

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



**EFECTO DE LA ÉPOCA DE COSECHA EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD
DE CINCO CULTIVARES CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) PARA ENSILAJE**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de la Frontera, como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

JOSE MANUEL PAINE SALGADO

TEMUCO – CHILE

2007

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



**EFFECTO DE LA EPOCA DE COSECHA EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD
DE CINCO CULTIVARES CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) PARA ENSILAJE**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de la Frontera, como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

JOSE MANUEL PAINE SALGADO

PROFESOR GUIA: ROLANDO DEMANET FILIPPI

TEMUCO – CHILE

2007

“EFECTO DE LA EPOCA DE COSECHA EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE CINCO CULTIVARES CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) PARA ENSILAJE”

Profesor guía

: ROLANDO DEMANET FILIPPI
Ingeniero Agrónomo.
Depto. de Producción Agropecuaria

Profesor consejero

: JUAN CARLOS GARCÍA DIEZ
Ingeniero Agrónomo.
Depto. de Producción Agropecuaria

Calificación

:

ÍNDICE

Capítulo		Página
1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1.	Antecedentes generales.....	3
2.1.1.	Origen e importancia.....	3
2.1.2.	Utilización.....	3
2.2.	Utilización de la cebada para ensilaje.....	4
2.2.1	Aptitud de ensilaje de la cebada.....	4
2.3.	Rendimiento de cebada destinada a ensilaje.....	6
2.3.1.	Genotipo y rendimiento.....	6
2.3.2.	Época de cosecha y rendimiento	7
2.4.	Calidad de la cebada destinada a ensilaje	7
2.4.1.	Genotipo y calidad.....	9
2.4.2.	Época de cosecha y calidad.....	9
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1.	Ubicación del ensayo.....	13
3.2.	Cultivares utilizados.....	13
3.3.	Siembra.....	14
3.4.	Fertilización.....	14
3.5.	Manejo Fitosanitario.....	14
3.6.	Diseño Experimental.....	14
3.7.	Determinaciones.....	15
3.8.	Análisis de resultados.....	16
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
4.1.	Análisis de varianza.....	17
4.2.	Población de plantas	18
4.3.	Altura de planta.....	19
4.4.	Rendimiento de materia verde.....	20
4.5.	Contenido de materia seca.....	22
4.6.	Rendimiento de materia seca.....	24
4.7.	Porcentaje de espigas.....	25
4.8.	Proteína cruda.....	27

4.9.	Energía metabolizable.....	28
4.10.	Fibra detergente neutro y ácido.....	30
5.	CONCLUSIONES.....	34
6.	RESUMEN.....	35
7.	SUMMARY.....	36
8.	LITERATURA CITADA.....	37
9.	ANEXOS.....	42

ÍNDICE DE CUADROS

Número		Página
1.	Caracterización relativa de la aptitud de un forraje para ser ensilado y los factores que lo determinan	5
2.	Rendimiento de cebada (ton MS ha ⁻¹), cosechada en diferentes estados fenológicos, según diversos autores	8
3.	Calidad del forraje de cebada en distintos estados fenológicos.	12
4.	Composición química del suelo del sitio del ensayo. Las Encinas, Instituto de Agroindustrias. Temporada 2000-2001.	14
5.	Resumen de los análisis de varianza realizados para cada variable evaluada.	17
6.	Población de plantas (plantas m ⁻²) medida después de la emergencia, en cinco cultivares de cebada.	19
7.	Efecto de la época de cosecha en la altura de cinco cultivares de cebada.	20
8.	Efecto de la época de cosecha en el rendimiento de materia verde (ton MV ha ⁻¹) de cinco cultivares de cebada	22
9.	Efecto de la época de cosecha en el contenido de materia seca (%MS), de cinco cultivares de cebada.	23
10.	Efecto de la época de cosecha en la producción de materia seca (ton MS ha ⁻¹) de cinco cultivares de cebada	25
11.	Efecto de la época de cosecha en el porcentaje de espigas (bps) de cinco cultivares de cebada	26
12.	Efecto de la época de cosecha en el contenido de proteína cruda (%PC) de cinco cultivares de cebada	27
13.	Efecto de la época de cosecha en el contenido de energía metabolizable (Mcal kg ⁻¹ MS) de cinco cultivares de cebada	29
14.	Efecto de la época de cosecha en el contenido de FDN (%) de cinco cultivares de cebada	31
15.	Efecto de la época de cosecha en el contenido de FDA (%) de cinco cultivares de cebada	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Número		Página
1.	Población de plantas en cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región de La Araucanía. Temporada 2001.	18
2.	Efecto de la época de cosecha en la altura de cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región de La Araucanía. Temporada 2001.	20
3.	Efecto de la época de cosecha en el rendimiento de materia verde (ton MV ha ⁻¹), en cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región de La Araucanía. Temporada 2001	21
4.	Efecto de la época de cosecha en el contenido de materia seca (%MS), en cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región de La Araucanía. Temporada 2001	23
5.	Efecto de la época de cosecha en el rendimiento de materia seca (ton MS ha ⁻¹), en cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región de La Araucanía. Temporada 2001	24
6.	Efecto de la época de cosecha en el porcentaje de espigas (bps), en cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2001	26
7.	Efecto de la época de cosecha en el contenido de proteína cruda (%PC), en cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región de La Araucanía. Temporada 2001	28
8.	Efecto de la época de cosecha en el contenido de energía metabolizable (Mcal kg ⁻¹ MS), en cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región de La Araucanía. Temporada 2001	29

9.	Efecto de la época de cosecha en el contenido de fibra detergente neutro (%), en cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región de La Araucanía. Temporada 2001	31
10.	Efecto de la época de cosecha en el contenido de fibra detergente ácido (%), en cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región de La Araucanía. Temporada 2001	32

1. INTRODUCCIÓN.

En el país las praderas y pasturas presentan diferencias significativas de producción entre un mes y otro, con una marcada estacionalidad en los meses de primavera, debido, principalmente a condiciones ambientales de humedad y temperatura. Dichos factores poseen una gran incidencia en los niveles de crecimiento y producción de las praderas, que determina la disponibilidad de forraje para el ganado.

La curva de crecimiento de las praderas en la zona sur determina el periodo invernal presenta al invierno como una de las épocas críticas en la producción de forraje, que hace casi imposible mantener un sistema productivo basado solamente en forraje fresco a partir de praderas y obliga a recurrir a fuentes de alimentación alternativas para suplir los períodos de escasez.

La utilización de ensilaje se presenta como una alternativa recurrente en los predios por su relativa sencillez de elaboración y, principalmente, por su bajo costo, comparado con otras alternativas alimenticias.

Sin embargo, los altos requerimientos nutricionales del ganado en sistemas de alta producción, obligan a la búsqueda de las mejores alternativas desde el punto de vista de calidad. En ese contexto, se hizo cada vez más común la utilización de cereales de grano pequeño como avena, triticale, cebada y trigo para suministrarlos en forma de ensilaje. Dentro de éstos, la cebada ha presentado los mejores resultados productivos y de calidad.

Al igual como sucede con las praderas, los cereales de grano pequeño utilizados como forraje, presentan disminución de la calidad y aumento de rendimiento a medida que avanzan a estados de desarrollo avanzados. Es por ello que, se hace necesario conocer la magnitud de tales variaciones para determinar la mejor época de cosecha equilibrando rendimiento y calidad.

Por tanto, se plantea como hipótesis que los cultivares de cebada presentan diferencias de rendimiento y calidad en los distintos estados fenológicos cosechados.

Considerando lo anterior, se realizó una investigación cuyo objetivo general fue determinar la época de cosecha que permite lograr el mayor rendimiento y calidad de cinco cultivares de cebada para ensilaje.

Los objetivos específicos fueron:

- Medir el rendimiento y calidad de cinco cultivares de cebada para ensilaje en dos estados fenológicos.
- Determinar el cultivar de mejor comportamiento productivo en el secano del Llano Central de la IX Región de La Araucanía.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. Antecedentes generales.

2.1.1. Origen e importancia.

Todas las cebadas cultivadas pertenecen a la especie *Hordeum vulgare L.*, que es un miembro de la tribu *Triticeae*, de la familia *Gramineae*. Su origen no se encuentra remitido a un solo lugar y en efecto se habla de un conjunto de ellos ubicados en algunas zonas geográficas de Marruecos, China, Nepal e India, en donde comenzó su domesticación hace unos diez mil años (Molina, 1989; Slafer, *et al.*, 2002).

A nivel mundial, la cebada es el cuarto cereal más cultivado, después del trigo, arroz y maíz, alcanzando en el año 2005 una superficie de siembra cercana a 57 millones de hectáreas (FAO, 2006). La cebada es el cereal que en el ámbito mundial tiene la mayor dispersión geográfica y adaptación ecológica, cultivándose desde los 70° Latitud Norte hasta los 53° Latitud Sur, en zonas con alturas inferiores al nivel del mar y hasta los 3.000 m.s.n.m (Arias, 1991).

2.1.2. Utilización.

Inicialmente la cebada se utilizó junto al trigo como fuente de alimentación primaria a través de la elaboración de pan (Slafer, *et al.*, 2002). En la actualidad, en algunos países sudamericanos y del sudeste asiático, la cebada aún constituye una fuente de alimentación humana primaria (Tolbert *et al.*, 1979).

Con el paso del tiempo el trigo reemplazó a la cebada como materia prima para elaboración de pan y a la vez comenzó a ser utilizada en la elaboración de cerveza (Slafer *et al.*, 2002). Es así como hoy, cerca del 80% del total de la producción nacional de cebada se destina a la industria cervecera (Beratto, 2001).

Una fracción aproximada de 15% de la producción total de cebada se destina a la alimentación animal en forma de grano o forraje, siendo ambas formas de utilización igualmente importantes (Faiguenbaum, 2003).

En caso de ser usada como forraje, se prefiere suministrarla en forma de ensilaje aún cuando existe una tendencia a utilizarla en forma de soiling y pastoreo por su capacidad de rebrote después de ser cortadas (Hepp *et al.*, 1988).

2.2. Utilización de la cebada para el ensilaje.

A nivel de país el ensilaje de cebada se ha presentado como una posibilidad forrajera para bovinos de carne y leche, en sectores donde el cultivo de maíz para ensilaje tiene limitaciones de clima, riego y maquinaria, para alcanzar altas producciones y buena calidad (Rojas y Catrileo, 2000).

Entre las ventajas de la cebada frente a otros cereales utilizados para ensilaje se encuentra su alta producción, ciclo de desarrollo corto, bajo requerimiento hídrico y buen valor nutricional (Mc Neil, 1996; Rojas, 1997; Goic y Ponce, 1999).

El ensilaje de cereales de grano pequeño, y en especial de cebada, ha sido ampliamente estudiado en Chile y en el extranjero (Dufeu, 1984; Hargreaves, 1994; Rojas y Catrileo, 1997; Elizalde y Menéndez, 1998; Collar y Aksland, 2001; Bohle *et al.*, 2006).

Desde el punto de vista de la producción animal, Elizalde y Menéndez (2004), concluyeron que el ensilaje de cebada fue la mejor alternativa para producción de leche, comparado con ensilaje de avena y trigo. Consecuentemente, el ensilaje de cebada tuvo un mayor contenido de energía y proteína cruda, además de un mayor consumo voluntario por parte del ganado.

2.2.1. Aptitud de ensilaje de la cebada.

Los factores más importantes que determinan la aptitud fermentativa de un forraje para ser ensilado son el contenido de carbohidratos solubles, capacidad buffer y contenido de materia seca (Cussen, 1994).

Los carbohidratos solubles de la planta constituyen la fuente de la cual extraen la energía los microorganismos que llevan a cabo la fermentación del forraje y depende de la especie y del estado de fenológico del forraje (Elizalde *et*

al., 1996). La capacidad buffer se refiere a la habilidad de las plantas para resistir cambios de pH. Los forrajes con baja capacidad buffer son ideales para conservarlos en forma de ensilaje ya que permiten que la acidez del forraje aumente progresivamente, desde el pH original, cercano a 6 hasta 3,8 – 4,5, con lo que se limita progresivamente el crecimiento de microorganismos hasta detener la fermentación, logrando la conservación del forraje en forma de ensilaje (Cañas, 1995).

El contenido de materia seca depende fundamentalmente del grado de madurez de la planta. Contenidos bajos de materia seca están asociados a una alta humedad del forraje que facilita una mala fermentación y eleva las pérdidas de nutrientes por producción de grandes cantidades de efluentes (Cañas, 1995).

Entre las plantas forrajeras, los cereales y las gramíneas son las especies que más se prestan para la confección de ensilajes debido a su alto contenido de carbohidratos fáciles de fermentar y baja capacidad tampón, comparado con especies leguminosas que son bajas en azúcares y en capacidad tampón (Elizalde *et al.*, 1996). La aptitud fermentativa o aptitud de un forraje a ser ensilado, que se entiende como "ensilabilidad", se presenta en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Caracterización relativa de la aptitud de un forraje para ser ensilado y los factores que lo determinan.

