



## Resultados y Lecciones en

# Introducción de Cebada Forrajera para Ganado Lechero

Proyecto de Innovación en

**Regiones de La Araucanía,  
de Los Lagos y Metropolitana**





**Fundación para la Innovación Agraria**  
MINISTERIO DE AGRICULTURA



# Resultados y Lecciones en **Introducción de Cebada Forrajera para Ganado Lechero**



Proyecto de Innovación en  
**Regiones de La Araucanía,  
de Los Lagos y Metropolitana**

Valorización a junio de 2009



---

SERIE EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN PARA EL EMPRENDIMIENTO AGRARIO

---

## **Agradecimientos**

En la realización de este trabajo agradecemos sinceramente la colaboración de los productores, técnicos y profesionales vinculados al proyecto, en especial a Sergio Hazard, investigador de INIA Carillanca, y a los señores Gonzalo Bustamante, de Cooprinsem; Rodolfo Dates, de ANASAC; y al productor Andrés Willer, por su valioso aporte en el análisis de esta experiencia.

### **Resultados y Lecciones en Introducción de Cebada Forrajera para Alimentación de Ganado Lechero**

Proyecto de Innovación en las Regiones de La Araucanía, de Los Lagos y Metropolitana

Serie **Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario**  
**FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA**

Registro de Propiedad Intelectual N° 218.547  
ISBN N° 978-956-328-136-1

ELABORACIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO  
Laura Alvarez - BTA Consultores S.A.

REVISIÓN DEL DOCUMENTO Y APORTES TÉCNICOS  
M. Francisca Fresno R. - Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

EDICIÓN DE TEXTOS  
Ambios Ltda.

DISEÑO GRÁFICO  
Guillermo Feuerhake

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

# Contenidos

---

---

<b>Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas</b> .....	5
1. Antecedentes .....	5
2. Perspectivas de mercado .....	6
2.1 Mercado mundial .....	6
2.2 Caracterización del mercado en Chile .....	8
3. El sistema lechero y sus costos.....	11
4. La cebada como alternativa productiva.....	13
4.1 Estrategia de implementación .....	14
4.2 Costos y beneficios .....	16
5. Alcances y desafíos .....	18
6. Claves de viabilidad.....	18
7. Asuntos por resolver.....	19

---

<b>Sección 2. El proyecto precursor</b> .....	21
1. El entorno económico y social .....	21
2. El proyecto precursor .....	22
2.1 Desarrollo del proyecto.....	22
2.2 Resultados .....	24
2.3 Los productores del proyecto .....	25

---

<b>Sección 3. El valor del proyecto</b> .....	27
---	----

---

<b>ANEXOS</b>	
1. Fichas Técnicas .....	30
2. Costos asociados a la producción de ensilaje de maíz.....	32
3. Costos asociados a la producción de ensilaje de cebada.....	33
4. Literatura consultada.....	34
5. Documentación disponible y contactos.....	36

---



## SECCIÓN 1

# Resultados y lecciones aprendidas

El presente libro tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados sobre la introducción de variedades de cebada para su uso como ensilaje en la alimentación de ganado vacuno lechero, a partir de un proyecto financiado por la Fundación para la Innovación Agraria, FIA.

Se espera que esta información, que se ha sistematizado en este “documento de aprendizaje”,<sup>1</sup> aporte a los interesados elementos que le permitan adoptar decisiones productivas y, potencialmente, desarrollar iniciativas relacionadas con este tema.

## ► 1. Antecedentes

---

Los análisis y resultados que se presentan en este documento, se originan de la experiencia y aprendizajes derivados de la ejecución del proyecto (“proyecto precursor”)<sup>2</sup> “Evaluación de variedades de cebada forrajera (*Hordeum vulgare*) introducidas a Chile, para su uso en alimentación de ganado vacuno lechero”, ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Carillanca, entre el 1 de enero de 2000 y el 30 de septiembre de 2003.

El objetivo de este proyecto fue evaluar 4 variedades de cebada forrajera canadienses y 4 variedades de cebada maltera nacionales, desde su comportamiento fenológico, características químicas, capacidad para ser procesada como ensilaje e impacto en la producción lechera, en tres regiones del país (Región Metropolitana, de La Araucanía y Los Lagos). El ensilaje fue evaluado a través de ensayos de dietas alimenticias, donde se comparó el tradicional ensilaje de maíz con el ensilaje de cebada.

<sup>1</sup> “Documento de aprendizaje”: documento que consigna las oportunidades y los desafíos pendientes por abordar, y/o las limitantes que quedan por superar derivadas de los resultados, experiencias y aprendizajes generados en las iniciativas que le dieron origen (“Proyecto precursor”).

<sup>2</sup> “Proyecto precursor”: proyecto de innovación a escala piloto financiado e impulsado por FIA, cuyos resultados fueron evaluados a través de la metodología de valorización de resultados desarrollada por la Fundación, análisis que se da a conocer en el presente documento. Los antecedentes del proyecto precursor se detallan en la Sección 2 de este documento.

La cebada es un cereal que presenta buenas características para ser utilizada como forraje suplementario en forma de ensilaje. A pesar de que en Chile no hay variedades forrajeras, el proyecto precursor demostró que las variedades chilenas malteras presentan similares características que las forrajeras traídas desde Canadá, además de presentar altos volúmenes de materia seca. Si bien el cultivo de la cebada es conocido en Chile, su utilización y beneficios en producción animal eran desconocidos antes de la ejecución del proyecto precursor.

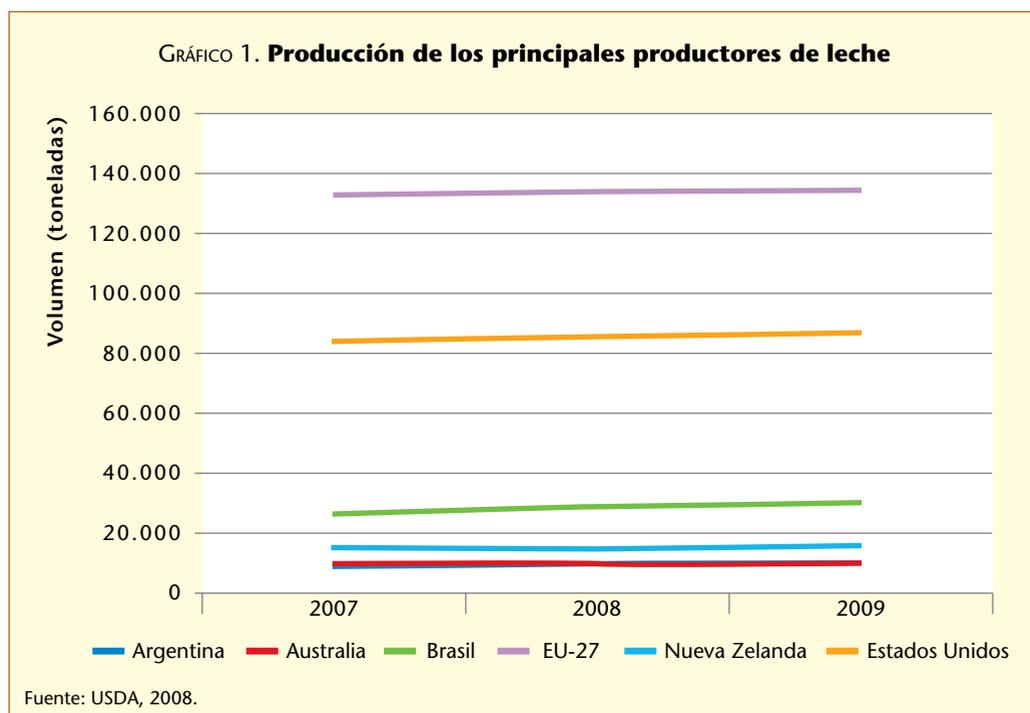
El propósito del presente documento es exponer a los productores lecheros una alternativa forrajera, sobre todo para zonas en las que no se puede cultivar maíz o sus lecherías son de mediano rendimiento. La cebada presenta bajos costos de producción, tiene un alto contenido de materia seca, presenta buenas características nutricionales y posee un periodo productivo corto, por lo cual el suelo se puede ocupar a continuación con otro cultivo, como la avena.

