumbadas en cualquier dirección (Guerrero, 1999).

El encamado produce una reducción de la velocidad de circulación de la savia y también de la fotosíntesis debido a que una parte del aparato foliar esta privado de iluminación directa. Si el encamado no es muy severo las plantas pueden recuperarse y volver a su situación normal (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

Una manera que se ha utilizado para reducir el riesgo de encamado en los cereales ha sido la elección de variedades de menor altura. De todas maneras es adecuado decir que la altura no es el único factor a considerar, también la estructura de la paja y su flexibilidad.

Para disminuir la posibilidad de encamado se debe evitar aquellos factores que lo pueden originar como son las altas dosis de abono nitrogenado y/o de agua y la excesiva densidad de plantas. Además la elección de variedades de altura más baja también puede influir a la hora de ser más resistente a las condiciones que producen encamado (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

El triticale tiene mayor riesgo de encamado que el trigo debido a su mayor altura. Es una característica a tener en cuenta a la hora de elegir la variedad debido a que este fenómeno es más frecuente en zonas de suelo fértil por lo que hay que elegir variedades que sean menos propensas a este suceso.

2.4.2 – Asurado

Es un accidente del grano que se manifiesta por un deficiente llenado, arrugado y poco peso. Se debe a la interrupción, más o menos completa, de la transferencia de asimilados al grano por desequilibrios entre la evapotranspiración de los órganos aéreos y el suministro de agua del suelo que se origina por exceso de la actividad

transpiratoria de la planta que no es compensada por los mecanismos de absorción radicular y de circulación de savia ascendente.

La principal causa del asurado es por tanto, de tipo fisiológico, cuando tiene lugar altas temperaturas (superiores a 30°) durante varios días, junto a un bajo nivel de humedad del aire, lo que se conoce coloquialmente como golpe de calor. Otra causa puede ser de origen biológico por ataques de insectos o de enfermedades.

El resultado del asurado es una pérdida final de cosecha muy perjudicial para el agricultor.

El asurado se pueden evitar o reducir mediante el uso de variedades precoces en las que la etapa susceptible de sufrir el asurado se supere antes de las épocas críticas de acuerdo con las condiciones climáticas, mediante el retraso de las siembras para permitir que la fase crítica del cereal ante el asurado fisiológico no se haya alcanzado todavía y mediante la fertilización potásica ya que influye reduciendo la velocidad de transpiración de la planta proporcionando mayor resistencia a la sequía.

2.5 - Situación actual del cultivo del Triticale.

2.5.1 – Situación a escala mundial.

El triticale es un cereal que con el paso de los años y gracias a los avances en mejora genética ha logrado ganar interés a nivel mundial. Esto se ve reflejado en las figuras 2 y figura 3 en las cuales comprobamos como en los últimos años, a nivel mundial, tanto la superficie como la producción han ido en aumento.

2.5.1.1- Superficie cosechada a nivel mundial.

La superficie cosechada a nivel mundial de triticale (Figura 3) ha ido en constante aumento desde 1999 hasta el año 2008 donde se que el aumento es progresivo.

El valor máximo se alcanzó en 2008 cuando se sembraron alrededor de 3.900.000 ha.

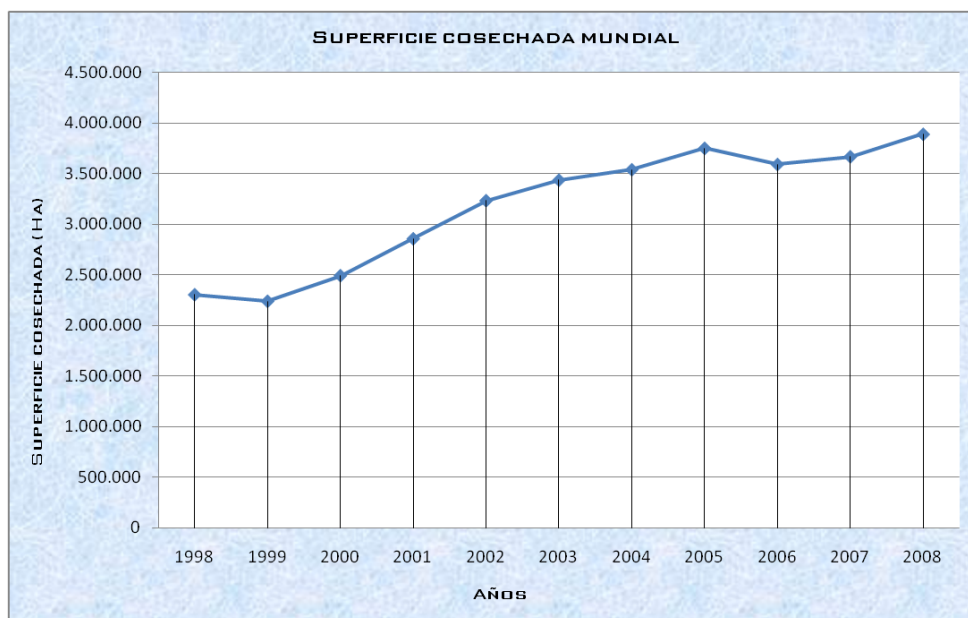


Figura 3. Superficie mundial cosechada de triticale. (FAO.)

2.5.1.2 – Producción mundial de triticale.

Al igual que ocurre con los datos referentes a la superficie cultivada (Figura 2) la producción mundial ha seguido un recorrido ascendente con algunas excepciones como son los años 2003 y 2006 (Figura 4). En estas dos campañas los valores correspondientes sufren un descenso, siendo en el año 2006 donde es bastante más acusado, situándose en valores correspondientes a la campaña 2003.

La producción durante los años 2004 y 2005 aumenta considerablemente, pero esto no está relacionado exactamente con un aumento desmedido de la superficie cultivada sino más bien con unos rendimientos de cultivo excelentes sobre todo durante el año 2004 (Figura 7).

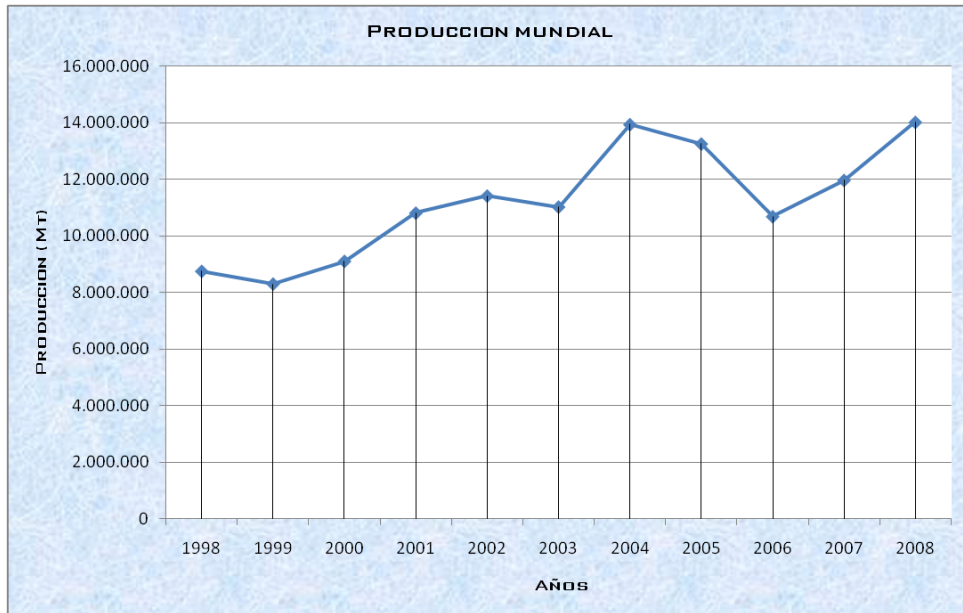


Figura 4. Producción mundial de triticale. (Base datos FAO)

2.5.1.3 – Principales países productores.

Los principales países productores de triticale en 1990 (figura 5) fueron Polonia, Francia y Alemania. Estos países siguen siendo los primeros países productores en el año 2008 (figura 6) aunque ahora el porcentaje final está distribuido de manera más equitativa ya que por ejemplo, Polonia aunque sigue siendo el primer productor ha visto disminuir su porcentaje de un 62% a un 39%.

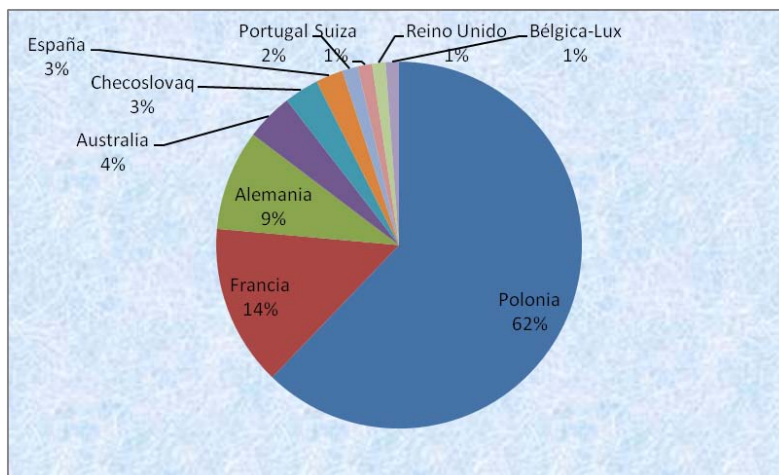


Figura 5. Principales Países Productores de triticale en 1990. (FAO).

De las figuras 5 y 6, podemos deducir como Polonia ha ocupado esta primera posición entre los países productores durante los últimos 18 años. Junto a Polonia, los países más importantes a la hora de producir triticale se encuentra países como Alemania o Francia que siempre han mantenido una producción regular.

También nos damos cuenta de cómo España que en el año 1990 se encontraba entre los 10 países mas productores (figura 5), ocupando además la quinta posición, en el año 2008 no aparece posicionada ni entre los 10 principales países productores (figura6).

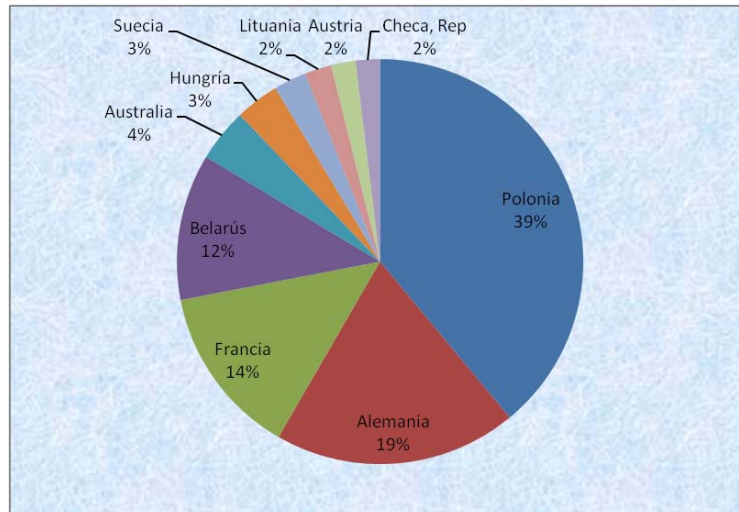


Figura 6. Principales Países Productores de triticale en el año 2008. (FAO)

2.5.1.4 – Rendimiento de triticale.

El rendimiento medio del triticale (kg/ha) a nivel mundial durante las campañas 1998,1999 y 2000 ha oscilado entre 3000 – 4000 kg/ha. Aunque el rendimiento fue normal se puede considerar muy bueno si lo comparamos con la superficie cosechada (figura 3) correspondiente a esos años.

El máximo rendimiento del triticale (figura 7) se obtuvo durante la campaña 2004 con 3935 kg/ha. Por el contrario en 2006 el descenso de producción explica el descenso en rendimiento, un valor que se sitúa en torno a los 3000 kg/ha y que está por debajo de valores de la campaña 1992 y con 3200 kg/ha de rendimiento.

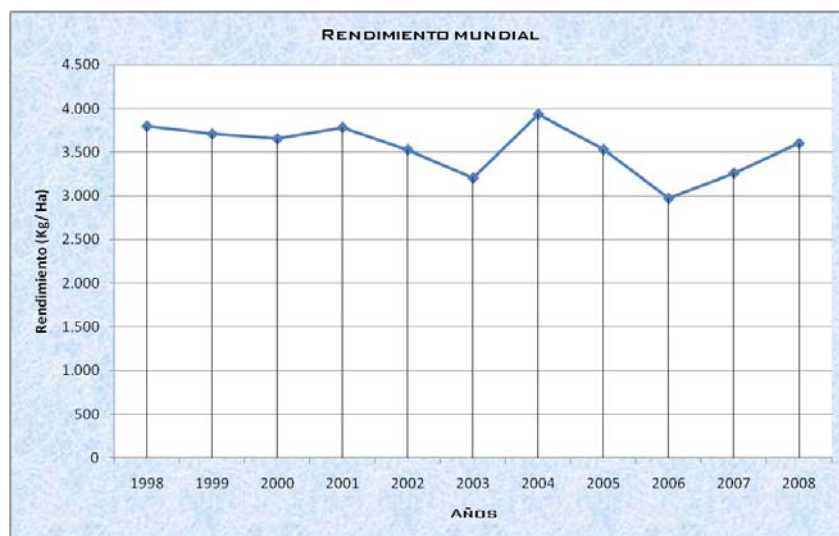


Figura 7. Rendimiento mundial de triticale. (FAO)

2.5.2 – Situación a escala europea.

2.5.2.1 – Superficie cosechada en la Unión Europea.

La superficie cosechada en la UE entre los años 1998 a 2008 (figura 8) nos muestra un aumento progresivo de la misma. Si observamos a su vez los datos referentes a la superficie cosechada mundial (Figura 2) vemos que también aumenta, y analizando los dos vemos que, ello es debido a que los países europeos son los principales productores de triticale a nivel mundial (Figura 6).

La superficie cultivada por países europeos durante el año 2008 supone el 68,23 % de la producción mundial. En el año 2004, ese porcentaje se situó en torno al 65% lo que nos muestra un aumento progresivo de la importancia de los países europeos en la producción mundial.

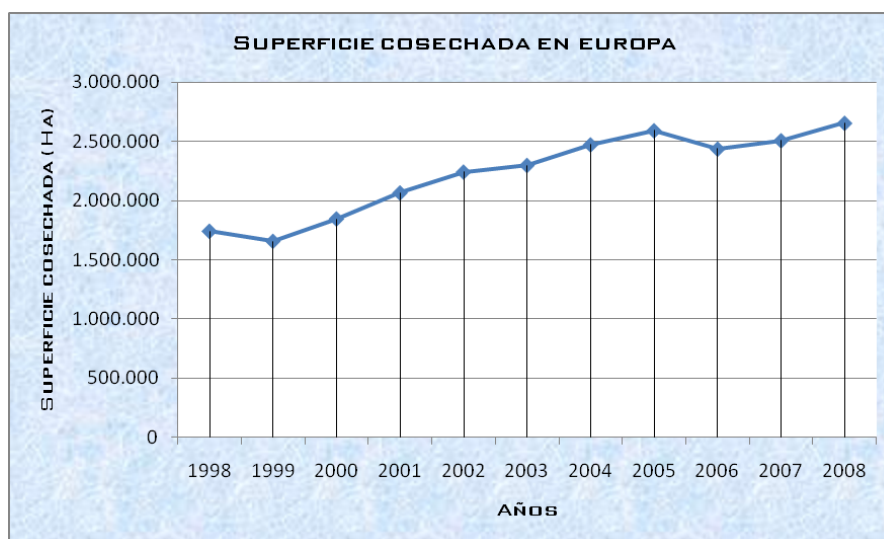


Figura 8. Superficie cosechada de triticale en Europa. (FAO).

2.5.2.2 – Producción de triticale en la Unión Europea.

La producción en Europa (figura 9) muestra una tendencia similar a la descrita para la situación mundial (figura 4). Se ve como la evolución de la producción en Europa está relacionada directamente con los datos referentes a la superficie cultivada (Figura 8).

Aunque los datos muestran, como norma general, un crecimiento progresivo sí que se observa que en los años 2004 y 2005 las producciones son bastante elevadas, saliéndose del crecimiento proporcional. Ello puede deberse a condiciones climáticas favorables y/o a la utilización de nuevas variedades que ofrezcan mejores producciones.

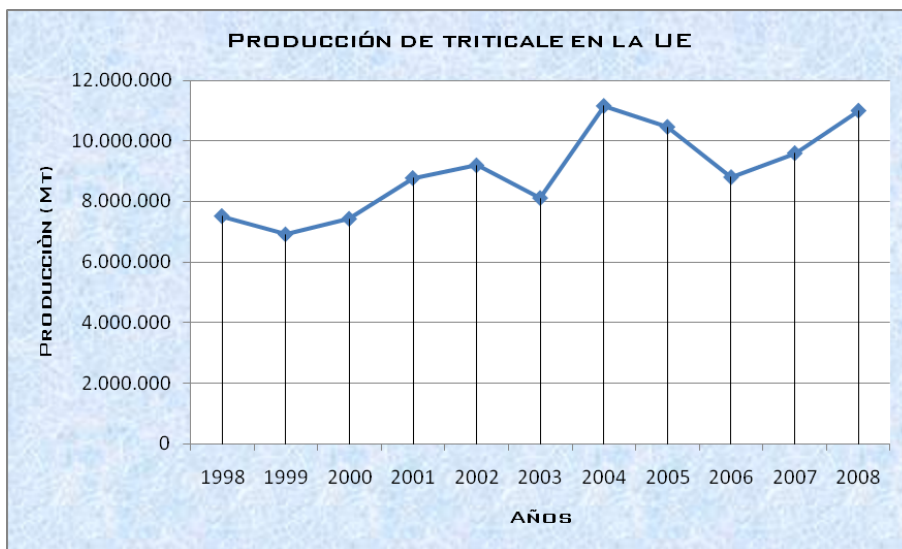


Figura 9. Producción de triticale en Europa. (Base datos FAO)

2.5.2.3 – Rendimiento del triticale en la Unión Europea.

El rendimiento del triticale en Europa entre 1998 – 2008 (figura 10), como era de prever, siguen un patrón similar a los rendimientos obtenido a nivel mundial (figura 7). Sin embargo los rendimientos a nivel europeo son superiores a los mundiales (figura 7) y se sitúan por encima de los 4000 kg/ha.

De nuevo llama la atención el bajo rendimiento del año 2003 y el alto rendimiento del año 2004. Ello tal vez está relacionado con la utilización de variedades nuevas y/o con las condiciones climatológicas de esas campañas.

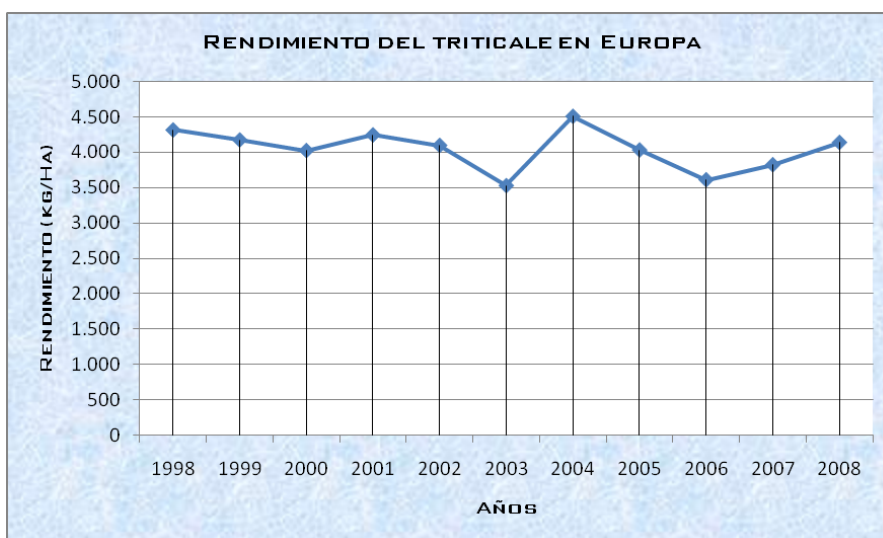


Figura 10. Rendimiento de triticale en Europa. (FAO)

2.5.3 – Situación del cultivo en España.

2.5.3.1 – Superficie cosechada en España.

El triticale en España alcanzó su mayor superficie en 1989 llegando a las 75.000 ha y casi 200.000 toneladas producidas (Mapa, 1990). A partir de ese momento se produjo un declive de su superficie al ser desplazado por cultivos como el trigo duro con una subvención de la Unión Europea más atractiva para el agricultor. Así, la menor superficie se produjo en 2004 con 24700 ha y a partir de ese momento se ha producido una lenta recuperación hasta las 45000 ha sembradas en 2008 (figura 11).

El aumento de superficie a partir del año 2005 coincide con el desacoplamiento parcial en España de las ayudas de la Política Agraria Común (PAC) que ha motivado una disminución de la superficie dedicada al trigo duro principalmente en la zona Sur, siendo sustituido por otros cereales como el triticale. A partir del 2010 con el desacoplamiento total de las ayudas para todos los cereales podría volverse a las superficies sembradas en 1989.