Forraje	Materia Seca	Concentración de Carbohidratos	Capacidad Buffer	Ensilabilidad
Alfalfa	Media	Baja	Muy baja	Muy baja
Trébol rosado	Media	Baja	Alta	Baja
Ballicas	Baja - Media	Alta	Baja	Alta
Cereales de grano pequeño.	Alta	Alta	Baja	Alta
Maíz	Alta	Alta	Muy baja	Muy alta

Fuente: Cussen, 1994.

La cebada es una especie que posee un alto contenido de carbohidratos solubles, superando incluso al maíz, que permiten obtener una adecuada fermentación láctica durante el proceso (Mc Donald, 1981; Balocchi y López, 1991; Cussen, 1994).

2.3. Rendimiento de cebada destinada a ensilaje.

En especies forrajeras el rendimiento corresponde a la materia seca producida por unidad de superficie y es la resultante de la constitución genética de un cultivar y del medio ambiente en que se cultiva, como también de la interacción continua y dinámica entre ambos (Hayes *et al.* 1955). A diferencia de los cereales destinados a producción de grano, la cebada como recurso forrajero, incluye dentro del rendimiento a la materia seca de todas las estructuras vegetales presentes en la parte aérea de la planta, es decir, tallos, hojas y espigas. (Beratto, 1974).

Al igual que en otros cereales de grano pequeño, el rendimiento de la cebada depende de la época de siembra, dosis de semilla, fertilización, cultivar, características del suelo, clima, entre otros factores (Goic y Ponce, 1999). En el caso de ser utilizada para ensilaje, el rendimiento de la cebada depende, especialmente, de la época de corte o, del estado de desarrollo del cultivo al momento de la cosecha (Butler, 1993).

2.3.1. Genotipo y rendimiento.

Según Collar y Aksland (2001), existe una enorme variación en la producción y rendimiento de distintos cultivares, que se explica por diferencias en el largo de ciclo. Cultivares de ciclo tardío presentan un mayor rendimiento cuando son cosechados en un estado de desarrollo determinado, ya que al requerir de más tiempo para alcanzar un estado fenológico pueden acumular una mayor cantidad de materia seca (Baron y Kibite, 1987).

Hadjichristodoulou (1976), indicó además, que existen variaciones de rendimiento de forraje en cultivares de cebada dependiendo de su respuesta a la disponibilidad hídrica. En su estudio las diferencias de rendimiento debidas al genotipo oscilaron entre 25 y 60%.

2.3.2. Época de cosecha y rendimiento.

Diversos estudios han demostrado que a medida que avanza el estado de desarrollo de las especies forrajeras, su rendimiento se incrementa (Dufeu, 1984; Dumont *et al.*, 1990; Elizalde *et al.*, 1992; Collar y Aksland, 2001; Catrileo *et al.*, 2003). Coincidiendo con esto, Rojas (1997), señala que los cereales alcanzan sobre el 90 % de su potencial de producción de materia seca, 25 a 30 días antes de la cosecha de grano maduro.

Canseco (2004), obtuvo rendimientos que oscilaron entre 0,7 y 24,97 Ton MS ha⁻¹ dependiendo de la época en que se realizó el corte. La misma tendencia obtuvieron Goic y Ponce (1999), cosechando el forraje en estado de grano lechoso y pastoso, con rendimientos de 7 y 14 ton MS ha⁻¹, respectivamente. Concordando con esto, Collar y Aksland (2001), indican que el rendimiento de forraje de cereales de grano pequeño cosechados al estado de bota es un 30% a 60% inferior al obtenido en el estado de grano harinoso suave. El Cuadro 2 muestra el rendimiento de materia seca de cebada cosechada en distintos estados fenológicos, según reportes de varios investigadores.

La enorme diferencia de rendimientos es la razón principal por la que agricultores se resisten a cosechar el forraje en estados más tempranos, pese a que presenta un valor nutricional superior, poniendo de manifiesto el dilema histórico de la calidad contra cantidad (Collar y Aksland, 2001).

2.4. Calidad de la cebada destinada a ensilaje.

Además de los indicadores de ensilabilidad de un forraje, existen parámetros que permiten conocer su valor nutricional, como la proteína cruda (PC), energía metabolizable (EM), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA).

La PC es tal vez el factor más importante de un alimento. El contenido proteico es una medida indirecta de la disponibilidad de sus nutrientes, ya que los componentes proteicos son altamente digestibles comparados, por ejemplo, con los carbohidratos (Cañas 1995).

Cuadro 2. Rendimiento de cebada (ton MS ha⁻¹), cosechada en diferentes estados fenológicos, según diversos autores.

Estado Fenológico	MS (Ton ha⁻¹)	Autor	Lugar
Encañado	1,02	Teuber <i>et al.</i> , 2002	Río Bueno, Chile
	1,04	Romero <i>et al.</i> , 1999	Vilcún, Chile
Bota	3,38	Hazard <i>et al.</i> , 2001	Vilcún, Chile
	3,7	Acosta <i>et al.</i> , 1991	Virginia, EEUU
Antesis	7,65	Teuber <i>et al.</i> , 2000	Río Bueno, Chile
	8,5	Catrileo <i>et al.</i> , 2003	Vilcún, Chile
Grano lechoso	7,4	Helsel y Thomas, 1987	Ohio, EEUU
	8,01	Hazard <i>et al.</i> , 2001	Vilcún, Chile
Grano harinoso	8,7	Acosta <i>et al.</i> , 1991	Virginia, EEUU
	15,9	Catrileo <i>et al.</i> , 2003	Vilcún Chile
Caryopsis dura	15,37	Teuber <i>et al.</i> , 2001	Río Bueno, Chile
	17,13	Catrileo <i>et al.</i> , 2003	Vilcún, Chile

La Energía Metabolizable corresponde a la porción de la energía contenida en un alimento, que el animal puede utilizar para cualquier proceso fisiológico y por tanto considera las pérdidas de energía en la orina y en los gases que se producen en la digestión (Cañas, 1995).

La FDN y la FDA son parámetros relativos a la composición de la pared celular o fibra, que en rumiantes es de gran importancia, ya que se requiere un mínimo de calidad y cantidad en su dieta para un adecuado funcionamiento ruminal (Cañas, 1995). La celulosa y la hemicelulosa son los componentes digestibles de la fibra, que proporcionan energía al ganado en forma de ácidos volátiles. La lignina no es digestible y su presencia reduce la digestibilidad de otros componentes de la planta (Collar y Aksland, 2001).

La FDN es la fracción insoluble de una muestra de un alimento tratado a ebullición con detergentes a pH 7 y representa a los tres componentes estructurales de la fibra, es decir a la celulosa, hemicelulosa y lignina. La FDA es la fracción insoluble resultante luego de tratar la fibra obtenida anteriormente con detergentes a pH 0 e incluye a la celulosa, lignina y sílice (Van Soest, 1967).

La FDN se correlaciona negativamente con el consumo de materia seca y aumenta al avanzar el estado de madurez del forraje, al igual que la FDA, que se correlaciona negativamente con la digestibilidad (Cañas, 1995).

2.4.1. Genotipo y calidad.

Según Helsel y Thomas (1987), las diferencias observadas entre los cultivares y especies permiten que los forrajes sean escogidos en cuanto a que sean apropiados para las diversas especies animales y que estén disponibles cuando sea necesario. Es por ello, que es importante conocer el cultivar y efectos del manejo para una calidad y cantidad óptima de forraje en cereales de grano pequeño.

Baron y Kibite (1987), señalan que en cebada la calidad óptima esta a menudo asociada con genotipos que presentan una mayor proporción de hojas con respecto a tallos, ya que las hojas y espigas presentan una mejor digestibilidad y un mayor contenido proteico que los tallos. Así, es posible que cultivares con mayor índice de cosecha, ya sea por disminución del contenido de paja o por aumento del rendimiento, presenten una mayor digestibilidad *in vitro* de la materia seca de la planta entera (Cherney y Marten, 1982).

Según Juskiw *et al.*, (2000), la proporción habitual de hojas, tallos y espigas en cebada es de 18%, 50% y 31%, respectivamente. Sin embargo, se sabe que éstas proporciones dependen del cultivar, como también del estado de desarrollo en que se encuentra la planta (Canseco, 2004).

2.4.2. Época de cosecha y calidad.

De acuerdo a diversos estudios, existen importantes diferencias en la calidad del forraje cosechado y el estado fenológico (Dumont *et al.*, 1990; Elizalde *et al.*, 1992; Collar y Aksland, 2001; Cowlishaw y George, 1998 ; Catrileo *et al.*, 2003).

La concentración de carbohidratos solubles se incrementa con el avance del desarrollo de la cebada. En estados tempranos del cultivo, los carbohidratos solubles son utilizados por la planta como fuente de energía para permitir el crecimiento y desarrollo de las distintas estructuras. Posteriormente, cuando el grano comienza su formación, los carbohidratos solubles son almacenados principalmente en éste, en forma de almidón, con lo cual se eleva su concentración en la planta (Collar y Aksland, 2001).

El contenido de materia seca se incrementa a medida que se retrasa la cosecha del forraje y se explica por la disminución paulatina del crecimiento de la planta, asociada al comienzo de la acumulación de carbohidratos en distintas estructuras y a la pérdida de humedad debido a la senescencia de estructuras (Elizalde *et al.*, 1992)

El contenido de ácidos orgánicos de la cebada y, en general, de todas las especies pratenses disminuye con el avance de la madurez de la planta, lo que hace que disminuya la capacidad buffer del forraje (Tolbert, 1979).

Según los resultados obtenidos por Catrileo *et al.* (2003) y por Collar y Aksland (2001), la proteína cruda (PC) disminuye con el avance del cultivo, al igual que la energía metabolizable y la FDN. Por el contrario, la fibra cruda y el contenido de materia seca, se incrementan. Lo anterior, se traduce en una disminución de la digestibilidad de la materia seca de la planta completa conforme avanza el estado de desarrollo de la pastura (Collar y Aksland, 2001; Catrileo, 2003). Según Mc Cullough y Gracey (1983), esto se explica porque la calidad de un forraje depende, especialmente, de los componentes de su fibra. A medida que la planta madura, la proporción de celulosa cae y las porciones de hemicelulosa y lignina se incrementan. La digestibilidad disminuye a medida que madura el forraje, ya que la celulosa es altamente digestible, la hemicelulosa menos digestible y la lignina es completamente indigestible.

Dufeu (1984), complementa esta explicación indicando que la disminución del valor nutritivo del forraje al atrasar la cosecha se explica por el cambio de porcentaje de cada componente de la planta y las características de calidad de cada uno de ellos. Asimismo, Canseco (2004), concluyó que a menor relación hoja : tallo menor calidad del forraje y que a mayor proporción de espiga en la planta mayor es el contenido de EM.

El Cuadro 3, muestra información entregada por algunos investigadores con respecto a parámetros de calidad de la cebada en distintos estados de desarrollo.

Mc Neil (1996), señala que el contenido de materia seca que usualmente se estima para la cosecha de cereales de grano pequeño destinados a ensilaje es de 35%, que usualmente ocurre antes del estado harinoso suave. Precisamente, este estado fue identificado por Canseco (2004), como el óptimo para realizar el corte de dos cultivares de cebada destinada a ensilaje. Lo mismo concluyó Mc Neil (1996), quien agrega que en el estado de grano harinoso suave, es posible obtener el mayor rendimiento y contenido de proteína, fibra y materia seca, existiendo diferencias mínimas en la composición nutritiva con respecto a la fase de grano lechoso.

Erickson *et al.* (1977); Dufeu, (1984), plantean que, la época óptima de cosecha para avena y cebada destinadas a ensilaje, esta circunscrita entre el estado de grano lechoso y el estado de grano harinoso, debido a que en esta fase presentan el mayor contenido de nutrientes digestibles totales.

Catrileo *et al.* (2003), concluyó que el estado fenológico límite de corte de la cebada para obtener ensilajes de alta calidad con 70% de digestibilidad, se logra en la fase de grano acuoso - lechoso (Z73), con aproximadamente 113 días de crecimiento.

Cuadro 3. Calidad del forraje de cebada en distintos estados fenológicos.

Parámetro	Bota	Antesis	Grano lechoso	Grano harinoso	Caryopsis dura	Autor
Digestibilidad	81,3		68,5	64,4		Van Keuren y Underwood, 2006
PC (%)	13,2	10,5	9,1	6	5,8	Catrileo <i>et al.</i> , 2003
				9,2*		Elizalde y Gallardo, 2003
	17-19			9 – 10		Bohle <i>et al.</i> , 2006
	16,6*			9,1*		Acosta <i>et al.</i> , 1991
	23,4		15,7	12,3		Van Keuren y Underwood, 2006
	18,1		11,8			Surber <i>et al.</i> , 2003
EM (Mcal kg ⁻¹)	2,25	2,04	2,08	2,26	2,33	Canseco, 2004
	2,62	2,48	2,42	2,15	1,93	Catrileo <i>et al.</i> , 2003
				2,33*		Elizalde y Gallardo, 2003
MS (%)	20,6	27	29,7	48	70,9	Catrileo <i>et al.</i> , 2003
				35,5		Elizalde y Gallardo, 2003
	14-16					Bohle <i>et al.</i> , 2006
	30,8*			35,5*		Acosta <i>et al.</i> , 1991
FDA (%)	34	39	39	34	32	Canseco, 2004
				29,6*		Elizalde y Gallardo, 2003.
	29-30			31 – 34		Bohle <i>et al.</i> , 2006.
	31,1			33,9		Acosta <i>et al.</i> , 1991.
	32,2			29,6		Surber <i>et al.</i> , 2003.
	35,5		40,1	45,8		Johnston y McKinlay, 1998.
FDN (%)	54	65	61	58	52	Canseco, 2004
	50-51			52 – 54		Bohle <i>et al.</i> , 2006.
	49,1*			52,6*		Acosta <i>et al.</i> , 1991.
	51,9		54,4			Surber <i>et al.</i> , 2003.
	56,1		58,8	68,8		Johnston y McKinlay, 1998.