## ► 2. Perspectivas de mercado

### 2.1 Mercado mundial

#### Producción

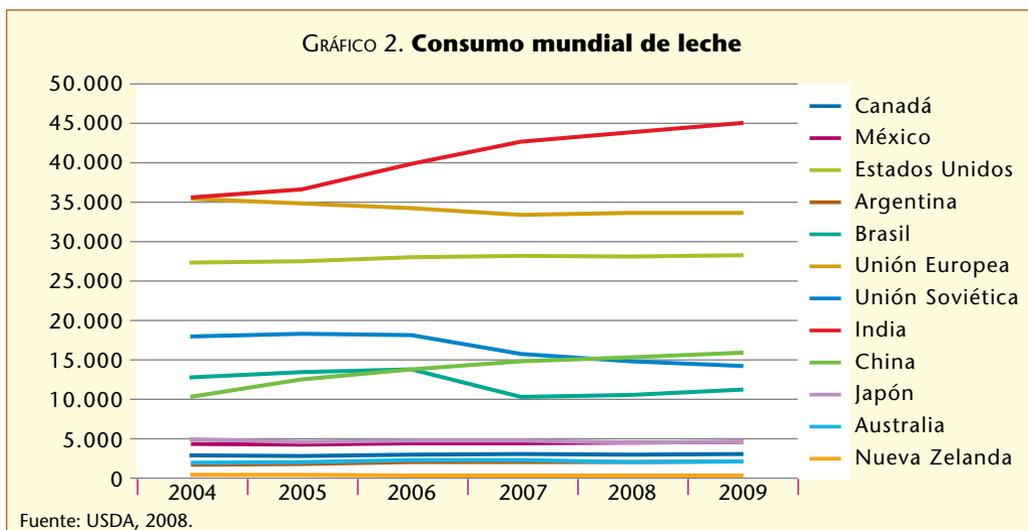
Para el presente año, USDA<sup>3</sup> (2008) espera que la producción lechera mundial aumente muy levemente, debido a las características del aumento de producción de la mayoría de los principales países productores, como Nueva Zelanda, con un 8%, seguido de Brasil con un 5%, Argentina con un 3% y Australia con un 2% (Gráfico 1).



<sup>3</sup> USDA: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

### Consumo

El consumo mundial de leche, durante el 2009, presentaría un leve aumento de un 1% comparado con el 2008, debido principalmente a India y China, quienes aumentarían el consumo en un 2,55% y 4,17%, respectivamente. Ambos países representan el 37,03% del consumo mundial.



### Precios

Respecto de los precios internacionales, la leche y sus productos derivados, después de constantes fluctuaciones desde el año 1996, tuvieron un peak de producción durante el año 2007, descendiendo en el año 2008 en un 40%. La leche descremada tenía un precio de US\$5.000/tonelada a mediados de 2007 y después de un año, la disminución era de un 60%, ya que se podía comprar a US\$2.000/tonelada (USDA, 2008).



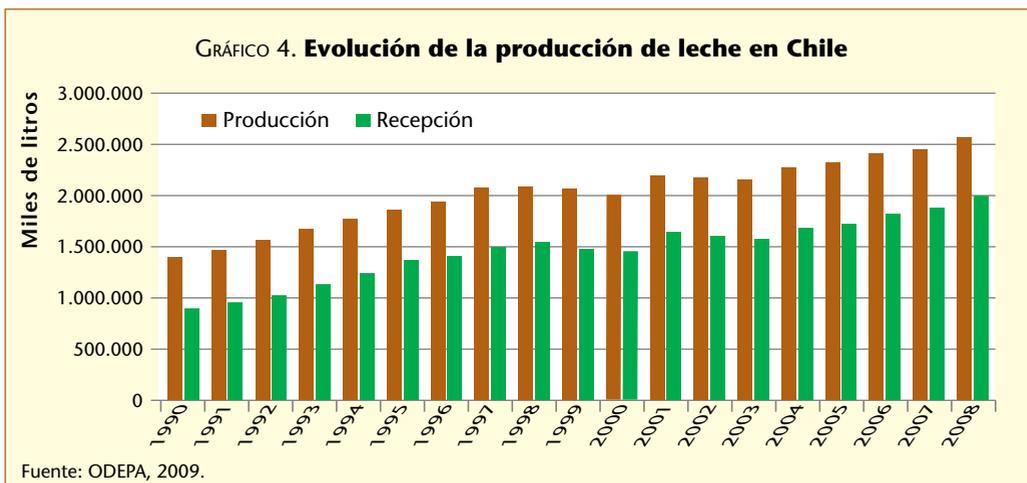
En el presente año, después de su caída más baja en el mes de febrero, los precios internacionales de lácteos están dando las primeras señales de recuperación. El último reporte oficial (USDA) señala que en Europa la leche en polvo entera subió 6,4% y la descremada se mantuvo sin variación. En Oceanía, ambos productos subieron en 4,3% y 5,4% respectivamente. Incluso el queso Cheddar incrementó su precio en 6,1% (FEDELECHE, 2009).

## 2.2 Caracterización del mercado en Chile

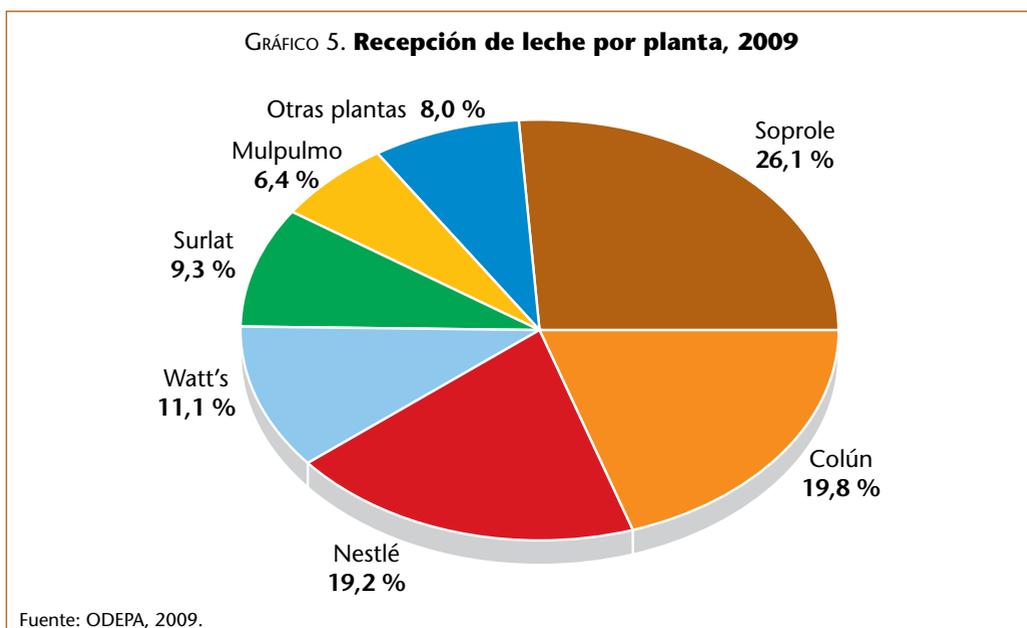
### Producción nacional

En Chile, desde el año 1990 la producción de leche ha ido en aumento hasta fines de 2008 (Gráfico 4), siendo la Región de los Lagos la de mayor producción de leche y mayor número de plantas lecheras (24 plantas). Le siguen la Región del Maule (17 plantas), Región Metropolitana (16 plantas) y Región de La Araucanía (15 plantas).

Asimismo, la Región de los Lagos es la zona con mayor volumen procesado, con aproximadamente 134 millones de litros de leche, que corresponden al 50% del total procesado por este segmento industrial. En orden de magnitud, le siguen la Región Metropolitana y la Región del Biobío, con una participación del 17% y 15%, respectivamente.



El Gráfico 5 muestra las empresas que reciben mayor cantidad de leche, siendo lideradas por Soprole (26,1%), seguida por Colún (19,8%) y Nestlé (19,2%).





En los tres primeros meses del presente año, la recepción de leche fue un 11,9% menor que en igual periodo de 2008, siendo las regiones de Los Ríos y de Los Lagos las que presentaron una menor recepción, con una baja de un 16,5% y 12,8%, respectivamente. FEDELECHE (2009) indica que la caída vendría desde el mes de diciembre de 2008, indicando dos razones detrás de este fenómeno: por un lado, las inusuales altas temperaturas y baja pluviometría en la zona sur a partir de noviembre, afectando de manera relevante la disponibilidad de alimentación a través de praderas; y por otro lado, como causa fundamental, las fuertes bajas en el precio de la leche fijadas por la industria procesadora a partir de octubre, y que a enero de este año representaban casi un 25% de menores ingresos para los productores.

La dramática tendencia a la baja en la producción nacional, después de años en constante aumento, empezó a evidenciarse en noviembre de 2008, cuando después de una temporada completa creciendo a una tasa del 8%, el penúltimo mes del año apenas registró un incremento de un 1%.

### **Importaciones y exportaciones**

Las importaciones de productos lácteos en los primeros tres meses del año alcanzaron los US\$ 10.594, un 41% menos que el 2008, que registró US\$ 18.197.

Argentina continúa siendo el origen más importante de las importaciones de lácteos chilenas, con un 58,7%. En segundo lugar está Estados Unidos, con 11,6%, y en tercer lugar Brasil, con 10,2%. Otros proveedores importantes son Uruguay, Perú, Francia y Nueva Zelanda.