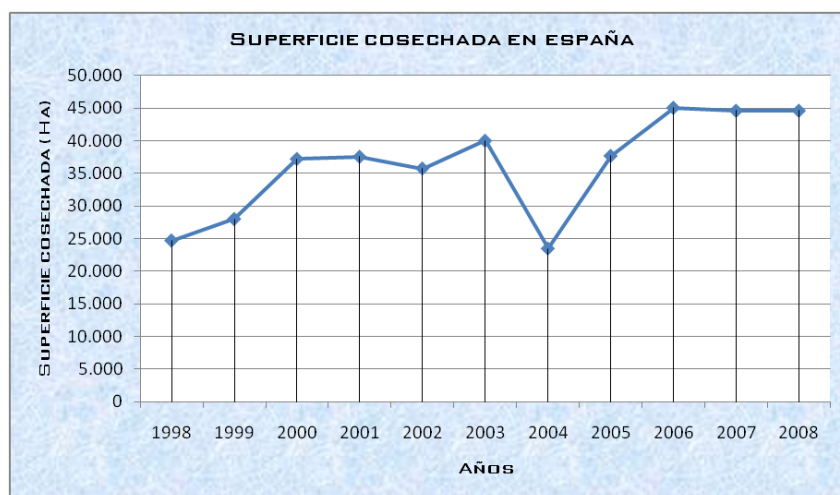


Figura 11. Superficie cosechada de triticale en España. (FAO)

2.5.3.2 – Producción en España.

Según los datos estadísticos publicados por el Ministerio de Agricultura (figura 12), se observa que la mayor producción de triticale en España se dio en el año 1989 llegando a valores de casi 200.000 toneladas para después disminuir hasta el mínimo de 20.000 toneladas obtenido en 1995.

Entre los años 1998-2008 se han producido altibajos (Figura 12), con intervalos de años donde se estabiliza la producción para dar paso a un descenso brusco en el año 2004 propiciado por el descenso de la superficie destinada al cultivo del triticale (Figura 10).

A partir del año 2005 se ve un claro incremento de la producción en toda España, probablemente provocado por los cambios en la Política Agraria Común (PAC) que ha dejado de subvencionar el trigo duro en favor de otros cereales. Durante el año 2010 también se han producido cambios en la PAC que pueden favorecer el cultivo del triticale.

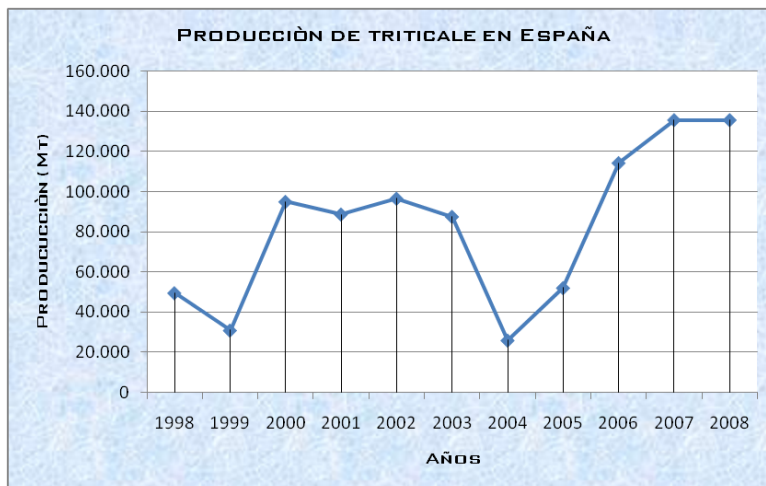


Figura 12. Producción de triticale en España. (FAO)

2.5.3.3 – Rendimiento en España.

El rendimiento del triticale en España ha sido bastante irregular en los últimos años (Figura 13) oscilando entre los 1000 kg/ha y los 3000 kg/ha. Estas variaciones en los resultados puede deberse a la utilización de diferentes variedades o a las condiciones climatológicas de la campaña.

Los rendimientos en España son inferiores a los rendimientos obtenidos a nivel mundial y puede estar relacionado con la climatología y probablemente más concretamente con el factor limitante que suele ser la pluviometría anual de España.

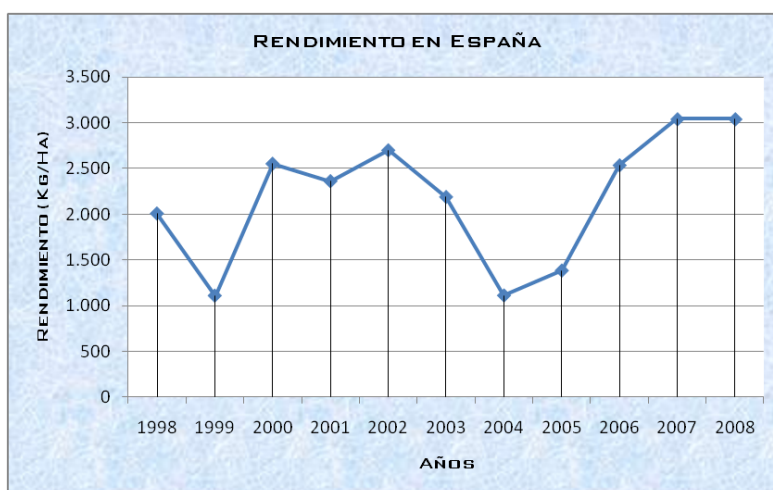


Figura 13. Rendimiento de triticale en España. (FAO)

2.5.4 – Situación del cultivo en Navarra.

La información y datos disponibles referentes al cultivo del triticale en Navarra son bastantes escasos y limitados. El triticale es un cereal que no acaba de desarrollarse como cultivo en Navarra. En los últimos años el ITGA lleva realizando ensayos con diferentes variedades y todos los resultados hacen pensar que tiene un potencial similar al de los trigos blandos de otoño, y además mayor rusticidad y tolerancia a las enfermedades.

2.5.4.1 – Superficie cosechada en Navarra

La superficie cultivada de triticale en Navarra es poco significativa en relación a la superficie cultivada a nivel nacional (Figura 11), lo que resulta interesante es el aumento progresivo y significativo de superficie desde el año 2002 hasta el año 2007. La superficie sembrada se redujo en 2008 (Figura 14).

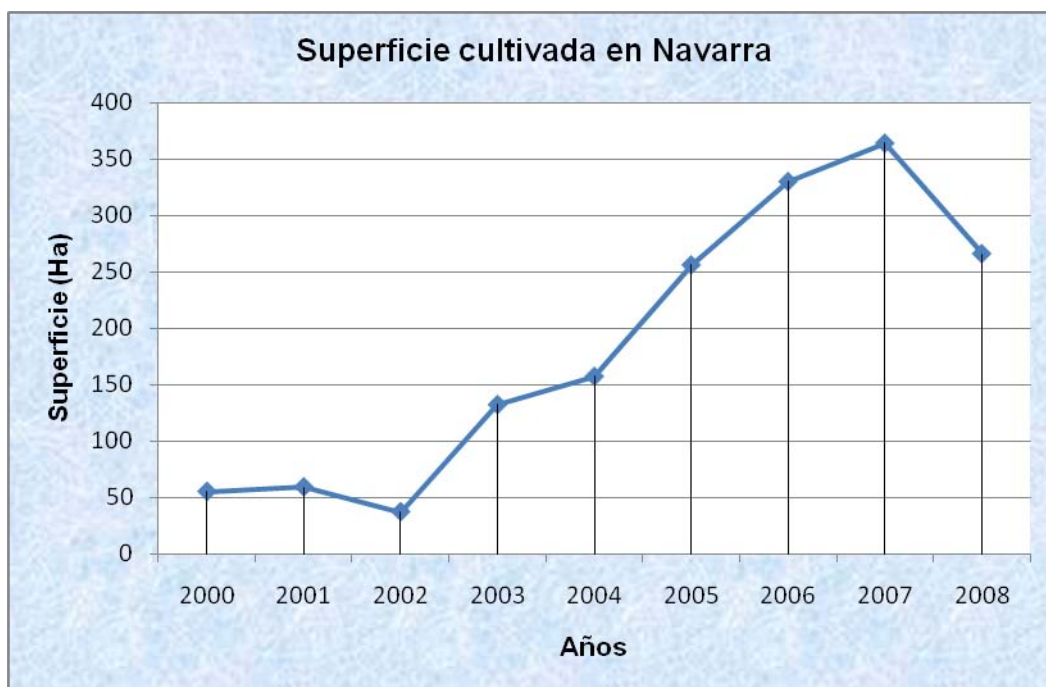


Figura 14. Superficie cultivada en Navarra. (Base datos Gobierno de Navarra)

2.5.4.2 – Producción en Navarra.

Al igual que ocurre con la superficie cultivada, la producción de triticale tiene poca importancia si lo comparamos con el conjunto de los datos a nivel nacional. No hay mucha producción en Navarra pero sigue una tendencia al alza desde el 2002 hasta 2007 y luego desciende en 2008 (Figura 15) relacionado con el descenso en la superficie cultivada ese año (Figura 14).



Figura 15. Producción de triticale en Navarra. (Base datos Gobierno de Navarra)

2.5.4.3 – Rendimiento en Navarra

En Navarra el triticale se ha cultivado tanto en secano como en regadío. Podemos ver que el rendimiento del cultivo en secano va en aumento (Figura 16) y esta tendencia al alza es similar a lo que se observa con la superficie cultivada (Figura 14) y las producciones obtenidas (Figura 15). En el caso del cultivo del triticale en regadío el rendimiento tiene unos valores similares todos los años (Figura 17) ya que la falta de lluvia es el aspecto climático que más limita el rendimiento y regadío esto no influye. Están las excepciones sucedidas en los años 1999 y 2001 cuando no se cultivo y el año 2006 se observa una duplicación de los resultados que están relacionados con la aparición de una nueva variedad de mayor rendimiento o pueda estar relacionado con condiciones de cultivo muy favorables.

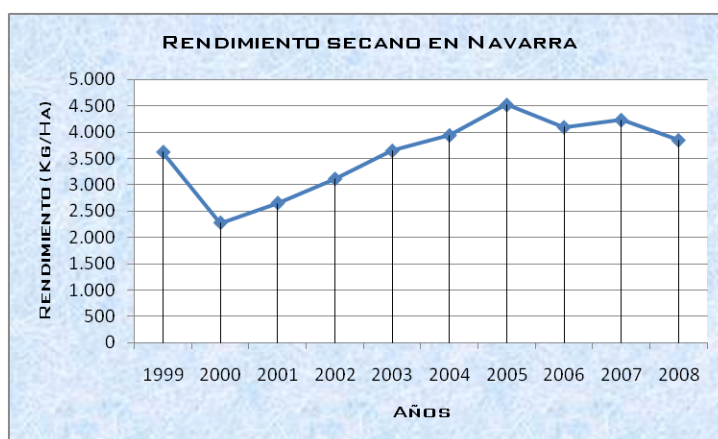


Figura 16. Rendimiento del triticale en secano. (Base datos Gobierno de Navarra)



Figura 17. Rendimiento del triticale en regadío. (Base datos Gobierno de Navarra)

2.6 – Utilización y aprovechamientos del trigo.

El trigo como la mayoría de los cereales tiene diferentes usos y aprovechamientos que varía según la composición del grano y van desde la alimentación humana o animal hasta la aplicación industrial.

El uso más importante es sin duda la elaboración de pan y aplicaciones complementarias: papillas, galletas, pastelería... para aprovechar las características elásticas de los trigos blandos, pero así mismo el trigo duro tiene una importante aplicación en la fabricación de sémolas (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

Las proteínas insolubles del grano de trigo (gliadinas y gluteninas) con las sales minerales al hidratarse forman un complejo coloidal llamado gluten que es el elemento que da mayor valor al trigo y de su calidad y proporción dependen la fuerza de la harina y, en definitiva, su valor panadero (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

El trigo es el tercer cereal más utilizado en la fabricación de piensos en España (del orden de 1,5 mill. de Tm/año). Recientemente se ha constatado un incremento en el uso de trigo duro (*Triticum durum*, tetraploide) para la alimentación animal, aunque normalmente se presenta en mezclas con trigo blando. El trigo duro tiene un menor valor energético al contener menos almidón y más fibra. Su contenido proteico es, en cambio, superior. En España hay un consumo significativo de trigo de origen inglés y francés. Con respecto al producido en España, la principal diferencia es su contenido más alto en humedad. A igualdad de materia seca, los trigos inglés y francés tienden además a tener una mayor concentración de almidón y menor de proteína (FEDNA, 2004)

El grano de trigo además de poder destinarse a la alimentación humana o alimentación animal gracias al contenido de almidón que tiene el grano tiene aplicaciones industriales y se utiliza para, la producción de alcohol (biocombustible, bebidas alcohólicas). Además del grano también es posible utilizar la paja para producir electricidad (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

El almidón obtenido se utiliza en la industria de fabricación de papel, colas, pañales, plásticos biodegradables, detergentes, además de los múltiples usos agroalimentarios. El grano de trigo tiene contenidos brutos de almidón cercanos al 60% y es por ello que junto al maíz, suponen el 75 % de la cantidad total de almidón que se produce en la Unión Europea (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

El uso del grano de trigo para la producción de etanol es reducido. Poco más del 5% de la cosecha total se utiliza con este fin. Sin embargo esto va en aumento debido al interés de la utilización del etanol como fuente de alternativa de energía renovable frente a los derivados del petróleo (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

También empiezan a adquirir importancia el uso del trigo para la obtención de bebidas alcohólicas, en su caso el trigo se usa para la obtención por destilación de los extractos alcohólicos de bebidas de alta graduación alcohólica como es en su caso el vodka o para la fabricación de cervezas de fermentación alta. El trigo, que puede o no maltearse según la tradición de cada país, da a la cerveza un sabor a grano, como el del pan recién hecho, sobre todo cuando no está malteado. También se conocen como cervezas blancas, por el aspecto como de neblina que tienen las que no están filtradas, que es como suelen tomarse. Su característica principal es su carácter ácido, refrescante y espumoso, por lo que no es de extrañar que sea una cerveza muy popular en las áreas donde tradicionalmente se produce, como son el sur de Alemania, Berlín y Bélgica. Tradicionalmente eran cervezas que sólo estaban disponibles en verano. Ahora, debido a su enorme popularidad, se encuentran todo el año. Este tipo de cerveza, que estuvo a punto desaparecer a principios del siglo, ha revivido en los últimos 20 años y en la actualidad representa casi el 30% de la cerveza que se consume en el estado alemán de Baviera.

2.7 – Utilización y aprovechamientos del triticale.

La utilización del triticale es diversa pudiendo destinarse tanto a alimentación humana como animal. En alimentación animal puede ser usado en forma de grano o en forma de forraje, o incluso en un uso mixto de forraje – grano (Royo, 1992), cuestión por la cual en teoría debiera ser un cereal idóneo para utilizar gracias a las dos posibilidades que nos puede aportar en cuanto al aprovechamiento para uso animal.

2.7.1 – Características del grano de triticale.

Al igual que el resto de cereales, el valor nutritivo del grano de triticale se mide por el porcentaje de proteína del grano y su calidad. La calidad biológica de la proteína es tanto mayor cuanto mayor es la proporción de aminoácidos esenciales.

Las primeras variedades obtenidas en los años 60 tenían una concentración proteica muy elevada (del orden del 18%). Este valor es, sin embargo, engañoso, pues estaba relacionado con una alta incidencia de granos "arrugados". Estos granos se caracterizan por la presencia de cavidades en el endospermo que dan lugar a una baja densidad, un bajo contenido en almidón y, por efecto de dilución, a un mayor nivel proteico. Este problema se ha reducido en gran parte en las variedades actuales, aunque se sigue presentando en triticales cultivados en áreas marginales; y por ello, el contenido proteico ha disminuido hasta valores próximos al 12%.(FEDNA, 2004)

El grano de triticale tiene actualmente un valor nutritivo intermedio entre el de centeno y el de trigo, pero más próximo a éste último, especialmente cuando se cultiva en zonas fértiles. El contenido proteico total del triticale es similar al del trigo que está próximo a 11,3%, y, por tanto, superior al de otros granos de cereales. El contenido en aminoácidos esenciales parece estar, sin embargo, más próxima al trigo que al centeno, por lo que la calidad proteica del triticale es superior a la media de los cereales de los que procede. En general la concentración de lisina es aproximadamente un 30% superior a la del trigo. El contenido medio de almidón del grano es de un 56%, intermedio entre trigo y centeno, con un 23% de amilasa. (FEDNA, 2004)

Como en el resto de cereales, su contenido en elementos minerales es bajo y es relativamente alto en fósforo, potasio, zinc y manganeso. La disponibilidad del fosforo es elevada (Royo, 1992).

El contenido de vitaminas del triticale es parecido al del trigo, excepto el de niacina que es la vitamina limitante en el caso del triticale (Royo, 1992).

Otro factor que es importante valorar es el nivel de energía digestible y que es similar tanto en trigo como en triticale. Siendo el valor energético bruto del triticale de 4385 Kcal/kg de materia seca. Este valor siempre está condicionado por la riqueza en carbohidratos no estructurales, el nivel de lípidos y el bajo contenido en fibra. Comparando estos niveles con los ofrecidos por el grano de otros cereales vemos que la riqueza en carbohidratos no estructurales del triticale es similar al del arroz y al del trigo. El contenido de celulosa bruta del grano de triticale es de unos 28 g/kg de materia seca y el de almidón de 660 g/kg de materia seca (Royo, 1992).

2.7.2 – Consumo humano.

El triticale se parece más al trigo que al centeno en cuanto a calidad panadera pero sin embargo los niveles cualitativos no alcanzan a los del trigo. A pesar de que la harina de triticale forma gluten, la cantidad del mismo es bastante inferior a la del trigo (por lo que da lugar a un pan de menor volumen) y su calidad es muchas veces inferior también. El color del grano, a menudo amarronado, confiere un color más oscuro a la harina. (Royo, 1992)

El pan de triticale se distingue del centeno porque las masas obtenidas con harina de triticale son menos fluidas y más manejables y cohesivas. La fermentación es más activa, lo cual favorece el mayor desarrollo del volumen de los panes durante la cocción. Para hacer pan con harina de triticale hay que cambiar los procedimientos de absorción, fermentación y amasado respecto a los del trigo. No es necesario modificar la metodología de panificación cuando se mezcla un 30 % de harina de triticale con un 70 % de harina de trigo. (Royo, 1992) En Francia, país en el cual se están realizando muchas investigaciones y estudios sobre el triticale han visto que es posible la panificación de la harina de triticale en estado puro, sin mezclar con otro tipo de harinas (ITCF, 1984). Utilizando un buen proceso de panificación han comprobado que se pueden obtener panes de muy buena calidad.

Otros productos adecuados al consumo humano que se elaboran con la harina procedente del triticale son galletas y sémola.

El triticale puede ser un producto de gran interés para la alimentación humana en países en vías de desarrollo, porque en comparación con los países desarrollados influye en gran medida el gusto del consumidor por aquellos alimentos que están elaborados con harina de trigo.

2.7.3 – Alimentación animal.

El triticale como alimento animal se puede hacer en forma de grano o en forma de forraje. Puede ser utilizado tanto en animales monogástricos como en poligástricos y a veces incluso sustituyendo a otros cereales.

2.7.3.1 – Utilización en forma de grano.

El grano se puede utilizar para la alimentación tanto de animales monogástricos como de animales poligástricos.

2.7.3.1.1 – Alimentación de animales monogástricos.

En este tipo de alimentación, resulta más importante el balance de aminoácidos disponibles que el contenido en proteínas.

La utilización de este cereal en la producción de ganado porcino. Es frecuente un alimento excelente para lechones como para cerdos de engorde y ha proporcionado la posibilidad de sustituir total o parcialmente el suplemento proteico debido a que algunas variedades de triticale tienen un contenido en aminoácidos muy importante. En estudios realizados por el ITCF se ha visto que su utilización no ha creado ningún problema y en algunos casos ha permitido reducir en un 10 % el uso de soja debido a la riqueza en lisina del triticale (Royo, 1992).

En la alimentación avícola el triticale puede ser empleado de forma parecida al trigo, pudiendo incluso sustituirlo. Además si se emplea una fuente energética complementaria y un suplemento de soja da unos resultados similares a los de las dietas tradicionales con empleo de maíz (Royo, 1992).

En la alimentación de conejos los resultados son similares a los del uso de trigo cuando la cantidad del triticale representa un 45 % de la parte de la dieta destinada al cereal (Royo, 1992).

2.7.3.1.2 – Alimentación de animales poligástricos.

En animales poligástricos el empleo del triticale es idéntico al del trigo. Aparentemente no hay límite para su empleo en raciones equilibradas. Además el triticale es degradado de forma más rápida que el maíz o la cebada. Puede ser usado tanto en la alimentación de corderos, como en el ganado bovino, obteniéndose mejores resultados en terneros jóvenes, vacas lecheras jóvenes. También se utiliza como suplemento proteínico parcial en los de engorde para aprovechar la excelente calidad de las proteínas del grano (Royo, 1992).

2.7.3.2 – Utilización en forma de forraje.

El grupo forrajero denominado cereales inmaduros o cereales de invierno para forraje, comprende a todas aquellas plantas pertenecientes a la familia de las Gramíneas que se cultivan mayoritariamente para la producción de cereal grano: trigo, cebada, avena, centeno y triticale. Representan el 30% de la superficie total destinada a la producción forrajera. El 97% de las hectáreas dedicadas a producir cereales de invierno para uso forrajero son de secano, en correspondencia a la localización de la mayoría de estas hectáreas. El 92% del total de la superficie ocupada por los cereales están en Andalucía, Extremadura, Castilla-La Mancha, Castilla-León y Baleares. La forma de aprovechamiento más importante es el consumo en verde (49%), seguido del henificado con un 42%, y la fracción restante, como ensilado.

El triticale puede ser utilizado como forraje para la alimentación de animales poligástricos. Los rendimientos, tanto en verde como en ensilado, pueden superar a los del trigo, centeno, avena o cebada. Sin embargo hay que tener en cuenta que, a pesar de que el triticale desarrolla una cantidad de biomasa aceptable, no todas las variedades son buenas forrajeras. De hecho las variedades que se cultivan en España no han sido obtenidas para esta finalidad aunque puedan utilizarse para ello. Una variedad obtenida específicamente por su aptitud forrajera sería mejor que las existentes para este tipo de uso (Royo, 1992).