* Medido en ensilaje.

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Ubicación del ensayo.

El experimento se realizó en el Llano Central de la IX Región de la Araucanía, en la Estación Experimental Las Encinas, dependiente de la Universidad de La Frontera, localizada en la comuna de Temuco, provincia de Cautín ($38^{\circ} 45' \text{ LS}$ y $72^{\circ} 35' \text{ LO}$) a una altitud de 90 m.s.n.m.

El clima de esta área agroecológica se describe como mediterráneo frío. Su régimen térmico se caracteriza por temperaturas medias anuales de 10°C , con una máxima de $21,5^{\circ}\text{C}$ correspondiente al mes de enero y una mínima de $2,3^{\circ}\text{C}$ en el mes de julio. El período con baja probabilidad de heladas promedio es de tres meses, desde diciembre a enero. El régimen hídrico se caracteriza por presentar una precipitación anual de 1.394 mm, donde mayo corresponde al mes más lluvioso con 236,6 mm (Novoa y Villaseca, 1989).

El suelo corresponde a un Andisol de la serie Temuco, con textura media, topografía plana, buen drenaje y moderadamente profundo. La composición química del suelo previo al establecimiento del ensayo se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Composición química del suelo del sitio del ensayo. Las Encinas, Instituto de Agroindustrias. Temporada 2000-2001.

Componente	Unidad	1 Contenido
Fósforo	ppm	23
Materia Orgánica	%	14
pH	1 - 14	6,18
Calcio	meq/100gr	11,88
Magnesio	meq/100gr	2,24
Sodio	meq/100gr	0,09
Potasio	meq/100gr	2,26
Suma de Bases	meq/100gr	16,47
Al ³⁺ intercambiable	meq/100gr	0,03
CICE	meq/100gr	16,50
Saturación de Al ³⁺	%	0,18
Nitrógeno	ppm	32

Fuente: Laboratorio de Análisis químico de suelos. Instituto de Agroindustrias.

3.2. Cultivares utilizados.

Se utilizaron cinco cultivares de cebada (*Hordeum vulgare* L.): Thuringia, Cherie, Alteza, Acuario y Carmen.

3.3. Siembra.

Previo a la siembra se realizó un barbecho químico aplicando glifosato en dosis de 1,44 L i.a.ha⁻¹ (3 L de Roundup ha⁻¹) + MCPA 360 gr i.a.ha⁻¹ (0.5 L de MCPA ha⁻¹). Veinte días después se aplicó una enmienda consistente en 1 ton ha⁻¹ de Dolomita (Magnecal 15) + 1 ton ha⁻¹ Sulfato de calcio (Fertiyeso).

El establecimiento del cultivo se realizó el día 6 de octubre del año 2001 en dosis de 200 kg de semilla ha^{-1} , tratada previamente con triadimenol en dosis de 0,03 L i.a. ha^{-1} (200 cc Baytan 150 FS/100 kg de semilla). La siembra se realizó en líneas a distancia de 18,3 cm, entre hilera.

3.4 Fertilización.

Se aplicó una base nutricional al momento de la siembra, considerando los resultados del análisis químico del suelo y los requerimientos del cultivo. Esta consistió en 92 kg N ha^{-1} (200 kg Urea) postsiembra, 184 kg P_2O_5 ha^{-1} (400 kg Super fosfato triple), 128 kg K_2O ha^{-1} (300 kg Sulpomag + 100 kg Cloruro de Potasio), 66 kg S ha^{-1} (300 kg Sulpomag) y 54 kg MgO ha^{-1} (300 Kg Sulpomag).

Postemergencia, el 03 de octubre de 2001 se aplicó al voleo 82,2 kg N ha^{-1} (180 kg Urea ha^{-1}).

3.5. Manejo fitosanitario.

Se realizó un control químico de malezas con triasulfuron en dosis de 7,5 g de i.a. ha^{-1} (10g de logran). De igual forma, se efectuaron dos controles preventivos de enfermedades y uno de plagas, utilizando Kresoxim-metil + Epoxiconazole en dosis de 0,125 L i.a. ha^{-1} (1 L de Juwel) y clorpirifos en dosis de 0,192 L i.a. ha^{-1} (0,4 L de Troya), respectivamente.

3.6. Diseño experimental.

Se utilizó un diseño factorial 2 x 5 dispuesto en un arreglo de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los factores evaluados fueron:

a) **Época de cosecha:** Grano lechoso (Z 7.7) y Grano harinoso suave (Z 8.5) (Zadocks, *et al.*, 1974).

b) **Cultivares:** Thuringia, Cherie, Alteza, Acuario y Carmen.

La superficie total del ensayo fue 210 m², divididos en 20 parcelas o unidades experimentales de 9,15 m² cada una (1,83 x 5 m).

3.7. Determinaciones.

- a) **Población de plantas.** Esta medición se realizó 20 días post siembra y se obtuvo efectuando un conteo de plantas en una superficie de muestreo de 1 m² por parcela. El valor de esta variable se expresó en plantas m².
- b) **Altura de plantas.** Se midió desde la base de la planta hasta la altura promedio de las plantas, previo a la ejecución de la cosecha.
- c) **Rendimiento de materia verde.** Se obtuvo pesando el material extraído desde cada parcela en una muestra de 2,5 m² tomada al azar, que fue cortada con tijerones, dejándose una altura de residuo de 5 cm. El valor obtenido se expresó en Ton MV ha⁻¹.
- d) **Contenido de materia seca.** Se determinó sacando una submuestra del material utilizado para determinar la producción de materia verde, que fue sometida a un proceso de secado durante 48 horas a 65 °C en un horno de ventilación forzada. El porcentaje de materia seca se obtuvo dividiendo el peso seco por el peso verde, multiplicando el resultado por 100.
- e) **Rendimiento de materia seca.** Se obtuvo al multiplicar el contenido de materia seca (%) por la producción de materia verde, el resultado fue expresado en Ton MS ha⁻¹.
- f) **Porcentaje de espigas (bps).** De la muestra utilizada en la determinación de la producción de materia verde, se seleccionaron 20 plantas al azar, que fueron separadas manualmente en las fracciones correspondientes a inflorescencia y planta sola. Cada parte fue ingresada al horno de ventilación forzada hasta alcanzar peso constante. El porcentaje de espigas fue obtenido al dividir el peso seco de las espigas por el peso seco total de las plantas (incluyendo espigas, multiplicando el resultado por cien).

- g) **Composición nutricional.** La proteína cruda, energía metabolizable, fibra detergente ácida y fibra detergente neutra se obtuvieron de la submuestra donde se determinó el contenido de materia seca, las cuales fueron molidas en un molino marca Wiley con un tamiz de 1,5 mm. Las muestras molidas se mezclaron completamente y se enviaron al laboratorio de Análisis de Suelo y Planta del Instituto de Agroindustria de la Universidad de la Frontera, donde fueron analizadas siguiendo procedimientos descritos por Goering y van Soest (1972) e Hiriart (1994).

3.8. Análisis de resultados.

Los datos fueron sometidos a un Análisis de Varianza y en caso de existir diferencias significativas por efecto de los factores evaluados, se procedió a realizar la Pruebas de Comparación de Medias de Tukey, a un nivel de significancia de 5%. También se realizó un Análisis de Correlación entre pares de variables, calculándose el coeficiente de correlación de Pearson.

Todos los análisis se realizaron utilizando el programa estadístico SPSS versión 11.0.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Análisis de varianza.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los análisis de varianza realizados. En él se muestran las variables en donde se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos, como también los casos en donde hubo interacción significativa entre época de cosecha y cultivar.

Cuadro 5. Resumen de los análisis de varianza realizados para cada variable evaluada.

Factor	Significancia estadística de las variables									
	Pobl. plantas	Altura	Rdto. MV	Rdto. MS	% MS	% Esp.	PC	EM	FDA	FDN
Época	----	ns	*	*	*	*	*	*	*	*
Cultivar	*	*	*	*	*	ns	*	ns	*	*
Época x Cultivar	----	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	*	*

* : diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$)

ns: no significativo

En este capítulo, los resultados se presentan en cuadros y figuras para facilitar la comprensión de los mismos. En el caso de los cuadros, cuando no hubo interacción significativa, época de cosecha x cultivar, sólo se presentan las diferencias de medias detectadas en los promedios, ya que se subentiende que tales diferencias reflejan fielmente el comportamiento de los cultivares en cada tratamiento. En caso de existir interacción significativa, se presentan las diferencias por cada tratamiento para clarificar el sentido de la interacción. Las diferencias de medias entre cultivares se indican con letra minúscula, mientras que las diferencias entre épocas de cosecha con letra mayúscula.

4.2. Población de plantas.

La Figura 1, muestra que los cultivares Acuario y Thuringia presentaron la menor cantidad de plantas emergidas con 253 y 255 plantas m^{-2} , respectivamente, que posiblemente pudo estar relacionado con la calidad de la semilla utilizada, dado que la dosis de semilla, desinfección y profundidad de siembra fue la misma para todos los cultivares. Los otros tres cultivares, no se diferenciaron estadísticamente entre sí ($p>0,05$) y por lo tanto se infiere que su población de plantas fue igual (Cuadro 6).

Pese a que se encontraron diferencias en la población de plantas entre los cultivares (Cuadro 6), éstas al parecer no repercutieron en los resultados, lo que se sustenta en el hecho de que al realizar el análisis de correlación de la población de plantas con el resto de las variables evaluadas, no se obtuvo un coeficiente de correlación significativo.

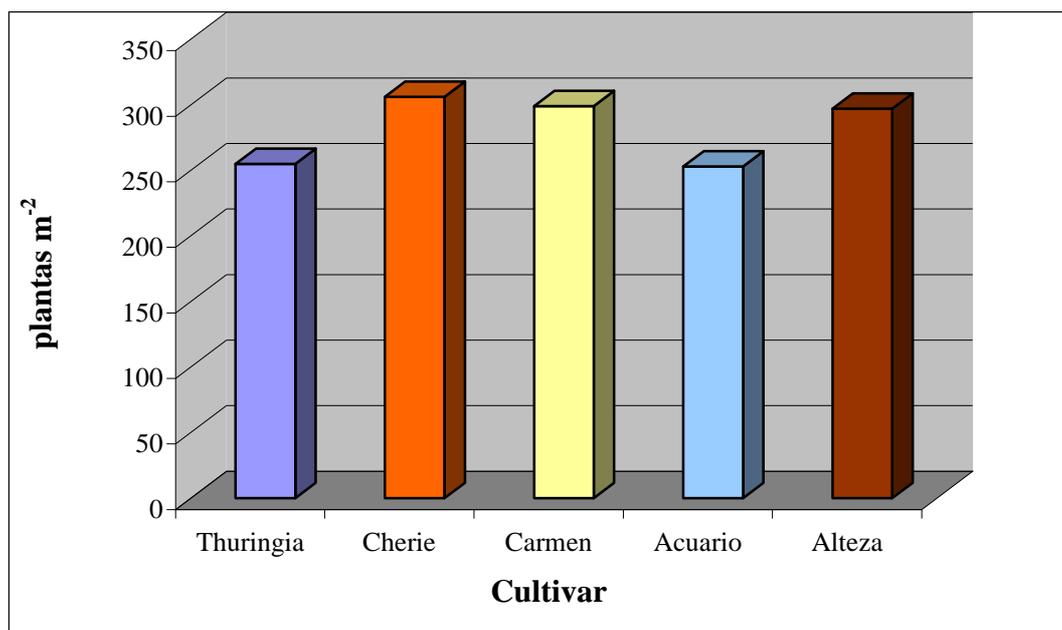


Figura 1. Población de plantas en cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región de La Araucanía. Temporada 2001.

Cuadro 6. Población de plantas (plantas m⁻²) medida después de la emergencia, en cinco cultivares de cebada.

Cultivar	Plantas m⁻²
Thuringia	255 b
Cherie	306 a
Carmen	299 ab
Acuario	253 b
Alteza	297 ab
Promedio	282

Letras distintas indican diferencias significativas según Prueba de Tukey (p<0,05)

4.3. Altura de planta.

La Figura 2 muestra la altura de planta de los cinco cultivares evaluados en dos estados de desarrollo. De acuerdo a esto y al análisis estadístico (Anexo 2), la altura no sufrió variaciones significativas al retrasar la época de corte de la cebada, lo que coincide con lo obtenido por Catrileo *et al.* (2003) y Canseco (2004). Lo anterior se explica porque el crecimiento del tallo o alargamiento de los entrenudos, en cereales de grano pequeño, ocurre principalmente en el periodo de pre - anthesis. A partir de la anthesis, el crecimiento del tallo es mínimo y se focaliza en el último entrenudo, conocido como pedúnculo (Evans, 1983).