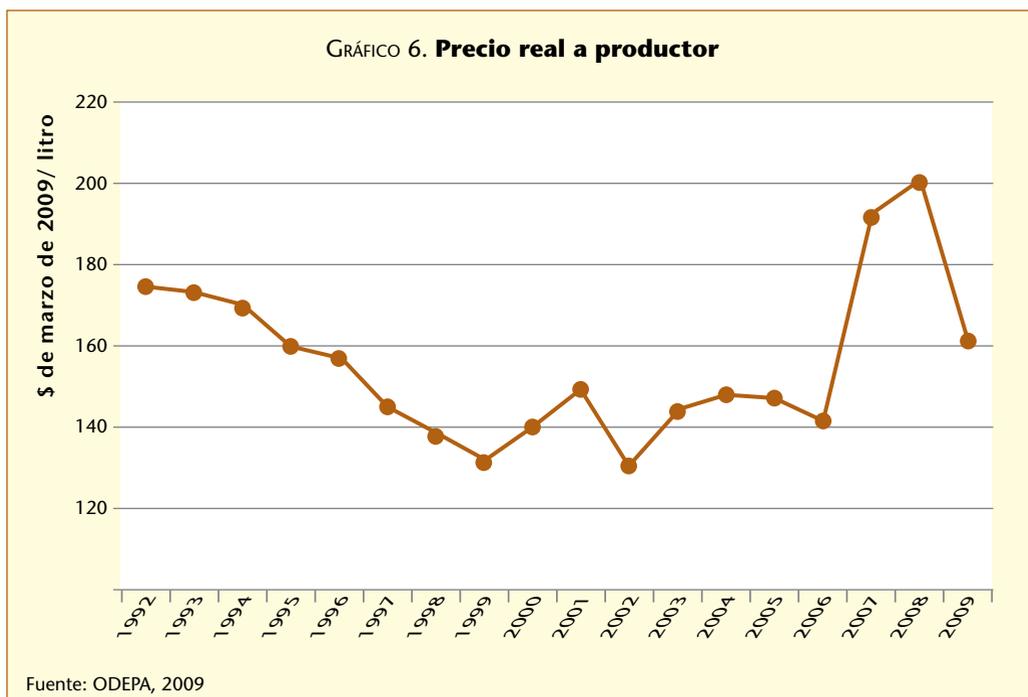
En materia de importación por producto lácteo, a excepción de la leche líquida o semisólida sin azúcar, cuyas importaciones subieron en un 38,9%, todos los lácteos muestran caídas de cierta significación. El queso continúa siendo el producto más importado, con un 48,1%.

Las exportaciones de productos lácteos entre enero y marzo de 2009 presentaron una disminución del 38%, siendo México el principal país de destino que más bajó, pasando de US\$30.442 FOB en el 2008 a US\$14.213 FOB en el 2009, representando una caída de un 53,3%. Le sigue Estados Unidos, con un 37,4% y Perú con un 35,3%.

Entre los principales productos exportados está la leche entera, que representa el 36,4%. Le sigue la leche condensada, con un 27,4%, y los quesos, con un 25,6%.

## Precios

Los precios de leche a productor fueron al alza desde el año 2006, teniendo su peak en el mes de agosto de 2007, con \$224,2/litro. Desde esa fecha, los precios se mantuvieron positivos hasta el mes de junio de 2008, cuando comienzan a caer, continuando esta baja durante el presente año.



A diciembre de 2008, el valor de la leche en polvo entera llegó a US\$1.800 la tonelada. Así, los productores enfrentan ingresos muy por debajo de los costos que tienen que asumir, más aún considerando el alza significativa en el precio de los fertilizantes.

Dado el presente escenario, el siguiente modelo pretende ayudar al productor lechero a encontrar alternativas en sus manejos, que amortigüen en parte las fluctuaciones económicas que se presentan hoy en día, disminuyendo uno de sus mayores costos: la producción de forrajes.

### ► 3. El sistema lechero y sus costos

---

Un “sistema productivo” lechero puede ser definido como el conjunto de manejos o prácticas agropecuarias (tales como los manejos reproductivo y sanitario de las vacas, o el manejo del pastoreo) y factores fijos y variables (tales como suelo, mano de obra, ganado lechero, maquinaria, concentrados y fertilizantes) que, al ser integrados en forma más o menos organizada en un proceso productivo, definen los niveles de producción y eficiencia que puede alcanzar la explotación lechera (Smith, 1999).

La elección de los niveles de factores fijos y variables a emplear, al igual que el conjunto de manejos a implementar, es realizada por el productor. Así, de la capacidad empresarial del productor depende qué tan correcta sea dicha elección y qué tan eficiente sea el proceso productivo. Este punto es de vital importancia en el éxito de la empresa, puesto que sistemas productivos más complejos podrían requerir administradores con una mayor capacidad empresarial (Smith *et al.*, 2002).

En Chile, los productores lecheros pueden clasificarse, según el volumen de entrega de leche, en pequeños, medianos y grandes productores. Los primeros son pequeños parceleros que poseen entre 5 y 19 vacas en leche, cuya producción no supera los 50 litros diarios. La producción de los productores medianos fluctúa entre 100 y 700 litros diarios. El estrato de productores grandes presenta una producción superior a los 700l/día (Valenzuela, 1986 y Salas, 1995, citados por Lobos *et al.*, 2001).

Cualquiera sea el volumen de leche que posea el productor, éste debe enfrentarse cada vez más a mayores exigencias de calidad y sanidad de la leche exigidas por las plantas, además de la relación de producción entre invierno y verano, derivada de la diferencia en el volumen de producción de ambas estaciones. Estos factores están obligando a los productores a realizar inversiones o gastos adicionales, que no parecen compatibles con los ingresos que estaría generando la actividad.

Los capitales de la empresa lechera están compuestos por la tierra, construcciones, mejoras, maquinarias y equipos, ganado y circulante. Esta estructura de capital le otorga a las lecherías una alta rigidez, la cual no les permite adaptarse a los cambios en el mercado, en el corto plazo, a la velocidad en que lo hacen otras empresas pecuarias (Silva, 1997 y Lobos *et al.* 2001).

Sobre la base de encuestas a 28 productores lecheros comerciales de la zona central en sistemas semi-intensivos, Silva (1997) encontró que para todos los productores la tierra es el principal componente del activo total (70%), seguido del capital en ganado (16%), maquinaria (7%) y construcciones (7%). Sin embargo, Paut (1973)<sup>4</sup> determinó que en la zona sur, principalmente en la Región de Los Lagos, la estructura de los activos es menos intensiva en capital, debido a que en esta zona existe una mayor proporción de praderas naturales y menores alternativas de uso del suelo.

Dado los múltiples factores que influyen en el establecimiento y rentabilidad de la producción de leche en Chile, como la localización de los predios, calidad y precios de los bienes e insumos de la producción, es difícil establecer un estándar de rentabilidad para todos los casos, así como establecer cuál es el mayor y menor costo de una lechería.

---

<sup>4</sup> Citado en Silva, 1997.



Según Villegas (1995), citado por Schnettler (2004), no existe claridad sobre los distintos elementos que componen los costos de producción para diferentes tamaños de empresa y nivel tecnológico, especialmente si se considera que la producción de leche es un negocio de reducidos márgenes de comercialización, manejado principalmente en base a volúmenes.

Salas (1995), citado por Lobos *et al.* (2001), concluyó que los costos de producción de leche son extremadamente variables, dependiendo de la superficie de la tierra destinada a la lechería, la intensificación del proceso productivo, el nivel de tecnología empleado y la capacidad de gestión de los productores.

En este sentido, la búsqueda de mayor eficiencia de las explotaciones lecheras constituye uno de los pocos caminos para mantenerse en este mercado. Para ello es necesario identificar y cuantificar los principales componentes de los costos de producción en cada caso particular.

En un estudio sobre la rentabilidad de la producción de leche en el fundo Punahue, ubicado en Valdivia (Región de Los Ríos) y perteneciente a la Universidad Austral de Chile, Colin (1991), citado por Lobos *et al.* (2001), determinó que los costos de alimentación y adquisición de animales de reposición representaban el 63% de los costos directos. Por otra parte, Hausdorf (1992), citado por Lobos *et al.* (2001), concluyó que el costo de la mano de obra es el componente más importante en los predios con baja intensidad de producción, mientras que en predios con alta producción individual, el costo de los alimentos concentrados es el más relevante.

Según Cofré (2000), en la producción lechera alrededor del 60% de los costos de producción corresponden a alimentación, entre los cuales las praderas de pastoreo y los forrajes conservados, en muchos casos, son los de mayor relevancia. Estos costos debieran ser manejados de forma óptima por los lecheros, especialmente ante rentabilidades estrechas y para maximizar las utilidades, haciendo un uso eficiente de los recursos forrajeros.