Los triticales de invierno son los más adecuados para el aprovechamiento forrajero, ya que desarrollan una mayor cantidad de biomasa. Los triticales completos, al desarrollar una mayor vegetación, son más interesantes como forraje que los triticales sustituidos (Royo, 1992).

La calidad del forraje de triticales, tanto si se siega como en estado de zurrón, es alta. El contenido de proteína del forraje de triticales se encuentra entre el 22 y el 24 % sobre materia seca además proporciona un origen excelente de fibra digestible que es esencial para la salud y productividad de los rumiantes. El contenido de proteína variará dependiendo de la fertilidad, la humedad, y otras condiciones de crecimiento, pero en general variara entre 12 y 19 % (Royo, 1992).

El triticales es susceptible de poder ser usado en asociación con otro tipo de cultivo cuyo destino sea también producir forraje, frecuentemente se puede ver en asociación con veza y en otros casos se puede usar con avena.

El empleo junto con la veza tiene como característica que si el forraje se va a emplear como forraje verde o henificado, es necesario cortar el forraje cuando el triticales presente la etapa previa a la emisión de la espiga que ocurre entre los 70 y 75 días después de la siembra en otoño-invierno, situación que en algunos tipos de suelo se logra con solo dos riegos, obteniéndose una mejor calidad pero un rendimiento menor comparada con el forraje de la asociación de veza y avena. Si se ha cortado en la etapa previa a la emisión de la espiga los rendimientos fluctúan entre los 40 y 58 ton/ha de materia verde.

También se puede utilizar esta mezcla dejando que el triticales llegue a la etapa de llenado de grano (pastoso-lechoso, cortando a los 105 – 110 días, con rendimientos de hasta 75 ton/ha, pero el forraje tiene que ser henificado y molido para eliminar el problema de las aristas en la espiga. Un forraje con espigas macizas provoca que el animal se atragante al tragarlas y deje de comer, ya que las aristas se entierran en el paladar, la lengua y la parte interior de los cachetes, haciendo que el animal reduzca su consumo de alimento o se niegue a tomarlo.

Potencialmente después del corte de este forraje en la etapa previa a la emisión de la espiga puede haber rebrote y consecuentemente un segundo corte.

El forraje de triticales posee una mayor calidad que el de avena pero un menor rendimiento, sin embargo, si se corta en la etapa previa a la emisión de la espiga se obtiene forraje de buena calidad en un período de tiempo relativamente corto (75 días), obteniéndose en periodo invernal cuando disminuye la producción de alfalfa por bajas temperaturas. El triticales a embuche arroja rendimientos de 35 a 40 ton/ha de Materia Verde. Cuando se corta en llenado de grano (pastoso – lechoso) los rendimientos se incrementan hasta 57 ton/ha para ser utilizado henificado molido. Sembrado en asociación con la avena permite obtener mayores rendimientos. Esta asociación presenta una mejoría en calidad nutritiva con respecto a la avena sola, siendo ligeramente más baja en contenido de proteína que las mezclas de ambos cereales con veza, la ventaja con respecto a las mezclas con veza es que se establece apropiadamente en suelos calcáreos, con alto contenido de carbonato, floculados, de color blanco a

grisáceo, en estos la veza presenta una mala adaptación, con crecimiento raquítrico, escasa área foliar y crecimiento rastrero.

El triticale es un ensilaje muy versátil y que puede cubrir las necesidades de una amplia variedad de ganados. Porque la calidad sobresaliente permite la cosecha óptima antes de la que la planta este en hoja de bandera. La digestibilidad total y digestibilidad de fibra son excepcionalmente altos, en algunas de las variedades triticale es del 83 % antes de digerirse, comparado con los promedios representativos de 80% para ensilaje de maíz, y 78 % para heno de alfalfa.

2.7.3.3 – Uso mixto forraje y grano.

El triticale se puede utilizar para la obtención de forraje y grano, lo cual tiene un interés muy importante en zonas ganaderas. Para ello se suele realizar un primer corte o sino consumir en pastoreo cuando el cultivo es joven y después dejar que el cultivo rebrote para poder obtener así el grano.

Para poder realizar este tipo de producción es necesario utilizar las variedades más adecuadas y capacitadas. Al igual que pasa con las variedades destinadas principalmente al forraje, en España no tenemos material vegetal específico para esta doble función (Royo, 1992).

En suelos fértiles y donde se dan condiciones climáticas suficientemente buenas como para que exista riesgo de encamado, el rendimiento del grano de triticale puede incluso aumentar después del aprovechamiento forrajero. Sin embargo, si el suelo no presenta unas buenas condiciones y el clima tampoco acompaña los resultados en cuanto a producción de grano después del aprovechamiento forrajero son menores que si no se hubiese producido este tipo de aprovechamiento. Parece que la posibilidad de realizar en un mismo ciclo más de un aprovechamiento forrajero no es recomendable porque repercute negativamente en la producción de grano (Royo, 1992).

El aprovechamiento forrajero debe hacerse sin que se eliminen los ápices reproductivos de las plantas. Durante la fase de ahijamiento, los puntos de crecimiento que darán lugar a las espigas, queda por debajo del nivel del suelo, en el nudo de ahijamiento y es este el momento adecuado para realizar el corte. La intensidad del aprovechamiento marcara el grado de recuperación del cultivo. Una manera de favorecer esta recuperación es hacer un aporte de nitrógeno después de la siega o pastoreo (Royo, 1992).

En definitiva para poder hacer el aprovechamiento forrajero no es adecuado retrasar la siega más allá del inicio de encañado, que según la escala de Zadocks estadio 30 (Royo, 1992).

2.7.3.4 – Otros usos.

Farmacía: Las primeras variedades de triticale a menudo tenían características alogamas. Esta particularidad ha sido utilizada en farmacia para inocular y producir cornezuelo del que se extraen a continuación los principios activos como pueden ser alcaloides indólicos derivados del ácido lisérgico, que comprenden dos clases: Alcaloides polipeptídicos: grupo de la ergotamina (ergotamina, ergosina) y grupo de la

ergotoxina (ergocristina, ergocriptina, ergocriptina, ergoconina) y Alcaloides no polipeptídicos (grupo de la ergobasina) (Barrier-Guillot ,2000).

Cerveza: Diversas empresas cerveceras utilizan para la fabricación de cerveza además de la malta, los granos de diversos tipos de cereal según el sabor buscado. Un gran grupo cervecero francés ha estudiado el uso del triticale para la fabricación de cerveza (Barrier-Guillot ,2000).

Pastelería casera: En Estados Unidos, México y Canadá se sirven de la harina de triticale mezclada con harina de trigo para una utilización casera. Es comercializada a veces junto con las recetas para la realización de crepes, gofres, pastas de té y galletas (Barrier-Guillot ,2000).

Champiñón de Paris: La fabricación del “champiñón blanco” es decir la multiplicación de micelio con el fin de su venta se hace sobre un soporte de cereal. Se utiliza habitualmente el centeno como cereal de soporte. El triticale se ha mostrado como un buen soporte para este uso (Barrier-Guillot ,2000).

Producción de bioetanol de primera generación:

Aunque por su importancia en la redacción de este trabajo, el aspecto relacionado a la producción de biomasa se describirá en un punto desarrollado más adelante aquí se hace una breve descripción.

El triticale prevé ser una buena materia prima para la producción de etanol de primera generación obtenido a partir del grano de triticale, y está siendo usado con éxito comercialmente para ese propósito.

Sin contar con la producción comercial, los investigadores en Canadá, Alemania, y Letonia han divulgado estudios de la conveniencia de usar cereal de triticale para la producción de etanol (Sosulski ,2000)

Investigadores de la Universidad de Letonia llegaron a la conclusión de que el triticale y el trigo eran las materias primas más prometedoras para la producción de etanol en ese país. Además investigadores en la universidad de Hohenheim concluyeron que en producción de etanol por hectárea, el triticale era superior al trigo y al centeno (Sosulski ,2000).

2.8 – Biomasa, fuente de energía renovable.

2.8.1 – Introducción.

La biomasa abarca todo un conjunto heterogéneo de materias orgánicas, tanto por su origen como por su naturaleza. Los residuos de aprovechamientos forestales y cultivos agrícolas, residuos de podas de jardines, residuos de industrias agroforestales, cultivos con fines energéticos, residuos de origen animal o humano, etc., (Figura 18) todos pueden considerarse dentro de la citada definición (Fernández, 2008).

En el contexto energético, el término biomasa se emplea para denominar a una fuente de energía renovable basada en la utilización de la materia orgánica formada por vía biológica en un pasado inmediato o de los productos derivados de ésta (Fernández, 2008).

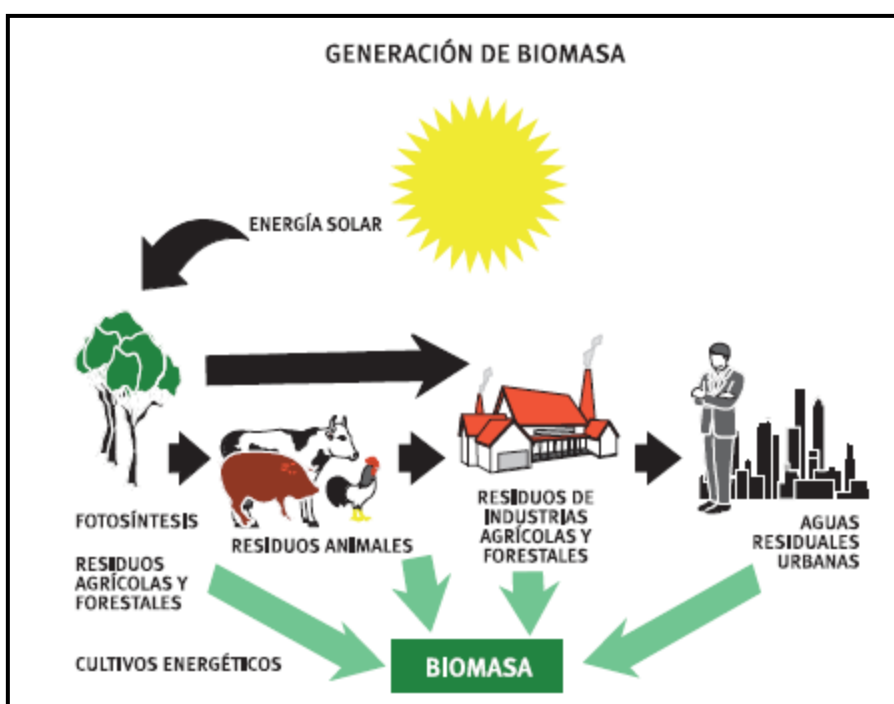


Figura 18 .Origen Biomasa. Fuente: (IDAE)

Por este motivo, los productos obtenidos a partir de la biomasa que se utilizan para fines energéticos, se denominan biocombustibles, pudiendo ser, según su estado físico, biocombustibles sólidos, en referencia a los que son utilizados básicamente para fines térmicos y eléctricos, y líquidos como sinónimo de los biocarburantes para automoción (Fernández ,2008).

Actualmente, más del 80% de nuestro abastecimiento energético proviene de energías fósiles, otro 13% de energía nuclear, y solamente alrededor del 6% de Energías Renovables. Este 94% no renovable conlleva importantes implicaciones medioambientales y una fuerte dependencia del abastecimiento exterior (IDAE, 2007).

Los objetivos del Plan de Energías Renovables en España 2005-2010 (PER) establecen una contribución de estas fuentes renovables en el año 2010 superior al 12% de la energía primaria (IDAE, 2007).

El uso de la biomasa como recurso energético, en lugar de los combustibles fósiles comúnmente utilizados, supone unas ventajas medioambientales de primer orden, como son, la disminución de las emisiones de azufre, la disminución de las emisiones de contaminantes como CO, HC y NOX, ciclo neutro de CO₂, sin contribución al efecto invernadero, reducción del mantenimiento y de los peligros derivados del escape de gases tóxicos y combustibles en las casas, reducción de riesgos de incendios forestales, aprovechamiento de residuos agrícolas, evitando su quema en el terreno, posibilidad de utilización de tierras de barbecho con cultivos energéticos, independencia de las fluctuaciones de los precios de los combustibles provenientes del exterior (no son combustibles importados) y mejora socioeconómica de las áreas rurales (IDAE, 2007).

Estas ventajas convierten a la biomasa en una de las fuentes potenciales de empleo en el futuro, siendo un elemento de gran importancia para el equilibrio territorial, en especial en las zonas rurales (IDAE, 2007)

2.8.2 – Situación mundial.

En el conjunto global, los países pobres tienen un bajo consumo de energía, mientras que el consumo energético de los países ricos es muy superior a los anteriores, aún cuando sus procesos sean mucho más eficientes y existan importantes campañas de concienciación para el ahorro energético. Esto significa que el desarrollo de un país implica un aumento considerable de su consumo energético (IDAE, 2007).

La Agencia Internacional de la Energía calcula que el 10% de la energía primaria mundial procede de los recursos asociados a la biomasa, incluidos los relacionados con biocombustibles líquidos y biogás (IDAE, 2007).

Según datos del Fondo de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), “algunos países pobres obtienen el 90% de su energía de la leña y otros biocombustibles”. En África, Asia y Latinoamérica representa la tercera parte del consumo energético y para 2.000 millones de personas es la principal fuente de energía en el ámbito doméstico. Pero, en muchas ocasiones, esta utilización masiva no se hace de modo racional y sostenible, sino como una búsqueda desesperada de energía, que provoca la deforestación de grandes áreas, dejando indefenso al suelo frente a la erosión (IDAE, 2007).

2.8.3 – Situación en Europa.

En Europa, el 54% de la energía primaria de origen renovable procede de esta fuente, sin embargo sólo supone el 4% del total energético. En general, en torno al 83% se destina a usos térmicos y el 17% a la producción de electricidad. Francia, con 9.180 ktep encabeza la producción, seguida por los países escandinavos, que son considerados los auténticos líderes acorde con su número de habitantes ya que, por ejemplo,

Finlandia cubre con biomasa el 50% de sus necesidades de calor y el 20% del consumo de energía primaria (IDAE, 2007).

Aunque la disponibilidad de biomasa es abundante en Europa, el suministro aún no está organizado en muchos casos, siendo necesario promover un verdadero mercado europeo de biomasa. Los biocombustibles sólidos pioneros en este mercado europeo proceden de industrias forestales locales o de los residuos producidos en los aprovechamientos y cuidados de las masas forestales (IDAE, 2007).

Además, la aparición de los pellets, que es un tipo de combustible granulado alargado a base de madera con alta densidad energética que permite transportarlos grandes distancias, ha mejorado considerablemente la situación. En Suecia se produjeron 750.000 toneladas de pellets en el año 2001, mientras España sólo alcanzaba las 60.000 toneladas (IDAE, 2007).

2.8.4 – Situación en España.

En la actualidad, la biomasa alcanza el 45% de la producción de energía renovable en España, lo que equivale al 2,9% respecto del total de consumo de energía primaria, incluidas las convencionales (IDAE, 2007).

El Plan de Energías Renovables (PER), aprobado por el Gobierno de España en agosto de 2005, plantea una serie de soluciones a los problemas que han impedido el desarrollo de la biomasa, con los peores números de cumplimiento del antiguo Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER) de 1999. En la actualidad, las 4.167 ktep de consumo de 2004 son ligeramente superiores a las 4.122 ktep de 2003, pero teniendo en cuenta que durante el período 1999-2004 el incremento fue de 538 ktep, resultaba imposible que en 2010 se alcanzara el objetivo establecido de las 6.000 ktep de crecimiento, repartidas en 5.100 ktep para aplicaciones eléctricas (el incremento ha sido sólo de 469 ktep) y 900 ktep para térmicas (incremento de sólo 69 ktep). Estas últimas son las que dominan en la actualidad gracias a las 2.056 ktep que aporta el sector doméstico, vinculado a sistemas de calefacción y a la generación de agua caliente sanitaria. En el cómputo global del consumo, además del sector doméstico, destacan las industrias de pasta y papel; las de madera, muebles y corcho; y las de alimentación, bebidas y tabaco, que suman el 90% del total (IDAE, 2007).

Igualmente, tanto en aplicaciones eléctricas como térmicas los recursos más utilizados son los residuos procedentes de industrias forestales y agrícolas. El escaso aprovechamiento de los residuos agrícolas y de los cultivos energéticos es la causa de que los datos generales de energía obtenida a partir de biomasa sean bajos (IDAE, 2007).

Andalucía, Galicia y Castilla y León son las Comunidades Autónomas que registran un mayor consumo de energía renovable procedente de la biomasa debido principalmente a la presencia en ellas de empresas que utilizan grandes cantidades de biomasa (por ejemplo, del sector de la celulosa), a la existencia de un sector forestal desarrollado y la diseminación de la población que facilita el uso de la biomasa doméstica (IDAE, 2007).

2.8.5 – Situación en Navarra.

Navarra es en la actualidad un referente mundial en la producción de energías limpias, fundamentalmente de origen eólico. La Comunidad Foral cubre el 62% de su consumo eléctrico mediante fuentes de energía renovable, siendo el 46% procedente de la energía eólica.

En 2006 la potencia instalada en energías renovables era de 1.180 MW de los cuales en Navarra la generación de energía mediante la utilización de biomasa represento un 2,1%, con una potencia instalada de 25 MW; en 2006 ha producido un 4,76 % del consumo eléctrico de Navarra.

En Navarra se inicio la primera experiencia en España de una planta de generación de electricidad con biomasa procedente de paja de cereal mediante la planta de biomasa construida en Sangüesa por EHN, un grupo de empresas dedicado a la promoción, construcción y explotación de fuentes de energías renovable, y a la prestación de servicios a terceros en este sector de actividad. En 2002 se conectó a la red esta planta, que se abastece al año con 150.000 toneladas de biomasa y produce el 5% del consumo eléctrico de Navarra (200.000 MWh/año). El vapor generado por la combustión de la paja se transforma en energía eléctrica que se traslada a una subestación de Iberdrola para su incorporación a la red general. La fracción de inquemados y cenizas son aprovechados para la fabricación de fertilizantes. Gracias a este proceso se evita la emisión de 200.000 toneladas de CO₂ al año.

Para asegurar el suministro de biomasa para la planta de Sangüesa, EHN firmo contratos de cesión de la paja en campo con agricultores y cooperativas y de suministro con profesionales del mercado de este residuo agrícola. En el mismo sentido ha adquirido equipos de recogida compuestos de empacadoras, tractores, rastrillos y remolques autocargadores. Todas estas iniciativas son indispensables porque la paja tiene una baja densidad energética, lo que obliga a gestionar grandes cantidades de combustible.

2.8.6 – Características que deben cumplir los cultivos energéticos.

La amplia mayoría de cultivos tradicionales pueden ser utilizados para producción de biomasa, tanto cereales (cebada, avena, centeno, triticale, maíz...) como oleaginosas (colza, girasol). Además, en la actualidad se barajan una serie de cultivos que no se han venido utilizando y que podrían ser interesantes para la producción de biomasa. Podemos citar como ejemplos al sorgo (*Sorghum spp*), la colza etíope (*Brassica carinata*), el cardo (*Cynara cardunculus*), el cáñamo (*Cannabis sativa*), el kenaf (*Hibiscus spp*), el miscanthus, el pasto del Sudán... Algunos de ellos son cultivos de secano como el triticale, el centeno, la *Brassica carinata*, y el cardo. Estos cultivos deben cumplir una serie de características como son:

- a) Altos niveles de productividad en biomasa con bajos costos de producción, de tal forma que hagan viable económicamente la producción de biocombustibles o biocarburantes en relación a los de origen fósil.

- b) Posibilidad de desarrollarse en tierras marginales o en tierras agrícolas marginalizadas por falta de mercado para los productos tradicionalmente cultivados.
- c) Requerimiento de maquinaria agrícola convencional, normalmente disponible por los agricultores, utilizable también para otros cultivos propios de la zona.
- d) No contribuir a la degradación del medio ambiente, de tal forma que el balance medioambiental producido por su cultivo sea superior al que se produciría si la tierra agrícola estuviese en barbecho o fuera ocupada por un cultivo tradicional.
- e) Balance energético positivo. Es decir, que la energía neta contenida en la biomasa producida sea superior a la gastada en el cultivo más la parte proporcional correspondiente a la gastada en la obtención de los productos y equipos utilizados.
- f) Posibilidad de recuperar fácilmente las tierras después de finalizado el cultivo energético para realizar otros cultivos si las condiciones socioeconómicas así lo aconsejaran.

2.9 – El triticale, opción real como cultivo energético.

En la actual situación de la agricultura europea donde se prevén importantes cambios en torno a las posibles modificaciones que puede sufrir la Política Agraria Común (PAC) es donde el triticale quizás encuentre un lugar en el mercado de los cultivos alternativos. Los cultivos alternativos son aquellos cuya producción no está destinada principalmente al consumo alimentario sino que se destina a un uso principalmente industrial.

Es aquí donde el triticale gracias a sus cualidades para producir una mayor cantidad de biomasa, en comparación con los cultivos más tradicionales como son el trigo y la cebada, puede verse como alternativa.

Estudios publicados en el “Journal of Agronomy and Crop Science” donde se pueden evaluar la capacidad de diferentes cereales para producir bioetanol mostraron que el triticale mostraba el mejor rendimiento de bioetanol, siendo el centeno el que reveló los peores datos en torno a la producción de bioetanol a pesar de las buenas cosechas de cereal.

El triticale prevé ser una buena materia prima para la producción de etanol, y está siendo usado con éxito comercialmente para ese propósito.

Sin contar con la producción comercial, en Canadá, Alemania, y Letonia se han divulgado estudios de la conveniencia de usar el triticale para la producción de etanol.

En la universidad de Letonia llegaron a la conclusión de que el triticale y el trigo eran las materias primas más prometedoras para producción de etanol en ese país. Además investigadores en la universidad de Hohenheim concluyeron que en producción de etanol por hectárea de la producción de cereal, el triticale era superior al trigo y al centeno.