Según la prueba de comparación de medias, Alteza obtuvo la mayor altura de planta 114 cm, y Cherie la menor, registrando como promedio 86 cm (Cuadro 7). La gran altura alcanzada por Alteza ya había sido reportada por Canseco (2004), y en esta investigación se correlacionó directamente con el rendimiento de materia seca (r = 0,33*) (Anexo 18).

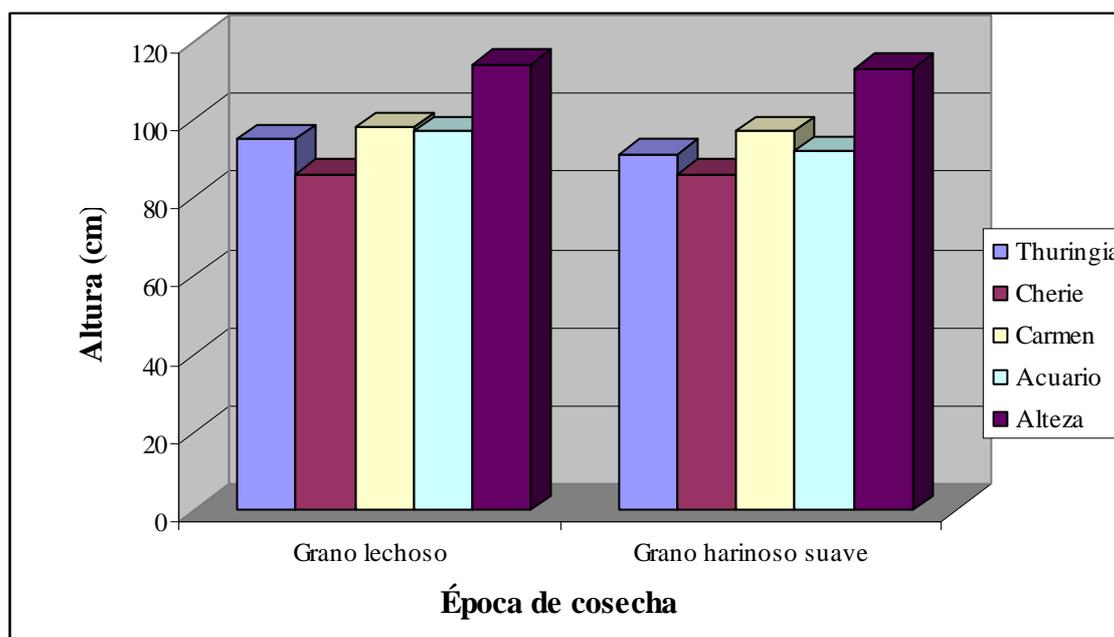


Figura 2. Efecto de la época de cosecha en la altura de cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región de La Araucanía. Temporada 2001.

Cuadro 7. Efecto de la época de cosecha en la altura de cinco cultivares de cebada.

Cultivar	Época		Promedio
	Grano lechoso	Grano harinoso suave	
Thuringia	95	91	93 b
Cherie	86	86	86 c
Carmen	98	97	98 b
Acuario	97	92	95 b
Alteza	114	113	114 a
Promedio	98 A	96 A	97

Letras distintas indican diferencias significativas según Prueba de Tukey ($p < 0,05$)

4.4. Rendimiento de materia verde.

La Figura 3 muestra el rendimiento de materia verde (MV) de cada uno de los cultivares evaluados, según la época de cosecha. De acuerdo a éstos resultados, el rendimiento de MV fue menor en la época de cosecha más tardía, lo cual fue comprobado con el análisis de varianza (Anexo 3). Asimismo, se obtuvo una correlación negativa y altamente significativa entre el rendimiento de MV y el contenido de MS ($r = -0,89^{**}$) (Anexo 18), situación que indicó que a medida que se

incrementa el contenido de MS con el avance de la madurez, el rendimiento de MV disminuye, situación que se explica por la disminución paulatina del crecimiento de la planta, asociada al comienzo de la acumulación de carbohidratos en distintas estructuras y a la pérdida de humedad debido a la senescencia de estructuras (Elizalde *et al.*, 1992).

Entre los cultivares, destacaron Alteza y Acuario que alcanzaron 46,8 y 45,3 ton MV ha⁻¹ en el estado de grano lechoso y 28,9 y 29,6 ton MV ha⁻¹ en el estado de grano harinoso suave, respectivamente (Cuadro 7). De acuerdo a la prueba de comparación de medias, éstos dos cultivares junto a Cherie fueron similares entre sí y superiores a Thuringia y Carmen (Cuadro 8).

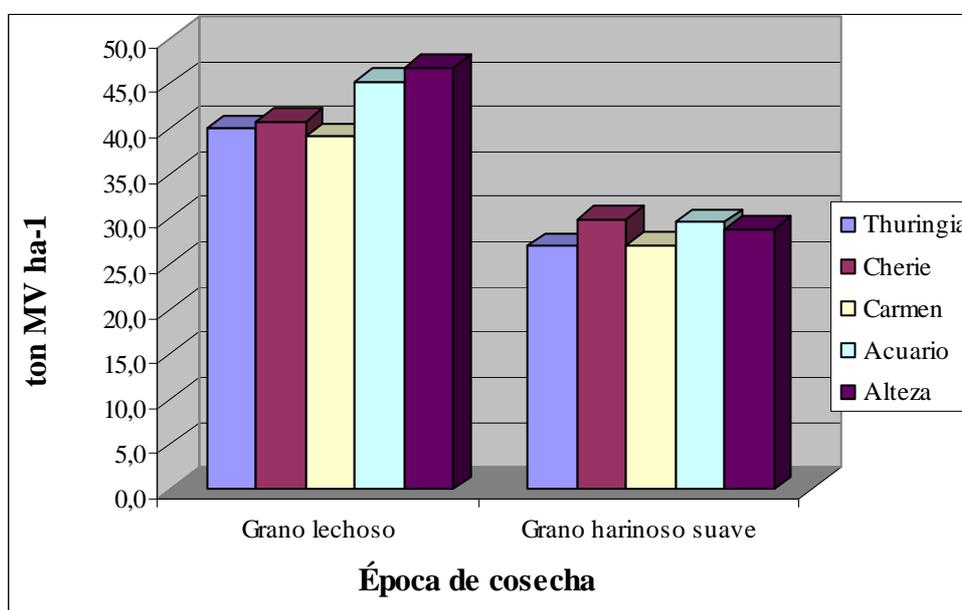


Figura 3. Efecto de la época de cosecha en el rendimiento de materia verde (ton MV ha⁻¹), en cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región de La Araucanía. Temporada 2001.

Cuadro 8. Efecto de la época de cosecha en el rendimiento de materia verde (ton MV ha⁻¹) de cinco cultivares de cebada.

Cultivar	Época		Promedio
	Grano lechoso	Grano harinoso suave	
Thuringia	40,1	27,1	33,6 b
Cherie	40,8	30,0	35,4 ab
Carmen	39,2	27,1	33,1 b
Acuario	45,3	29,6	37,4 a
Alteza	46,8	28,9	37,9 a
Promedio	42,4 A	28,5 B	35,5

Letras distintas indican diferencias significativas según Prueba de Tukey ($p < 0,05$)

4.5. Contenido de materia seca.

El contenido de materia seca (MS) fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en el forraje cosechado en estado de grano harinoso suave (Anexo 4), que coincidió con lo señalado por diversos autores, en relación a que el contenido de MS se incrementa a medida que la planta se acerca al estado de madurez (Acosta *et al.*, 1991; Elizalde *et al.*, 1992; Collar y Aksland, 2001; Catrileo *et al.*, 2003), ya que se producen cambios fisiológicos donde las plantas se enriquecen en tejidos estructurales, concentran los contenidos citoplasmáticos y como consecuencia reducen progresivamente su contenido de agua (Matus, 2001). Lo anterior, se confirma con la alta y significativa correlación obtenida entre el contenido de MS y la época de cosecha ($r = 0,98^{**}$) (Anexo 18). En efecto, el contenido de MS en el estado de grano lechoso (Z.77) osciló entre 29% y 34% y en el estado de grano harinoso suave (Z 8.5) entre 51% y 55% (Figura 4), valores que son similares a los obtenidos por Catrileo *et al.* (2003), en Vilcún.

De los cinco cultivares evaluados, Alteza presentó el mayor contenido de MS en ambas épocas de cosecha (Figura 4), alcanzando 33,1% y 55,5% en el estado de grano lechoso y grano harinoso suave, respectivamente, que pudiese explicar, en parte, la demora de Alteza en alcanzar el estado de grano lechoso y harinoso (97 y 112 días, respectivamente), que le permitió acumular una mayor cantidad de MS que el resto de los cultivares, aumentando con ello el porcentaje de MS. Sin embargo, se debe hacer notar que de acuerdo al análisis estadístico, Alteza fue sólo superior a Cherie y Carmen

($p < 0,05$), siendo similar al cultivar Acuario y Thuringia, aún cuando numéricamente presentaron contenidos de MS más bajos (Cuadro 9).

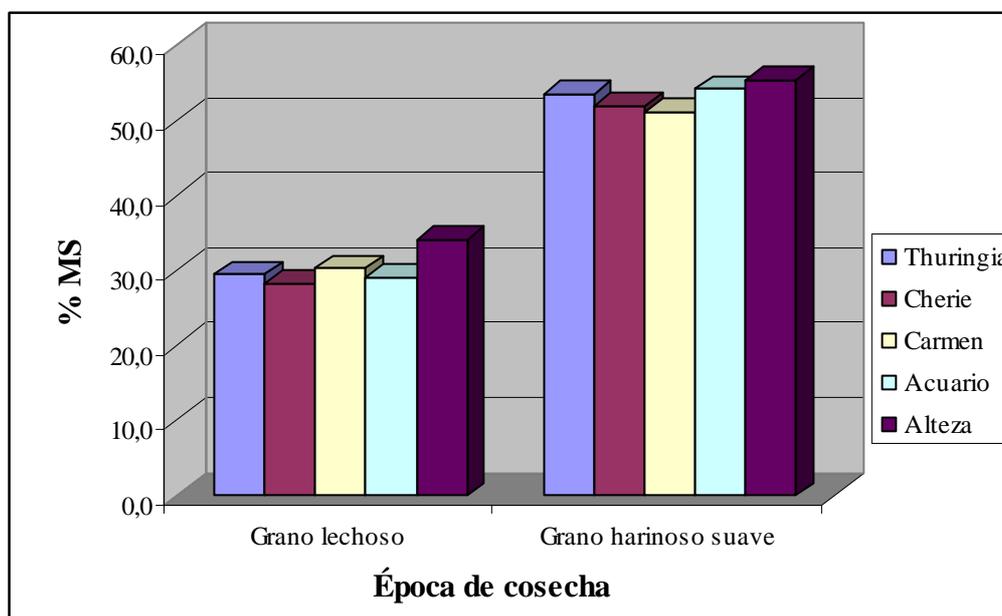


Figura 4. Efecto de la época de cosecha en el contenido de materia seca (%MS), en cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región de La Araucanía. Temporada 2001.

Cuadro 9. Efecto de la época de cosecha en el contenido de materia seca (%MS), de cinco cultivares de cebada.

Cultivar	Época		Promedio
	Grano lechoso	Grano harinoso suave	
Thuringia	29,5	53,5	41,5 ab
Cherie	28,3	51,9	40,1 b
Carmen	30,3	51,2	40,8 b
Acuario	29,1	54,2	41,6 ab
Alteza	34,1	55,5	44,8 a
Promedio	30,3 B	53,2 A	41,7

Letras distintas indican diferencias significativas según Prueba de Tukey ($p < 0,05$)

4.6. Rendimiento de materia seca.

El rendimiento alcanzado por los cultivares en las dos épocas de cosecha evaluadas, se muestran en la Figura 5. De manera evidente, se observa que el rendimiento de MS fue mayor en el estado de grano harinoso suave, que se confirmó con el análisis estadístico (Anexo 5). En promedio, el rendimiento obtenido en la cosecha realizada al estado de grano lechoso fue 12,9 ton MS ha⁻¹ y 15,2 ton MS ha⁻¹ en el estado de grano harinoso suave, valores que son comparables a los obtenidos por Catrileo *et al.* (2003), e inferiores a los reportados por Canseco (2004). La diferencia de rendimiento entre los estados de desarrollo evaluados, se explica por el mayor tiempo disponible para acumular carbohidratos, principalmente, en el grano (Baron y Kibite, 1987; Canseco, 2004).