Es por esto que muchos productores buscan optimizar sus sistemas a través de la disminución de costos de alimentación. El balance forrajero y nutricional está directamente vinculado al objetivo de obtener la mayor producción de leche por unidad de materia seca disponible y cumplir con los requerimientos básicos del animal para sustentar adecuadamente su vida y salud, y las exigencias adicionales derivadas de su reproducción.

La estructura del balance forrajero está relacionada con la composición de la alimentación diaria, en términos de los equilibrios entre forrajeras y concentrados. La mayor o menor dependencia de forrajes y la participación diversa de concentrado en la dieta diaria tienen una proyección estratégica en la definición de cómo se adapta el modelo productivo a la curva anual de la producción de forraje, el tipo de animal y diferentes recursos forrajeros a considerar. El margen sobre el costo de alimentación constituye una potente herramienta de control para monitorear el avance y posición del negocio en su evolución (Klein, 2005).

## ► 4. La cebada como alternativa productiva

---

Dado que la cantidad y calidad de la pradera ofertada a los animales de un plantel lechero no es continua durante todo el año, el productor se ve enfrentado a la necesidad de suplementar a estos animales para que puedan cubrir sus requerimientos anuales y alcancen producciones adecuadas según su mérito genético. Otros objetivos específicos de la suplementación son: aumentar la producción de leche por vaca; aumentar la carga y la producción de leche por unidad de superficie, ya que ante un elevado número de animales por hectárea la pradera no sería capaz de entregar por sí sola todo lo que ellos necesitan; aumentar la duración de las lactancias en épocas de producción de materia seca limitada y aumentar el contenido de proteína en la leche a través de la suplementación energética (Bargo *et al.*, 2003, citado por Mella, 2005).

En el pasado, los suplementos más utilizados eran los provenientes de pradera conservada (heno y ensilaje) y cultivos como la avena, pero hace varios años ésta última se ha dejado de utilizar por su mala calidad nutricional y productiva. Hoy en día, el ensilaje de maíz es usado extensamente, al igual que subproductos de las industrias procesadoras de alimentos en general.

Lamentablemente, el ensilaje de maíz presenta altos costos de producción por hectárea, los cuales serían compensados con los altos rendimientos que se obtendrían, sin embargo, este cultivo no logra buenos rendimientos en zonas de baja disponibilidad hídrica. Es por ello que, a través del proyecto precursor, se buscó entregar una alternativa a los productores de las zonas de secano que no pueden cultivar maíz, o para que lecherías de mediano rendimiento utilicen la cebada como un complemento para la elaboración de las dietas alimenticias.

La planta de cebada destaca como forraje ya que produce un alto contenido de materia seca. En el periodo invernal las tasas de crecimiento de la pradera son bastante bajas, por lo que se necesita un forraje que produzca gran volumen en un corto tiempo, característica de la cebada que la diferencia de otros cereales de grano pequeño como la avena y el triticale.

Otras características que la hacen interesante para la producción de leche son su alto contenido energético, su buena adaptación a las condiciones de la zona sur en general y que, además, existe la maquinaria adecuada para la siembra de cereales en los predios de la zona.

La siembra de la cebada se realiza entre agosto y septiembre, y necesita alrededor de 400 a 450 milímetros de agua durante el período de siembra a cosecha.

Normalmente, las producciones de materia seca en maíz han llegado sobre los 20 mil kilos. En el caso de la cebada, en las evaluaciones de las variedades se ha llegado a producciones de entre 12 a 18 mil kg de materia seca. Dicha producción se ha obtenido entre los 113 a 120 días, dependiendo del tipo de variedad, siendo su cosecha en marzo. Este corto periodo permite que a continuación, en el mes de abril, se pueda sembrar otro cereal como la avena. El periodo preciso de cosecha es cuando la calidad de proteína va bajando y la materia seca por hectárea va subiendo, es decir, para vacas lecheras la época de corte más adecuada es cuando está en estado lechoso-harinoso,<sup>5</sup> el cual no dura más allá de 5 a 7 días.

Algunos productores pueden presentarse reticentes ante el uso de la cebada dada la presencia de barbas,<sup>6</sup> las que podrían afectar la aceptación por parte de los animales. Sin embargo, esta situa-

<sup>5</sup> Estado fenológico de los cereales, que corresponde al estado del grano. Lechoso-harinoso es un estado intermedio, del paso de blando (estado lechoso) a harinoso (cuando se deshace en la mano). Después viene el estado pastoso y, por último, estado duro, cuando el grano ha alcanzado su madurez.

<sup>6</sup> Barbas: es la prolongación o punta de la lema (cascarilla que envuelve al grano por su lado dorsal).

ción no se produce, reflejando consumos normales, lo que puede traducirse en una alta producción de leche. Por ejemplo, el proyecto precursor en dietas con 100% de cebada logró producir 24 litros de leche y con 100% de maíz llegó a 24,1 litros.

Por otro lado, en cantidades adecuadas de alimentación los animales no presentan un cambio en su condición corporal, ya que no consumen sus reservas, reflejando la buena calidad del ensilaje de cebada (Cuadro 1).

CUADRO 1. **Composición de alimentos utilizados en ensayo en Llanquihue**

Alimento	MS (%)	PC (%)	EM (mcal/kg MS)	FDA	FDN	pH
Ensilaje de Maíz	24,6	10,7	2,44	32,2	50,9	6,72
Ensilaje de Cebada	34,5	11,8	2,22	34,4	53,2	4,33
Ensilaje de Pradera	23,2	7,3	2,54	36,2	57,6	3,67
Soiling de Avena	11,8	32,2	2,81	-	-	-
Concentrado	87	17	2,9	-	-	-

MS: Materia Seca; PC: Proteína Cruda; EM: Energía Metabolizable; FDA: Fibra Detergente Activa; FDN: Fibra Detergente Neutra.

Fuente: Proyecto precursor.

Como se observa en el cuadro anterior, la composición de los ensilajes de maíz y cebada es muy similar. Sin embargo, al considerar su contenido de materia seca, si se aporta un kilo de ensilaje puro el ensilaje de maíz aporta 26,32 g de proteína cruda por cada kilo de ensilaje y, en cambio, el ensilaje de cebada aporta 40,71 g de proteína cruda por kilo.

#### 4.1 Estrategia de implementación

Gran parte de las lecherías del país utilizan el ensilaje de maíz como parte de las dietas alimenticias de los animales. Lamentablemente éste tiene restricciones para ser cultivado en ciertas áreas, como se mencionó anteriormente, por ello se presenta la cebada como un cultivo alternativo y/o complementario a otros cereales, como la avena, ya que es un cultivo con amplia fecha de siembra y fácil de intercalar en una rotación pues tiene un corto periodo de crecimiento.

La cebada se siembra desde la Región de Valparaíso a la Región de Los Lagos, existiendo variedades primaverales e invernales, las cuales no difieren en su ciclo de vida, pero si en la duración de éste. Las variedades primaverales son preferidas por tener un ciclo más corto, ya que demoran en promedio entre 80 y 90 días desde siembra a emisión de espiga y entre 125 y 150 días desde siembra a cosecha; en cambio, las variedades invernales demoran como mínimo 160 días desde siembra a emisión de espiga.

La época de siembra va a depender de la zona: así, en las regiones de Valparaíso, O'Higgins y Metropolitana se inicia en la segunda quincena de junio con las variedades tardías hasta la primera quincena de agosto con las variedades más precoces. En las regiones del Maule y Biobío comienza en julio con las más tardías y termina en septiembre con las más precoces; y en las regiones de La Araucanía y de Los Lagos la siembra debe comenzar a partir de la segunda semana de agosto con las tardías y terminar antes de la última semana de septiembre con las precoces.

Para maximizar el rendimiento en cebada es necesario establecer poblaciones aproximadas de 250 plantas/ha, con un peso de 100 semillas de 4 g y una emergencia del 85%, debería utilizarse una dosis de semilla de 120 kg/ha aproximadamente y la profundidad de siembra debería fluctuar entre 3 y 5 cm.



En cuanto a fertilización, requiere menos cantidad de nitrógeno que el trigo y otros cereales, ya que su ciclo de vida es más corto: se calcula entre 90 y 150 kg de N/ha<sup>7</sup> dependiendo del rendimiento, de la variedad y del tipo de suelo. Para aplicaciones de P<sup>8</sup> y/o K<sup>9</sup> es recomendable realizar análisis de suelo para chequear dichos elementos.

El momento de cosecha es muy importante y clave, ya que, dado su abundante crecimiento, el productor suele esperar a que la planta crezca más y más, pensando en obtener más materia seca por hectárea. Pero no debe seguir esperando, ya que afecta la digestibilidad en los animales, además de afectar la compactación. Por ello se recomienda cosechar cuando el grano esté entre lechoso y harinoso.

En consecuencia, si se cuenta con gran cantidad de hectáreas se debe calcular cuánto tiempo demorará en la cosecha y preparación del ensilaje, eligiendo comenzar en estado lechoso para no pasarse a un estado más avanzado. Pueden usarse variedades distintas o diferenciar las épocas de siembras, para ir cosechando en forma parcializada.