Según diferentes ensayos llevados a cabo por el Instituto Técnico Agrícola (ITGA) durante las campañas 2005 – 2006 y confirmaron el hecho de que el triticale da valores de mayor producción de materia seca que trigo (Lafarga, 2009).

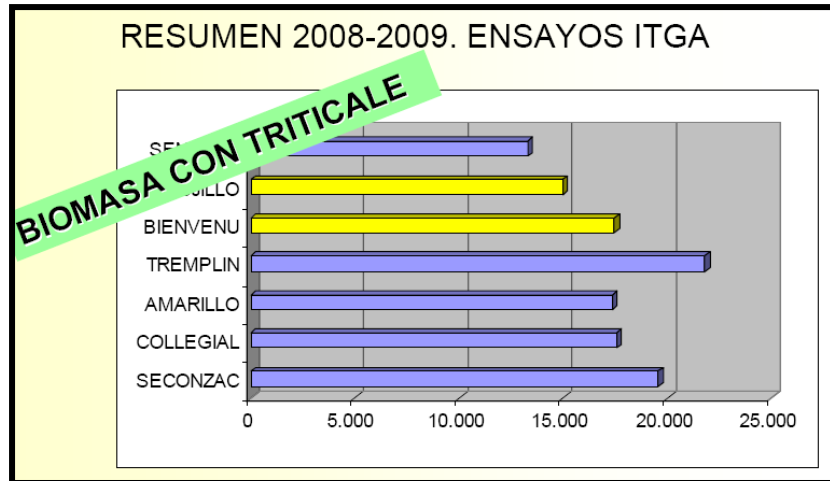


Figura 19. Comparativa de variedades de triticale en producción de biomasa (ITGA).

El interés del triticale como cultivo energético se pone de manifiesto al comprobar que existen variedades de triticale altamente productivas (Figura 19).

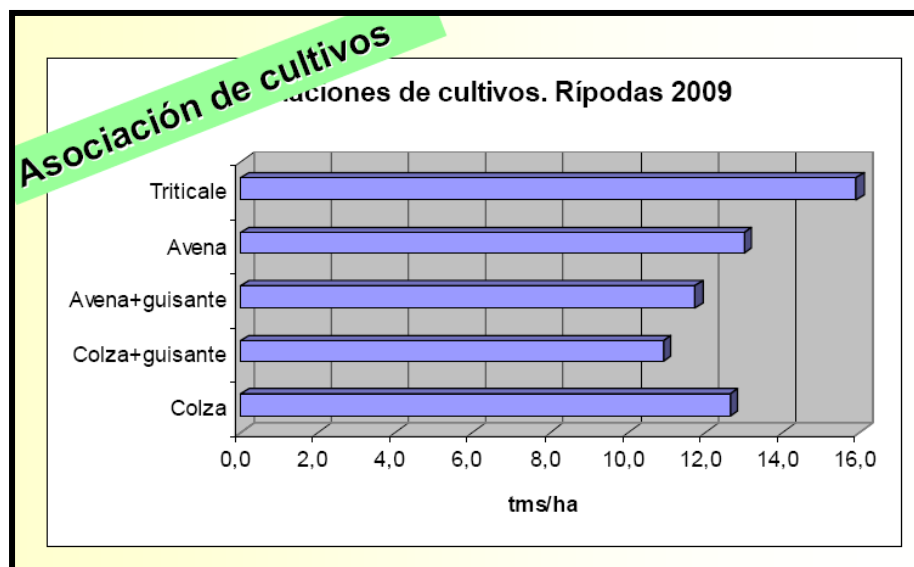


Figura 20. Producción materia seca de diferentes asociaciones de cultivos. Fuente: ITGA

Así mismo también se demostró que durante la campaña 2009, y comparando los datos de producción de biomasa en tms/ha de diferentes cultivos y asociaciones de cultivos con los datos ofrecidos por el triticale, se ve que este es el más productivo (Figura 20) (Lafarga, 2009).

OBJETIVOS

Los objetivos principales del presente Trabajo Fin de Carrera son:

- a) Analizar la situación actual del triticale.
- b) Determinar que variedades de triticale de las ensayadas pueden resultar más interesantes para distintos aprovechamientos: grano, forraje verde y biomasa (para aprovechamiento energético).
- c) Determinar si el triticale podría sustituir parcialmente al trigo. Para ello se comparará el rendimiento y sus componentes de diferentes variedades de trigo y diferentes variedades de triticale.

MATERIAL Y MÉTODOS

4. - Material y Método.

4.1 – Material vegetal.

4.1.1 - Variedades de trigo.

4.1.1.1 – Apache.

Es un trigo de ciclo largo y muy alto potencial productivo, sólo apto para condiciones favorables para el cultivo de trigos de otoño. Talla media y tolerancia a enfermedades buena en roya y septoria, siendo bastante sensible a oídio. Al ser un ciclo muy largo requiere siembras tempranas, en la segunda quincena de octubre y dosis de semillas normales de 400 semillas/m². Por su calidad es un trigo extensible, tipo Berdún, aunque tal vez con un poco más de fuerza panadera. Aceptable peso específico y grano mediano (Goñi y col. 2004).

4.1.1.2 – Berdún.

Es un trigo de ciclo similar a Marius y buen potencial productivo. Destaca por su talla corta, tolerancia a encamado, y en general tolera bien las enfermedades, con excepción de roya parda. Las fechas de siembra son similares a las de Marius, aunque se puede sembrar algo antes, desde finales de Octubre. La dosis de semilla, 400 semillas/m² en condiciones normales. Por su calidad es un trigo extensible, tipo Marius, aunque no alcanza sus valores de extensibilidad y equilibrio. Buen peso específico y grano pequeño (Goñi y col. 2004).

4.1.1.3 – Marius.

Es el trigo blando más valorado por la industria harinera en Navarra. Se trata de una variedad precoz en espigado, destacada por su rusticidad y adaptación a condiciones muy diversas de cultivo del trigo. Talla alta. Desde el punto de vista sanitario la septoria es la enfermedad que más le afecta, sin llegar a ser importante normalmente. Es también algo sensible al mal de pie y a la roya parda. Su época de siembra es buena todo el mes de noviembre, no siendo recomendable sembrarlo en Octubre. Dosis de semilla normal, 400 semillas/m². Por su calidad harino-panadera es muy valorado gracias a su excepcional extensibilidad y equilibrio (Goñi y col. 2004).

4.1.1.4 – Soissons.

Es un trigo aristado y con un alto potencial productivo. Desde el punto de vista sanitario tolera bien oídio y septoria y es muy sensible a la roya parda. Talla media. Ciclo tipo invierno, de maduración 3 a 4 días más tardía que Marius, recomendado para siembras tempranas de final de Octubre especialmente. La dosis de semilla no deberá ser inferior a 400 semillas por m². Su calidad harino-panadera es muy variable en función de la proteína. Cuando las proteínas son bajas puede depreciarse mucho respecto al Marius. Responde bien a las terceras coberteras de nitrógeno para incremento de proteínas (Goñi y col. 2004).

4.1.1.5 – Bologna.

Es un trigo que destaca por su fuerza panadera elevada, mientras que su productividad y rusticidad no son elevadas. Se trata de un trigo de invierno, precoz en espigado y maduración. Variedad sensible a enfermedades de cuello y raíz y al complejo septoria (Goñi y col. 2004).

4.1.1.6 – Gandhi.

Gandhi es un trigo aristado de ciclo largo, espigado y maduración muy precoz y aspecto rojizo, con gran adaptación a todas las zonas. Se distingue por su gran productividad, rusticidad muy similar a la del pané (ofrece las mejores respuestas en secanos medios y frescos) y calidad harinera (según ensayos oficiales es posiblemente la variedad de trigo con más perspectivas en el futuro) (Agro-rizos S.A).

4.1.1.7 – Terrón.

Es una variedad que destacan por su potencial productivo. Son trigos de ciclo bastante largo, para siembras de finales de octubre, de talla alta, buena tolerancia a enfermedades y por su calidad harinera son trigos de media fuerza, equilibrados. Trigo mocho de invierno. Alta capacidad de ahijamiento. Grano de color rojo claro a rojo oscuro (Goñi y col. 2004).

4.1.2 – Variedades de triticales.

4.1.2.1 – Camarma.

Obtenida por el INIA (España). Inscrita en el año 1985.

Son plantas de porte medio en el ahijado. Hojas con el limbo de anchura y longitud medias. Pigmentación antociánica de las aurículas de intensidad media. Espiga larga, con el cuello largo, porte semierecto, forma piramidal y barbas largas. Pico de gluma largo. Grano de forma redondeada, de tamaño grande y color rojo oscuro. Plantas de talla alta. Ciclo medio, tardío o muy tardío. Capacidad productiva media y muy elevada capacidad de adaptación.

4.1.2.2 – Misionero.

Obtenida por SEMILLAS FITO S.A. Inscrita en el año 1987.

Plantas de porte semirrecto en el ahijado. Hojas con el limbo estrecho a medio y corto. Pigmentación de las aurículas de intensidad media. Espiga de longitud media a larga, cuello de longitud media, de porte ligeramente curvado, forma piramidal y barbas de longitud media. Pico de la gluma de longitud media. Grano alargado, grande y de color rojo claro. Ciclo medio, semiprecoz. Planta de talla alta. Buena capacidad productiva. Resistente a roya amarilla, parda y negra.

4.1.2.3 – Senatrit.

Española, obtenida por Compañía Navarra de Semillas, S.A. (SENASA). Inscrita en el año 1994.

Plantas de porte medio a semiprostrado. Pigmentación antociánica de las aurículas de intensidad débil a muy débil. Espiga muy corta, con el cuello corto a medio, porte semierecto a medio, forma piramidal, muy densa y con barbas largas. Pico de la gluma largo. Grano alargado, de tamaño medio y color rojo claro. Plantas de talla baja. Ciclo medio semitardío. Muy elevada capacidad productiva.

4.1.2.4 – Tritano.

Española, obtenida por Semillas Batlle S.A., en el año 1988.

Plantas de porte semierecto en el ahijado. Hojas con el limbo de anchura y longitud media. Pigmentación antociánica de las aurículas de intensidad fuerte. Espiga de longitud media, cuello de longitud media, porte curvado, forma piramidal y barbas de longitud media. Pico de la gluma de longitud media. Grano de forma alargada, tamaño medio a grande y color rojo claro. Ciclo medio, semiprecoz. Planta de talla alta. Capacidad productiva buena. Moderadamente sensible a roya amarilla, resistente a roya parda y susceptible a roya negra.

4.1.2.5 – Galgo.

Es una variedad semi-precoz de doble aptitud. Inscrita en 1996. La empresa semillas Verneuil es quien la posee.

4.1.2.6 – Titania.

Triticale procedente de IRTA (Catalunya). De ciclo algo más largo que Tritano por lo que es recomendable no retrasar la siembra más tarde que el mes de diciembre en nuestras latitudes. De talla media-corta permite una mayor intensificación del cultivo por lo que se refiere a abonados. Tiene una mejor capacidad de ahijamiento que Tritano. Mejora a Tritano en cuanto a su peso específico y el peso de mil semillas.

En los ensayos del año 2000 y el 2001 ha superado alrededor de un 5 % la producción del triticale Tritano. En general es una variedad que mejora las conocidas características del triticale Tritano pero que puede tener algún problema en el acabado del grano en siembras que sobrepasen en mucho la primera quincena de diciembre

4.1.2.7 – Trujillo.

Española, obtenida por el Servicio de Investigación de Andalucía en el año 1987.

Planta de porte medio a semiprostrado en el ahijado. Hojas con el limbo estrecho y corto. Pigmentación antociánica de las aurículas de intensidad fuerte media. Espiga de longitud media, cuello de longitud media, porte ligeramente curvado, forma piramidal y barbas de longitud media. Pico de la gluma de longitud media. Grano

alargado, grande y de color rojo oscuro. Plantas de talla alta a muy alta. Ciclo medio-largo, precoz. Buena capacidad productiva y muy elevada capacidad de adaptación.

4.1.2.8 - Trillan o Trijan.

Es un triticales de ciclo largo y precocidad media, de grano alargado y buen tamaño. A pesar de su porte alto, tiene una gran resistencia al encamado, un buen ahijamiento y una gran productividad (superando en la mayoría de las ocasiones a las mejores variedades de trigo blando en regadío).

Es de resaltar su gran aptitud para el doble uso (grano-forraje), en zonas de pluviosidad alta.

4.1.2.9 – Noe.

Triticales de invierno, de ciclo medio. Porte medio, tallo robusto y fuerte, espiga muy laxa y cuya fertilidad es muy alta. Gran resistencia al encamado y al desgrane así como muy resistente a enfermedades (roya, oídio, carbón, septoria). Además su potencial de producción es muy alto (Semillas Agrar).

4.2 – Aspectos relacionados con el emplazamiento del ensayo.

4.2.1 – Localización.

El ensayo se ha llevado a cabo en una parcela de unos 23.000 m² que controla el ITG Agrícola en Yarnoz, una pequeña localidad situada en la ladera de la sierra de Alaiz, en pleno valle de Elorz, situada a 4 Km. de Monreal.

La parcela está localizada en el polígono 10, parcela 113, cuyas coordenadas UTM son: Longitud: 618808. Latitud: 4730787.

Por las características climáticas de la zona, Yarnoz pertenece a una zona de Baja Montaña cuyo promedio anual de lluvia en mm. es de 700 o superior y cuya productividad anual de cereal es superior a 4,5 Tn/ha. Además en cuanto a clasificación a nivel de experimentación se puede decir que es zona de secanos frescos.

El contenido en humedad del suelo es de un 3 % y tiene un pH 7,95 ligeramente básico. El contenido en materia orgánica es alto, un 2.7 %, la relación C/N es de 8.63 y el índice de Carbonatos Totales de 13,5 % lo que no representa ningún riesgo para los cultivos. Por último la conductividad eléctrica es muy baja, 0.45 dS/m, es un suelo un poco salino.

Según la clasificación del U.S.D.A la parcela de ensayo posee una estructura franco-arcillo-limosa y según la clasificación Internacional (I.S.S.S) una textura arcillosa-gruesa, aunque se encuentra en el diagrama triangular próxima al límite franco-arcillo-limosa.

4.2.2 – Aspectos Climáticos.

Las precipitaciones (Figura 21) y las temperaturas máximas y mínimas (Figura 22) de la campaña se tomaron en la estación meteorológica de Noain.

El mes de junio fue el mes más seco, y marzo el mes que registró un mayor volumen de precipitaciones con 74,3 l/m². En comparación con los resultados que se registraban en el histórico de datos de la estación meteorológica, se ve que ha sido una campaña seca (Figura 21).

Las temperaturas máximas y mínimas durante la campaña 2003-2004 han registrado los valores mínimos en el mes de febrero, para después ir progresivamente ascendiendo hasta alcanzar los valores máximos en el mes de julio (Figura 22).

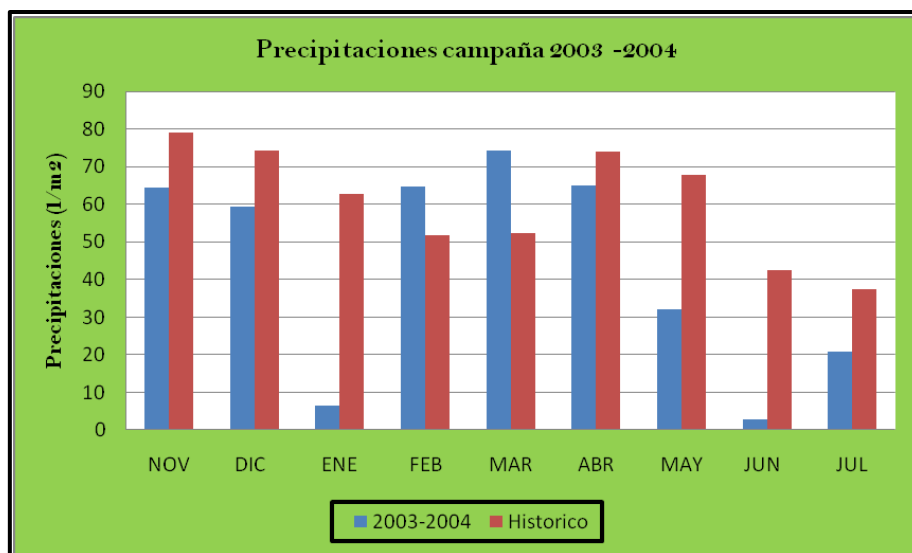


Figura 21. Precipitaciones campaña 2003-2004 (Cetenasa)

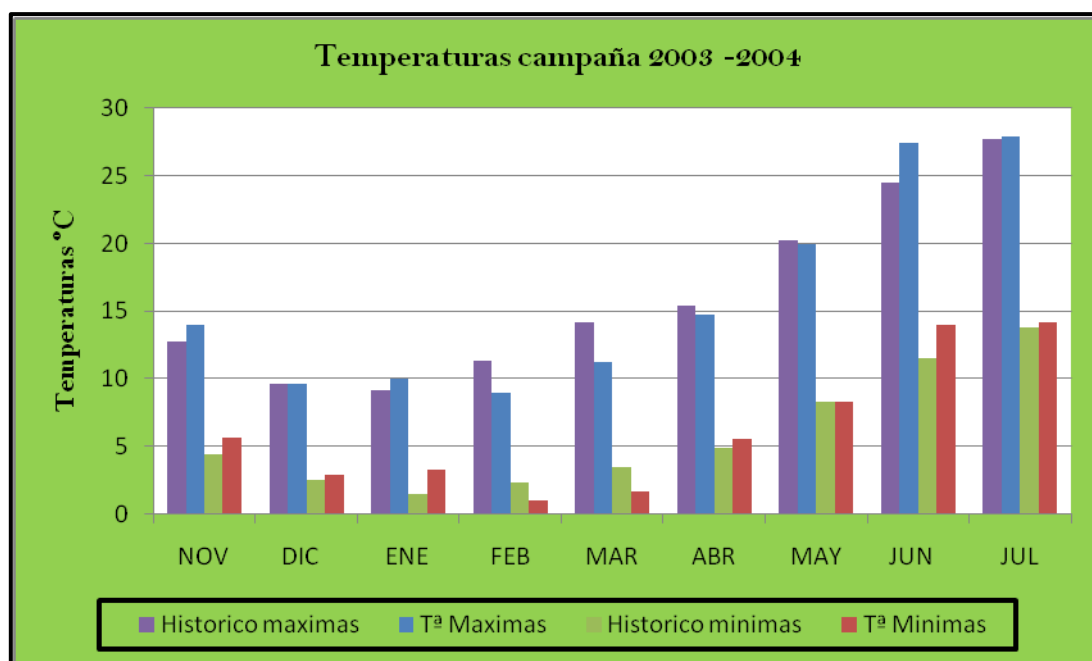


Figura 22. Temperaturas máximas y mínimas de la campaña 2003-2004 (Cetenasa)

Las condiciones climatológicas fueron favorables al desarrollo del cultivo a lo largo de toda la campaña, con la única incidencia significativa del descenso de las precipitaciones y un aumento de las temperaturas máximas y mínimas al final de la primavera creando unas condiciones secas y calurosas.

4.2.3 – Descripción y distribución de la parcela del ensayo.

El ensayo ocupa una parte de la parcela donde además de este ensayo se llevaron a cabo otros estudios. Las dimensiones que ocupa el ensayo se corresponde con una parcela elemental cuyas dimensiones son las siguientes 1,2 m de ancho por 10 m de largo. La distribución de la parcela elemental sigue un diseño de bloques al azar, se basa en realizar 4 repeticiones, con 9 variedades y 9 tratamientos y sigue una distribución representada en la figura 23.

4	B	8	6	1	7	5	3	2	4	9	B
3	B	2	8	5	9	3	6	7	1	4	B
2	B	8	9	2	6	3	1	4	7	5	B
1	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B
0	B	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B

Variedad	Camarma	Galgo	Misionero	Noe	Senatrit	Titania	Trillan	Tritano	Trujillo
Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Figura 23. Esquema de la distribución del ensayo y de la referencia de las variedades utilizadas.

4.3 – Tecnología de cultivo.

4.3.1 – Siembra.

La parcela de ensayo fue sembrada el día 6 /11/2003, siendo la dosis de siembra de 400 semillas por metro cuadrado.

4.3.2 – Fertilización.

La fertilización de fondo se baso en aportar Superfosfato 45%. El 30/01/2004 se realizo un primer abonado de cobertera incorporando Sulfamind (60 UFN). El 1 de abril de 2004 se llevo a cabo la segunda cobertera, aportando 132 UFN de Sulfamind.

4.3.3 – Fitosanitarios.

Para el tratamiento para malas hierbas de hoja ancha se hizo una aplicación con “Granstar” en una dosis de 20g/ha y con 0,75l/ha, el 16/03/2004. Para hacer frente a la aparición de malas hierbas de hoja estrecha se realizo un tratamiento con fecha del 1/04/2004 con el producto “Splender” con una dosis de 1,2 l/ha y aceite (canplus).

No fue necesario aplicar fungicidas ni plaguicidas.

4.3.4 – Cosecha.

La cosecha se realizo el día 14/07/2004 con cosechadora de miniparcelas.

4.4 – Metodología

4.4.1 – Control de plantas nacidas.

El día 10/03/04 se contó el control del número de plantas nacidas, para ello se conto el número de plantas en las dos líneas de siembra que rodean a la vara de 1 metro que se utilizó.

4.4.2 – Controles de fenología.

Los controles de fenología se fueron realizando conforme era notificado por el ITG, ya que eran sus técnicos los que accedían a la parcela de experimentación una o incluso dos veces por semana y fueron realizados en febrero, abril, finales de mayo y principios de junio, coincidiendo con las etapas de cultivo adecuadas como son encañado, espigado y maduración respectivamente.