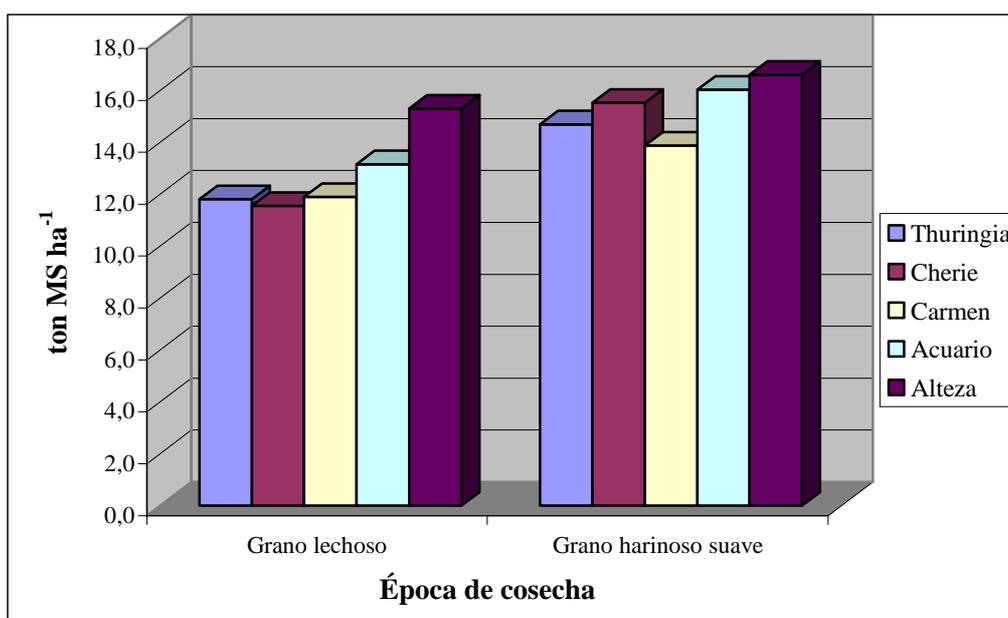


Figura 5. Efecto de la época de cosecha en el rendimiento de materia seca (ton MS ha⁻¹), en cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región de La Araucanía. Temporada 2001.

Todos los cultivares se comportaron de manera similar, aumentando su rendimiento a medida que se retrasó la cosecha. El más alto y significativo rendimiento ($p < 0,05$) lo alcanzó el cultivar Alteza que obtuvo 15,3 y 16,6 ton MS ha⁻¹ en el estado de grano lechoso y grano harinoso suave, respectivamente. Por el contrario, Carmen y

Thuringia lograron los menores rendimientos: 12,9 y 13,3 ton MS ha⁻¹ entre los dos estados de desarrollo (Cuadro 10). Esta diferencia se puede atribuir a la mayor capacidad genética de Alteza para acumular MS, como también al mayor tiempo que tardó este cultivar en alcanzar los estados de desarrollo en que se cosechó.

Cuadro 10. Efecto de la época de cosecha en la producción de materia seca (ton MS ha⁻¹) de cinco cultivares de cebada.

Cultivar	Época		Promedio
	Grano lechoso	Grano harinoso suave	
Thuringia	11,8	14,7	13,3 c
Cherie	11,6	15,5	13,5 bc
Carmen	11,9	13,9	12,9 c
Acuario	13,2	16,0	14,6 b
Alteza	15,3	16,6	16,0 a
Promedio	12,8 B	15,3 A	14,1

Letras distintas indican diferencias significativas según Prueba de Tukey ($p < 0,05$)

4.7. Porcentaje de espigas (bps).

La proporción de la MS total almacenada en la espiga en distintas épocas de cosecha, se muestra en la Figura 6. De acuerdo a estos resultados, el porcentaje de espigas (bps) fue significativamente mayor en el estado de grano harinoso suave ($p < 0,05$), con un promedio de 51% de la MS total (Cuadro 10), valor superior al obtenido por Canseco (2004) en el mismo estado de desarrollo, quien registró un 36%. Lo contrario ocurrió con los valores obtenidos en el estado de grano lechoso donde Canseco (2004), reportó un valor levemente superior: 29% versus 26,6%, obtenido en este estudio. La gran diferencia entre los porcentajes de espigas obtenidos en el estado de grano harinoso suave entre ambos estudios, puede ser explicado por la mayor altura alcanzada por los cultivares en la investigación de Canseco (2004), que en promedio fue 118 cm, frente a 96 cm alcanzados en este estudio, que se tradujo en un mayor porcentaje de MS almacenada en tallos, disminuyendo el porcentaje almacenado en las espigas.

En el estado de grano lechoso los cultivares se comportaron de forma similar y su porcentaje de espigas (bps) osciló entre 23,7% y 32,4 % , en el estado de grano harinoso suave fluctuó entre 49,5% y 52,1 % (Cuadro 11). Los análisis estadísticos realizados no detectaron diferencias significativas entre los cultivares (Anexo 6).

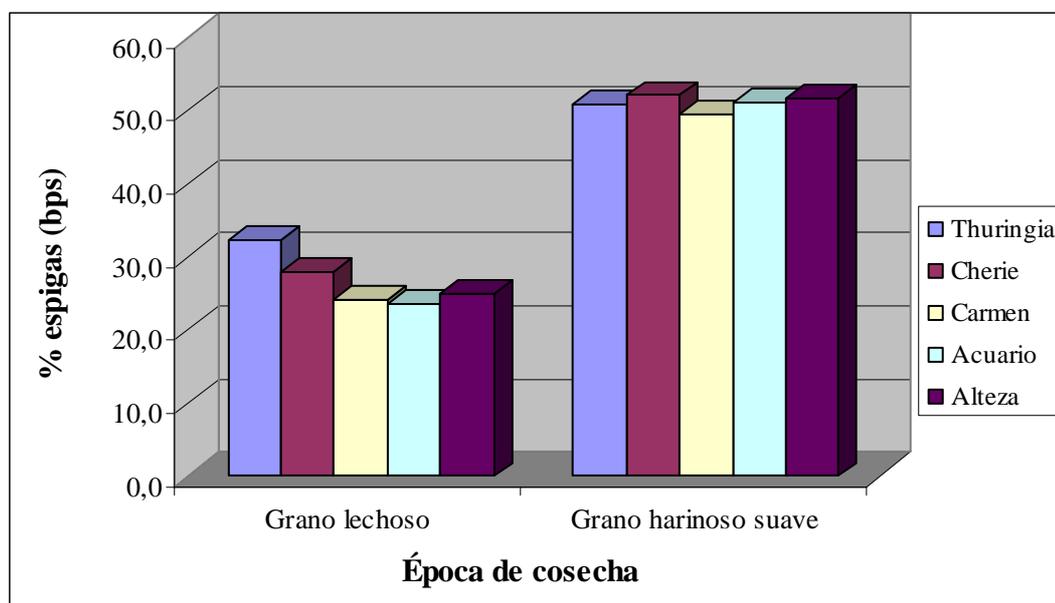


Figura 6. Efecto de la época de cosecha en el porcentaje de espigas (bps), en cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región. Temporada 2001.

Cuadro 11. Efecto de la época de cosecha en el porcentaje de espigas (bps) de cinco cultivares de cebada.

Cultivar	Época		Promedio
	Grano lechoso	Grano harinoso suave	
Thuringia	32,4	50,8	41,6 a
Cherie	28,0	52,1	40,1 a
Carmen	24,1	49,5	36,8 a
Acuario	23,7	51,1	37,4 a
Alteza	24,9	51,6	38,3 a
Promedio	26,6 B	51,0 A	38,8

Letras distintas indican diferencias significativas según Prueba de Tukey ($p < 0,05$)

4.8. Proteína cruda (PC).

La Figura 7, muestra el contenido de PC de los cinco cultivares de cebada en las dos épocas de cosecha evaluadas. Al igual que en otras investigaciones (Acosta *et al.*, 1991; Collar y Aksland, 2001; Catrileo *et al.*, 2003; Canseco, 2004; Bohle *et al.*, 2006; Van Keuren y Underwood, 2006), la PC disminuyó a medida que el cultivo se acercaba a su madurez. En promedio, la PC en el estado de grano lechoso fue 8,9%, que resultó estadísticamente superior a la registrada en el estado de grano harinoso suave donde se obtuvo un 7%. Estos valores fueron similares a los obtenidos por Catrileo *et al.* (2003), y Canseco (2004), en los mismos estados fenológicos.

Los cultivares presentaron notables diferencias en su contenido de PC, dependiendo de la época de cosecha, lo que se reflejó en una significativa interacción época x cultivar, detectada en el análisis de varianza (Anexo 7). De esa manera en el estado de grano lechoso, los cultivares Cherie y Acuario tuvieron los más altos niveles de PC (10,2 y 9,8 %, respectivamente), seguidos por Carmen, Thuringia y Alteza (Cuadro 12). En el estado de grano harinoso suave, Cherie y Acuario bajaron en mayor grado su nivel de PC resultando estadísticamente igual a Carmen con 7,5%; 7,5% y 7,3%, respectivamente. En tanto Thuringia y Alteza, continuaron presentando niveles significativamente inferiores, especialmente Alteza que alcanzó un 6% de PC (Cuadro 10). El bajo contenido de PC del cultivar Alteza, ya había sido observado por Canseco (2004), al compararlo con Acuario.

Cuadro 12. Efecto de la época de cosecha en el contenido de proteína cruda (%PC) de cinco cultivares de cebada *.

Cultivar	Época						Promedio
	Grano lechoso			Grano harinoso suave			
Thuringia	8,0	c	A	6,6	bc	B	7,3
Cherie	10,2	a	A	7,5	a	B	8,8
Carmen	8,9	b	A	7,5	a	B	8,2
Acuario	9,8	a	A	7,3	ab	B	8,6
Alteza	7,5	d	A	6,0	c	B	6,7
Promedio	8,9			7,0			7,9

* Interacción cultivar x época significativa (p<0,05)

Letras distintas indican diferencias significativas según Prueba de Tukey (p<0,05)

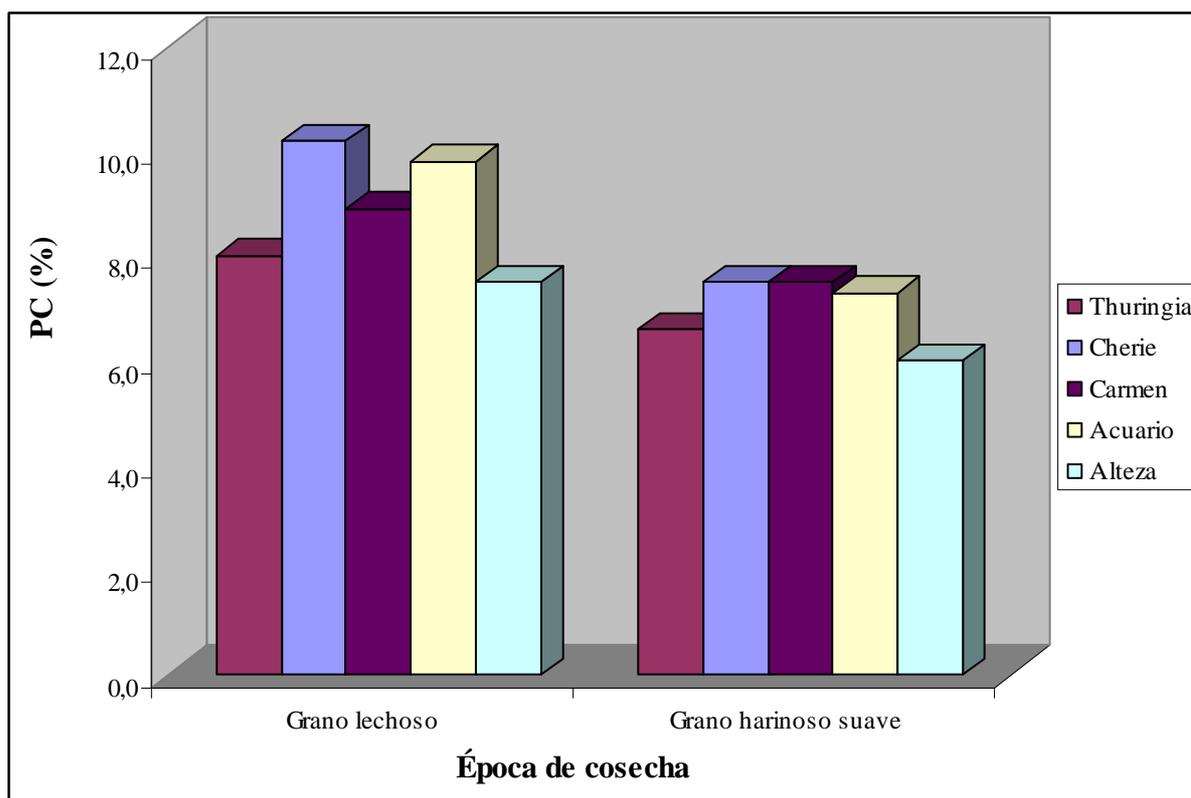


Figura 7. Efecto de la época de cosecha en el contenido de proteína cruda (%PC), en cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región de La Araucanía. Temporada 2001.