Se debe elegir bien la maquinaria, idealmente una cosechadora que pique bien. Si no es así, se puede usar una chopper, pero en muy buen estado, con cuchillos bien afilados, ya que se adelanta el proceso y se obtiene un mejor ensilaje.

El grano de cebada tiene gran cantidad de almidón, mucho más que la avena, por lo que el ensilaje debe ser hecho en forma rápida. Si se cosecha en un estado de grano duro, la cebada se desgranará y caerá, lo cual empobrecerá el valor energético del ensilaje, aumentará la compactación y la fermentación no será óptima.

En el suministro, si está bien picado, no habrá rechazo del ensilaje de parte del ganado. Otro punto está en hacer bien las dietas, balanceándolas, y dar la proteína que se requiere en el momento necesario.

<sup>7</sup> N: Nitrógeno

<sup>8</sup> P : Fósforo

<sup>9</sup> K : Potasio

## 4.2 Costos y beneficios

A modo comparativo, se han calculado los costos de producción de ensilaje de maíz y cebada, utilizando como unidad productiva 1 hectárea (mayor detalle en Anexos 2 y 3).

CUADRO 2. **Costos de producción de ensilaje de maíz por hectárea**

ITEM	Costo (\$/ha)
Insumos	91.665
Fertilizantes	526.297
Herbicidas	72.694
Insecticidas	20.166
Labores culturales	337.300
Ensilaje	296.626
Costo total (\$)	1.344.748

Fuente: Proyecto precursor

CUADRO 3. **Costos de producción de ensilaje de cebada por hectárea**

ITEM	Costo (\$/ha)
Insumos	54.000
Fertilizantes	315.784
Herbicidas	28.600
Insecticidas	32.400
Labores culturales	304.100
Ensilaje	236.856
Costo total (\$)	971.741

Fuente: Proyecto precursor

Al reemplazar el ensilaje de cebada por el ensilaje de maíz, los costos de producción por hectárea se reducen en un 28%. A pesar de esto, el rendimiento del maíz por hectárea es mayor (unos 20.000 kg versus 15.000 kg). Por lo tanto, el costo por kilo de materia seca es alrededor de \$64,78 para maíz y \$67,24 para cebada. El rendimiento en el costo que resulta del kilo de materia seca de los ensilajes es fundamental, ya que las diferencias unitarias sumadas en el sistema completo de la alimentación significan variaciones notables en el costo de las raciones.

En la producción lechera los animales tienen ciertos requerimientos nutricionales, los cuales van aumentando a medida que el animal crece y produce más leche. Por ende, los productores deben calcular sus dietas alimenticias en base a los alimentos disponibles, ya que cada alimento entrega diferentes cantidades de nutrientes.

A continuación se muestra un cuadro que refleja la cantidad de proteína cruda (PC)<sup>10</sup> y energía metabolizable (EM)<sup>11</sup> que fueron utilizados para los análisis de los ensilajes del proyecto.

CUADRO 4. **Entrega de PC y EM por tipo de ensilaje**

	Materia seca %	Rendimiento materia fresca kg/ha	Rendimiento materia seca kg/ha	PC %	PC kg/ha	EM Mcal/kg MS	EM Mcal/ha
Ensilaje de maíz	24,6	81300	20.000	11	2.140	2,4	48.800
Ensilaje de cebada	34,5	43478	15.000	12	1.770	2,2	33.300

Mcal = megacalorías = 1.000.000 calorías

Fuente: Proyecto precursor

<sup>10</sup> Proteína cruda: estimación de la proteína total basada en el contenido en nitrógeno del alimento.

<sup>11</sup> Energía metabolizable: energía digestible (ED) menos la pérdida de energía en gases y orina.



BENE 16

El cuadro anterior refleja el alto aporte de MS/ha del ensilaje de cebada y maíz, y sus porcentajes de PC y EM, expresados en porcentaje y kg/ha en el caso de PC, y en Mcal/ha en el caso de EM, presentando el ensilaje de cebada un mayor aporte de PC en comparación al de maíz y un similar aporte en EM.

A continuación, en términos de costos es posible comparar el ensilaje de cebada con el de maíz según la entrega de PC y EM por hectárea. Así, el costo de un kilo de PC de ensilaje de maíz es de menor costo que un kilo de PC de ensilaje de cebada (Cuadro 5). En cuanto a la EM, los precios son similares, representando entonces la cebada una buena alternativa para zonas en que el maíz no se puede cultivar.

CUADRO 5. **Costos diarios de PC y EM**

	Costo PC \$/kg	Costo EM \$/Mcal
Ensilaje de maíz	67,23	27.55
Ensilaje de cebada	98	29.18

Fuente: Proyecto precursor

Se debe recordar que estos ensilajes son para cubrir periodos deficitarios y que siempre para el productor lo más económico va a ser la pradera natural, la cual, según datos entregados por Hazard (2009),<sup>12</sup> puede costar hasta un tercio de lo que cuestan los ensilajes tradicionales.

<sup>12</sup> Sergio Hazard, entrevista personal.



MIDIR

## ► 5. Alcances y desafíos

---

Para el establecimiento de la cebada deben tomarse en cuenta ciertos requerimientos edafoclimáticos a la hora de realizar su siembra, ya que, por ejemplo, no tolera suelos muy ácidos (pH no menor de 4,7), por ello en la zona sur se debe considerar una enmienda calcárea para corregir este problema. Se deben seguir parámetros de fertilización según la región y zona específica donde se va a sembrar y recordar los rangos de acidez óptima para realizar las enmiendas correspondientes.

Por otro lado, la cebada no tolera suelos anegados o suelos bajos en sus primeras etapas de crecimiento. Por lo tanto, si se quiere establecer en suelos con estas características, se deben tomar en cuenta las correcciones mediante drenajes.

Próximo a la cosecha, entre madurez fisiológica y madurez de cosecha, es importante que no ocurran lluvias, ya que es más sensible que el trigo a la tendedura.<sup>13</sup>

Como se menciona en secciones anteriores, el cultivo de la cebada es conocido en Chile, no así su uso como forraje, ya que entre otras razones en Chile no existen variedades forrajeras y además hay cierta escasez de semillas en algunos periodos de tiempo, factor importante a tomar en cuenta en la programación del agricultor.

En general, la cebada es un cereal que se puede cultivar en toda la zona centro sur del país, con los manejos y precauciones mencionadas anteriormente.

## ► 6. Claves de viabilidad

---

Las claves para el establecimiento del cultivo son respetar las fechas de siembra según la zona para no afectar los rendimientos, realizar las enmiendas calcáreas en suelos muy ácidos y realizar la cosecha en el momento exacto para la obtención de un buen ensilaje. Debe cortarse en estado lechoso-harinoso; si no, se produce un problema de calidad. Se deben conjugar los factores rendimiento y calidad.

<sup>13</sup> Tendedura: caída o efecto de tenderse de los cereales.

## ▶ 7. Asuntos por resolver

---

- Es necesario seguir investigando respecto de los requerimientos y resultados del uso de la cebada como forraje.
- Se requiere fortalecer la difusión del cultivo entre los productores lecheros, para su utilización como forraje.
- El hecho de que en el país no existan variedades forrajeras y que las variedades malteras tengan un buen comportamiento forrajero, hace pensar que quizás una variedad forrajera chilena tendría mejores resultados aún, ello deja una puerta abierta a la investigación en este sentido.



## SECCIÓN 2

# El proyecto precursor

## ► 1. El entorno económico y social

El proyecto precursor se desarrolló en las regiones Metropolitana, de La Araucanía y de Los Lagos, ya que su objetivo fue conocer el comportamiento de cebadas forrajeras canadiense en distintos ambientes y así compararlas con variedades malteras nacionales que habitualmente se cultivan en el país. A continuación, se da una pequeña descripción de cada región en la que se trabajó.

Los beneficiarios del proyecto son grandes, medianos y pequeños productores de leche del país, no sólo de las regiones involucradas en el proyecto, sino de todas las regiones productoras que busquen optimizar sus recursos. Algo más del 30% del total de vacas lecheras del país está en manos de medianos a grandes productores, que son los que proveen más del 70% de la leche



recibida en planta. El resto corresponde a artesanos que hacen queso o comercializadores de leche en forma predial o para autoconsumo. De estos pequeños productores, se distinguen globalmente dos categorías: los productores estacionales, segmento numeroso y frágil, de baja capacidad de negociación y bajos volúmenes de producción; y los productores permanentes, que si bien se adaptan mejor a las exigencias del mercado, también deben incorporar crecientemente tecnología de producción y gestión, para hacer frente a escenarios cada día más complejos.

