

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES



**PRODUCTIVIDAD DE 21 HIBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.)
PARA ENSILAJE EN EL LLANO CENTRAL DE RIEGO
DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA**

Tesis de grado 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.

PATRICIO MARCELO BENAVENTE BRAVO
PROFESOR GUÍA: ROLANDO DEMANET FILIPPI

TEMUCO - CHILE

2005

**PRODUCTIVIDAD DE 21 HIBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mays L.*)
PARA ENSILAJE EN EL LLANO CENTRAL DE RIEGO DE
LA REGIÓN DE LA ARAUCANIA.**

PROFESOR GUIA

: ROLANDO DEMANET FILIPPI

Ingeniero Agrónomo

PROFESOR CONSEJERO

: PAULA CARTES INDO

Ingeniero Agrónomo

CALIFICACION PROMEDIO TESIS :

Dedicado

a la memoria de mi Padre,

y a mi Madre

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis agradecimientos a todas las personas que colaboraron en la realización de este trabajo de tesis y a aquellas que influyeron en mi formación profesional:

A mi Madre por su sacrificio, amor y apoyo incondicional en todo momento.

A mi Padre por inculcar en mí el amor a la agricultura y que este trabajo sea un homenaje póstumo a todo su sacrificio durante mis años de estudio.

Al profesor Sr. Rolando Demanet Filippi por darme la oportunidad de trabajar junto a él en esta investigación y compartir sus conocimientos.

A la Srta. Paula Cartes Indo por su valiosa colaboración en el desarrollo de esta tesis.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de la Frontera y sus profesores por su influencia en mi formación como persona y por permitir que mis estudios llegaran a buen término.

A mis hermanos Sandra, Carmen Gloria, Liliana y Sergio por su ayuda verdadera y sin condiciones.

Finalmente, quiero expresar en forma muy especial mis agradecimientos a mi esposa Maryory y a mi hijo Cristóbal por su comprensión y apoyo durante la realización de esta tesis y por estar siempre a mi lado.

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1.	INTRODUCCION	1
2.	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1.	Generalidades	3
2.1.1.	Origen e importancia	3
2.1.2.	Clasificación y morfología	4
2.2.	Requerimiento del cultivo	5
2.2.1.	Temperatura	5
2.2.2.	Agua	6
2.2.3.	Suelo	7
2.2.4.	Nutrientes	7
2.3.	Híbridos	9
2.3.1.	Vigor híbrido	9
2.3.2.	Clasificación	10
2.3.3.	Adaptabilidad	11
2.3.4.	Híbridos para ensilaje	12
2.3.5.	Híbridos en el sur de Chile	13
2.4.	Establecimiento del cultivo	15
2.4.1.	Preparación de suelo	15
2.4.1.	Epoca de siembra	16
2.4.3.	Profundidad de siembra	16
2.4.4.	Densidad de siembra y población	17
2.4.5.	Control de malezas	18
2.4.6.	Plagas	19
2.4.7.	Enfermedades	20
2.5.	Cosecha y productividad	20

2.5.1.	Cosecha y contenido de materia seca	20
2.5.2.	Rendimiento	22
2.5.3.	Aporte de mazorcas	23
2.6.	Calidad nutritiva	24
2.6.1.	Energía metabolizable	24
2.6.2.	Proteína cruda	25
2.6.3.	Minerales	26
2.6.4.	Digestibilidad	26
3.	MATERIALES Y METODO	27
3.1.	Suelo	27
3.2.	Clima	28
3.3.	Manejo del ensayo	29
3.3.1.	Siembra	29
3.3.2.	Fertilización	29
3.3.3.	Control de insectos	30
3.3.4.	Control de malezas	30
3.3.5.	Cosecha	30
3.4.	Diseño experimental	30
3.5.	Evaluaciones	32
3.5.1.	Altura a los 75 días postsiembra	32
3.5.2.	Precocidad a los 75 días postsiembra	32
3.5.3.	Altura a la cosecha	32
3.5.4.	Población	32
3.5.5.	Estado verde	33
3.5.6.	Rendimiento de materia verde	33
3.5.7.	Contenido de materia seca	33
3.5.8.	Producción de materia seca	34
3.5.9.	Precocidad	34
3.5.10.	Aporte de mazorcas	34

3.5.11.	Contenido de energía metabolizable y proteína cruda	34
3.5.12.	Producción de energía metabolizable y proteína cruda	35
3.6.	Análisis estadístico	35
4.	PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	36
4.1.	Población	36
4.2.	Altura de plantas	36
4.3.	Estado verde (stay- green)	39
4.4.	Precocidad	41
4.5.	Contenido de materia seca y rendimiento total	43
4.6.	Rendimiento y contribución de mazorcas	46
4.7.	Contenido y producción de energía metabolizable	49
4.8.	Contenido y producción de proteína cruda	53
5.	CONCLUSIONES	57
6.	RESUMEN	58
6.1.	Summary	59
7.	LITERATURA CITADA	60
8.	ANEXOS	65

1. INTRODUCCION

Gran parte de la superficie de las explotaciones ganaderas del sur de Chile están constituidas por praderas permanentes, que se caracterizan por presentar una marcada estacionalidad en la producción de forraje.

Al contrastar la entrega de alimento por parte de la pradera con las necesidades del rebaño, es frecuente que se distingan en el año épocas en que se dista mucho de poder cubrir los requerimientos nutricionales de los animales.

Una alternativa para solucionar este problema consiste en producir un forraje suplementario de alto valor energético como el ensilaje de maíz. Esta característica lo hace un recurso muy eficiente en producción bovina de carne y leche, pudiendo reemplazar a ensilajes de pradera y granos como fuente de energía.

El maíz es una planta sensible a las bajas temperaturas y de alto requerimiento de agua, por lo que la expresión del potencial de rendimiento de un híbrido se encuentra sujeta, en gran medida a las condiciones de suelo, clima y manejo del cultivo.