4.9. Energía metabolizable.

Como lo muestra la Figura 8, la energía metabolizable (EM) en el estado de grano lechoso osciló entre 2,13 y 2,21 Mcal kg⁻¹ MS, en el estado de grano harinoso suave fluctuó entre 2,15 y 2,45 Mcal kg⁻¹ MS. De acuerdo a los resultados obtenidos, la EM se incrementó significativamente ($p < 0,05$), al cosechar la cebada en un estado fenológico más avanzado (Cuadro 13) y se explica por el aumento del porcentaje de materia seca almacenada en espigas (Figura 6), que según Baron y Kibite (1987) presentan una mejor digestibilidad y un mayor contenido proteico que los tallos. Además, es preciso consignar que en la espiga los granos se encuentran en plena fase de llenado, dado que una cosecha más tardía se traduce en una mayor proporción de almidón, que según Teuber *et al.* (2001) se relaciona con el buen aporte energético de la cebada de corte para ensilaje. Lo anterior, se ratifica con la correlación positiva y significativa

entre la EM y el porcentaje de espigas (bps), obtenido en este ($r = 0,37^*$) y otros estudios (Canseco, 2004).

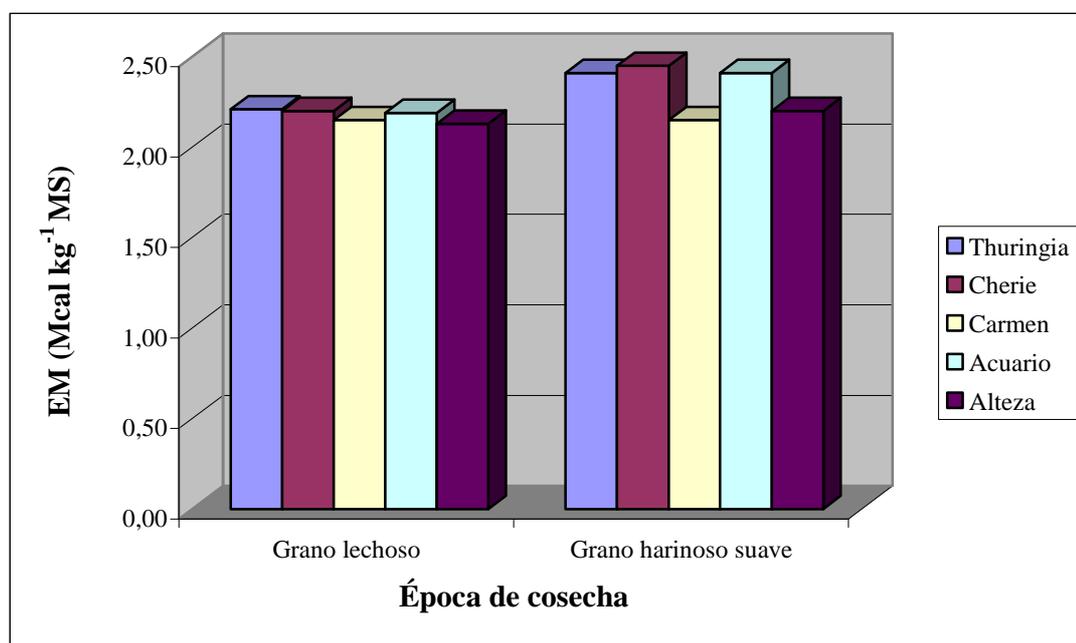


Figura 8. Efecto de la época de cosecha en el contenido de energía metabolizable ($\text{Mcal kg}^{-1} \text{MS}$), en cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región de La Araucanía. Temporada 2001.

Cuadro 13. Efecto de la época de cosecha en el contenido de energía metabolizable ($\text{Mcal kg}^{-1} \text{MS}$) de cinco cultivares de cebada.

Cultivar	Época		Promedio
	Grano lechoso	Grano harinoso suave	
Thuringia	2,21	2,41	2,31 a
Cherie	2,20	2,45	2,33 a
Carmen	2,15	2,15	2,15 a
Acuario	2,19	2,41	2,30 a
Alteza	2,13	2,20	2,17 a
Promedio	2,18 B	2,32 A	2,25 a

Letras distintas indican diferencias significativas según Prueba de Tukey ($p < 0,05$)

Respecto a los cultivares, el análisis de varianza no detectó diferencias significativas por efecto del genotipo, como tampoco interacción significativa entre genotipo y época de cosecha (Anexo 8). Por lo tanto, se infiere que los cultivares no presentan diferencias de EM entre sí en ninguna de las dos épocas de cosecha evaluadas, lo que difiere de lo observado por Canseco (2004), quien detectó diferencias significativas entre Acuario y Alteza. Sin embargo, en ese estudio las fracciones de hoja, tallo y espiga fueron en ciertos casos bastante distintas a las obtenidas en esta investigación, que probablemente fue causante de la diferencia en EM de los cultivares.

4.10. Fibra detergente neutro y ácido.

En la Figura 9 y 10 se muestran la fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA) de los cinco cultivares evaluados en dos épocas de cosecha. De acuerdo a éstas, la FDN en el estado de grano lechoso fluctuó entre 59,4% y 62,1% y entre 50,4% y 66,2% en el estado de grano harinoso suave, mientras que la FDA osciló entre 35,1% y 37,2% en el primer estado y entre 28,7% y 37,5% en el segundo, valores que son similares a los obtenidos en otros estudios (Johnston y McKinlay, 1998; Bohle *et al.*, 2003; Surber *et al.*, 2003; Canseco, 2004).

Al analizar estadísticamente estos resultados, se obtuvo una significativa interacción entre la época de cosecha y el cultivar (Anexos 9 y 10), que indicó que hubo diferencias en el nivel de FDN y FDA de alguno de los cultivares, presentando una tendencia diferente a la del conjunto según la época de cosecha, como también en cuanto a diferencias con otros cultivares. Así por ejemplo, en promedio la FDN fue superior en el estado de grano lechoso ($p < 0,05$); sin embargo, los cultivares Alteza, Carmen y Cherie registran un mayor nivel en el estado de grano harinoso (Cuadro 14). Algo similar ocurrió con el cultivar Carmen, que no presentó mayores diferencias de FDA entre las épocas de cosecha aún cuando el promedio, indicaba que la FDA obtenida en grano harinoso suave era estadísticamente superior (Cuadro 15).

Este comportamiento refleja en ciertos casos lo señalado por Khorasani *et al.* (1997), que afirma que a partir del periodo de post-antesis en donde comienza el llenado del grano, la FDN y FDA se estabilizan y posteriormente declinan por un efecto de dilución causado por la depositación de almidón en el grano.

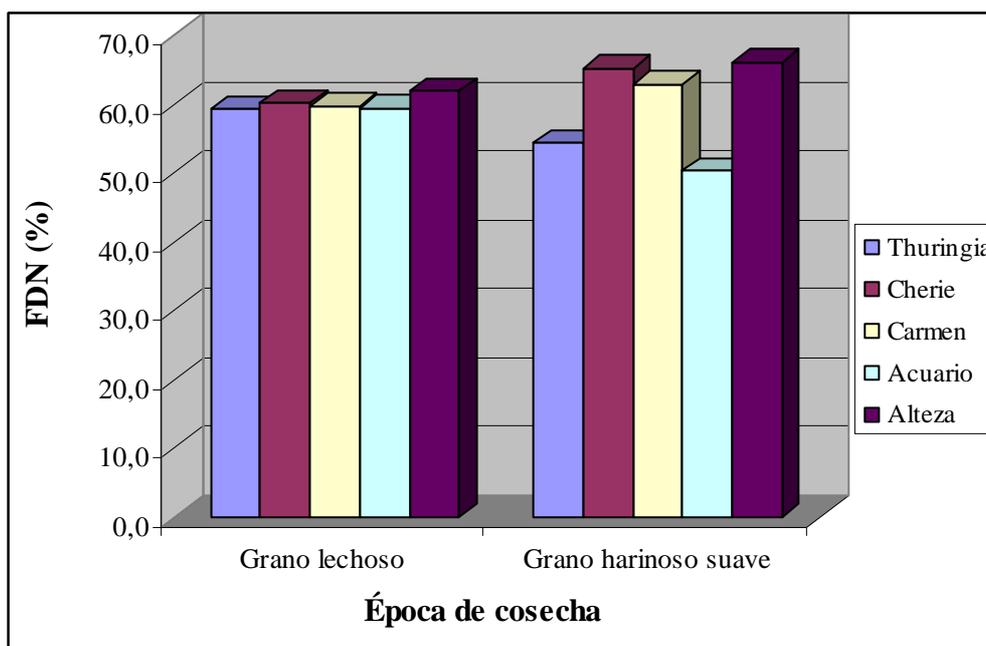


Figura 9. Efecto de la época de cosecha en el contenido de fibra detergente neutro (%), en cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región de La Araucanía. Temporada 2001.

Cuadro 14. Efecto de la época de cosecha en el contenido de FDN (%) de cinco cultivares de cebada.

Cultivar	Época						Promedio
	Grano lechoso			Grano harinoso suave			
Thuringia	59,4	b	A	54,4	c	B	56,9
Cherie	60,2	b	B	65,4	a	A	62,8
Carmen	59,8	b	B	63,0	b	A	61,4
Acuario	59,6	b	A	50,4	d	B	55,0
Alteza	62,1	a	B	66,2	a	A	64,1
Promedio	60,21			59,9			60,1

* Interacción cultivar x época significativa ($p < 0,05$)

Letras distintas indican diferencias significativas según Prueba de Tukey ($p < 0,05$)

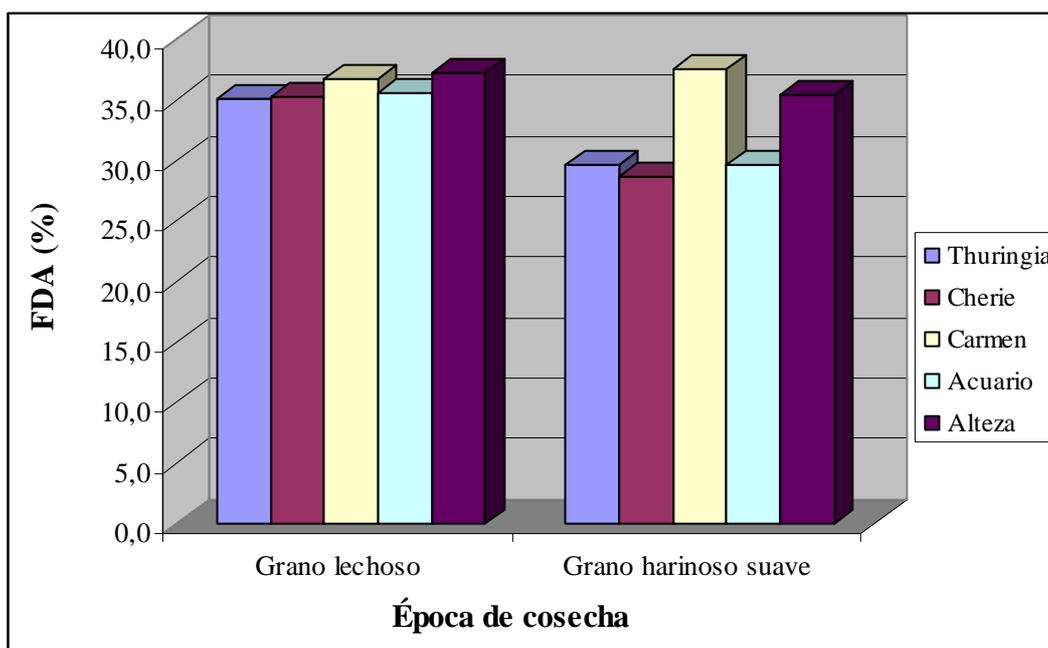


Figura 10. Efecto de la época de cosecha en el contenido de fibra detergente ácido (%), en cinco cultivares de cebada. Estación Experimental Las Encinas. Temuco, IX Región de La Araucanía. Temporada 2001.

Cuadro 15. Efecto de la época de cosecha en el contenido de FDA (%) de cinco cultivares de cebada.

Cultivar	Época			Promedio
	Grano lechoso		Grano harinoso suave	
Thuringia	35,1	b A	29,7 c B	32,4
Cherie	35,3	b A	28,7 c B	32,0
Carmen	36,7	a A	37,5 a A	37,1
Acuario	35,6	b A	29,7 c B	32,6
Alteza	37,2	a A	35,4 b B	36,3
Promedio	36,0		32,2	34,1

* Interacción cultivar x época significativa ($p < 0,05$)

Letras distintas indican diferencias significativas según Prueba de Tukey ($p < 0,05$)

En la primera época de cosecha todos los cultivares fueron estadísticamente iguales en el nivel de FDN, a excepción de Alteza que fue superior. En la segunda época de cosecha, Alteza siguió siendo presentando el mayor nivel de FDN pero fue igual a Cherie, mientras que el resto de los cultivares fueron inferiores siguiendo el orden

Carmen > Thuringia > Acuario (Cuadro 13). De acuerdo a esto, en general Alteza presenta un mayor contenido de fibra que el resto de los cultivares, que pudo estar relacionado con la mayor altura que alcanzó y al mayor porcentaje de tallos. Esto se confirma por la correlación positiva y altamente significativa ($p < 0,01$) entre la FDN y la altura ($r = 0,52^{**}$). Asimismo, es probable que gran parte de esa fibra corresponda a lignina, ya que junto a Carmen presentó el mayor nivel de FDA en el estado de grano lechoso y el segundo mayor nivel en grano harinoso suave (Cuadro 14). Por el contrario, Acuario presentó los menores niveles de FDN y FDA en la mayoría de los casos.