La escala fenológica que se utilizó la escala Zadocks – Chang - Konzak la cual divide el ciclo del cereal en 10 partes denominadas estadios principales, que se enumeran del 0 al 9, y a su vez cada una de ellas se divide en otras 10 partes, constituyendo, en su conjunto los estadios secundarios (Figura 2).

4.4.3 – Control del número de espigas/m².

El control del número de espigas/m² se realizó previamente a la cosecha en las repeticiones 1 y 3 (Figura 22) y siguiendo el protocolo indicado por el ITG que consistió en contar las espigas situadas dentro del aro de muestreo (0,10 m²), lanzando el aro al azar dentro de la parcela. La fecha en la que se realizó este control fue 11/06/2004.

4.4.4 – Evaluación del aprovechamiento forrajero.

Se realizaron dos muestreos, el primero en el estadio 59 o de inflorescencia completamente emergida y un segundo muestreo en el momento óptimo para realizar este control, que para triticale es en el estadio grano lechoso-pastoso o estadio 79.

El primer muestreo (estadio 59) se realizó en dos días diferentes. El primer día fue el 13/05/04 y se muestrearon las variedades Tritano, Senatrit, Misionero, Galgo y Trujillo y el segundo día que fue el 20/05/04 se recogieron las variedades, Titania, Camarma, Trillan y Noe, que quedaban por muestrear y que ahora si habían llegado al estado fenológico adecuado.

A continuación las muestras se llevaron al laboratorio para hacer un análisis forrajero tipo en el cual se calcula el peso en fresco y su peso seco, los cuales que servirán después para hallar o evaluar el rendimiento de biomasa por superficie y analizan diferentes parámetros: contenido en cenizas, fibra bruta, proteína bruta.

Se realizó un 2º muestreo, el 11/06/04 y que se realizo sobre las variedades que habían llegado al estado fenológico 79 de la escala Zadocks, que fueron Tritano, Senatrit, Misionero, Galgo y Trujillo y finalizo el día 18/06/04 con las variedades que faltaban Titania, Camarma, Trillan y Noe.

4.4.5 – Control de altura en precosecha.

La altura de las plantas se midió usando una cinta métrica, y se realizo dos mediciones en cada parcela, en todas las repeticiones. Con estas medidas se pudo establecer una media de la altura de cada variedad empleada en el ensayo.

La altura se mide desde el suelo hasta el inicio de la espiga, esta última no se tiene en cuenta a la hora de hacer la medición.

La fecha de realización de este control fue el 13/07/04, unos días antes de que se realizara la cosecha del cereal.

4.4.6 – Control de índice de cosecha.

Este control se realizo en antes de la cosecha, con fecha 13/07/04. Se corto a ras de suelo todas las plantas de 4 líneas, a lo largo de 1m lineal en cada uno de los 9 tratamientos de la repetición 1. Obtuvimos 9 muestras que fueron introducidas en bolsas de papel que fueron etiquetadas y se llevaron al almacén del ITGA en Tafalla.

Después se pesa toda la muestra, se pasa por la cosechadora y se obtiene el peso del grano. Para calcular el IC se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de Cosecha (IC)} = \text{peso del grano} / \text{biomasa total} * 100$$

4.4.7 – Encamado.

El encamado se evaluó en campo en los mismos días que se realizo la medición de la altura de la planta. Se cuantifico el número de plantas dobladas en cada parcela y el nivel de encamado se evaluó en porcentajes globales para cada variedad según el número de plantas encamadas respecto del total de plantas.

4.4.8 – Determinación del contenido en cenizas.

Las cenizas son el residuo inorgánico de una muestra y están constituidos por óxidos, carbonatos, fosfatos y en general sustancias minerales que determinan el residuo que se obtiene al incinerar la muestra a una temperatura de 550°C. (Sauvant, 1990).

4.4.9 – Determinación del contenido en fibra bruta.

El método utilizado para la determinación del contenido en fibra bruta procede del propuesto en la estación Agronómica de Weende, en Alemania hace más de 1 siglo, determinándose los materiales celulósicos por el residuo orgánico obtenido tras dos hidrólisis sucesivas, la primera en medio ácido y la segunda en medio alcalino.

4.4.10 – Determinación del contenido en fibra neutro detergente.

La fibra neutro detergente es la porción de la muestra de alimento que es insoluble en un detergente neutro. Esta básicamente compuesta por celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice y se le denomina pared celular.

Su análisis se realiza por el método Van Soest donde la fibra neutro detergente se determina como el residuo que queda tras la extracción con la solución neutro detergente (formada por sulfato lauril sódico y EDTA).

4.5 – Análisis estadístico de los datos obtenidos en las diferentes fases.

Se ha utilizado el programa SPSS 17 y el Statgraphics 5.1, y con ellos se han llevado a cabo tanto Anova de un factor como una comparación de medias según el test de Duncan, y el empleo de gráficos para poder expresar de la manera más visual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5. – Resultados y Discusión.

5.1 – Numero de plantas/m².

El análisis estadístico del número de plantas/m², anova de un factor, nos muestra (Tabla 5) que existen diferencias significativas entre variedades.

Tabla 5. Anova de un factor para la variable plantas/m².

		Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Tratamiento	16711,1	8	2088,89	2,69	*

Al comparar el número de plantas por metro cuadrado producido por cada variedad (Tabla 6) observamos que la variedad que nos da el mayor número de plantas por metro cuadrado es la variedad Noé, con 335,7 plantas/m², y la que menor número de plantas por metro cuadrado produce es la variedad Galgo, con 262,5 plantas/m², con lo que podemos decir que la variedad Noe es la variedad que presentar un mayor potencial germinativo y la variedad Galgo la que tiene un menor potencial.

Tabla 6. Número de plantas/m² de las diferentes variedades de triticales ensayadas.

Variedad	Plantas/m ²
Noé	335,7 a
Tritano	320,0 ab
Senatrit	310,0 ab
Titania	300,0 abc
Trujillo	298,3 abc
Misionero	281,7 bc
Trillan	281,7 bc
Camarma	281,7 bc
Galgo	262,5 c

El alto número de plantas por metro cuadrado obtenido en la variedad Noé, coincide con lo que era de esperar al tratarse de una variedad con alta capacidad germinativa (apartado 4.1).

El número de plantas/m² obtenido ha oscilado entre las 262,5 – 335,7 plantas/m², valores que están en el rango descrito para zonas de secano (250 – 450 plantas/m²) (Royo, 1992).

5.2 – Encamado.

El encamado es un accidente fisiológico del periodo reproductivo en los cereales, que puede causar mermas muy importantes en el rendimiento del grano. Este fenómeno es mas frecuente en zonas de suelos fértiles. Por ello, para evitar pérdidas de rendimientos se recomienda elegir variedades que no sean propensas a encamar.

El análisis estadístico del porcentaje de plantas encamadas muestra que, a pesar del bajo porcentaje detectado, existen diferencias significativas entre variedades (Tabla 7).

Tabla 7. Anova de un factor para la variable % de encamado.

		Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Variedad	61,2	8	7,65	2,58	*

De todas las variedades estudiadas solo una (Tabla 8) posee un porcentaje de encamado diferente a las demás, la variedad Trillan, pero incluso este valor representa un porcentaje casi despreciable. Ello podría ser consecuencia de que la climatología de la campaña (apartado 4.2.2) ha sido muy buena y no ha provocado el encamado en el triticale.

Tabla 8. % de Encamado según las variedades de triticale ensayadas.

Variedad	Encamado
Trillan	4,25 a
Misionero	1,5 b
Titania	0,5 b
Noé	0,25 b
Senatrit	0,25 b
Tritano	0,25 b
Trujillo	0,0 b
Galgo	0,0 b
Camarma	0,0 b

Al observar los datos de la campaña 2002-2003, (Goñi y col, 2003) y la campaña 2004-2005 (Goñi y col. 2005) donde la media de encamado está entre un 23% y un 63% en algunas variedades, vemos que esta campaña el porcentaje de encamado es despreciable.

5.3 – Porcentaje de humedad del grano

El análisis estadístico de los datos del porcentaje de humedad nos muestra (Tabla 9) que existen diferencias significativas entre variedades.

Tabla 9. Anova de un factor para la variable % de humedad.

		Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Variedad	10,66	8	1,33	167,32	*

En este ensayo a la vista de los datos (tabla 10), el nivel de humedad máximo correspondió a la variedad Galgo, con un 11,65 %, siendo la variedad Noé con 9,95 % la que menor porcentaje de humedad, existiendo diferencias significativas entre todas las variedades ensayadas.

Tabla 10. % de Humedad según las variedades de triticales ensayadas.

Variedad	% Humedad
Galgo	11,65 a
Trillan	11,35 b
Misionero	10,95 c
Tritano	10,82 d
Trujillo	10,72 d
Titania	10,30 e
Senatrit	10,20 ef
Camarma	10,15 f
Noé	9,95 g

La humedad óptima para la recolección es la que esta entorno a 12 – 14 %, aunque puede cosecharse con una humedad del grano del orden de 15 – 16 %. (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

A la vista de los datos, lo que se puede ver es que la variedad Noé es la variedad que antes habrá alcanzado el punto de humedad adecuado y por lo tanto sería la primera variedad apta para ser cosechada. En contraposición la variedad Galgo es la variedad más retrasada a la hora de conseguir el punto de humedad adecuado.

El hecho de poder adelantar el momento de cosecha tiene el objetivo de evitar el deterioro de la calidad del grano. Si el triticales se encuentra maduro y se producen lluvias, pierde calidad, con reducción del peso hectolitro. Además si a la lluvia le siguen días con alta humedad relativa, pueden aparecer hongos que reducen la calidad panadera del triticales en forma significativa y si además la cosecha se retrasa demasiado se producen pérdidas físicas por espigas quebradas y desgrane natural, y se expone por más tiempo al desgrane ocasionado por presencia de pájaros o al riesgo de

tormentas de granizo Por ello es interesante caracterizar la fecha de cosecha de las diferentes variedades ya que poder adelantar la cosecha implica beneficios importantes reduciendo pérdidas en cantidad y en calidad.

5.4 – Altura de la planta (cm).

Es interesante conocer la altura media de la planta de las distintas variedades porque está íntimamente relacionado con el riesgo de sufrir encamado.

El análisis estadístico de los datos de la Anova de un factor para la altura de la planta, nos muestra (Tabla 11) que existen diferencias significativas entre variedades.

Tabla 11. Anova de un factor para la altura de la planta.

		Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Variedad	1398,64	8	174,83	10,96	*

De las variedades de triticales estudiadas (tabla 12), la variedad Misionero es la más alta, con 105,75 cm, y la variedad Senatrit, con 83,75 cm, es la que presenta un menor porte.

Tabla 12. Altura de las plantas según la variedad.

Variedad	Altura (cm)
Misionero	105,75 a
Camarma	103,87 ab
Tritano	103,75 ab
Trillan	100,62 abc
Galgo	99,75 abc
Trujillo	99,37 abc
Titania	98,12 bc
Noé	94,37 c
Senatrit	83,75 d

Los resultados obtenidos eran de esperar, y confirman las descripciones de las diferentes variedades (apartado 4.1.2), donde se comenta que la variedad Misionero es una variedad de talla muy alta y la variedad Senatrit es una variedad que se caracteriza por su talla baja.

Estos resultados coinciden con los resultados obtenidos durante la campaña 2002 -2003 donde la variedad Camarma es la de mayor altura, 102 cm, que en los datos de la tabla 12 se ve como está situada en segunda posición. También se comprueba que la variedad Senatrit sigue situándose en última posición con 82 cm (Goñi y col, 2003).

Los datos obtenidos en relación a la altura en cm de las variedades de triticale ensayadas varían entre 83 – 105,7 cm se pueden considerar valores similares a los datos referentes a estudios de la campaña 2007 – 2008 y 2008 – 2009 publicados por el grupo para la evaluación de nuevas variedades de cultivos extensivos en España (GENVCE) en los informes correspondientes a esas campañas que sitúan las medias en un intervalo de valores entre 85 – 111 cm.

5.5 – Numero de espigas por metro cuadrado.

El análisis estadístico de los datos de la Anova de un factor para el numero de espigas por metro cuadrado, nos muestra (Tabla 13) que no existen diferencias significativas entre variedades.

Tabla 13. Anova de un factor para número de espigas por metro cuadrado.

		Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Variedad	1398,64	8	174,83	10,96	ns

La variedad con la que se obtiene un mayor número de espigas por metro cuadrado es Titania con 460 espigas/m² y la variedad que refleja un valor menor es Senatrit con 337,5 espigas/m² (Tabla 14).

Tabla 14. Numero de espigas por metro cuadrado según la variedad.

Variedad	Espigas/m ²
Titania	460,0
Tritano	442,5
Misionero	432,5
Noé	422,5
Galgo	412,5
Camarma	377,5
Trillan	357,5
Trujillo	352,5
Senatrit	337,5

La ausencia de diferencias en el numero de espigas/m² (tabla 13) cuando existían diferencias significativas en el número de plantas/m² (tabla 5) nos indica que las diferentes variedades poseen distinta capacidad de ahijamiento.

Así la variedad Galgo, aun siendo la variedad con menor número de plantas por metro cuadrado (tabla 6), posee una alta capacidad de ahijamiento, compensando los fallos de nascencia y permite obtener igual número de espigas/m² que la variedad Noe (tabla14) que es la variedad con mayor número de plantas por metro cuadrado (tabla 6). La variedad Senatrit al presentar el valor más bajo de número de espigas/m² y al

relacionar estos datos con los que hacen referencia al número de plantas/m² (tabla 6) podemos deducir es que su capacidad de ahijamiento es baja.

5.6 – Peso de mil granos (grs).

El peso de mil granos es un factor relacionado con la producción y la calidad siendo por ello un parámetro de gran interés en los ensayos agronómicos (González Torres y Rojo Hernández, 2005).

El análisis estadístico de los datos del peso de mil granos, refleja (Tabla 15) que existen diferencias significativas entre variedades.

Tabla 15. Anova de un factor para peso de mil granos.

		Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Variedad	180,37	8	22,60	3,55	*

En este ensayo (tabla 16), la variedad Trujillo es, con un valor de 40,08 gramos, la variedad de mayor peso de mil granos, y la variedad Trillan con 30,58 gramos es la que menor peso de mil granos posee. Con esto podemos decir que la variedad Trujillo es la variedad que tiene el grano de mayor tamaño.

Tabla 16. Peso de mil granos según la variedad.

Variedad	Peso de mil granos (grs)
Trujillo	40,08 a
Misionero	39,76 ab
Camarma	39,66 ab
Tritano	39,65 b
Galgo	39,16 b
Titania	37,16 b
Senatrit	34,41 b
Noé	34,37 b
Trillan	30,58 b

Las variedades Trujillo, Misionero y Camarma ofrecen un valor más alto de peso de mil semillas (tabla 16). Ello unido al hecho de que no existen diferencias en el número de espigas por metro cuadrado (tabla 14) podemos decir que son las variedades que mayor potencial productivo, a priori, presenta.

5.7 – Peso específico (Kg/ Hl).

El peso específico, es una característica que viene determinada mayoritariamente por las características genéticas de cada variedad. El análisis estadístico de los datos de peso específico refleja (Tabla 17) que existen diferencias significativas entre las variedades de triticale ensayadas.

El peso específico (es mayor cuanto más lleno este el grano) proporciona una medida del rendimiento en harina o sémola o del rendimiento en extracto seco. El peso específico es mayor a medida que el peso del hectolitro es mayor, y refleja el llenado del gran (González Torres y Rojo Hernández, 2005)

En cuanto al peso específico de los triticales aptos para ser utilizados para panificación se sitúa en torno a 75 kg/hl. (Royo, 1992).

Tabla 17. Anova de un factor para peso específico (Kg/Hl).

		Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Variedad	166,57	8	20,82	362,13	*

La variedad de mayor peso específico (tabla 18), es la variedad Galgo con 76,75 kg/hl y la variedad de menor peso específico es la variedad Camarma con 64,85 kg/hl. Si nos atenemos a la premisa de que el peso específico de los triticales aptos para ser utilizados para panificación se sitúa en torno a 75 kg/hl. (Royo, 1992) diremos que en este caso las variedades Galgo y Senatrit son las únicas variedades que podría ser aptas para la panificación.

Tabla 18. Peso específico Kg/Hl según la variedad.

Variedad	Peso específico (Kg/Hl)
Galgo	76,75 a
Senatrit	73,40 b
Trillan	71,60 c
Misionero	71,20 c
Trujillo	70,45 d
Tritano	70,45 d
Titania	70,10 d
Noé	68,75 e
Camarma	64,85 f

Los datos obtenidos (tabla 18) coinciden con los publicados por Goñi y colaboradores, para los ensayos llevados a cabo durante la campaña 2002-2003, donde la variedad Galgo también ocupa el primer lugar con un peso específico de 75 kg/hl (Goñi y col. 2004).

5.8 – Rendimiento 12% (Kg/ha).

El análisis estadístico del rendimiento al 12%, refleja (Tabla 19) que existen diferencias significativas entre las distintas variedades de triticale ensayadas.

Tabla 19. Anova de un factor para Rendimiento 12%.

	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value	
Variedad	184000	8	23000	2800	*

Al comparar los datos referentes a las variedades de triticale ensayadas (tabla 20) dan como mejores variedades, las variedades Trujillo, Tritano, Titania y Misionero que entre si no presenta diferencias significativas. La variedad que arroja un peor resultado es la variedad Noé.

Tabla 20. Rendimiento 12% según la variedad.

Variedad	Rendimiento 12% (Kg/ha)
Trujillo	6992 a
Tritano	6891 a
Titania	6782 ab
Misionero	6726 ab
Senatrit	6351 b
Camarma	5766 c
Galgo	5451 cd
Trillan	5172 d
Noé	5160 d

Los datos de esta campaña son algo más bajos que los rendimientos obtenidos en la campaña 2003, donde la variedad Galgo es la que mejor resultado obtuvo, con 7261 kg/ha y donde las variedades Trillan y Noé son las que se sitúan en las últimas posiciones con valores de 6418 y 6567 kg/ha. (Goñi y col, 2003).

5.9 – Resultados referentes a la biomasa y al índice de cosecha.

El índice de cosecha (I.C) refleja la cantidad de grano que producen los cereales respecto a la biomasa total (grano +paja). La biomasa total producida por las distintas variedades de triticales oscila entre los 17000 y los 20000 kg/ha, valores que reflejan los buenos rendimientos de biomasa del triticales (tabla 21).

Tabla 21. Índice de cosecha para las diferentes variedades de triticales ensayadas.

Variedad	Biomasa Total (kg/ha)	I.C.
Misionero	17491	0,385
Senatrit	16951	0,375
Tritano	18543	0,372
Trujillo	19920	0,364
Titania	19067	0,356
Galgo	17069	0,319
Camarma	19013	0,303
Trillan	17240	0,300
Noé	18504	0,279

Los datos de I.C para las diferentes variedades de triticales ensayadas (tabla 21) muestran que la variedad Misionero es la variedad que arroja un índice de cosecha mayor, con 0,385, y la variedad Noe es la que menor valor ofrece, con 0,279. Esto indica que la variedad Misionero es la variedad que posee una mayor capacidad de producir grano en relación a la biomasa total que produce.

5.10. – Producción de Biomasa forrajera.

Para evaluar la producción de biomasa forrajera de cada variedad de triticale, se tomaron dos muestras, la primera se realizó en el estadio de inflorescencia completamente emergida (estado 59 según la escala fenológica de Zadocks – Chang – Konzak) y la segunda en el estadio de grano lechoso - pastoso (estado 79).

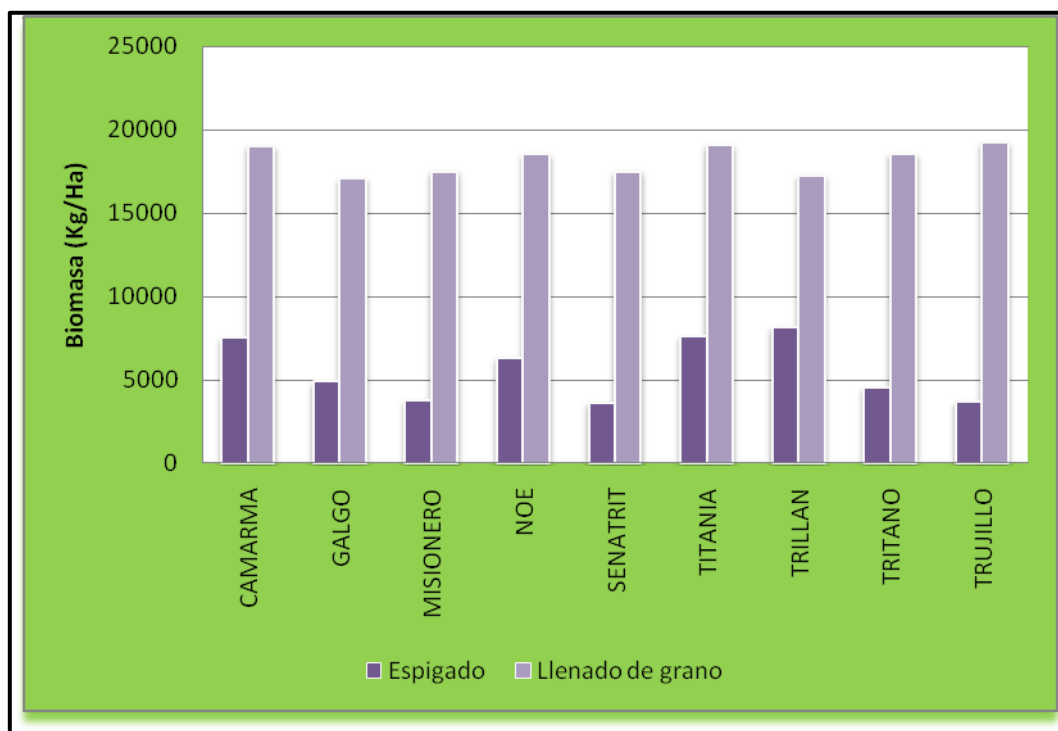


Figura 24. Producción de biomasa de las variedades ensayadas en Yarnoz.