Con el desarrollo del fitomejoramiento genético se han logrado híbridos de período vegetativo corto y más eficientes en el uso del agua, que ha permitido producir con éxito maíz forrajero en la zona sur de nuestro país.

Por lo tanto, en la elección del híbrido a sembrar es necesario considerar características como precocidad, adaptación, rendimiento y calidad del forraje producido.

En el presente estudio, se ha planteado como hipótesis que existen diferencias productivas y de calidad entre los diferentes híbridos de maíz establecido en condiciones de riego del Llano Central de la Región de la Araucanía.

El objetivo general de esta investigación fue evaluar el comportamiento productivo de 21 híbridos de maíz para ensilaje en el área de riego del Llano Central de la Región de la Araucanía.

Los objetivos específicos fueron:

- Evaluar el rendimiento de 21 híbridos de maíz para ensilaje.
- Determinar los principales parámetros de calidad de 21 híbridos de maíz para ensilaje.
- Definir el híbrido de mejor comportamiento productivo para las condiciones de riego del Llano Central de la Región de la Araucanía.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. Generalidades

2.1.1. Origen e importancia

El maíz junto con el trigo y el arroz, constituye uno de los recursos naturales renovables más relevantes en toda la historia de la humanidad (Reyes, 1990), es una de las principales fuentes de alimentación humana en América (Faiguenbaum, 1987) y uno de los cultivos forrajeros más utilizados en las zonas de clima templado (Muslera y Ratera, 1991).

Este cultivo posee una gran diversidad genética y se produce en una amplia gama de ambientes, desde el Ecuador hasta cerca del paralelo 50° latitud norte y 42° latitud sur, y a alturas hasta 3.800 m sobre el nivel del mar (Ortega, 1987).

Hasta el momento, quedan muy pocas dudas acerca del origen americano del maíz, pero aún no se sabe con precisión la época y el lugar exacto de su aparición, habiendo varias teorías al respecto (Reyes, 1990).

La existencia de una gran diversidad de maíces en los altiplanos peruanos, en conjunto con otros hechos, parecía evidenciar que el centro principal de dispersión del maíz se radicaría en algún lugar de los altiplanos del Perú, Ecuador y Bolivia. Sin embargo, la evidencia de los hallazgos arqueológicos de polen, mazorcas y granos de maíz en México, inclinan a ciertos autores hacia la hipótesis, que para muchos es la más aceptada, de que el maíz se originó en el valle central de México (Faiguenbaum, 1987).

Su utilización además de estar orientada, principalmente, al consumo humano y al consumo animal, también tiene empleo a nivel industrial. En alimentación animal el maíz se usa directamente como grano, ensilaje, soiling y productos concentrados (Reyes, 1990).

2.1.2. Clasificación y morfología

El maíz (*Zea mays L.*) es una especie anual perteneciente a la familia de las gramíneas y de crecimiento restringido al período estival. Es de gran crecimiento vegetativo, siendo normal que maíces de período largo alcancen los tres y cuatro metros de altura. Su grueso y robusto tallo desarrolla, según el híbrido, entre 15 y 25 nudos, de cada uno de los cuales se desarrolla una hoja en forma alterna. Las hojas pueden presentar entre seis y doce centímetros de ancho y una longitud que puede variar entre 0.5 m y 1 m. Estas se ubican bien separadas una de la otra, con una exposición generalmente favorable a la luz (Faiguenbaum, 1987). Las plantas poseen un sistema radical bastante extenso, cuyas raíces principales pueden profundizar entre 1 m y 1,8 m (Aldrich y Leng, 1974).

El maíz es una especie monoica, ya que las plantas poseen flores masculinas y femeninas separadamente. Las flores masculinas se ubican en la panoja, en tanto que las femeninas lo hacen en las mazorcas. Los óvulos de las flores femeninas producen estilos alargados que se desarrollan desde el punto de crecimiento de cada flor, elongando y saliendo por el extremo superior de la mazorca que genera una característica formación morfológica. El polen derramado por las flores masculinas y conducido por el viento, se deposita sobre los estilos fecundando a las flores femeninas y dando así lugar a la formación de los granos (Faiguenbaum, 1987).

Taxonomía del maíz (Reyes, 1985):

REINO :	Vegetal
DIVISION :	Tracheophyta
CLASE :	Angiosperma
SUB-CLASE :	Monocotiledonea
GRUPO :	Glumifora
ORDEN :	Graminales
FAMILIA :	<i>Graminae</i>
GENERO :	<i>Zea</i>
ESPECIE :	<i>Mays, Mexicana, Perennis</i>

2.2. Requerimientos del cultivo

2.2.1. Temperatura

El maíz es un cultivo de clima cálido y como tal requiere de temperaturas bastantes elevadas para su óptimo desarrollo, constituyéndose esto en la principal limitante en la Zona Sur de Chile (Elizalde, 1990a).

El maíz tiene requerimientos promedio de 1.800 grados/día durante su desarrollo, desde siembra a madurez (sumatoria de temperatura base 6°C), encontrándose en la IX Región un promedio de 1.440 a 1.620 grados/día entre los meses de octubre a marzo, situación que limita el cultivo del maíz (Elizalde, 1990a; Rouanet y Landaeta, 1992; Montaldo y Medel, 1986)

El cultivo es muy sensible a las bajas temperaturas. Requiere de una temperatura de suelo de al menos 6° C para que la semilla germine (Aldrich y Leng, 1974; Balocchi y López, 1993). Elizalde (1990a), señala que el período de emergencia a floración es el de máxima sensibilidad y que la temperatura mínima tolerada en esta etapa es de 6° C. Además, el crecimiento vegetativo es aún muy lento con 15° C a 18° C y aumenta en relación directa con la temperatura, según ésta varíe entre 15° C y 27° C (Faiguenbaum, 1987). Por otra parte Aldrich y Leng (1974) informan que la temperatura mínima para el crecimiento es de 12,7° C y 29,4° C.

Además, Elizalde (1990a) indica que las plantas son muy susceptibles a las altas temperaturas en los períodos de floración, dañando al polen y los estilos.