Tal como lo plantea Canseco (2004), estas variables dependen en gran medida de la relación hoja: tallo; a medida que aumenta la proporción de hojas y disminuye la de tallos, la FDN y FDA disminuyen y viceversa.

5. CONCLUSIONES.

El rendimiento de materia seca fue superior en la época de cosecha más tardía, correspondiente al estado de grano harinoso suave, en los cinco cultivares evaluados.

La proteína cruda, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido disminuyeron y la energía metabolizable y el contenido de materia seca aumentaron significativamente al cosechar la cebada en el estado de grano harinoso suave.

La altura se correlacionó positivamente con el rendimiento de materia seca, de igual manera que el porcentaje de espigas lo hizo con el nivel de energía metabolizable.

De los cinco cultivares evaluados, Alteza presentó el mayor rendimiento de materia seca, en las dos épocas de cosecha evaluadas: 16 ton MS ha⁻¹.

Considerando todos los parámetros de calidad evaluados, Acuario fue el cultivar que presentó la mejor calidad en ambas épocas de cosecha, obteniendo un tenor de proteína cruda dentro del nivel más alto, similar nivel de energía metabolizable, alto contenido de materia seca y un bajo porcentaje de fibra detergente neutro y fibra detergente ácido, comparado con los otros cultivares.

Considerando el alto rendimiento obtenido y el nivel de proteína cruda se identifica como época óptima de cosecha el estado de grano harinoso suave, para cebada destinada a ensilaje y manejada en las mismas condiciones en que se llevó a cabo el experimento.

6. RESUMEN.

Con el objetivo de evaluar el efecto de dos épocas de cosecha en el rendimiento y calidad de cinco cultivares de cebada destinada a ensilaje, se realizó un experimento en un Andisol, ubicado en la Estación Experimental Las Encinas, Temuco, Chile. Se utilizó un diseño factorial (2x5) dispuesto en un arreglo de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, donde los factores evaluados fueron: a) época de cosecha (grano lechoso Z7.7 y grano harinoso suave Z8.8); y b) cultivares (Thuringia, Cherie, Carmen, Alteza y Acuario). Las variables medidas fueron: altura, rendimiento de materia verde, contenido de materia seca, rendimiento de materia seca, porcentaje de espigas (bps), proteína cruda, energía metabolizable, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido. La altura no fue modificada por la época de cosecha y osciló entre 86 y 114 cm. El rendimiento de materia verde, proteína cruda, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido disminuyeron significativamente al cosechar la cebada en el estado de grano harinoso suave, mientras que el contenido de materia seca, rendimiento de materia seca, porcentaje de espigas y energía metabolizable, aumentaron ($p < 0,05$). Alteza presentó el mayor rendimiento en las dos épocas de cosecha evaluadas, promediando 16 ton MS ha⁻¹. Acuario fue el cultivar que presentó la mejor calidad en ambas épocas de cosecha, obteniendo un tenor de proteína cruda dentro del nivel más alto (7,3 a 9,8%), similar nivel de energía metabolizable (2,19 a 2,41 Mcal kg⁻¹ MS), alto contenido de materia seca (29,1 a 54,2%) y un bajo porcentaje de fibra detergente neutro (50,4 a 59,6%) y fibra detergente ácido (29,7 a 35,6%), comparado con los otros cultivares. Se identificó como época óptima de cosecha el estado de grano harinoso suave, para cebada destinada a ensilaje y manejada en las mismas condiciones en que se llevó a cabo el experimento.

7. SUMMARY

With the objective to evaluate the effect of two times of harvest in the yield and quality of five cultures of barley destined to the preservation of forage, was made an experiment in an Andisol. located in the experimental station Las Encinas, Temuco, Chile. It was used a design factorial (2x5) had in an adjustment complete blocks the chance with four repetitions. of where the evaluated factors were: a)time of harvest (milky grain Z7.7 and smooth floury grain Z8.8) and b)cultures (Thuringia, Cherie,Carmen, Alteza y Acuario). The measured variables were: height, yield of green matter, content of dry matter, yield of dry matter, percentage of ears (bps), crude protein, metabolizable energy, neutral detergent fiber and acid detergent fiber. The height was not modified by the time of harvest and oscillated between 86 and 114 cm. yield of green matter, crude protein, neutral detergent fiber and acid detergent fiber significantly diminished when harvesting the barley in the smooth floury grain state, while the content of dry matter, percentage of ears and metabolizable energy, increased ($p < 0,05$). Alteza presented the greater yield at the two evaluated times of harvest, dividing equally 16 ton MS ha⁻¹. Aquarius was the culture that it presented the best quality at both times of harvest, obtaining a crude protein tenor of the high level (7.3 to 9.8%). similar level of metabolizable energy (2,19 a 2,41Mcal kg⁻¹ MS) high content of dry matter (29,1 to 54,%) and a low percentage of neutral detergent fiber (50,4 to 59,6%) and acid detergent fiber (29,7 to 35,6%) compared with the other cultures. It is identified as optimal time of harvest the floury smooth grain state, for barley destined to preservation of the forage and handled in the same conditions in which the experiment was carried out.

8. LITERATURA CITADA.

- Acosta, Y.; Stallings, C.; Polan, C. and Miller, C. 1991.** Evaluation of barley silage harvested at boot and soft dough stages. *Journal Dairy Science*. 74 :167 - 176.
- Arias, G. 1991.** Calidad industrial de la cebada. INIA La Estanzuela (Uruguay). Serie técnica N° 18. 56 p.
- Balocchi, O. y López, I. 1991.** Aptitud fermentativa de recursos forrajeros. *In* Latrille, L. (ed.) Avances en Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal, Valdivia, Chile. p.1-24.
- Baron, V. and Kibite, S. 1987.** Relationships of maturity, height and morphological traits with whole-plant yield and digestibility of barley cultivars. *Canadian Journal Plant Science*. 67: 1009 – 1017.
- Beratto, E. 1974.** Influencia de la longitud del ciclo sobre algunos parámetros fisiológicos y su relación con el rendimiento de grano de diez cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) estudiados en Chapingo. Tesis de Maestro en Ciencias. México. 122 p.
- Berratto, E. 2001.** Cebada y Avena. En *Agenda del Salitre*. Sociedad Química y Minera de Chile S.A. 11ª Edición. Santiago, Chile. 1515 p.
- Bohle, M.; Ballerstadt, P.; Dovel, R.; Karow, R. y Hannaway, D. 2006.** Spring cereal forage varieties for central Oregon. Central Oregon Agricultural Research Center. Del web: <http://oregonstate.edu/dept/coarc/cereleforage.php> (08/08/06).
- Butler, E. 1993.** Atlantic Canada Forage Research Review. Nova Scotia Crop Development Institute. Nova Scotia Department of Agriculture. Nova Scotia, Canada. 238 p.
- Canseco, C. 2004.** Rendimiento y calidad de ocho cultivares de cebada (*Hordeum vulgare* L.) cosechados en ocho estados fenológicos diferentes. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 70 p.
- Cañas, R. 1995.** Alimentación y nutrición animal. Ed. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 576 p.
- Catrileo, A.; Rojas, C. y Matus, J. 2003.** Evaluación de la producción y calidad de cebada sembrada sola y asociada a especies forrajeras para la producción de ensilaje. *Agricultura Técnica (Chile)*. 63 (2): 135 – 145.
- Cherney, J. and Marten, G. 1982.** Small grain crop forage potential: I. Biological and chemical determinants of quality, and yield. *Crop Science*. 22: 227 – 231.

- Collar, C. y Aksland, G. 2001.** Harvest stage effects on yield and quality of winter forage. California Alfalfa Symposium. University of California. Del web: <http://ucanr.org/alf%5Fsymp/title.asp> (08/08/06).
- Cowlshaw, E. and George, D. 1998.** Effect of harvest date on quality and dry matter of cereal cultivars. The Australian Society of Agronomy. 9th Australian Agronomy Conference. Del web: http://www.regional.org.au/au/asa/1998/530_5cowlshaw.htm (16/08/2006).
- Cussen, R. 1994.** Bases para la elaboración de ensilaje de alta calidad. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 18 p.
- Dufeu, B. 1984.** Evaluación de cereales de crecimiento invernal como recurso forrajero para ensilaje. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 81 p.
- Dumont, J.; Ferrada, S. y Lanuza, F. 1990.** Utilización de ensilaje de avena en dos estados fenológicos y respuesta a la suplementación proteica en vaquillas. Boletín Técnico N° 163. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Osorno, Chile. 11 p.
- Elizalde, H. 1996.** Conservación de forrajes. En Praderas Para Chile. Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA), Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. pp : 396 - 428
- Elizalde, H. y Gallardo, M. 2003.** Evaluación de ensilajes de avena y cebada en la ganancia de peso de vaquillas en crecimiento. Agricultura Técnica (Chile). 63 (4): 380 – 386.
- Elizalde, H. y Menéndez, A. 2004.** Evaluación de ensilajes de grano pequeño, sobre la producción de leche de vacas overo colorado. Agrosur (Chile). 32 (2): 54 – 59.
- Elizalde, H y Menéndez, A. 1998.** Evaluación de cereales de grano pequeño conservados como ensilaje. Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA). p: 15-16.
- Elizalde, H.; Teuber, N.; Hargreaves, A; Lanuza, F. y Scholz, A. 1992.** Efecto del estado fenológico, al corte de una pradera de ballica perenne con trébol blanco, sobre el rendimiento de materia seca, la capacidad fermentativa y la calidad del ensilaje. Agricultura Técnica. 52 (1): 38 – 47.
- Evans, L. 1983.** Fisiología de los cultivos. Trigo. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina, 402 p.
- Faiguenbaum, H. 2003.** Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile. Ograma S.A. Santiago, Chile. 760 p.
- FAO. 2006.** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Base de datos estadísticos en línea. Faostat classic. Del web: <http://faostat.fao.org>. (21/08/2006)

- Goering, H. y Van Soest, P. 1972.** Análisis de fibra de forraje. Universidad Agraria La Molina, Lima, Perú. 41p.
- Goic, L. y Ponce, M. 1999.** Ensilaje de cebada. Boletín Técnico N° 252. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. INIA Remehue.. Osorno, Chile. 9 p.
- Hadjichristodoulou, A. 1976.** Effect of Genotype and Rainfall on Yield and Quality of Forage Barley and Wheat Varieties in a Semi-Arid Region. *Journal of Agricultural Science*. 87 (3): 489 – 497.
- Hargreaves, A. 1994.** Uso de cereales de grano pequeño como planta completa en producción animal. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. pp: 1-13.
- Hazard, S.; Romero, O.; García, F.; Cañas, R.; Beratto, E.; Godoy, J.; Palacios, M.; Navarro, R. y Mardones, P. 2001.** Evaluación de variedades de cebadas forrajeras (*Hordeum vulgare*) introducidas a Chile para alimentación de ganado vacuno lechero (Parte I. Producción de forraje). Resúmenes de la XXVI Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA). Santiago, Chile. pp 412 – 413.
- Helsel, Z. and Thomas, J. 1987.** Small grains forage. *Journal Dairy Science*. 70: 2330 – 2338.
- Hepp, C.; Thiermann, H.y Ramirez, C. 1988.** Praderas en la zona austral, XI Región (Aysén). En Ruiz I. (Ed). En Praderas para Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. 723 p.
- Hiriart, M. 1994.** Manual de Métodos Analíticos en Nutrición Animal. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CRI Carillanca, Temuco, 31 p.
- Johnston, J. and McKinlay, J. 1998.** Forage Production From Spring Cereals and Cereal-Pea Mixtures. Ministry of Agriculture. Government of Ontario, Canada. Del web: <http://www.gov.on.ca/OMAFRA/> (16/08/2006).
- Juskiw, P.; Helm, J. and Salmon, D. 2000.** Postheading biomass distribution for monocrops and mixtures of small grain cereals. *Crop Science*. 40: 148 – 158.
- Khorasani, G.; Jedel, P.; Helm, J. and Kennelly. 1997.** Influence of stage of maturity on yield components and chemical composition of cereal grain silages. *Canadian Journal of Animal Science*. 77: 259 – 267.
- Matus, J. 2001.** Evaluación de la productividad y calidad de cebada sembrada sola y en asociación a una pradera mixta; ballica de rotación o trébol rosado como forraje para ensilaje. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile. 83 p.