Es así como este sector requiere de herramientas que ayuden a aumentar tanto su productividad como la tecnificación del componente forrajero, ya que de esta forma se aprovecha la ventaja natural que posee Chile, en cuanto a condiciones agroclimáticas que favorecen el crecimiento de praderas y cultivos forrajeros.

## ► 2. El proyecto precursor

---

La validación del modelo de introducción de la cebada maltera, para su uso como ensilaje en alimentación de ganado vacuno lechero para la zona sur, surge de la ejecución del proyecto “Evaluación de variedades de cebada forrajera (*Hordeum vulgare*) introducidas a Chile, para uso en alimentación de ganado vacuno lechero”, financiado por la Fundación para la Innovación Agraria, FIA, el cual fue ejecutado entre el 1 de enero de 2000 y el 30 de septiembre de 2003.

El modelo desarrollado contiene información para evaluar variedades de cebada forrajera, nacionales y canadienses. La metodología se basó en el desarrollo de tres líneas de trabajo y/o experimentaciones:

1. Línea experimentación del cultivo de cebada forrajera
2. Línea de pruebas para la producción lechera, dividida en 2 sub-líneas: ensilaje y pastoreo
3. Línea de evaluación técnica-económica y transferencia tecnológica

### 2.1 Desarrollo del proyecto

---

El proyecto se desarrolló en cuatro temporadas de trabajo, entre los años 1999 y 2003. Primero se seleccionaron variedades de cebada especializadas para la producción de forrajes dentro de la oferta mundial, específicamente en Canadá, para su introducción y establecimiento en tres regiones de Chile.

Se recopiló información de variedades internacionales y nacionales, y se seleccionaron 4 variedades canadienses (Seebe, COC-Earl, Ouke y Tukw) y 4 nacionales (Acuario, Alteza, Andes 357-90 y Andes 223-91), realizándose el procedimiento de adquisición, transporte y recepción de semillas de las variedades canadienses en la segunda temporada.

Se seleccionaron predios en las regiones de Los Lagos, de La Araucanía y Metropolitana, los que se caracterizaron edafoclimáticamente, para luego establecer ensayos de variedades en cada uno de ellos:

- Región de La Araucanía: Centro Regional Carillanca (Vilcún) de INIA
- Región de Los Lagos: Predio Los Laureles (Llanquihue)
- Región Metropolitana: Fundo Santa Rebeca (Peñaflor)

Cada ensayo contaba con 24 parcelas de 30 m<sup>2</sup> (2 x 15 m de largo). Cada parcela se dividió en 10 cortes iguales y se enumeraron al azar (C1 a C10). La dosis de siembra fue de 150 kg/ha; la de fertilización se ajustó en base al muestro de suelo de cada localidad.

A continuación, en cada uno de los predios se realizó una caracterización de las distintas variedades (curva de crecimiento) y una evaluación en términos de productividad, calidad forrajera y rendimiento, entre otros. Para ello, se comenzaron a realizar cortes a partir de los 60 días post siembra, y luego a plazo fijo cada 15 días. En cada corte se midió la altura, rendimiento en términos de materia verde y seca, y estado fenológico en el que se encontraba el cultivo. Del muestreo obtenido en cada corte se envió una muestra para realizar los análisis químicos correspondientes.

Durante las tres primeras temporadas del proyecto se realizaron evaluaciones de las variedades de cebadas nacionales e internacionales, registrando calidad, rendimiento y su capacidad para el ensilaje.

Posteriormente, se cuantificaron las diferencias en rendimiento para ensilaje y calidad, y se seleccionaron las cebadas con mejores características para probarlas *in vivo* con vacas lecheras.

Durante dos temporadas, en Carillanca y Llanquihue, se midieron y analizaron los contenidos de nutrientes de las cebadas forrajeras antes de ensilar y una vez que se extrajo el material de los silos.

En Peñaflo (RM), dado que el objetivo central era evaluar la cebada forrajera ofrecida en verde, ya fuese como pastoreo o como *soiling*,<sup>14</sup> se describió la curva de crecimiento del cultivo y la evolución de la composición nutritiva de ésta. En la zona sur, el objetivo central era evaluar la cebada como ensilaje, para suplementar los periodos de escasez de forraje que se producen en el invierno.

Las evaluaciones *in vivo* se desarrollaron independientemente en cada uno de los predios, por lo que las metodologías empleadas en cada caso se ajustan a distintas realidades. En el caso de las evaluaciones *in vivo* realizadas en la Región Metropolitana, se logró seleccionar un grupo de vacas que hubiesen pasado el peak de producción, vale decir sobre el día 70 de lactancia, y a éstas suministrar dos tratamientos de dieta:

1. Dieta Base + Avena
2. Dieta Base + Cebada Forrajera

Para el manejo del predio de la localidad de Peñaflo era muy difícil separar dicho grupo en dos, por lo que, bajo recomendación de los especialistas, se tomó el historial productivo de las vacas antes de que consumieran cebada y durante el período que consumieron (bajo pastoreo), que fue cerca de 1 mes. Con estos antecedentes se evaluaron los cambios de la pendiente de la curva de lactancia y se observó si aumentaba o disminuía.

En la última temporada, debido a problemas técnicos enfrentados en la zona de Peñaflo, se cambió de productor a uno ubicado en Hacienda Curacaví, Curacaví (RM). En este predio se formaron dos grupos de animales, los cuales eran alimentados en forma paralela en comederos, entregándoles el forraje como *soiling*. En esta evaluación, las vacas se sometieron a la misma dieta antes mencionada.

<sup>14</sup> Alimentación de forraje verde para el ganado en el establo.

En INIA Carillanca se utilizaron 32 vacas de la raza Frisón Negro Chileno, que habían pasado el punto máximo de producción de leche, paridas en el otoño y seleccionadas para configurar diferentes tratamientos de alimentación, según fecha de parto, producción anterior y número ordinal de parto.

Con el objetivo de incluir ensilaje de cebada forrajera en las dietas para vacas de los distintos plantales lecheros, se evaluaron durante 2 temporadas, en el 2002 y 2003, tanto en el Centro Regional de INIA Carillanca como en el predio de Llanquihue. En la primera temporada se evaluó con una variedad nacional y en una segunda temporada con una variedad de ensilaje canadiense.

Para comenzar, hubo un período pre-experimental que duró 15 días, con el objetivo de acostumbrar a los animales a la ración experimental, la que se incorporó gradualmente. Además, en este período se midió el consumo diario de ensilajes, lo que permitió ajustar el racionamiento de ensilaje de acuerdo al objetivo del ensayo.

A continuación del período pre-experimental, se inició el período experimental propiamente tal, que tuvo una duración de 70 días. Diariamente se controló el consumo voluntario por corral, restando a lo ofrecido el material voluminoso y el concentrado rechazado.

Para evaluar y comparar la producción de leche en vacas alimentadas con variedades de cebada forrajera dadas a pastoreo, versus vacas alimentadas con las dietas más comunes utilizadas en cada plantel, se realizaron tres ensayos *in vivo* con vacas lecheras, a las cuales se les reemplazó la avena invernal por la cebada forrajera. Se tomaron vacas que se encontraban pasado el peak productivo, con el fin de evitar el efecto del potencial productivo de las vacas. La metodología de evaluación empleada fue comparar las pendientes de las curvas y detectar de esta forma el efecto de repunte productivo que produciría la inclusión de la cebada.

En una comparación técnica y económica entre la rotación tradicional para ensilaje maíz-avena forrajera con la alternativa de maíz-cebada forrajera, se analizó la situación con y sin proyecto, considerando el caso de un productor lechero tipo. Se observó que el VAN del predio con proyecto, considerando una tasa de descuento del 12%, asciende a \$ 345.690.680. EL VAN incremental por predio neto del proyecto fue de \$ 79.718.750.

Se realizaron días de campo en Carillanca, el 12 de agosto de 2003, y en Llanquihue, predio Los Laureles, el día 13 de agosto de 2003, y además, se realizaron presentaciones en la Sociedad Chilena de Producción Animal, durante los años 2001, 2002 y 2003.

## 2.2 Resultados

---

Los resultados de la caracterización de las especies evaluadas fue el siguiente:

- Seebe: presenta un crecimiento erecto con cobertura de suelo al día 30 cercana al 60%.
- Acuario: se desarrolla de manera similar a Seebe, con crecimiento erecto y una cobertura aproximadamente de 60%.
- CDC Earl: es una variedad con crecimiento más rastrero que las demás, por lo cual presenta una cobertura alta (60%). Sin embargo, la altura alcanzada no es relevante.
- Duke: tiene un comportamiento de crecimiento similar a CDC Earl, presentando ambas variedades hojas gruesas y color verde oscuro.