El conocimiento de las temperaturas es fundamental para seleccionar la fecha óptima de siembra, donde se debe escoger la época libre de heladas para evitar el riesgo en los primeros estados de desarrollo, floración y madurez del grano (Reyes, 1990).

Al respecto, Contreras y Romero (1987) indican que en la IX Región las temperaturas mínimas de marzo-abril están señalando la necesidad de contar con híbridos que terminen su llenado de grano antes que se presenten las heladas del 15 de marzo.

2.2.2. Agua

El maíz presenta altos requerimientos de agua durante su desarrollo, especialmente, en el período de emisión de panoja a grano lechoso, donde consume el 40% de sus necesidades totales de agua (Elizalde, 1990a). Esto coincide en nuestra zona con los meses de enero a febrero, período de mayor demanda de agua de riego en toda la zona de cultivo del maíz (Soto, 1988).

Aldrich y Leng (1974) informan requerimientos de 460 mm a 610 mm de agua para rendimientos elevados de grano. Por otra parte, Reyes (1990) menciona que las necesidades de agua para la evapotranspiración en el cultivo de maíz presentan una variación de 400 mm a 800 mm.

Soto y Riveros (1989) indican requerimientos de 30 mm a 60 mm de precipitación promedio mensual durante su desarrollo juvenil, duplicándose en el período de floración hasta completar necesidades cercanas a 300 mm de precipitación en el período de desarrollo del cultivo. Además, señalan que la planta de maíz con 250 a 300 litros de agua produce un kilo de materia seca, por lo que un estrés hídrico tres semanas antes y tres semanas después de la floración puede reducir el rendimiento hasta en 60 %.

Aldrich y Leng (1974) recomiendan regar cuando el suelo contiene menos del 50% del agua que es capaz de retener, observando que la secuencia ideal es regar 10 días antes de la emergencia de la panoja, durante y una semana después de la aparición de la panoja, siendo también adecuado el riego a la siembra, si el suelo está muy seco.

Considerando que en el Llano Central de la IX Región las precipitaciones promedio entre octubre y marzo no superan los 360 mm en años normales, se hace evidente la necesidad de riego, especialmente, en los meses de enero y febrero donde el maíz se encuentra en plena floración (Elizalde, 1990a; Rouanet y Landaeta, 1992).

2.2.3. Suelo

El maíz es considerado un cultivo exigente en condiciones de suelo y se desarrolla en aquellos profundos, fértiles, ricos en materia orgánica y pH entre 6.0 y 7.0 (Reyes, 1990). Además, precisa de muy buen drenaje y ausencia de pedregosidad y es una especie medianamente tolerante al contenido de sales del suelo o del agua de riego (Faiguenbaum, 1987).

2.2.4. Nutrientes

El maíz para ensilaje es un cultivo de alta extracción de nutrientes del suelo, principalmente N y K, debido a que la planta de maíz se cosecha en su totalidad, a excepción de la parte radical (Soto, 1988; Sierra, 1990).

La mayor acumulación de materia seca se produce en un período corto: 70 a 80 días (diciembre-enero), lo que significa que el suelo debe estar provisto de los nutrientes adecuados al inicio del crecimiento, de manera de entregarlos a un ritmo sostenido para la

planta durante el desarrollo del cultivo (Sierra, 1990). Soto (1988) señala que en esa primera mitad del crecimiento los nutrientes se acumulan a una tasa mayor que la materia seca.

La absorción de nutrientes es lenta durante las primeras cinco semanas de desarrollo. A partir de la sexta semana inicia una rápida absorción, por encontrarse la planta en pleno período de crecimiento vegetativo (Sierra, 1990; Hanway, 1966).

El consumo de nitrógeno es mínimo al inicio del crecimiento de la planta de maíz, aumentando luego hasta alcanzar un máximo entre floración y la formación inicial de grano. La acumulación de fósforo ocurre a través de todo el crecimiento, pero es máxima en las primeras semanas de crecimiento y cesa después del estado dentado. El potasio es consumido a una tasa mayor que nitrógeno y fósforo durante las primeras semanas de crecimiento, siendo consumido en un 90 % antes de la floración; su absorción cesa después de la floración, aún cuando hay una rápida acumulación de materia seca en esta etapa de crecimiento (Soto, 1988).

Benne *et al* (1964), indica niveles de extracción del maíz para ensilaje de 190 kg de N, 65 kg de P_2O_5 , 210 kg de K_2O , 53 kg de CaO, 65 kg de MgO y 45 kg de SO_3 para una cosecha de 15 toneladas de materia seca por hectárea. Y con respecto a los microelementos señala niveles de extracción de 150 g de Cu, 2.400 g de Fe, 330 g de Mn, 345 g de Zn y 90 g de B, para el mismo rendimiento.

Con respecto a la respuesta del maíz a la aplicación de fertilizantes nitrogenados, Soto (1988) señala que en poblaciones bajas no hay respuesta; en cambio, hay un aumento creciente del rendimiento con aplicaciones de nitrógeno en poblaciones que superen las 70.000 plantas/ha. Demanet (1988) considera que aplicaciones de 180 a 220 kg de N/ha son

recomendables, siendo necesario parcializarlo entre la siembra y los 30 ó 50 cm de altura de las plantas.

En relación al fósforo, la utilización de 180 a 200 kg de P_2O_5 /ha, es adecuada para el desarrollo del maíz en suelos Andisoles, cuya aplicación se debe realizar a la siembra (Sierra, 1990).

Rodríguez (1993) señala que la eficiencia de recuperación de fertilizantes nitrogenados es baja para el maíz, fluctuando entre 40 % y 65 %, e ineficiente para el caso de fertilizantes fosfatados, fluctuando entre 12 % y 21 % según el tipo de suelo.