En espigado (Figura 24), la variedad que mas biomasa produce es Trillan con un valor próximo a 8000 kg/ha y la variedad menos productiva es la variedad Senatrit con menos de 4000 kg/ha.

En el segundo muestreo (Figura 24) que tuvo lugar durante el llenado del grano, la variedad que mayor cantidad de biomasa produce es Trujillo con una producción cercana a 20000 kg/ha. La variedad Galgo es la que da unos valores de producción de biomasa menor, en torno a 17000 kg/ha.

Del análisis de estos datos (Figura 24), vemos como la variedad Trillan que era la de mayor producción hasta espigado es una de las variedades que menos biomasa ha producido en el momento del segundo muestreo. Por el contrario la variedad Trujillo pasa de ser de las que menos biomasa produce hasta espigado, a convertirse finalmente en la que mayor cantidad de biomasa produce.

5.11. – Evaluación de la calidad forrajera.

5.11.1 – Contenido de cenizas.

Las cenizas son el residuo inorgánico de una muestra y están constituidas por óxidos, carbonatos, fosfatos y en general sustancias minerales que determinan el residuo que se obtiene al incinerar la muestra a una temperatura de 550°C. (Sauvant, 1990).

El contenido en cenizas solo sirve para evaluar el contenido en materia orgánica de la muestra de forraje. (Sauvant, 1990).

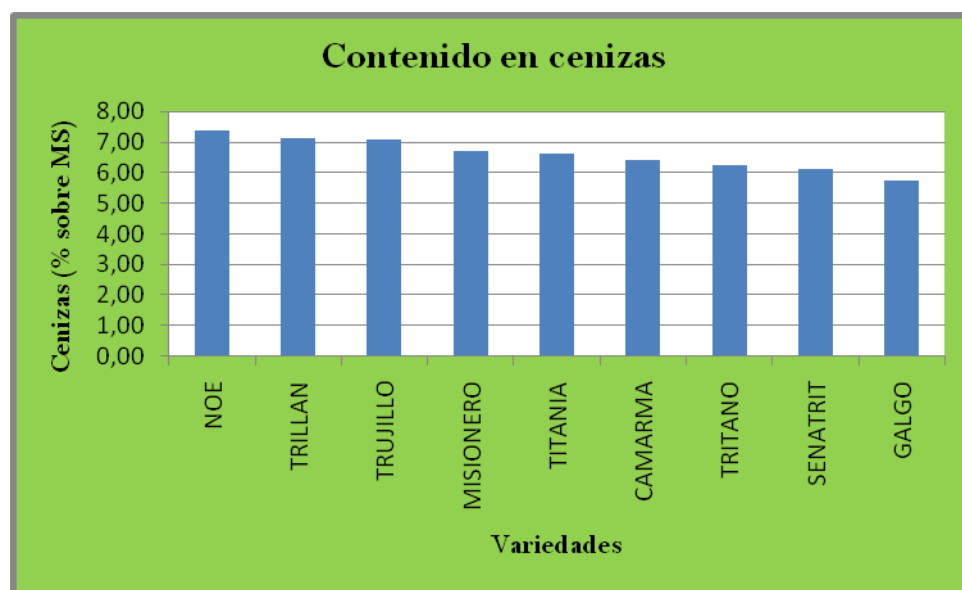


Figura 25. Contenido en cenizas de las variedades ensayadas en Yarnoz.

En el figura 25 se muestran los datos referentes al contenido de cenizas de las diferentes variedades y podemos ver que las variedades con mayor contenido son Noé, Trillan y Trujillo. También se observa como la variedad Galgo es la variedad de menor contenido en cenizas con lo que podemos decir que es la variedad que mayor cantidad de materia orgánica posee.

En los resultados publicados por el ITGA para los ensayos realizados en la campaña 2004-2005, los datos de las variedades que son coincidentes con este trabajo fueron Trujillo (7,71%), Titania (8,32%) y Senatrit (7,21%). Estos datos son superiores a los de esta campaña 2003 - 2004 (figura 25). Asumiendo que se muestreo en llenado de grano, este menor contenido en cenizas, se relacionara con una menor cantidad de materia seca, como consecuencia del aumento de translocación de nutrientes al grano y esto explica los mayores rendimientos obtenidos.

5.11.2. – Contenido en Fibra Bruta.

La fibra es un elemento básico y muy importante en la alimentación de los animales rumiantes ya que gracias a los microorganismos que viven en relación simbiótica en su interior pueden degradar las fibras, aprovechando los nutrientes que se albergan en el interior de las células vegetales.

Los valores de Fibra Bruta sirven para establecer una relación con los valores correspondientes a la Materia Seca, y que muchos técnicos afirman que debe estar en una tercera parte de la ración total de Materia Seca, aunque esto puede variar según las características del animal al que se vaya a destinar dicha ración (Muslera Pardo, 1991).

El dato de la fibra bruta es siempre inversamente proporcional al valor nutritivo que aporta ese forraje. Es muy variable en los alimentos vegetales, siendo mínimo en granos y semillas (3-5%) y máximo en forrajes maduros (+ 40%).

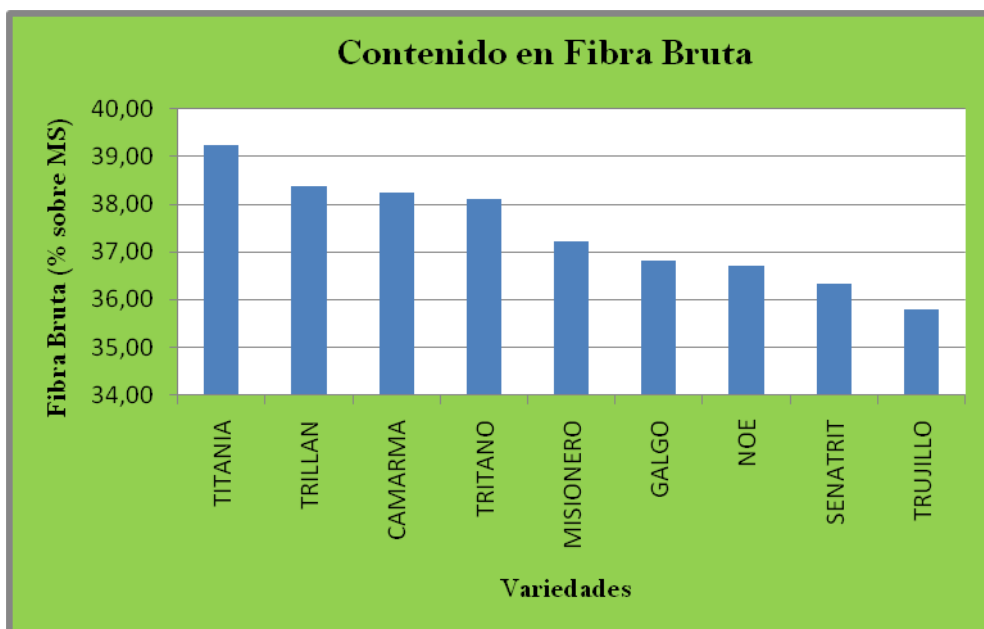


Figura 26. Contenido en fibra bruta de las variedades ensayadas en Yarnoz

En la figura 26 observamos que la variedad que presenta un mayor contenido en fibra bruta es la variedad Titania con un valor de 39 % sobre materia seca y la menor es la variedad Trujillo con algo menos de un 36 %. Estos datos son valores normales al compararlos con los datos publicados por el FEDNA, y que muestran datos para el triticale de entre 30 -37 % de fibra bruta sobre la materia seca. (Anexo 1).

A la vista de estos datos vemos como el triticale supera a la mayoría de los cereales utilizados como forrajes, excepto algunos tipos de avena (37,03 %).

5.11.3. – Contenido en Fibra Neutro Detergente.

La Fibra Neutro Detergente mide la celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice que tiene la biomasa y se suele denominar pared celular. Esa es la porción de la muestra de alimento que es insoluble en un detergente neutro.

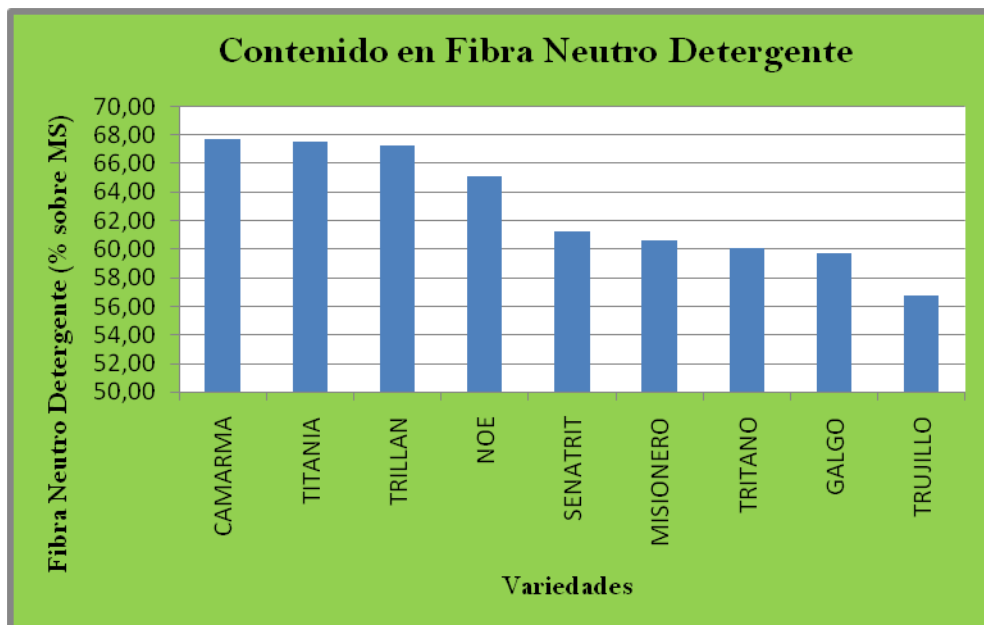


Figura 27. Contenido en fibra neutro detergente de las variedades ensayadas en Yarnoz.

Los resultados del análisis de la fibra neutro detergente (Figura 27) muestra que la variedad Camarma, es la que da un valor más alto en cuanto a contenido en fibra neutro detergente, con 67,70 % sobre MS. La variedad Trujillo es la variedad que ofrece un valor más bajo con 56,75% sobre MS.

La variedad de triticale de mayor valor como es Camarma (67,7%) se sitúa entre los primeros puestos de cultivos utilizados como forraje en cuanto al contenido en FND, superando a todos los cereales e igualándose con algunas clases de Ray-Grass y Alfalfas (Anejo 1)

Es importante tener en cuenta la cantidad de FND porque a mayor cantidad, menor será la cantidad de proteína bruta que suministre ese alimento. La variedad que nos aportara mayor cantidad de proteína por ser la de menor valor en cuanto a FND, es la variedad Trujillo. Un bajo FDN indica una mayor ingesta de forraje del ganado.

5.11.4. – Contenido en proteína bruta.

El contenido en proteína es uno de los parámetros más importantes a tener en cuenta a la hora de evaluar un forraje. Cuanto más alto sea el valor de proteína del forraje, mayor calidad nutritiva tendrá.

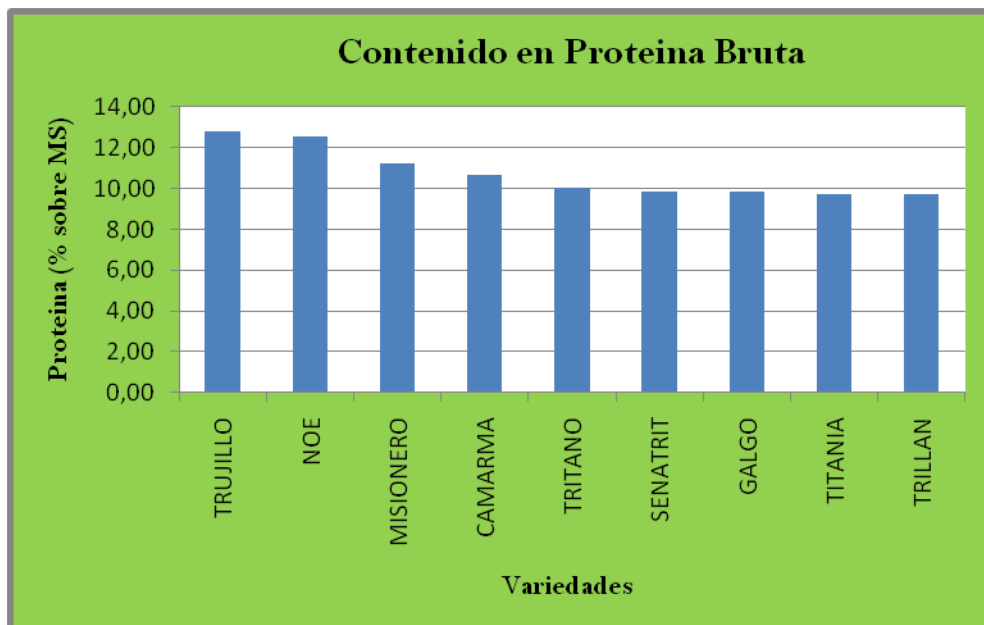


Figura 28. Contenido en materia seca de las variedades ensayadas en Yarnoz.

De las variedad de triticale del ensayo, la variedad que presenta un % de proteína bruta (figura 28) más elevado es Trujillo, con un valor de 12,81 % y la variedad Trillan es la de menor valor con 9,72%. Son valores altos si los comparamos con el centeno (7,59 %) y la avena (8,84%).

Las variedades de triticale ensayadas están todas en valores que se dan en las tablas FEDNA de forrajes (Anejo 1). Incluso la variedad Trujillo, con 12,81%, esta por encima del valor máximo para el triticale representado en esas tablas que es 11,86%. Además se puede resaltar el hecho de que, a la vista también de esas tablas, la mayoría de las variedades de triticale ensayadas, aporta como forraje, mas proteína bruta que cualquier variedad de trigo, cuyos valores se sitúan entre 8,29 – 11,35 %.

5.11.5 – Determinación del valor relativo del forraje.

Con todos los datos obtenidos en cuanto a la composición de las diferentes variedades de triticale ensayadas, determinaremos el valor relativo de forraje para clasificarla según los valores medios proporcionados por el sistema de clasificación de la Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA) y ver en que rango de forrajes podemos clasificar esas variedades.

El valor relativo del forraje (VRF) supone una valoración objetiva de la calidad del forraje que refleja el potencial de ingestión de materia seca ($IMS = 120/\%FND$) y su digestibilidad ($DMS = 88,9 - (0,779 * \%FAD)$), donde $VRF = (IMS * DMS/1,29)$.

Tabla 22. Valor relativo de forraje para las distintas variedades de triticale ensayadas.

	FND	FAD	IMS	DMS	VRF
TRUJILLO	56,75	34,65	2,11	61,91	101,49
GALGO	59,68	35,87	2,01	60,96	95,02
TRITANO	60,09	36,40	2,00	60,54	93,72
SENATRIT	61,26	35,61	1,96	61,16	92,87
MISIONERO	60,61	36,46	1,98	60,50	92,85
NOE	65,12	38,82	1,84	58,66	83,79
CAMARMA	67,70	39,74	1,77	57,94	79,62
TRILLAN	67,30	40,51	1,78	57,34	79,26
TITANIA	67,55	40,58	1,78	57,28	78,88

Una vez calculado dicho índice podemos ver la calidad de forraje de estas variedades de triticale ya que dicho índice permite la clasificación de los forrajes en calidades de Excelente (>151), Primera (125-151), segunda (103-124), Tercera (87-102), Cuarta (75-86) y Quinta (<75).

A tenor de los resultados (tabla 22) vemos que la variedad de triticale que mejor calidad como forraje posee, de tercera categoría, es la variedad Trujillo. Si bien es cierto que casi la mitad de las variedades están en esa categoría excepto Noe, Camarma, Trillan y Titania que están en la cuarta categoría.

En el caso de parámetros relacionados con la digestibilidad de los forrajes, aspecto muy importante en la alimentación del ganado, se evaluó también el porcentaje de fibra ácido detergente (FAD) y fibra neutro detergente (FND), los cuales están muy relacionados con la digestibilidad y el consumo del forraje por los animales, así como con su valor energético. En los triticales se encontraron valores de FAD menores al 40% y valores de FND menores al 60%, lo que significa que el contenido de fibra de estos materiales está dentro de los rangos de forrajes de alta calidad, como la alfalfa.

5.12. – Resultados comparativos entre el triticale y el trigo.

Con el fin de conocer en que aspectos agronómicos el triticale supera al trigo hemos realizado un estudio comparativo. Esta comparación nos permitirá encontrar una base justificativa para poder determinar si el cultivo del trigo puede ser sustituido por el triticale.

Todos los datos referentes al ensayo con las distintas variedades de trigo han sido obtenidos por José Antonio Ancin Erdozain. Los datos que se han tomado para establecer estudios comparativos con las distintas variedades de triticale son de aquellas variedades de trigo cuya dosis de siembra es la misma que la de triticale que para este estudio en particular es de 400 semillas/m²: Marius, Terron, Bologna, Apache, Gandhi, Berdun y Soissons.

5.12.1. - Numero de plantas/m².

Al analizar el número de plantas por metro cuadrado para las variedades de triticale y de trigo ensayadas (tabla 23) observamos como en el trigo el número de plantas por metro cuadrado es inferior al de triticale. La variedad de trigo con mayor número de plantas/m², Soissons, con 258 plantas/m², es inferior a la variedad de triticale con menor número de plantas/m² que es la variedad Galgo, con 263.

Tabla 23. Número de plantas/m² de las variedades de triticale y de trigo ensayadas.

Variedades Trigo	Plantas/m ²	Variedades Triticale	Plantas/m ²
MARIUS	214	GALGO	263
TERRÓN	224	CAMARMA	282
BOLOGNA	249	MISIONERO	282
APACHE	251	TRILLAN	282
GANDHI	252	TRUJILLO	298
BERDÚN	254	TITANIA	300
SOISSONS	258	SENATRIT	310
		TRITANO	320
		NOE	337
Media	243,14	Media	297,11

El hecho de que la media del número de plantas/m² de las variedades de triticale sea mayor que la media de las variedades de trigo, nos quiere decir que estas variedades de triticale poseen todas una capacidad germinativa superior al de las variedades de trigo.

Un beneficio claro del hecho de tener un mayor número de plantas por metro cuadrado es que se logra ocupar mucho mejor la superficie destinada al cultivo dificultando de esta manera la aparición de malas hierbas.

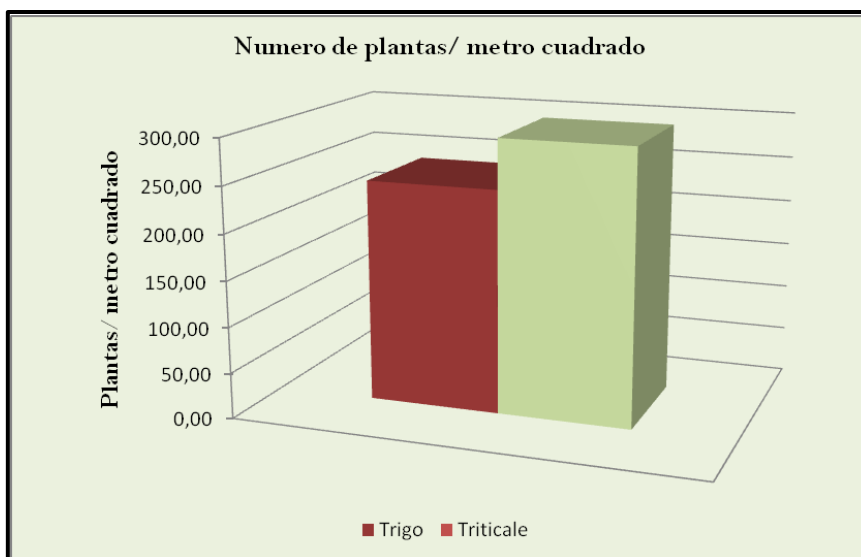


Figura 29. Medias del número de plantas/m² de las variedades de triticales y trigo.

5.12.2. - Altura precosecha (cm).

Los datos recogidos en el ensayo para el factor altura de precosecha (tabla 24) para las variedades de triticale y de trigo ensayadas, nos muestran como las variedades de triticale poseen una altura de precosecha mayor que la que ofrecen las variedades de trigo. La variedad Senatrit con 84 cm, es la variedad de triticale de menor porte, sin embargo supera a todas las variedades de trigo excepto a la variedad Marius que es la variedad de trigo de mayor porte con 87 cm.

Tabla 24. Altura de precosecha de las variedades de triticale y de trigo ensayadas.

Variedades Trigo	Altura (cm)	Variedades Triticale	Altura (cm)
MARIUS	87	MISIONERO	106
APACHE	78	CAMARMA	104
SOISSONS	75	TRITANO	104
TERRÓN	73	TRILLAN	101
BOLOGNA	68	GALGO	100
GANDHI	65	TRUJILLO	99
BERDÚN	55	TITANIA	98
		NOE	94
		SENATRIT	84
Media	71,57	Media	98,89

Normalmente el triticale es más alto que el trigo (Royo, 1992) y esto se confirma al comprobar que la media de altura de precosecha para las variedades de triticale es superior a las variedades de trigo (figura 30).