- Alteza: es de crecimiento erecto, siendo de conformación similar a Acuario, pero con un desarrollo más lento. La cobertura es de un 40%.
- Tukwa: es de crecimiento erecto, hojas gruesas y de color verde oscuro. Es de gran vigorosidad en el crecimiento, logrando una buena cobertura del suelo de 60%.
- Andes 223: esta variedad es de crecimiento erecto, sin embargo, muestra un desarrollo muy desuniforme, presentando baja la cobertura del suelo de 30%.
- Andes 357: al igual que la anterior, es de crecimiento erecto y con una desuniformidad marcada en el desarrollo, mostrando una cobertura inferior a la variedad 223, de un 25%.

Las variedades que mostraron la mayor resistencia al ataque de hongos fueron las canadienses CDC-Earl y Tukwa, mientras que las que se vieron más afectadas por este concepto fueron las variedades nacionales Acuario y Alteza.

No se observaron diferencias muy determinantes entre los rendimientos de materia seca/ha, composición nutritiva y respuesta en producción de leche al utilizar variedades nacionales o canadienses.

Solamente se observó que, en general, las variedades canadienses son más resistentes a las enfermedades que las nacionales. Por esta misma razón, los productores de la zona sur quedaron muy entusiasmados con las variedades canadienses y algunos quedaron interesados en semillas para la próxima temporada. De igual forma, los productores se manifestaron interesados en importar variedades canadienses para ser utilizadas en los planteles lecheros, pues la preferirían sobre la avena.

### **2.3 Los productores del proyecto**

---

Gracias a los buenos resultados del proyecto precursor, varios de los productores lecheros han complementado el uso del ensilaje de maíz con el ensilaje de cebada. Algunos productores de la zona de secano definitivamente han escogido a la cebada como su alternativa de suplemento forrajero invernal, ya que para ellos no es posible cultivar maíz por la falta de agua, obteniendo mejores resultados productivos.



## SECCIÓN 3

# El valor del proyecto

El proyecto precursor logró demostrar que la producción de cebada maltera como suplemento forrajero invernal es una alternativa para ser utilizada como complemento a forrajes tradicionales como el maíz, o como alternativa en zonas en que éste no puede ser cultivado por problemas edafoclimáticos, dadas sus similares características alimenticias, sus menores requerimientos de fertilizantes y sus altos aportes de materia seca por hectárea.

Comprobó también que las variedades malteras chilenas son tan eficientes como las forrajeras extranjeras, presentando un excelente comportamiento en las zonas evaluadas. Por lo tanto, el hecho de no contar con variedades forrajeras no es un obstáculo para su introducción.

En consecuencia, la introducción de la cebada maltera como suplemento alimenticio invernal representa una nueva alternativa forrajera, principalmente en zonas de secano, generando en los productores buenas expectativas, pues hoy en día el cultivo y preparación de los ensilajes se ha encarecido debido al alza de los insumos.





# Anexos

---

Anexo 1. Fichas Técnicas

---

Anexo 2. Costos asociados a la producción de ensilaje de maíz

---

Anexo 3. Costos asociados a la producción de ensilaje de cebada

---

Anexo 4. Literatura consultada

---

Anexo 5. Documentación disponible y contactos

---

## ANEXO 1. Fichas técnicas

<b>MAIZ</b>			
Ítem	Fecha	Unidad (Ha)	Cantidad
<b>JORNADAS HOMBRE</b>			
Rotura	septiembre	JH	0,31
Rastraje	septiembre	JH	0,19
Aplicación herbicida e insecticida	septiembre	JH	0,15
Vibrocultivador	septiembre	JH	0,2
Siembra y fertilización	septiembre	JH	0,25
Fertilización	octubre	JH	0,25
Aplicación herbicidas	octubre	JH	0,2
Cosecha	feb-marzo	trato	1
<b>JORNADAS MÁQUINA</b>			
Rotura	septiembre	Horas	2,48
Rastraje	septiembre	Horas	1,52
Aplicación herbicida e insecticida	septiembre	Horas	1,2
Vibrocultivador	septiembre	Horas	1,6
Siembra y fertilización	septiembre	Horas	2
Fertilización	octubre	Horas	2
Aplicación herbicida	octubre	Horas	1,6
<b>MATERIALES</b>			
Semilla de maíz	septiembre	kg	27
Urea granulada	octubre	kg	220-250
Superfosfato triple	noviembre	kg	180-200
Muriato de potasio	diciembre	kg	100
Atrazina	septiembre	kg	4,4 kg
Basagram	septiembre	L	2
Furor	septiembre	g	70 g
Lorsban 4E	septiembre	L	3

Fuente: Paratori y Altamirano, INIA La Platina, 1995.

<b>CEBADA</b>			
<b>Ítem</b>	<b>Fecha</b>	<b>Unidad (Ha)</b>	<b>Cantidad</b>
<b>JORNADAS HOMBRE</b>			
Rotura	agosto-septiembre	JH	0,31
Rastraje	agosto-septiembre	JH	0,19
Vibrocultivador	agosto-septiembre	JH	0,2
Siembra y fertilización	agosto-septiembre	JH	0,25
Fertilización	agosto-septiembre	JH	0,2
Aplicación herbicida y fungicida	octubre	JH	0,2
Cosecha	diciembre	JH	Trato
<b>JORNADAS MÁQUINA</b>			
Rotura	agosto	Horas	2,48
Rastraje	agosto	Horas	1,52
Vibrocultivador	agosto	Horas	1,6
Siembra y fertilización	agosto	Horas	2
Fertilización	septiembre	Horas	1,6
Aplicación herbicida y fungicida	octubre	Horas	1,6
<b>MATERIALES</b>			
Semilla de maíz	agosto	kg	180
Urea granulada	agosto	kg	150
Superfosfato triple	agosto	kg	120
Muriato de potasio	agosto	kg	60
MCPA 750 SL	octubre	L	1
Ajax 50%	octubre	g	8
Basagram	octubre	L	1,5
Duett (2 aplicaciones)	septiembre-octubre	L	1

Fuente: Paratori y Altamirano, INIA La Platina, 1995.

## ANEXO 2. Costos asociados a la producción de ensilaje de maíz

INSUMOS	kg/ha	Mes requerimiento	Costo Unitario	Costo total	
Semilla de maíz (100.000)	27	Septiembre	3.395	91.665	
Rendimiento MS	15-16 ton				
Rendimiento MF	50 ton				
Fertilizantes	% aporte	Mes requerimiento	Kg requeridos	Costo S/kg	Costo total sin IVA
Urea granulada	46	Septiembre	543,47	354	192.388,38
Superfosfato triple	48	Septiembre	416,66	527	219.579,82
Muriato de potasio	60	Septiembre	166,66	686	114.328,76
<b>Costo fertilizantes</b>					<b>526.296,96</b>
	Uní/ha		Kg		
N	220-250	Septiembre	543,47		
P	180-200	Septiembre	416,66		
K	100	Septiembre	166,66		
Total					1.052.593,92
Herbicidas		Mes requerimiento	Costo Unitario	Costo total	Costo total sin IVA
Atrazina	4,4 kg	Septiembre	3.529	15.528	15.528
Basagram	2 l	Septiembre	13.570	27.140	27.140
Furor	70 g	Septiembre	30.026	30.026	30.026
Costo Herbicidas					72.694
Insecticida		Mes requerimiento	Costo Unitario	Costo total	Costo total sin IVA
Lorsban 4E	3- 5 l/ha		6.722	20.166	20.166
Total Insecticidas					20.166
Labores culturales	j/H	Mes requerimiento	Costo Unitario	Costo total	
<b>Jornadas hombre</b>					
Rotura	0,31	Septiembre	6.000	1.860	
Rastraje	0,19	Septiembre	6.000	1.140	
Aplicación herbicidas e insecticida	0,15	septiembre	6.000	900	
Vibrocultivador	0,2	Septiembre	6.000	1.200	
Siembra y fertilización	0,25	Septiembre	6.000	1.500	
Fertilización	0,25	Octubre	6.000	1.500	
Aplicación herbicidas	0,2	Octubre	6.000	1.200	
Cosecha	trato			80.000	
<b>Jornadas Maquina</b>					
Rotura	2,48	Septiembre	20.000	49.600	
Rastraje	1,52	Septiembre	20.000	30.400	
Aplicación herbicida e insecticida	1,2	Septiembre	20.000	24.000	
Vibrocultivador	1,6	Septiembre	20.000	32.000	
Siembra y fertilización	2	Septiembre	20.000	40.000	
Fertilización	2	Octubre	20.000	40.000	
Aplicación herbicida	1,6	Octubre	20.000	32.000	
					337.300
Ensilaje	N°/JH/JM	Requerimiento	Costo Unitario	Costo total	
Peinado, carga y descarga	5	3 personas	6.000	30.000	
Tractor	1,66	2 días (13,3 horas)	15.000	24.900	
Coloso 2.500 kg	1,66	2 días (13,3 horas)	10.000	16.600	
Viajes	20	Transp. 50.000 kg MF			
Transporte 5 cuadras	40 min. cada viaje con carga y descarga	800 min.			
Plástico				225.126	
Total ensilaje				296.626	
<b>Costo total</b>					<b>1.344.748</b>