2.3. Híbridos

2.3.1. Vigor híbrido

De acuerdo a su polinización y fecundación, el maíz es altamente vulnerable al cruzamiento. Un cultivo de maíz puede recibir polen de otro maíz distante un kilómetro o más en torno de él. Lo anterior implica la formación de poblaciones heterogéneas y heterocigóticas, altamente variables. La aplicación del fenómeno *Vigor híbrido* o heterosis, desarrolló el maíz híbrido que se inicia en Estados Unidos en la década de 1950 y que se extendió a Sudamérica, Europa, Africa, Asia y Oceanía (Reyes, 1990).

La fijación de los caracteres deseables se logra mediante la autofecundación sucesiva y la selección. Esta modalidad conduce a la formación de genotipos homocigóticos, obteniéndose líneas puras que son muy uniformes y constantes en

transmitir sus caracteres, pero de vigor reducido, tanto en sus caracteres morfológicos como en su capacidad de producir forraje y grano (Jugenheimer, 1958; Reyes, 1985)

Las líneas empleadas en la producción de semilla híbrida han sido cuidadosamente seleccionadas y endocriadas durante muchas generaciones y con el cruzamiento de sólo dos de ellas se obtiene un híbrido muy homogéneo (Aldrich y Leng, 1974)

La semilla híbrida de maíz obtenida tras las etapas de selección y producción, presenta grandes ventajas por sobre la semilla de líneas puras o variedades criollas, pero también algunas desventajas. Reyes (1985; 1990) señala como ventajas: mayor producción de grano, uniformidad en floración, altura y maduración, facilidad de aplicar tecnología, plantas más cortas pero vigorosas, que resisten la tendidura y rotura, mayor sanidad de mazorca y grano y en general, mayor precocidad y desarrollo inicial. Las desventajas planteadas por este autor son: reducida área de adaptación, tanto en tiempo como en espacio, alta interacción y dependencia genotipo-ambiente, necesidad de obtener semilla para cada siembra, alto costo, necesidad de tecnología avanzada y uso de insumos para aprovechar el potencial genético.

2.3.2. Clasificación

Los híbridos comerciales de maíz se clasifican y caracterizan según el número de líneas puras que intervienen en su formación y su precocidad (Aldrich y Leng, 1974, F.A.O, 1984; Reyes, 1990).

Según el número de líneas puras que intervengan en la formación de un híbrido, estos pueden ser: híbridos simples, obtenidos por el cruzamiento de dos líneas puras

autofecundadas; híbridos dobles, que corresponden a la progenie híbrida obtenida de la cruce de dos híbridos simples; híbridos de tres líneas, obtenidos por la cruce de una línea autofecundada y un híbrido simple; híbrido sintético, producido por una semihibridación sin uso de líneas autofecundadas (Aldrich y Leng, 1974; F.A.O, 1984)

De acuerdo al período requerido para alcanzar la madurez (precocidad), los híbridos de maíz se clasifican según Jugenheimer (1958) y F.A.O. (1984) en: híbridos de maduración temprana (precoces, extra precoces), híbridos de maduración media (semi precoces, semi tardíos), híbridos de maduración tardía (tardíos).

Otra clasificación que considera la maduración de los híbridos son los índices FAO, los cuales fluctúan entre 100 (híbridos muy precoces) y 900 (híbridos muy tardíos). Una diferencia de 10 puntos en el índice FAO, significa que el híbrido alcanza la madurez deseada con 1 ó 2 días de diferencia (Klein, 1988).

2.3.3. Adaptabilidad

Los indígenas domesticaron e iniciaron la selección del maíz, originando grupos de plantas o variedades adaptadas a diferentes áreas geográficas o a una región de clima y suelo definidos. Durante el proceso evolutivo, los agricultores seleccionaron estos grupos de maíces de acuerdo a su utilización formándose variedades de amplia adaptación en tiempo y espacio (Reyes, 1990).

Un híbrido puede considerarse adaptado a determinada zona si es posible cosecharlo con la madurez adecuada antes de las primeras heladas al menos cuatro de cada cinco años, es decir, el 80 % de las veces (Elizalde, 1990a).

Un híbrido no se comporta de la misma forma en todas las circunstancias y para obtener la máxima ganancia sería necesario un rendimiento relativamente bueno, tanto en condiciones favorables como desfavorables. Pero no existe un híbrido que pueda cumplir todos los requisitos de manera satisfactoria. Por esta razón, un método para determinar si el comportamiento de un híbrido será constante, es la utilización de las pruebas de ensayos de campo y los datos de la experiencia (Aldrich y Leng, 1974).

2.3.4. Híbridos para ensilaje

El maíz es el principal cultivo forrajero de verano de zonas templadas cálidas, que ha ampliado su área de utilización a zonas templadas húmedas gracias a la aparición de híbridos de ciclo corto. Pese a ello, la escasa duración del período estival en estas zonas templadas, no permite a veces la finalización del ciclo para grano, destinándose gran parte de la superficie maicera de estas regiones al ensilado de la planta entera, con vistas a la alimentación animal. En ciertos países europeos como Francia, Italia o Alemania constituye la parte principal de la alimentación invernal del ganado bovino de leche o carne, especialmente, como fuente de energía y volumen. El maíz tiene su utilización forrajera más adecuada en el ensilado mediante un solo corte de la planta entera, ya que la capacidad de rebrote es baja (Muslera y Ratera, 1991).

La situación de los híbridos respecto al maíz forrajero para ensilaje ha variado considerablemente en los últimos años. Esto quiere decir que la parte “no grano” de la planta, juega un papel de la misma importancia que la parte “grano” en el total del rendimiento de un maíz ensilado. Así, la mejora genética de los maíces forrajeros, se ha orientado no sólo a mejorar la proporción de grano en el total de la planta, sino que también a conseguir tallos más digestibles, mejorar el contenido proteico, tanto de la planta entera como del grano y buscar un vigor inicial que permita una rápida cobertura del suelo (Muslera y Ratera, 1991).

Hunter (1978) indica que la producción de forraje en maíz, debe cumplir los siguientes objetivos: alto rendimiento de materia seca por unidad de superficie, nivel de materia seca que asegure una buena fermentación y alto consumo animal, y alto contenido energético.