- Mc Cullough, I. and Gracey, H. 1983.** Grass quality for silage. *Agriculture in Northern Ireland*. 57 (12): 366 – 369.
- Mc Neil, A. 1996.** Annual crops for silage. *Agriculture, food and rural development*. Alberta, Canada. Del web: <http://www.agric.gov.ab.ca/crops/barley/silage3.html> (18/08/2006).
- Molina, J. 1989.** La Cebada. Morfología, fisiología genética, agronomía y usos industriales. Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 252 p.
- Novoa, R. y S. Villaseca. 1989.** Mapa Agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Santiago, Chile. 221 pp.
- Rojas, C. y Catrileo, A. 2000.** Evaluación de ensilaje de cebada en tres estados de corte en la engorda invernal de novillos. *Agricultura Técnica (Chile)*. 60 (4): 370 – 378.
- Rojas, C y Catrileo, A. 1997.** Ensilaje de cebada en la engorda invernal de novillos Hereford. *Agrosur (Chile)*. 24 (2): 227-234.
- Romero, O.; Rojas, C.; Butendieck, B. y Hazard, T. 1999.** Producción de materia seca y calidad nutritiva de tres especies de cereales: avena, cebada y triticale para ensilaje. Resúmenes de la XXIV Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA). Temuco, Chile. pp 49 – 50.
- Salinas, A. 1996.** Influencia de la época de siembra sobre el rendimiento y calidad física del grano de 3 líneas avanzadas de cebadas invernales y alternativas. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Frontera. Temuco, Chile. 50 p.
- Slafer, G.; Molina-Cano, J.; Savin, R.; Araus, J. and Romagosa, I. 2002.** Barley Science. Recent Advances from Molecular Biology to Agronomy of Yield and Quality. Food Products Press. New York, United States. 551 p.
- Surber, L.; Cash, S.; Bowman, J. and Rolfe, K. 2003.** Stage of maturity, time of sampling, and method of drying effects on forage quality of haybet barley. *Proceedings, Western Section, American Society of Animal Science*. 54: 49 – 52.
- Teuber, N.; Goic, L.; Navarro, H. y Angulo, L. 2002.** Comportamiento productivo de diferentes cultivares de cebadas (*Hordeum vulgare*) para ensilaje. Resúmenes de la XXVII Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA). Chillán, Chile. pp 43 – 44.
- Teuber, N.; Goic, L. y Navarro, H. 2000.** Fechas de siembra, acumulación de materia seca y calidad bromatológica de la cebada para ensilaje. *Evaluación agronómica. Resúmenes de la XXV Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal*. Puerto Natales, Chile. pp 69 – 70.

- Teuber, N.; Navarro, H.; Goic, L. y Angulo, L. 2001.** Distintas fecha de siembra, acumulación de materia seca y calidad bromatológica en cebada para ensilaje. Resúmenes de la XXVI Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA). Santiago, Chile. pp 446 – 447.
- Tolbert, D.; Qualset, C.; Jain, S. and Craddock, J. 1979.** A diversity analysis of a world collection of barley. *Crop Science*. 19: 789-794.
- Van Keuren, R. and Underwood, J. 2006.** Emergency and supplemental crops for forage. Ohio State University Extensión. Department of Horticulture and Crop Science. Del web. <http://ohioline.osu.edu/agf-fact/0019.html> (18/08/2006).
- Van Soest, P. 1967.** Development of a comprehensive system of a feed analysis and its application to forages. *Journal of Animal Science*. 26: 119 – 118.
- Zadoks, J.; Chang, T. and Konzak, C. 1974.** A decimal code for the growth stages of cereals. *Eucarpia Bulletin*. 7: 42 - 52.

9. ANEXOS.

Anexo 1. Análisis de Varianza de la variable población de plantas.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Cuadrados Medios	F	Sign.
Modelo corregido	10738,8	4	2684,7	5,5	0,006
Intersección	1594995,2	1	1594995,2	3281,0	0,000
CULTIVAR	10738,8	4	2684,7	5,5	0,006
Error	7292,0	15	486,1		
Total	1613026,0	20			
Total corregida	18030,8	19			

Anexo 2. Análisis de Varianza de la variable altura.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Cuadrados Medios	F	Sign.
Modelo corregido	3390,5	9	376,7	28,8	0,000
Intercepto	373842,2	1	373842,2	28592,1	0,000
EPOCA	50,6	1	50,6	3,9	0,058
VARIEDAD	3299,4	4	824,9	63,1	0,000
EPOCA *					
VARIEDAD	40,5	4	10,1	0,8	0,551
Error	392,3	30	13,1		
Total	377625,0	40			
Total corregida	3782,8	39			

Anexo 3. Análisis de Varianza de la variable rendimiento de materia verde.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Cuadrados Medios	F	Sign.
Modelo corregido	2103,8	9	233,8	40,4	0,000
Intercept	50509,4	1	50509,4	8732,0	0,000
EPOCA	1896,1	1	1896,1	327,8	0,000
VARIEDAD	139,6	4	34,9	6,0	0,001
EPOCA *					
VARIEDAD	68,1	4	17,0	2,9	0,137
Error	173,5	30	5,8		
Total	52786,8	40			
Total corregida	2277,3	39			

Anexo 4. Análisis de Varianza de la variable contenido de materia seca.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Cuadrados Medios	F	Sign.
Modelo corregido	5404,3	9	600,5	102,8	0,000
Intercept	69679,9	1	69679,9	11934,6	0,000
EPOCA	5276,0	1	5276,0	903,7	0,000
VARIEDAD	102,5	4	25,6	4,4	0,007
EPOCA *					
VARIEDAD	25,8	4	6,5	1,1	0,372
Error	175,2	30	5,8		
Total	75259,4	40			
Total corregida	5579,5	39			

Anexo 5. Análisis de Varianza de la variable rendimiento de materia seca.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sign.
Modelo corregido	124,9	9	13,9	16,4	0,000
Intersección	7887,7	1	7887,7	9296,9	0,000
VARIEDAD	49,4	4	12,4	14,6	0,000
EPOCA	67,3	1	67,3	79,4	0,000
VARIEDAD *					
EPOCA	8,1	4	2,0	2,4	0,073
Error	25,5	30	0,8		
Total	8038,0	40			
Total corregida	150,3	39			

Anexo 6. Análisis de Varianza de la variable porcentaje de espigas.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Cuadrados Medios	F	Sign.
Modelo corregido	6185,2	9	687,2	60,5	0,000
Intersección	60334,1	1	60334,1	5308,8	0,000
EPOCA	5960,9	1	5960,9	524,5	0,000
VARIEDAD	122,8	4	30,7	2,7	0,049
EPOCA *					
VARIEDAD	101,5	4	25,4	2,2	0,089
Error	340,9	30	11,4		
Total	66860,2	40			
Total corregida	6526,2	39			

Anexo 7. Análisis de Varianza de la variable proteína cruda.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Cuadrados Medios	F	Sign.
Modelo corregido	64,1	9	7,1	73,5	0,000
Intercept	2514,9	1	2514,9	25972,3	0,000
EPOCA	35,9	1	35,9	370,3	0,000
VARIEDAD	25,1	4	6,3	64,9	0,000
EPOCA *					
VARIEDAD	3,1	4	0,8	8,0	0,000
Error	2,9	30	0,1		
Total	2581,9	40			
Total corregida	67,0	39			

Anexo 8. Análisis de Varianza de la variable energía metabolizable.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Cuadrados Medios	F	Sign.
Modelo corregido	0,5	9	0,1	1,5	0,200
Intercept	202,5	1	202,5	4975,4	0,000
EPOCA	0,2	1	0,2	5,3	0,028
VARIEDAD	0,2	4	0,1	1,4	0,248
EPOCA *					
VARIEDAD	0,1	4	0,0	0,6	0,690
Error	1,2	30	0,0		
Total	204,3	40			
Total corregida	1,8	39			

Anexo 9. Análisis de Varianza de la variable fibra detergente neutro.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Cuadrados Medios	F	Sign.
Modelo corregido	822,6	9	91,4	551,1	0,000
Intercept	144252,1	1	144252,1	869765,8	0,000
EPOCA	1,0	1	1,0	5,9	0,021
VARIEDAD	492,2	4	123,1	742,0	0,000
EPOCA *					
VARIEDAD	329,4	4	82,3	496,5	0,000
Error	5,0	30	0,2		
Total	145079,7	40			
Total corregida	827,6	39			

Anexo 10. Análisis de Varianza de la variable fibra detergente ácido.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Cuadrados Medios	F	Sign.
Modelo corregido	409,3	9	45,5	101,0	0,000
Intercept	46442,9	1	46442,9	103193,0	0,000
EPOCA	143,7	1	143,7	319,3	0,000
VARIEDAD	186,4	4	46,6	103,5	0,000
EPOCA *					
VARIEDAD	79,2	4	19,8	44,0	0,000
Error	13,5	30	0,5		
Total	46865,7	40			
Total corregida	422,8	39			

Anexo 11. Resumen análisis de varianza para detectar diferencias entre cultivares en el estado de grano lechoso.

Variable	Suma cuadrados	gl	F	Sign.
PC	21,1	4	90,0	0,000
FDN	18,4	4	25,1	0,000
FDA	13,7	4	35,3	0,000

Anexo 12. Resumen análisis de varianza para detectar diferencias entre cultivares en el estado de grano harinosos suave.

Variable	Suma cuadrados	gl	F	Sign.
PC	7,2	4	13,2	0,000
FDN	803,2	4	1353,3	0,000
FDA	251,9	4	78,4	0,000

Anexo 13. Resumen análisis de varianza para detectar diferencias entre épocas de cosecha en el cultivar Thuringia.

Variable	Suma cuadrados	gl	F	Sign.
PC	4,1	1	33,8	0,001
FDN	49,6	1	357,7	0,000
FDA	251,9	1	78,4	0,000

Anexo 14. Resumen análisis de varianza para detectar diferencias entre épocas de cosecha en el cultivar Cherie.

Variable	Suma cuadrados	gl	F	Sign.
PC	14,3	1	97,2	0,000
FDN	54,9	1	179,8	0,000
FDA	251,9	1	78,4	0,000

Anexo 15. Resumen análisis de varianza para detectar diferencias entre épocas de cosecha en el cultivar Alteza.

Variable	Suma cuadrados	gl	F	Sign.
PC	4,3	1	70,2	0,000
FDN	34,7	1	162,6	0,000
FDA	251,9	1	78,4	0,000

Anexo 16. Resumen análisis de varianza para detectar diferencias entre épocas de cosecha en el cultivar Acuario.

Variable	Suma cuadrados	gl	F	Sign.
PC	12,2	1	311,3	0,000
FDN	170,2	1	1601,9	0,000
FDA	251,9	1	78,4	0,000

Anexo17. Resumen análisis de varianza para detectar diferencias entre épocas de cosecha en el cultivar Carmen.

Variable	Suma cuadrados	gl	F	Sign.
PC	4,0	1	35,3	0,001
FDN	20,9	1	319,8	0,000
FDA	251,9	1	78,4	0,000

Anexo 18. Análisis de correlación entre pares de variables.

Correlations

		EPOCA	ALTURA	RE_MV	RE_MS	PC_MS	PC_ESP	EN_MET	F_D_A	F_D_N	PR_CRU
EPOCA	Pearson Correlation	1	-,116	-,912**	,669**	,975**	,956**	,351*	-,583**	-,034	-,732**
	Sig. (2-tailed)	,	,477	,000	,000	,000	,000	,026	,000	,833	,000
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
ALTURA	Pearson Correlation	-,116	1	,229	,329*	-,005	-,145	-,253	,524**	,349*	-,381*
	Sig. (2-tailed)	,477	,	,155	,038	,974	,372	,115	,001	,027	,015
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
RE_MV	Pearson Correlation	-,912**	,229	1	-,376*	-,889**	-,907**	-,232	,506**	,065	,630**
	Sig. (2-tailed)	,000	,155	,	,017	,000	,000	,149	,001	,690	,000
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
RE_MS	Pearson Correlation	,669**	,329*	-,376*	1	,743**	,593**	,337*	-,386*	,058	-,702**
	Sig. (2-tailed)	,000	,038	,017	,	,000	,000	,033	,014	,723	,000
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
PC_MS	Pearson Correlation	,975**	-,005	-,889**	,743**	1	,934**	,320*	-,555**	-,041	-,791**
	Sig. (2-tailed)	,000	,974	,000	,000	,	,000	,044	,000	,803	,000
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
PC_ESP	Pearson Correlation	,956**	-,145	-,907**	,593**	,934**	1	,369*	-,597**	-,032	-,718**
	Sig. (2-tailed)	,000	,372	,000	,000	,000	,	,019	,000	,844	,000
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
EN_MET	Pearson Correlation	,351*	-,253	-,232	,337*	,320*	,369*	1	-,517**	-,218	-,119
	Sig. (2-tailed)	,026	,115	,149	,033	,044	,019	,	,001	,177	,464
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
F_D_A	Pearson Correlation	-,583**	,524**	,506**	-,386*	-,555**	-,597**	-,517**	1	,411**	,320*
	Sig. (2-tailed)	,000	,001	,001	,014	,000	,000	,001	,	,008	,044
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
F_D_N	Pearson Correlation	-,034	,349*	,065	,058	-,041	-,032	-,218	,411**	1	-,069
	Sig. (2-tailed)	,833	,027	,690	,723	,803	,844	,177	,008	,	,673
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
PR_CRU	Pearson Correlation	-,732**	-,381*	,630**	-,702**	-,791**	-,718**	-,119	,320*	-,069	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,015	,000	,000	,000	,000	,464	,044	,673	,
	N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).