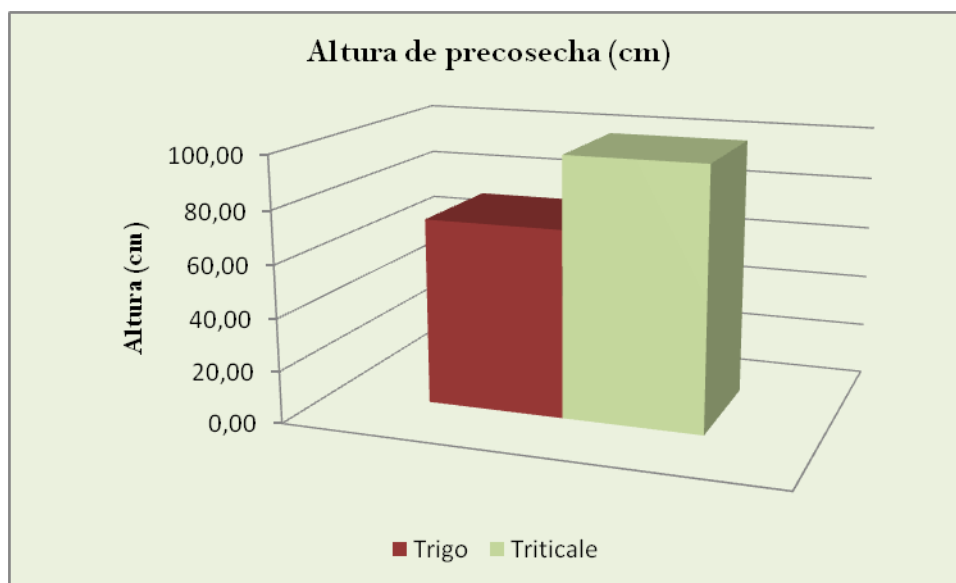


Figura 30. Media de las alturas de precosecha de las variedades de triticale y de trigo ensayadas

5.12.3. - Numero de espigas/m².

Los datos del número de espigas/m² (tabla 25) varían entre 337 – 460 espigas/m² para las variedades de triticale y entre 440 -617 espigas/m² para el trigo. La variedad de trigo con menor número de espigas/m², Gandhi con 440,0 espigas/m², es superior a todas las variedades de triticale exceptuando a Titania que es la variedad de triticale de mayor valor con 460 espigas/m².

Tabla 25. Numero de espigas/m² para las variedades de triticale y de trigo ensayadas.

Variedades Trigo	Espigas/m ²	Variedades Triticale	Espigas/m ²
BERDÚN	616,7	TITANIA	460
MARIUS	596,7	TRITANO	442,5
BOLOGNA	561,7	MISIONERO	432,5
APACHE	548,3	NOE	422,5
TERRÓN	546,7	GALGO	412,5
SOISSONS	505,0	CAMARMA	377,5
GANDHI	440,0	TRILLAN	357,5
		TRUJILLO	352,5
		SENATRIT	337,5
Media	545,01	Media	399,44

Al contrario de lo que sucedía con el número de plantas/m² (tabla 23) la media del número de espigas/m² de las variedades de triticale que es 399,44 espigas/m² es inferior a la media para las variedades trigo que es 545,01 espigas/m².

Estos datos (tabla 25) confirman lo publicado, donde se dice que el triticale tiene menor número de espigas por unidad de superficie y se relaciona con la menor capacidad de ahijamiento del triticale frente al trigo (Royo, 1992).

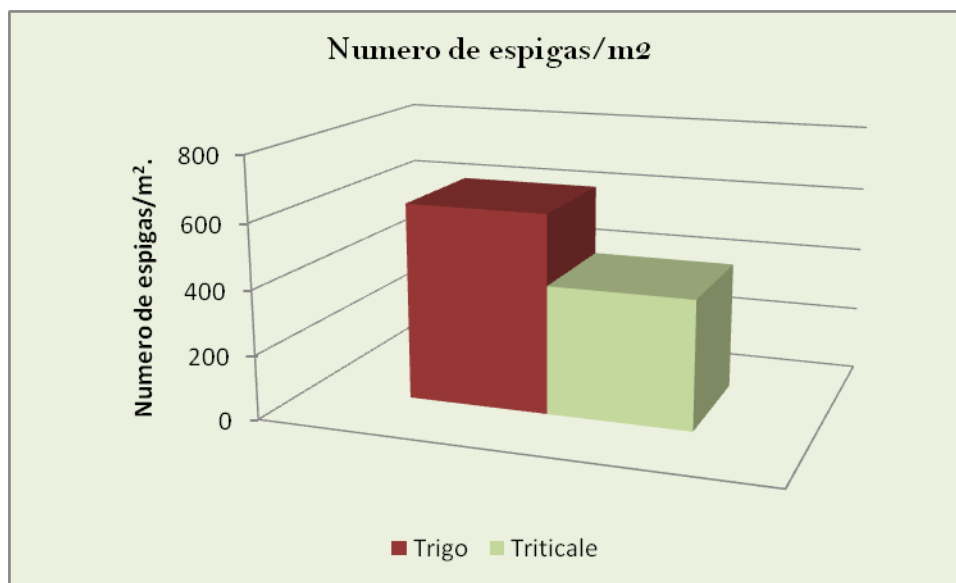


Figura 31. Media del número de espigas/m² de las variedades de triticale y trigo ensayadas.

5.12.4. - Numero de granos/espiga.

El número de granos/espiga, es un parámetro determinante del rendimiento. Al comparar el numero de granos/espiga de las distintas variedades de trigo y triticale (tabla 26) observamos que las variedades de trigo son superadas por las de triticale en todos los casos, exceptuando a la variedad de triticale Noe, que con 47,06 granos por espiga, es superada por las tres variedades de trigo que dan los mejores valores, como son Gandhi, Soissons y Bologna.

Tabla 26. Numero de granos/espiga para las variedades de triticale y de trigo ensayadas.

Variedades Trigo	Granos/esp	Variedades Triticale	Granos/esp
GANDHI	57,42	TRUJILLO	94,85
SOISSONS	55,79	SENATRIT	92,74
BOLOGNA	47,01	TRILLAN	84,15
TERRÓN	37,28	MISIONERO	81,99
BERDÚN	35,3	TRITANO	79,22
APACHE	34,89	TITANIA	69,23
MARIUS	22,63	CAMARMA	65,23
		GALGO	61,29
		NOE	47,06
Media	41,47	Media	75,08

En definitiva vemos que se corrobora lo publicado (Royo, 1992) de que el triticale tiene mayor numero de granos/espiga que el trigo (figura 32).

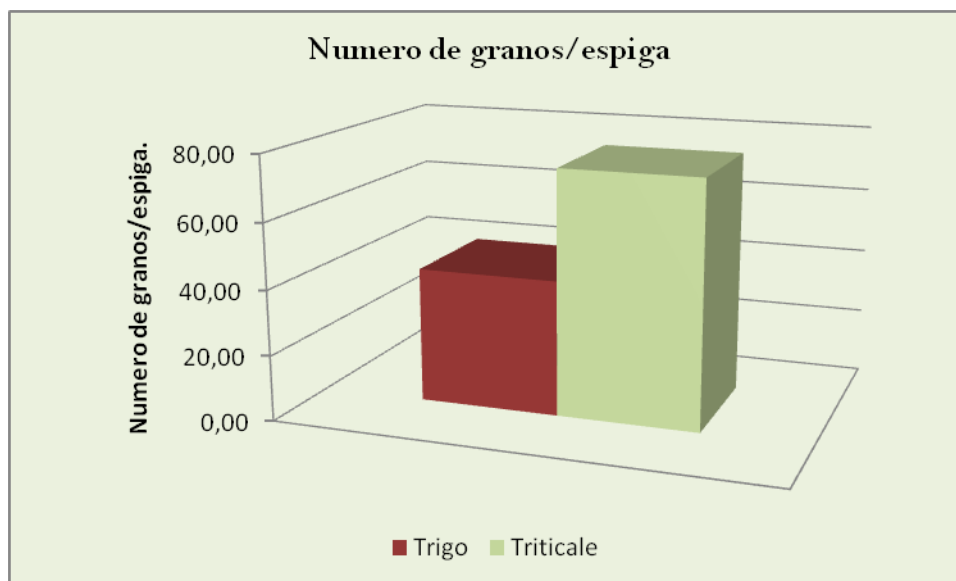


Figura 32. Numero de granos/espiga para las variedades de triticale y de trigo ensayadas.

5.12.5. - Peso de mil granos (grs).

El peso de mil granos es un parámetro usado a la hora de determinar el rendimiento. A mayor peso de mil granos, mejor llenado de grano, con lo que los rendimientos son más elevados.

Al contrario que lo que sucede con el numero de espigas por metro cuadrado donde el trigo es superior al triticale (apartado 5.12.3), el peso de mil semillas en el caso del triticale es superior al del trigo (Royo, 1992).

Tabla 27. Peso de mil granos (grs) producida por las variedades de triticale y de trigo ensayadas.

Variedades Trigo	P.M.G.	Variedades Triticale	P.M.G.
MARIUS	28,91	TRUJILLO	40,08
TERRÓN	26,9	MISIONERO	39,76
APACHE	24,00	CAMARMA	39,66
BOLOGNA	21,66	TRITANO	39,65
BERDÚN	20,23	GALGO	39,16
GANDHI	20,08	TITANIA	37,16
SOISSONS	16,68	SENATRIT	34,40
		NOE	34,37
		TRILLAN	30,58
Media	22,64	Media	37,20

El peso de mil granos de trigo suele oscilar entre 32 - 60 grs (López Bellido, 1990). En este caso los valores obtenidos son menores ya que se sitúan entre 16 - 30 grs (tabla 27).

La variedad de trigo cuyo peso de mil granos es mayor ,que es Marius con 28,91grs, tiene un valor incluso mas bajo que la variedad de triticales que da menor valor, que es Trillan, con 37,20 grs (tabla 27).

El peso de mil semillas para las variedades de triticales y de trigo ensayadas (tabla 27) y su comparación de media (figura 33) corroboran el hecho de que el triticales ofrece un valor superior al ofrecido por el trigo. Además esto no solo sucede al ver la media para cada cereal, sino que todas las variedades de triticales son superiores a las variedades de trigo.

Podemos concluir que el triticales compensa el menor número de espigas/m² (figura 31) que el trigo, con espigas mayores (más granos/espiga) (figura32) y granos mayores (mayor PMG) (figura 33).

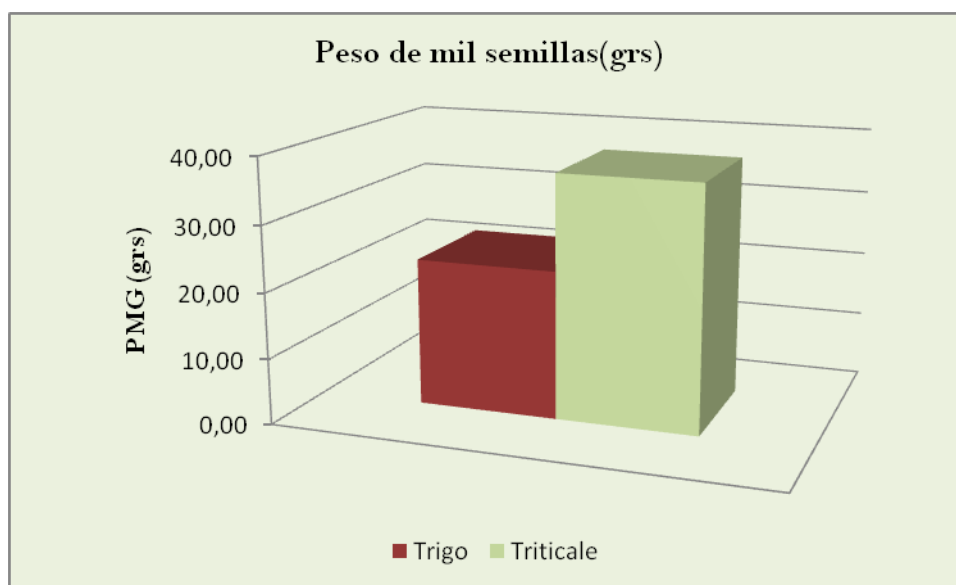


Figura 33. Media del peso de mil semillas (grs) producida por las variedades de triticales y de trigo ensayadas.

5.12.6. - Peso específico (kg/hl).

El peso específico medio de las variedades de triticales se sitúa entorno a 78 kg/hl, no superando a los mejores trigos harineros que tienen valores superiores a 80 kg/hl (Royo, 1992).

Para las variedades de triticales ensayadas en nuestro caso el dato medio (tabla 28) no cumple con esta premisa, ya que el valor medio se sitúa en 70,84 (kg/hl). Aunque este dato es similar a los datos publicados para los ensayos llevados a cabo por el grupo para la evaluación de nuevas variedades de cultivos extensivos en España (GENVCE) durante la campaña 2008 - 2009 (GENVCE, 2009). También hay que decir que para el trigo los valores obtenidos son bajos, motivados quizás por

consecuencia de la campaña ya, que en esos estudios del GENVCE dan valores cercanos a 77 kg/hl para por ejemplo la variedad Soissons.

Tabla 28. Peso específico (kg/hl) producida por las variedades de triticales y de trigo ensayadas

Variedades Trigo	P.E.	Variedades Triticales	P.E.
BOLOGNA	75,43	GALGO	76,75
SOISSONS	74,63	SENATRIT	73,4
BERDÚN	74,2	TRILLAN	71,6
APACHE	72,7	MISIONERO	71,2
MARIUS	71,27	TRITANO	70,45
TERRÓN	71,13	TRUJILLO	70,45
GANDHI	66,53	TITANIA	70,1
		NOE	68,75
		CAMARMA	64,85
Media	72,27	Media	70,84

La media de los datos de las variedades de trigo si superan la media de los datos de las variedades de triticales (figura 34), aunque hay variedades de triticales y de trigo cuyos valores son muy similares (tabla 28)

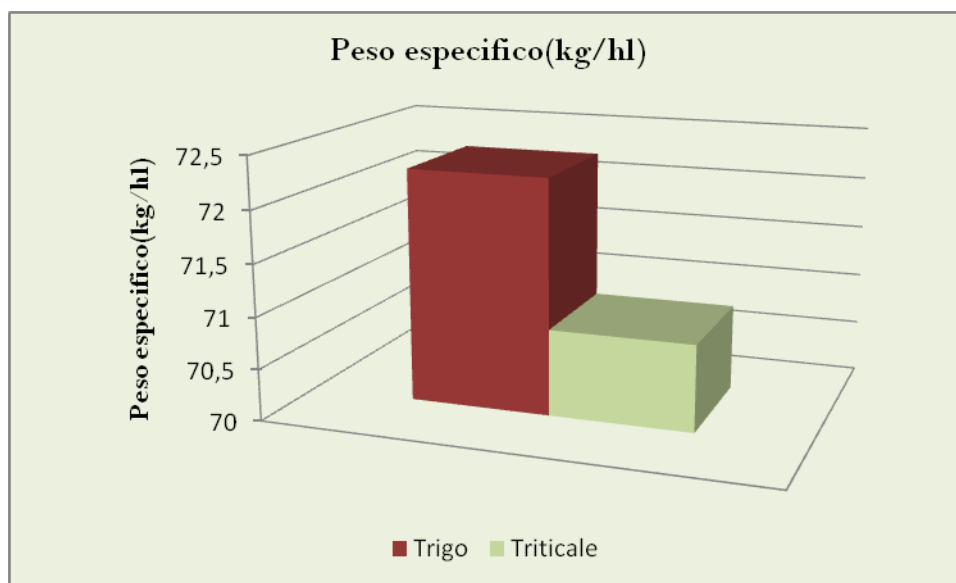


Figura 34. Media de los Peso específico (kg/hl) producida por las variedades de triticales y de trigo ensayadas.

5.12.7. - Rendimiento (Kg/ha).

Los rendimientos obtenidos en la campaña (tabla 29) han oscilado entre 4000 – 6000 kg/ha en el caso del trigo y entre 5000 – 7000 kg/ha en el caso de las variedades de triticales. El mayor rendimiento obtenido en triticales se corresponde con el mayor número de granos/espigas (tabla 26) y mayor peso de mil granos (tabla 27).

Los datos obtenidos (tabla 29) respecto al rendimiento productivo de las variedades de triticale son superiores a las de trigo. Las variedades de triticale que muestran valores inferiores a los rendimientos de las variedades de trigo, son Galgo y Trillan. Esto se puede muestra de manera más sencilla al comparar los datos medios del rendimiento (figura 35) que muestra que el triticale es un 86% más productivo que el trigo.

Estos resultados coinciden con los datos publicados referentes a un conjunto de 33 ensayos realizados por organismo oficiales durante las campañas 1987-1990 y donde en 21 de los 33 ensayos el rendimiento medio del triticale fue de 7,1 t/ha siendo superior al del trigo, 6,2 t/ha (Royo, 1992).

Tabla 29. Rendimiento (Kg/ha) producida por las variedades de triticale y de trigo ensayadas.

Variedades Trigo	Rdto (kg/ha)	Variedades Triticale	Rdto (kg/ha)
BERDÚN	5740	TRUJILLO	6992
MARIUS	5684	TRITANO	6891
APACHE	5606	TITANIA	6782
TERRÓN	5279	MISIONERO	6726
BOLOGNA	5094	SENATRIT	6352
SOISSONS	4868	CAMARMA	5767
GANDHI	4821	TRILLAN	5451
		NOE	5172
			5161
Media	5298,86	Media	6143,78

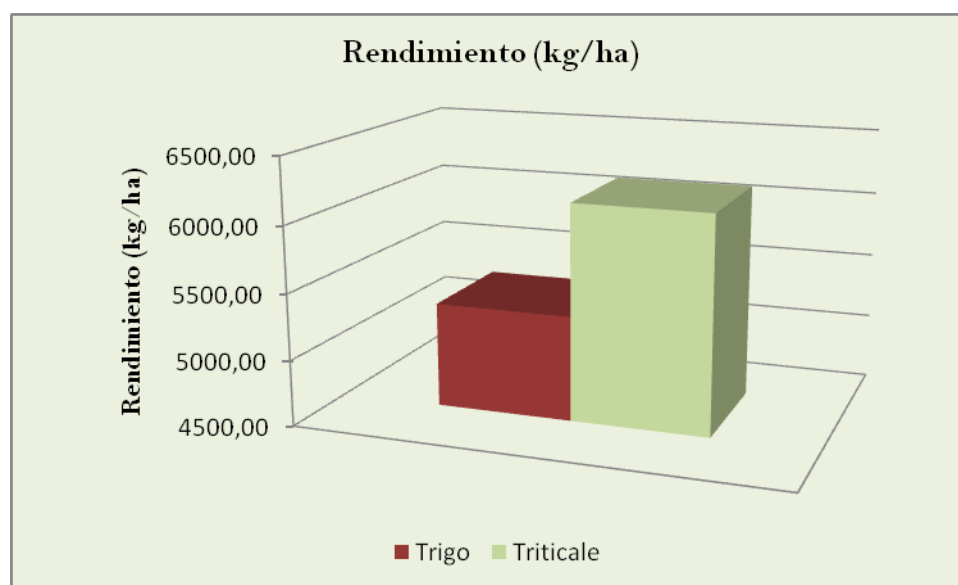


Figura 35. Media de los rendimiento (Kg/ha) producida por las variedades de triticale y de trigo ensayadas.

5.12.8 - Biomasa (kg/ha).

Los rendimientos de biomasa del triticale están entre 17000 y 20000 kg/ha. En el caso de las variedades de trigo el rendimiento está entre 10000 - 17000 en kg/ha (tabla 30). La variedad de triticale con menor producción de biomasa que es Senatrit con 16951 kg/ha, es la única que produce menos que la variedad de trigo de mayor producción, que es la variedad Bologna con 17067 kg/ha.

La media de biomasa producida por las variedades de triticale es superior a la producida por las variedades de trigo (figura 36) esto también puede ver en los resultados presentados en las Jornadas Técnicas sobre Bioenergía llevadas a cabo en Pamplona en octubre del 2009.

Estos datos resultan lógicos son si tenemos en cuenta el mayor porte de las plantas de triticale (tabla 24).

Tabla 30. Biomasa (kg/ha) producida por las variedades de triticale y de trigo ensayadas.

Variedades	Biom (kg/ha)	Variedades	Biom (kg/ha)
BOLOGNA	17067	Trujillo	19920
TERRÓN	14867	Titania	19067
BERDÚN	13900	Camarma	19013
GANDHI	12967	Tritano	18543
APACHE	12667	Noé	18504
SOISSONS	12567	Misionero	17491
MARIUS	10400	Trillan	17240
		Galgo	17069
		Senatrit	16951
Media	13490,71	Media	18199,78

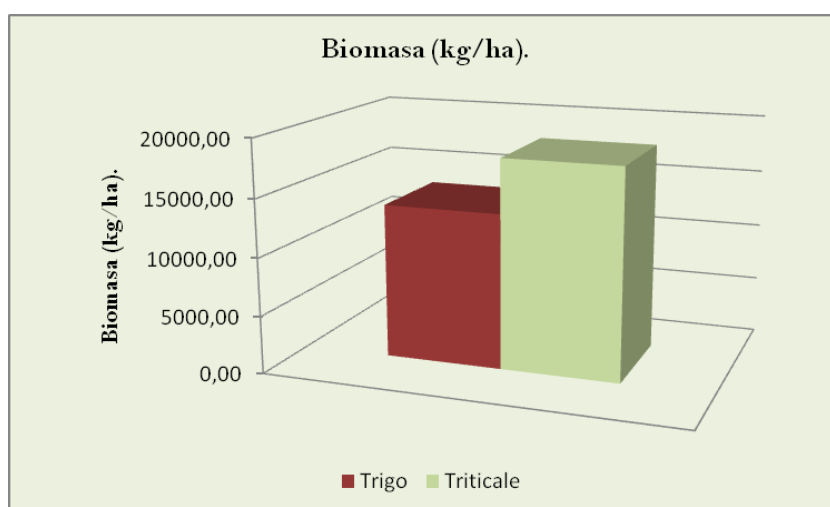


Figura 36. Media de Biomasa (kg/ha) producida por las variedades de triticale y de trigo ensayadas.