En la zona sur de Chile se ha incorporado el maíz para ensilaje en los últimos años. Sin embargo, se presenta una limitación climática, con heladas durante el período de desarrollo y un período cálido frecuentemente corto para algunos híbridos que no les permite completar su período vegetativo y llegar a madurez fisiológica (Wernli y Hargreaves, 1988).

Con el desarrollo del fitomejoramiento genético se han logrado híbridos de período vegetativo corto y más eficiente en el uso del agua, lo que ha permitido cultivar con éxito maíz con fines forrajeros en la zona sur de nuestro país (Bernier, 1990).

2.3.5. Híbridos en el Sur de Chile

Una forma de hacer frente a los factores climáticos, es seleccionar el híbrido adecuado para la zona agroclimática determinada (Klein, 1990). Esta elección debe realizarse en base a las condiciones climáticas de cada región en términos de temperatura y de acuerdo al ciclo de siembra a cosecha del híbrido a utilizar (Balocchi y López, 1993).

En la actualidad existen numerosas empresas dedicadas a la producción de semilla de híbridos de maíz, las cuales ofrecen híbridos con precocidades diferentes, dando al agricultor la posibilidad de elegir el que más se adecue a sus necesidades (Paratori, Sbarbaro y Villegas, 1993).

Elizalde (1990a) señala que una apreciación muy optimista en cuanto a disponibilidad de temperatura puede conducir a elegir híbridos muy tardíos para la zona, corriéndose el riesgo de cosechar un maíz inmaduro que no puede expresar su potencial de crecimiento. Por otro lado, una subestimación de la oferta de temperatura equivale a subexplotar la potencialidad de la zona donde está ubicado el cultivo.

En general, se podría indicar que de la provincia de Talca hacia el norte pueden ser utilizados para ensilaje híbridos tardíos. De Talca al sur, deben ser establecidos híbridos semitardíos (hasta Bío-Bío) y los semiprecoces a precoces si se decide su siembra más al sur (Soto, 1988). Balocchi y López (1993), señalan que para las condiciones agroecológicas de la zona sur se deben utilizar híbridos de maíz forrajero de un ciclo de siembra a cosecha que no supere los 150 días.

En la IX Región, los híbridos precoces poseen una mejor adaptación que los tardíos, siendo posible cosecharlos antes de las primeras heladas de otoño y evitando riesgos en la cosecha por exceso de humedad (Demagnet, 1988).

Por su parte Contreras y Romero (1987) indican que los híbridos precoces tienen posibilidades en la IX Región, ya que con ellos se logran rendimientos de materia seca adecuados, con una relación tallo-mazorca y una madurez fisiológica deseables para la obtención de un buen ensilaje. Klein (1988) señala que para la zona sur se deben utilizar híbridos de un índice FAO máximo de 300.

En cualquier caso, la recomendación general debe centrarse en usar híbridos lo más tardíos posible para cada zona, sembrándolos a su vez lo más temprano posible dentro de lo

que permitan las condiciones climáticas de cada zona (Faiguenbaum, 1987). Ello porque los híbridos de ciclo de vida más largo son, precisamente, los que logran mayores rendimientos (Elizalde, 1990a).

2.4. Establecimiento del cultivo

2.4.1. Preparación de suelo

El maíz necesita suelos profundos con buena retención de agua, por lo que una preparación de suelo debe considerar estos aspectos, así como lograr un efectivo control de maleza durante los primeros estados de desarrollo de la planta (Balocchi y López, 1993; Elizalde, 1990a).

El maíz es muy sensible al pie de arado o zonas de suelo compactado, ante lo cual se debe usar arado cincel previo a la siembra. Por otra parte, un suelo con terrones provocará pérdidas de plantas (Soto y Riveros, 1989).

El suelo debe prepararse considerando aspectos como textura y humedad, tipo de malezas presentes, riesgo de erosión, tipo de maquinaria disponible y época de preparación de la sementera, de tal forma que facilite la acción de la máquina sembradora y las labores tempranas del cultivo como control de malezas o fertilización (Aldrich y Leng, 1974).

Por otra parte, Crovetto (1990) señala que la cero labranza es una alternativa en el cultivo de maíz en suelos degradados de la cordillera de la Costa en Chile Central, evitando la erosión hídrica y mejorando las condiciones físicas del suelo.

2.4.2. Época de siembra

La época de siembra está determinada por las condiciones climáticas de cada zona y por el ciclo de vida del híbrido a utilizar (Faiguenbaum, 1987). La temperatura del suelo afecta la germinación y según Elizalde (1990a) éste es el principal factor que determinará la fecha de siembra.

El uso y conocimiento de los registros climáticos de diferentes localidades permite definir la época de siembra y programar la fecha posible de cosecha disminuyendo los riesgos climáticos (Balocchi y López, 1993). Demanet (1988) afirma que la época de siembra más adecuada para la IX Región va desde el 30 de octubre al 10 de noviembre, ya que en este período se tiene una menor probabilidad de ocurrencia de heladas que afecten el desarrollo inicial del cultivo. El atraso en la siembra reduce el número de días requeridos por cada híbrido para espigar, lo cual perjudica su rendimiento final, especialmente en aquellos más tardíos (Soto, 1988).

Para la X Región, Elizalde (1990a) indica como óptimo la siembra comprendida entre el 23 de octubre y el 20 de noviembre, observándose una importante reducción del rendimiento y del aporte de mazorcas, a medida que se atrasa el establecimiento del cultivo.

2.4.3. Profundidad de siembra

Aldrich y Leng (1974) señalan que la profundidad óptima de siembra es de 5 cm a 8 cm para una adecuada germinación y emergencia. Además, existe un límite máximo de 13 cm a 16 cm; bajo esta profundidad, el mesocótilo y el coleoptilo no pueden extenderse suficientemente para determinar la salida de las partes foliares.

Reyes (1990) menciona que, para determinar la profundidad de siembra en cada Región es importante considerar la humedad ambiental, el tipo de suelo y el híbrido a utilizar, siendo la profundidad más común entre 5 cm y 15 cm. Por otra parte, Demanet (1988), recomienda para la zona sur profundidades de siembra de 6 cm a 8 cm.