Fuente: proyecto precursor

### ANEXO 3 . Costos asociados a la producción de ensilaje de cebada

INSUMOS	Kg/ha	Mes requerimiento	Costo unit. \$/kg	Costo total	
Semilla de cebada Acuario	180	Agosto	300	54.000	
Rendimiento MS	12-14 ton				
Rendimiento MF	38 ton				
Fertilizantes	%	Mes requerimiento	Kg	\$/Kg	Costo total
Urea granulada	46	Agosto-Septiembre	326,09	354	115.434,783
Superfosfato triple	48	Agosto	250	527	131.750
Muriato de potasio	60	Agosto	100	686	68.600
<b>Costo fertilizantes</b>					<b>315.784,783</b>
Fertilización cebada	Uní/ha		Kg		
N	150	Agosto-Septiembre	326,09		
P	120	Agosto	250		
K	60	Agosto	100		
Herbicidas	Requerimiento	Mes requerimiento	Costo unit. \$/kg	Costo total	Costo total
MCPA 750SL	1 L		7.373	7.373	7.373
Ajax 50%	8 g	Octubre	US\$ 198,33	872	872
Basagram	1,5 L	Octubre	13.570	20.355	20.355
Total herbicidas					28.600
Fungicida		Mes requerimiento	Costo Unitario	Costo total	
Duett (2 aplicaciones)	1 L	Octubre	US \$27	32.400	
Total fungicida					32.400
Labores culturales	J/H	Mes requerimiento	Costo Unitario	Costo total	
Jornadas hombre					
Rotura	0,31	Agosto	6.000	1.860	
Rastraje	0,19	Agosto	6.000	1.140	
Vibrocultivador	0,2	Agosto	6.000	1.200	
Siembra y fertilización	0,25	Agosto	6.000	1.500	
Fertilización	0,2	Septiembre	6.000	1.200	
Aplicación herbicida e insecticida	0,2	Octubre	6.000	1.200	
Cosecha	trato		80.000	80.000	
Jornadas Maquina	horas				
Rotura	2,48	Agosto	20.000	49.600	
Rastraje	1,52	Agosto	20.000	30.400	
Vibrocultivador	1,6	Agosto	20.000	32.000	
Siembra y fertilización	2	Agosto	20.000	40.000	
Fertilización	1,6	Septiembre	20.000	32.000	
Aplicación herbicida e insecticida	1,6	Octubre	20.000	32.000	
					304.100
Ensilaje	n°/JH/JM	Requerimiento	Costo Unitario	Costo total	
Peinado, carga y descarga	4,125	3 personas	6.000	24.750	
Tractor	1,375	2 días (11 horas)	15.000	20.625	
Coloso 2.500 kg	1,375	2 días (11 horas)	10.000	13.750	
Viajes	16	Transp. 38.000 kg, MF			
Transporte 5 cuadras	40 min. cada viaje con carga y descarga	640 min			
Plástico				177.731	
Total ensilaje				236.856	
<b>Costo total</b>				<b>971.741</b>	

Fuente: proyecto precursor

## ANEXO 4. **Literatura consultada**

---

- AGROECONÓMICO, 2009. Máximos dirigentes agrícolas: Este 2009 tendremos que defendernos. El Mercurio [en línea] <<http://www.agroeconomico.cl/>> [Consulta: enero de 2009]
- Cofré, P. y Velasco, R., 2000. Forrajeras: calidad y costos de producción. [en línea] <<http://www.inia.cl/medios/quilamapu/pdf/bioleche/BOLETIN162.pdf>> [Consulta: enero de 2009]
- Engler, A. y Jahn, E., 2006. Factores que afectan el Margen de Ingreso Neto en lecherías: Un análisis estadístico. Agricultura Técnica. v.66 n.4, Chillán. 2006. [en línea]. <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-28072006000400009&lng=pt&nrm=pf&tlng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072006000400009&lng=pt&nrm=pf&tlng=es)> [Consulta: marzo de 2009]
- INE, 2006. Producción de leche. [en línea]. <[http://www.ine.cl/canales/sala\\_prensa/archivo\\_documentos/enfoques/2006/pdf/leche210806.pdf](http://www.ine.cl/canales/sala_prensa/archivo_documentos/enfoques/2006/pdf/leche210806.pdf)> [Consulta: enero de 2009]
- FAO, 2006. [en línea]. <<http://faostat.fao.org/site/535/DesktopDefault.aspx?PageID=535#ancor>> [Consulta: enero de 2009]
- FEDELECHE, 2009. Boletín Año 3 N° 26. [en línea]. <[http://www.fedeleche.cl/boletines/BF\\_200901.pdf](http://www.fedeleche.cl/boletines/BF_200901.pdf)> [Consulta: enero de 2009]
- KLEIN, F., 2005. Competitividad de la alimentación en pastoreo y una primera visión de un modelo comparado de partos estacionales versus partos permanentes a lo largo del año. [en línea]. <[http://www.watts.cl/opensite\\_det\\_20080908121111.aspx](http://www.watts.cl/opensite_det_20080908121111.aspx)> [Consulta: febrero de 2009]
- Lobos, G.; Miño, M.; González, E. y Prizant, A., 2001. Estimación de costos medios de producción de leche en tres predios de la Región del Maule, Chile. Estudio de Casos. Agricultura Técnica v.61 n.2. [en línea]. <[http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365-28072001000200010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365-28072001000200010&script=sci_arttext)> [Consulta: enero de 2009]
- Lobos, G.; Soto, R.; Zenteno, N. y Prizant, A., 2001. Análisis de eficiencia y rentabilidad económica en dos lecherías de la Región del Maule, Chile. Agricultura Técnica v.61 n.3 [en línea]. <[http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365-28072001000300011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365-28072001000300011&script=sci_arttext)> [Consulta: marzo de 2009]
- Mella, 2005. Suplementación de vacas lecheras de alta producción a pastoreo II. [en línea]. <[http://agronomia.uchile.cl/extension/circular\\_extensio\\_panimal/CIRCULAR%20DE%20EXTENSION/N\\_33/capitulo\\_5.pdf](http://agronomia.uchile.cl/extension/circular_extensio_panimal/CIRCULAR%20DE%20EXTENSION/N_33/capitulo_5.pdf)> [Consulta: febrero de 2009]
- NRC, 2001. The nutrient requirements of dairy cattle from Nacional Research Council. [en línea]. <[http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=9825#toc](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=9825#toc)> [Consulta: febrero de 2009]
- ODEPA, 2008. Lácteos. Resultados de 2007 y perspectivas para 2008. [en línea]. <<http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servlet/contenidos.ServletDetallesScr;jsessionid=7F4171BB3EAA4FB1C0896370E912B94B?idcla=2&idcat=7&idn=2088>> [Consulta: febrero de 2009]
- ODEPA, 2008. Leche: Producción, recepción, precios y comercio exterior. [en línea]. <[http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios-informacion/Lacteos/informe\\_lacteo-1108.pdf](http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios-informacion/Lacteos/informe_lacteo-1108.pdf)> [Consulta: febrero de 2009]
- ODEPA, 2009. Leche: Producción, recepción, precios y comercio exterior. [en línea]. <[http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios-informacion/Lacteos/informe\\_lacteo-0309.pdf](http://www.odepa.gob.cl/odepaweb/servicios-informacion/Lacteos/informe_lacteo-0309.pdf)> [Consulta: mayo de 2009]
- Paratori, O., y Altamirano, S., 1995. El cultivo del maíz, INIA La Platina, 1995. 173 pág.

- SMITH, R., 1999. Caracterización de los sistemas productivos lecheros de Chile. Cap. V. En: Competitividad de la producción lechera nacional. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile, p. 274:302.
- SILVA, R., 1997. Estudio de rentabilidad de sistemas mixtos con predominancia lechera de la VII Región. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Agrarias, Talca, Chile. 47 p.
- Smith, R., Moreira y Latrille, 2002. Caracterización de sistemas productivos lecheros en la X Región de Chile mediante análisis multivariable. Agricultura Técnica, vol.62, no.3 [en línea]. <[http://scielo.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-28072002000300004-&lng=es&nrm=iso](http://scielo.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072002000300004-&lng=es&nrm=iso)> [Consulta: mayo de 2009]
- USDA, 2008. Dairy World Market and Trade. 2008. [en línea]. <<http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/dairy.pdf>> [Consulta: mayo de 2009]

## ANEXO 5. **Documentación disponible y contactos**

---

El presente libro y su ficha correspondiente se encuentran disponibles como PDF, a texto completo, en el sitio Web de FIA ([www.fia.gob.cl](http://www.fia.gob.cl)), accediendo a “Información para la innovación” y luego a “Experiencias de Innovación” o a “Biblioteca Digital”, donde existe un buscador de publicaciones.

Contacto: [fia@fia.cl](mailto:fia@fia.cl)