5.12.9 Índice de cosecha. (I.C).

El índice de cosecha establece la relación entre la cantidad de biomasa producida y el rendimiento en grano.

Los datos obtenidos para las variedades de triticale y de trigo ensayadas (tabla 31), muestran una ausencia de diferencias en el Índice de cosecha cuando el triticale tiene un mayor rendimiento en grano (tabla 29) se debe a que el triticale también produce mayor cantidad de biomasa (tabla 30)

Tabla 31. Índice de cosecha producida por las variedades de triticale y de trigo ensayadas.

Variedades Trigo	I.C.	Variedades Triticale	I.C.
GANDHI	0,38	MISIONERO	0,39
MARIUS	0,37	SENATRIT	0,38
SOISSONS	0,36	TRITANO	0,37
TERRÓN	0,36	TRUJILLO	0,36
APACHE	0,35	TITANIA	0,36
BOLOGNA	0,33	GALGO	0,32
BERDÚN	0,32	CAMARMA	0,30
		TRILLAN	0,3
		NOE	0,28
Media	0,35	Media	0,34

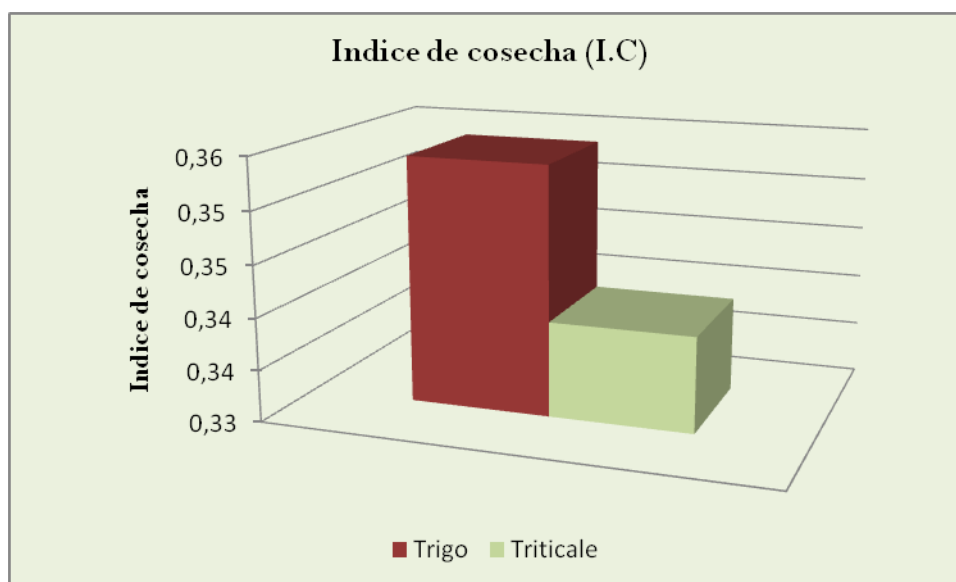


Figura 37. Índice de cosecha producida por las variedades de triticale y de trigo ensayadas.

CONCLUSIONES

6.- Conclusiones.

1. La variedad Galgo con un peso específico de 76,75 kg/hl, es la variedad de triticale más apta para panificación de las variedades ensayadas.
2. La variedad Trujillo es la variedad a elegir cuando el objetivo es la producción de grano, ya que posee el mayor rendimiento (7000 kg/ha) y el PMG más elevado de todas las variedades analizadas.
3. De todas las variedades de triticale ensayadas la variedad Trujillo es la más adecuada para la obtención de biomasa con fines energéticos.
4. Desde el punto de vista forrajero y basándonos en la valoración o aptitud forrajera determinado por el valor relativo de forraje, la variedad más recomendable es la variedad Trujillo.
5. La variedad de la cual se pueden obtener más aprovechamientos de todas las variedades de triticale ensayadas es la variedad Trujillo.
6. El triticale es un cereal que tiene mayor producción de biomasa, mayor rendimiento en kg/ha y mayor potencial productivo, reflejado por el PMG, que el trigo. Por todo esto podemos considerar que el triticale se puede presentar de manera factible como alternativa al cultivo del trigo.

PERSPECTIVAS FUTURAS

7.- Perspectivas de futuro.

Al triticale como cereal, se le señalan muchas características positivas, como son: su alto valor nutritivo, amplia adaptación a la diversidad de suelos y climas, su alto potencial de rendimiento bajo condiciones críticas de cultivo y su gran tolerancia a factores bióticos y abióticos que pueden considerar negativos en otros cereales. Todo ello hace de esta especie una alternativa interesante al cultivo de cereales tradicionales como puede ser el trigo.

Las características de la harina de triticale como son: la de tener un color mas oscuro y el hecho de que es una harina que da lugar a panes de menor volumen por tener un menor contenido en gluten hacen que el pan producido sea diferente al pan normal. Esto puede provocar que el consumidor final sea distinto al que consume el pan tradicional, quizás un consumo mas enfocado a pan ecológico sea mas adecuado.

Ahora que los objetivos ambientales se están volviendo cada vez más importantes para los productores agrícolas, el triticale ofrece una combinación ideal de rendimiento económico y beneficios ambientales. El triticale es una cereal ideal para la producción por métodos ecológicos, favorecido por un crecimiento enérgico que dificulta la aparición de malas hierbas y por su resistencia a enfermedades que favorece la escasa necesidad de utilizar tratamientos fitosanitarios aplicados normalmente en el cultivo del trigo.

La manera de promover el cultivo de este cereal sea quizás fijar un precio de referencia al grano del triticale definido en base a las cualidades que este grano tiene, tomando adicionalmente como punto de referencia al trigo, o aplicandole las normas que se aplican al trigo pero tolerándole al triticale un menor peso de hectolitro.

A la vista de los datos reflejados en el presente trabajo, asi como a la bibliografía consultada se puede considerar como posibilidad factible el cultivo del triticale en Navarra.

BIBLIOGRAFÍA

8.- Bibliografía.

ANCIN ERDOZAIN, J. 2005. Efecto de la variedad, la densidad de siembra y la dosis de abonado nitrogenado en el rendimiento de trigo blando en la baja montaña de Navarra. TFC. UPNa

BARRIER-GUILLOT, B. 2000. Dossier Triticale du debouche à la culture. Perspectives Agricoles, 256.

BAUDART, C; VILARIÑO, M. 2004. Les atouts du triticale en alimentation animale. Perspectives Agricoles, 306: 18 – 19.

BERNICOT, MH. 2001. Les variétés de triticales. Perspectives Agricoles, 269: 80 – 82.

BERNICOT, MH. 2002. Quoi de neuf du côté des variétés? Perspectives Agricoles, 280: 78 – 85 .

BESNARD, A. 2002 . Cultiver des plantes productives de biomasse. Perspectives Agricoles, 282: 38 – 40.

C. DE BLAS, G; MATEOS, G; REBOLLAR, P.1999. Normas FEDNA para la formulación de piensos compuestos. Editorial Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal.

DE LIÑÁN VICENTE, C. 2010. Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales 2010. Editorial: Ediciones Agrotécnicas.

FAO. 2010. Anuario Estadístico de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FERNÁNDEZ, J. 2008. Energía de la biomasa. Editorial Haya Comunicación.

FUENTES YAGUE, J.L .2002.Manual practico sobre utilización de Suelo y Fertilizantes. Editorial Mundi Prensa.

GATE, P; MASSON, E; LECLÈRE, S. 2000. Des potentialités en 2 paille variables selon les especes. Perspectives Agricoles, 260: 66 – 69.

GIL ARAGON, A, LLERA CID, F; GARCIA CALVO, A; RUFO MORGADO,S . 2008. Nuevas oportunidades de alimentación en la dehesa: el triticale.

GONZÁLEZ TORRES, F; ROJO HERNÁNDEZ, C .2005. Prontuario de Agricultura: Cultivos Agrícolas. Editorial Mundi Prensa.

GOÑI, J; ARMESTO, A; LAFARGA, A.2004. Resultados de la experimentación del ITGA en la campaña 2003-2004.Navarra Agraria ,146: 18-31.

GOÑI, J; ARMESTO, A; LAFARGA, A .2003. Red De Experimentación En Nuevas Variedades Campaña 2002/2003. .Navarra Agraria ,140: 28 – 37.

GRUPO PARA LA EVALUACIÓN DE NUEVAS VARIEDADES DE CULTIVOS EXTENSIVOS EN ESPAÑA. 2007, 2008 y 2009. Resultados de la experimentación de nuevas variedades de cebada, trigo blando, trigo duro, triticale y avena. Editorial GENVCE.

GUERRERO, A.1999.Cultivos Herbáceos Extensivos. Editorial Mundi Prensa.

- HUGUES, D. 1998. Les variétés de triticale. *Perspectives Agricoles*, 235: 96 -98.
- IDAE. 2007. *Manuales de Energías Renovables: Energía de la biomasa*. Editorial IDAE.
- ITCF. 1984. *Le Triticale*. Institut Technique des Cereales et des Fourrages.
- LAFARGA ARNAL, A. 2009. Ponencia: Biomasa de Herbáceos para producir energía, jornada técnica sobre Bioenergía.
- LÓPEZ BELLIDO, L. 1990. *Cultivos Herbáceos*. Vol. I. Cereales. Editorial Mundi Prensa.
- LÓPEZ MENDIBURU, A; LUMBRERAS, O.2004. *Biomasa y cultivos energéticos*. Editorial Acciona.
- MACARIO BECERRIL, R. 1998. *El triticale en alimentación humana*. Universidad Nacional de Chapingo.
- MASSON, E. 2003. Le triticale dévoile ses atouts. *Perspectives Agricoles*, 289: 21-37.
- MUSLERA PARDO, E; RATERA GARCIA, C. 1991. *Praderas y forrajes*. Producción y aprovechamiento. Editorial Mundi Prensa.
- OSCA, J.2007. *Cultivos Herbáceos Extensivos: Cereales*. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.
- ROYO, C. 1992. *El Triticale: bases para el cultivo y aprovechamiento*. Editorial Mundi Prensa.
- SAUVANT, D.1990. *Alimentacion de Bovinos, Ovinos y Caprinos*. Editorial Mundi Prensa.
- SCADE, J. 1980. *Cereales*. Ed. Acribia.
- SOSULSKI, K .2000. *Ethanol Production from Triticale Grain*. Editorial Resource Seeds, Inc.
- URBANO TERRÓN, P.1999. *Tratado de Fitotecnia General*. Editorial Mundi Prensa.
- VARUGHESE, G; BAKER, T; SAARI, E.1987. *Triticale*. CIMMYT. Mejico.D.F

INTERNET:

- <http://dae.um.es/docs/Estadistica-SW.htm>
- <http://faostat.fao.org/>
- <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/usda.html>
- <http://www.aemet.es/>
- <http://www.agmrc.org/agmrc/commodity/grainsoilseeds/triticale/>
- <http://www.cerealiers-france.com/>
- <http://www.cimmyt.cgiar.org/spanish/webp/main/index.htm>

- <http://www.gnis.fr/>
- <http://www.infoagro.com/agrovademecum/default.htm>
- <http://www.inia.es/saportal/guest/guest>
- <http://www.inra.fr/>
- <http://www.lafranceagricole.fr/>
- <http://www.mapya.es>
- <http://www.marm.es>
- <http://www.navarraagraria.com/>
- <http://www.perspectives-agricoles.com/>
- <http://www.portalbesana.es/estaticas/servicios/vademecum/vademecum.html#>
- <http://www.presseagricole.com/>
- <http://www.ua.es/es/bibliotecas/referencia/electronica/estadist.html>
- <http://www.usaemergencysupply.com/information/triticales.php>
- <http://www.usda.gov/nass/>
- <http://www.worldbank.org/html/cgiar/newsletter/april97/8tritic.html>

ANEJO 1

Tablas FEDNA de FORRAJES (2004)	MS (%)	Humedad (%)	Cenizas (%MS)	PB (%MS)	NH4 (%MS)	EE (%MS)	FB (%MS)	FND (%MS)	FAD (%MS)	LAD (%MS)	Almidón (%MS)	Ca (%MS)	P (%MS)	Mg (%MS)
Maíz silo <20	20,00	80,00	6,40	9,37	0,89	4,54	28,21	55,22	32,58	4,12	10,50	0,30	0,28	0,18
Maíz silo 20-25	22,50	77,50	6,26	9,20	0,25	4,35	27,13	52,38	30,29	3,74	12,63	0,30	0,28	0,18
Maíz silo 25-30	27,50	72,50	5,43	8,28	0,21	4,40	23,17	47,63	26,17	3,28	24,22	0,30	0,28	0,18
Maíz silo 30-35	32,50	67,50	4,94	7,62	0,23	4,20	20,98	44,53	23,94	3,22	28,23	0,30	0,28	0,18
Maíz silo >35	35,00	65,00	4,80	7,58	0,23	3,76	19,71	41,38	22,66	3,21	33,30	0,30	0,28	0,18
Sorgo silo <20	20,00	80,00	10,41	11,26	0,09	3,41	32,39	60,28	36,84	4,17	-	0,59	0,61	0,57
Sorgo silo 20-25	22,50	77,50	8,56	10,17	0,03	3,49	31,17	58,32	35,63	4,87	-	0,59	0,61	0,57
Sorgo silo 25-30	27,50	72,50	8,66	9,87	0,02	3,38	30,13	56,88	33,94	5,67	-	0,59	0,61	0,57
Sorgo silo 30-35	32,50	67,50	8,49	9,34	0,02	3,30	29,10	55,43	33,06	4,60	-	0,59	0,61	0,57
Sorgo silo >35	35,00	65,00	8,99	9,63	0,02	3,51	29,72	55,78	33,78	4,67	-	0,59	0,61	0,57
Avena silo <20	20,00	80,00	12,48	13,05	-	4,80	33,80	56,45	34,80	4,80	-	0,52	0,31	0,20
Avena silo 20-25	22,50	77,50	10,58	9,85	-	4,10	37,03	60,34	38,07	4,90	-	0,52	0,31	0,20
Avena silo 25-30	27,50	72,50	9,82	9,27	-	3,60	35,14	59,56	35,88	5,10	-	0,52	0,31	0,20
Avena silo 30-35	32,50	67,50	9,41	9,41	-	3,40	34,08	57,66	35,06	5,50	-	0,52	0,31	0,20
Avena silo >35	35,00	65,00	9,30	9,67	-	3,10	34,57	58,92	35,39	5,60	-	0,52	0,31	0,20
Cebada silo <20	20,00	80,00	9,51	9,25	-	-	35,58	60,00	41,44	5,30	-	0,48	0,30	0,18
Cebada silo 2-250	22,50	77,50	10,02	12,43	-	-	33,13	55,47	33,76	5,40	-	0,48	0,30	0,18
Cebada silo 25-30	27,50	72,50	10,74	10,45	-	-	31,45	55,18	32,48	5,50	-	0,48	0,30	0,18
Cebada silo 30-35	32,50	67,50	9,04	10,52	-	-	29,31	53,65	31,20	5,80	-	0,48	0,30	0,18
Cebada silo >35	35,00	65,00	8,08	10,25	-	-	28,98	53,23	31,24	6,00	-	0,48	0,30	0,18
Trigo silo <20	20,00	80,00	12,64	11,35	0,22	7,66	34,56	55,90	39,22	3,95	-	0,45	0,26	0,43
Trigo silo 20-25	22,50	77,50	9,06	9,59	0,21	5,15	33,89	59,91	38,99	4,95	-	0,45	0,26	0,43
Trigo silo 25-30	27,50	72,50	8,58	9,13	0,19	4,51	32,37	54,99	37,35	4,91	-	0,45	0,26	0,43
Trigo silo 30-35	32,50	67,50	6,50	7,08	0,22	3,02	28,59	52,22	31,85	4,44	-	0,45	0,26	0,43
Trigo silo >35	35,00	65,00	7,04	8,29	0,15	2,85	29,47	56,37	33,91	5,11	-	0,45	0,26	0,43
Triticale silo <20	20,00	80,00	11,29	9,88	0,15	3,98	35,61	60,26	37,40	5,31	-	0,49	0,29	0,13
Triticale silo 20-25	22,50	77,50	10,10	11,86	0,21	5,42	36,09	59,02	36,60	4,86	-	0,49	0,29	0,13
Triticale silo 25-30	27,50	72,50	9,19	10,26	0,17	5,04	34,41	58,51	35,66	4,45	-	0,49	0,29	0,13
Triticale silo 30-35	32,50	67,50	8,47	9,87	0,10	4,11	31,94	56,33	34,19	5,08	-	0,49	0,29	0,13
Triticale silo >35	35,00	65,00	8,24	9,92	0,04	3,98	32,76	57,85	34,28	4,69	-	0,49	0,29	0,13

Tablas FEDNA de FORRAJES (2004)	MS (%)	Humedad (%)	Cenizas (%MS)	PB (%MS)	NH4 (%MS)	EE (%MS)	FB (%MS)	FND (%MS)	FAD (%MS)	LAD (%MS)	Almidón (%MS)	Ca (%MS)	P (%MS)	Mg (%MS)
Ray-grass verde EXCELENTE	23,80	76,20	12,40	19,70	-	3,99	19,10	40,50	22,60	2,34	-	0,51	0,44	0,18
Ray-grass verde PRIMERA	23,30	76,70	12,80	14,40	-	3,23	23,30	46,00	27,80	2,57	-	0,51	0,44	0,18
Ray-grass verde SEGUNDA	26,10	73,90	13,20	12,00	-	2,56	26,60	52,10	31,30	3,23	-	0,51	0,44	0,18
Ray-grass verde TERCERA	29,70	70,30	12,40	10,40	-	2,29	30,40	59,30	35,30	4,06	-	0,51	0,44	0,18
Ray-grass verde CUARTA	30,80	69,20	14,40	8,00	-	2,33	32,30	65,20	38,00	5,24	-	0,51	0,44	0,18
Ray-grass heno EXCELENTE	91,90	8,10	12,00	20,50	-	1,87	22,20	41,90	27,20	5,69	-	1,06	0,28	0,22
Ray-grass heno PRIMERA	90,50	9,50	12,60	18,70	-	2,27	25,00	48,10	29,70	4,82	-	1,06	0,28	0,22
Ray-grass heno SEGUNDA	89,10	10,90	10,50	14,70	-	2,08	28,30	52,70	32,60	4,45	-	1,06	0,28	0,22
Ray-grass heno TERCERA	89,10	10,90	8,40	10,50	-	1,97	32,80	57,90	35,80	4,58	-	1,06	0,28	0,22
Ray-grass heno CUARTA	88,70	11,30	8,70	10,60	-	2,18	33,10	63,40	38,30	4,96	-	1,06	0,28	0,22
Ray-grass heno QUINTA	89,10	10,90	9,20	9,40	-	1,48	34,00	70,60	47,50	8,04	-	1,06	0,28	0,22
Ray-grass silo EXCELENTE	27,50	72,50	14,00	18,20	-	6,80	21,30	39,30	24,30	2,80	-	0,59	0,33	0,20
Ray-grass silo PRIMERA	28,10	71,90	12,80	14,70	-	6,30	25,40	45,90	29,10	2,90	-	0,59	0,33	0,20
Ray-grass silo SEGUNDA	28,80	71,20	11,40	12,70	-	5,90	29,30	52,10	32,80	3,60	-	0,59	0,33	0,20
Ray-grass silo TERCERA	26,30	73,70	10,90	11,00	-	5,60	32,70	58,30	37,30	4,41	-	0,59	0,33	0,20
Ray-grass silo CUARTA	22,20	77,80	10,70	10,20	-	4,87	35,40	63,90	42,00	5,11	-	0,59	0,33	0,20
Alfalfa heno EXCELENTE	89,70	10,30	12,40	20,80	-	2,53	22,90	36,70	27,20	6,32	-	1,55	0,24	0,25
Alfalfa heno PRIMERA	90,30	9,70	11,40	18,70	-	2,14	27,70	43,60	32,70	7,51	-	1,55	0,24	0,25
Alfalfa heno SEGUNDA	89,60	10,40	11,00	16,80	-	1,92	30,40	49,10	36,10	8,25	-	1,55	0,24	0,25
Alfalfa heno TERCERA	89,60	10,40	10,70	15,00	-	1,80	34,30	56,00	40,90	8,96	-	1,55	0,24	0,25
Alfalfa heno CUARTA	89,10	10,90	10,40	13,40	-	1,52	36,70	62,00	44,60	8,96	-	1,55	0,24	0,25
Hierba silo EXCELENTE	28,30	71,70	15,50	18,60	-	2,80	20,30	39,20	27,10	4,25	-	1,34	0,32	0,27
Hierba silo PRIMERA	31,30	68,70	11,40	15,90	-	2,70	24,10	45,50	30,00	5,78	-	1,34	0,32	0,27
Hierba silo SEGUNDA	27,80	72,20	10,50	14,40	-	2,70	28,50	51,80	34,00	5,98	-	1,34	0,32	0,27
Hierba silo TERCERA	24,30	75,70	9,80	13,10	-	2,60	32,90	57,90	38,10	6,15	-	1,34	0,32	0,27
Hierba silo CUARTA	24,50	75,50	9,10	10,70	-	2,60	35,50	63,70	41,80	7,56	-	1,34	0,32	0,27
Hierba silo QUINTA	16,00	84,00	11,40	9,50	-	2,50	39,20	68,70	48,60	8,01	-	1,34	0,32	0,27