La profundidad puede ser mayor o menor dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad. Con siembras tempranas, la incidencia de temperaturas bajas obligaría a sembrar más cerca de la superficie, pues la temperatura será mayor entre 4 cm y 5 cm, que a 8 cm o más. Además en suelos más secos será necesario colocar las semillas a 8 cm ó 12 cm para un mejor contacto con la humedad (Aldrich y Leng, 1974).

2.4.4. Densidad de siembra y población

En el cultivo del maíz, más importante que la dosis de semilla expresada en kg/ha, es el número de semillas por hectárea y posteriormente, el número de plantas establecidas (Balocchi y López, 1993).

La dosis de semilla para utilización forrajera se debe aumentar en un 15 % a 20 % en relación a la de maíz para grano, con el fin de lograr una población igual o ligeramente superior a 100.000 plantas/ha (Muslera y Ratera, 1991).

Según Soto (1988), Elizalde (1990a) y Muslera y Ratera (1991), en producción de forraje, el rendimiento se incrementa con la densidad hasta un nivel máximo y luego permanece constante aunque la densidad aumente. Por otra parte, afirman que en producción de grano, el rendimiento aumenta con la densidad hasta un punto intermedio y luego decrece.

Elizalde (1990a) y Balocchi y López (1993) sostienen que densidades adecuadas para ensilaje fluctúan entre 90.000 y 100.000 plantas/ha, siendo bueno un incremento de 10% a 15% en la dosis de semilla para obtener la población final deseada.

Para lograr estas densidades, se deben depositar 6 a 7 semillas por metro lineal, con distancia entre hileras de 70 cm a 80 cm, sobre hilera de 14 cm a 16 cm y a una profundidad de 6 cm a 8 cm. (Demagnet, 1988; Balocchi y López, 1993).

2.4.5. Control de malezas

El maíz es muy sensible a la competencia de malezas durante los primeros 30 a 40 días postemergencia. Si las malezas no se controlan en este período, la reducción en el rendimiento puede alcanzar entre un 40 % y 70 % (Soto, 1988).

En este cultivo resulta fundamental el control mecánico de malezas. Este se realiza mediante rastrajes previos a la siembra, luego de la germinación de malezas, controlando muy bien con la ayuda del sol y el viento como deshidratantes (Soto y Riveros, 1989; Kogan, 1992).

Para el control químico hay una serie de herbicidas específicos de aplicación de pre-siembra, pre-emergencia y post-emergencia, usándose principalmente productos en base a Atrazina, EPTC, Dicamba, 2,4-D, Linurón, entre otros (Demagnet, 1988; Soto, 1988).

2.4.6. Plagas

Las plagas causan daños importantes al maíz, principalmente, en los primeros estados de desarrollo y durante la formación de la mazorca (Aldrich y Leng, 1974; Altamirano, 1978).

En Chile, las plagas que afectan al maíz durante los primeros estados de desarrollo son: *Agrotis ipsilon* (Lepidóptera, cuncunilla negra de las chacras), *Delia platura* o *Hylemia cilicrura* (Díptera, gusano del choclo) y *Elasmopalpus angustellus* (Lepidóptera, gusano barrenador del maíz), los cuales cortan las plantas a nivel de cuello, siendo las dos primeras de significativa importancia en la Región (Gonzales, 1989).

En las mazorcas, la principal plaga la constituye *Heliothis zea* (Lepidóptera, gusano del choclo), de importancia en maíz para consumo en verde. Otras plagas secundarias que afectan a la planta, en especial a las mazorcas son pulgones y trips (Gonzales, 1989; Altamirano, 1978).

En el maíz para ensilaje, el control de insectos debe enfocarse, principalmente, hacia los gusanos cortadores, los cuales pueden hacer disminuir, significativamente, la población de plantas. Aplicaciones de insecticidas al suelo (antes o después de la siembra) y la adecuada desinfección de semillas constituyen los métodos de control más satisfactorios (Aldrich y Leng, 1974; Altamirano, 1978).

2.4.7. Enfermedades

La semillas son afectadas por hongos causantes de pudriciones (*Fusarium sp*, *Phytium sp*, *Rhizoctonia sp*) y marchitez de plántulas (*Helminthosporium pedicellatum*, *Fusarium sp.*). Así también, durante el desarrollo de la planta, ésta puede ser afectada por hongos causantes de enfermedades como polvillo o roya (*Puccinia sorghi*), tizones (*Helminthosporium carbonum*, *Helminthosporium tircicum*) y carbones (*Ustilago maydis*). Otros organismos como bacterias atacan al maíz provocando pudriciones radicales y marchitez de plántulas (*Erwinia stewartii*). Además, son importantes los daños causados por virus, especialmente, el Virus del Mosaico del Maíz (Reyes, 1990; Latorre, 1992).

Los métodos de control de las enfermedades, consisten en sistemas de control preventivos como desinfección de semillas, rotación de cultivos y uso de semilla garantizada y con resistencia a las enfermedades (Altamirano, 1978; Reyes, 1990).

2.5. Cosecha y productividad

2.5.1 Cosecha y contenido de materia seca

El estado de madurez óptima para cosechar el maíz es aquel en que el rendimiento por hectárea es máximo (Elizalde 1990b). El momento de cosecha es determinante en gran medida de la calidad final del material conservado (Wernli y Hargreaves, 1988).

El contenido de materia seca de la planta aumenta con el avance de la madurez, a una tasa diferente para cada híbrido dependiendo de la precocidad. Se observa un incremento del contenido de materia seca más acentuado en híbridos de mayor precocidad y más lento en híbridos de desarrollo más tardío (Soto y Jahn, 1983).

Balocchi y López (1993) señalan que el porcentaje de materia seca mínimo aceptable en planta completa en el momento de la cosecha es 26 % y que el óptimo es entre 28 % y 32 %. Cifras similares son indicadas por Muslera y Ratera (1991) quienes afirman que en dicho momento el grano se encuentra en estado pastoso y con un contenido de humedad próximo al 40 %.

Demagnet (1988), Klein (1990) y Lanuza (1990) han señalado que en un rango de 28% a 32 % de materia seca a la cosecha en planta entera, se consigue un mejor proceso de ensilado al tener menos pérdidas por fermentación de carbohidratos solubles. Además, disminuye notablemente la cantidad de efluentes.

Con contenido de materia seca sobre 42 % se observa un incremento de la fibra cruda de la planta, disminuyendo la digestibilidad del forraje; además un aumento del pH del ensilaje, lo cual permite la aparición de microorganismos indeseables (Weaver *et al*, 1978; Caldwell y Perry, 1971). Aguila y Franco (1979) señalan que una cosecha tardía origina problemas de compactación en el ensilaje a causa de la disminución del porcentaje de humedad de la planta.

La recolección se realiza con máquina de precisión, preferiblemente de tambor picador con cabezales para maíz, a fin de conseguir un picado del forraje entre 0,5 cm y 1,5 cm, factor fundamental para la compactación del ensilaje y su buena conservación. Asimismo, cuanto más fino sea el picado del forraje, mejor será el desgarramiento de los granos, hecho esencial para la buena utilización por el animal (Muslera y Ratera, 1991).

2.5.2. Rendimiento

El maíz es un cultivo con costos de producción elevados, por lo que es esencial tener en cuenta todos los factores que influyen en la obtención de altos rendimientos de forraje, y en especial de grano, cuando se destina a ensilaje (Soto, 1988).

En los maíces para ensilado, al igual que en los maíces para grano, la producción está muy ligada al ciclo vegetativo. Los maíces de ciclo corto son menos productivos que los de ciclo largo (Muslera y Ratera, 1991).

Balocchi y López (1993) señalan que los híbridos que poseen un ciclo más largo producen los mayores rendimientos, pero difícilmente al momento de la cosecha alcanzan el porcentaje mínimo de materia seca exigido. Por otra parte, los híbridos más precoces alcanzan porcentajes de materia seca adecuados, pero como poseen un período de crecimiento menor, sus rendimientos son también menores

Estos mismos autores mencionan que, dado los altos costos del cultivo de maíz, para producir un kilo de forraje de un costo competitivo con otros recursos forrajeros el rendimiento debería estar sobre las 12 ton ms/ha y un rendimiento superior a 15 ton ms/ha es considerado bueno.

En ensayos de híbridos realizados en la IX Región, se han observado rendimientos de 17 ton ms/ha a 19 ton ms/ha para híbridos de hábito precoz a semiprecoz, en tanto que híbridos más tardíos han presentado rendimientos entre 13 ton ms/ha y 15 ton ms/ha, con bajos niveles de madurez en la mazorca (Romero y Köebrich, 1991).

En la IX Región, Herrera (1995) logró rendimientos de materia seca en planta entera entre 18,5 ton ms/ha y 13,6 ton ms/ha en período siembra-cosecha de 130 días. Por su parte, Sobarzo (2000) registró rendimientos entre 20,3 ton ms/ha y 12,9 ton ms/ha en período siembra-cosecha de 157 días.

En la provincia de Valdivia, Balocchi y López (1993) obtuvieron rendimientos entre 14 ton ms/ha y 16 ton ms/ha con híbridos precoces y semiprecoces en un período de siembra a cosecha de 130 días.

En la X Región, Gutiérrez (1993) obtuvo rendimientos entre 13 ton ms/ha y 16 ton ms/ha con diferentes híbridos de hábito semitardío a precoz. Estos rendimientos son inferiores a los reportados por Elizalde (1990a), quien obtuvo rendimientos de hasta 20 ton ms/ha en ensayos de híbridos en Osorno.

2.5.3. Aporte de mazorcas

Los cambios en el aporte de los componentes de la planta a medida que el maíz alcanza la madurez se reflejan principalmente en aumento del contenido del almidón en la mazorca, asociado a un mayor porcentaje de materia seca de la planta completa (Soto, 1988).

Balocchi y López (1993) sostienen que el grano de maíz es un verdadero concentrado energético y es el responsable de la alta calidad del ensilaje, por lo que su presencia es de vital importancia. Por lo tanto, el número promedio de mazorcas por planta debe ser de al menos uno y, además, el peso de ésta en términos de materia seca debe ser superior al 50 % del peso de la planta.

Phipps y Weller (1979) señalan que existe mejor valor nutritivo en un ensilaje proveniente de un híbrido con mayor proporción de mazorca, debido a la mayor acumulación de almidón.

Klein (1990) informa que las vacas alimentadas con el ensilaje proveniente de maíces con mayor proporción de mazorcas produjeron más leche, pero con un menor porcentaje de materia grasa.

En ensayos en la IX Región se han obtenido rendimientos de mazorca entre 8 ton ms/ha y 10 ton ms/ha (Romero y Kœbrich, 1991; Balocchi y López, 1993). En tanto, Herrera (1995) y Sobarzo (2000), registraron promedios de rendimiento de mazorca de 6,16 ton ms/ha y 9,72 ton ms/ha, respectivamente, con aportes de 38,6 % y 57,8 % a la materia seca total.

Por su parte Elizalde (1990b) y Gutiérrez (1993), reportan aportes de mazorca del orden del 60 %, en ensayos realizados en la X Región.

2.6. Calidad nutritiva

2.6.1. Energía metabolizable

El alto valor energético del maíz (2,4 - 2,6 Mcal / kg ms) es sin lugar a dudas la característica principal para ser usado como fuente de ensilaje. Esto se debe al aporte de las mazorcas en el contenido de materia seca total, que tiene un efecto preponderante sobre la densidad energética del ensilaje (Soto, 1988; Lanuza, 1990).

La producción de energía por unidad de superficie es también superior en el maíz, el que al mismo tiempo se ubica en el primer lugar, con respecto a otras especies ensilables, debido a su mayor contenido de carbohidratos para los procesos fermentativos de las bacterias acidolácticas en el ensilaje (Wernli y Hargreaves, 1988).

Goic (1990) señala que esta característica hace del ensilaje de maíz un recurso muy eficiente en producción de carne y leche, pudiendo reemplazar a ensilajes de praderas y granos como fuente de energía.

Klein (1988) indica que los contenidos de energía metabolizable a la cosecha del maíz deben ser al menos de 2,5 Mcal/kg ms en planta entera y 3,15 Mcal/kg ms en mazorca en estado de grano pastoso a duro. Estos niveles de energía, unidos a una técnica de ensilado adecuada, permiten una buena fermentación del ensilaje.

2.6.2. Proteína cruda

El maíz no posee suficiente proteína, tanto en cantidad como en calidad, y es deficitario en dos aminoácidos esenciales: lisina y triptófano. Además, posee insuficiente cantidad de niacina (Reyes, 1990).

La concentración de proteína de la planta entera disminuye a medida que avanza la madurez y, por lo general, los valores a la cosecha fluctúan entre 4 % y 7 %. Sin embargo, en términos porcentuales no es de importancia esta baja (Lanuza, 1990; Muslera y Ratera, 1991).

Este bajo contenido de proteína del maíz es ampliamente conocido y, al utilizar el ensilaje, hace absolutamente necesaria la suplementación con este nutriente (Klein, 1990).

Goic (1990) indica que el nitrógeno no proteico (NNP), usado como urea, es la alternativa más económica de suplementar la proteína; se debe adicionar al momento de la elaboración del ensilaje en forma diluida usándose, normalmente, 1,5 kg de urea por tonelada de materia seca ensilada.

2.6.3. Minerales

El maíz es deficitario en la mayoría de los minerales, haciéndose más acentuado este déficit al avanzar la madurez, donde se provoca una importante pérdida de minerales en efluentes. Los niveles de sodio, calcio, fósforo y magnesio son bajos, en tanto que el nivel de potasio es alto (Wilckens *et al*, 1983). Además, los niveles de microelementos como yodo, cobre y zinc son bajos, lo que determina que raciones alimenticias que consideran ensilaje de maíz deben ser suplementadas con estos minerales (Lanuza, 1990).

2.6.4. Digestibilidad

El maíz es la única planta forrajera que a medida que aumenta la madurez, se incrementa la digestibilidad (Klein, 1988). Este incremento se debe, básicamente, al aumento del contenido de grano, que estaría compensando la baja de la digestibilidad del componente "no grano" por el incremento del porcentaje de la pared celular en dichas partes (Lanuza, 1990).

3. MATERIALES Y METODO

3.1 Suelo.

El ensayo se realizó en el Fundo El Huale, ubicado en la localidad de Quepe (38° 50' Latitud Sur, 72° 36' Longitud Oeste), IX Región, a 24 km al sur de Temuco, a una altura de 109 m.s.n.m. Este predio posee un Andisol, clase III a IV de capacidad de uso, con una topografía plana, sin erosión aparente y drenaje moderado a pobre. El suelo pertenece a la Serie Freire y sus características se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Caracterización física del suelo del sitio del ensayo. Quepe, IX Región.

FAMILIA:	Freire
SERIE:	Freire
CLASIFICACION:	Medial, mesic, seric, placandeps
FISIOGRAFIA:	Depresión intermedia. Planos fluvio-glaciales
TOPOGRAFIA:	Plano, 0 – 1 % pendiente
DRENAJE:	Pobre a moderado
REGIMEN TERMICO:	Mésico
PLUVIOMETRIA:	Anual 1.500 a 2.000 mm.
REGIMEN HUMEDAD:	Udico
MATERIAL PARENTAL:	Cenizas volcánicas modernas
PROFUNDIDAD:	30 – 80 cm.

Fuente: Mella y Kuhne (1985)

El análisis químico del suelo, realizado previo al inicio del ensayo, se presenta en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Composición química del suelo del sitio de ensayo. Quepe, IX Región.
Temporada 1993/1994.**

Componente	Unidad	Contenido
Nitrógeno	mg/kg	-
Fósforo	mg/kg	13
Potasio	mg/kg	235
pH (H₂O)	-	5,38
Materia Orgánica	%	-
Sodio	cmol(+)/kg	0,38
Calcio	cmol(+)/kg	4,84
Magnesio	cmol(+)/kg	1,53
Suma de bases	cmol(+)/kg	7,41
CIC	cmol(+)/kg	7,46
Saturación de Aluminio	%	0,67

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico de Suelos, Instituto de Agroindustria, Universidad de la Frontera

3.2. Clima

La localidad de Quepe, presenta un clima templado, cálido lluvioso, con influencia mediterránea. La temperatura media anual alcanza a 12° C, y en el periodo estival entre 15° C y 17° C, con un período libre de heladas de tres meses. La precipitación promedio anual es 1.400 mm con cuatro meses de déficit hídrico.

**Cuadro 3. Condiciones de temperatura y precipitaciones durante el período del ensayo.
noviembre 1993 – marzo 1994.**

Meses	T° media (°C)	T° histórica (°C)	pp (mm)	pp normal (mm)
Noviembre	14,3	14,1	85,9	51,2
Diciembre	15,4	16,3	70,7	41,8
Enero	17,3	17,2	41,6	39,0
Febrero	16,5	17,2	18,7	31,0
Marzo	15,9	15,4	19,1	52,8
Abril	11,6	11,3	89,8	86,9
Acumulado	1525,9*		325,8	302,7

7 % superhábit

* Sumatoria de temperatura base 6° C, 30 de octubre de 1993 al 05 de abril de 1994.

3.3. Manejo del ensayo

3.3.1. Siembra

Los híbridos de maíz se sembraron el día 30 de octubre de 1993, en forma manual y en línea con una distancia entre hileras de 75 cm y sobre hileras de 12 cm, para establecer una dosis de 110.000 semillas/ha. Se estimó una pérdida de semilla de 10 % a 15 % a fin de obtener una población final de 94.000 a 99.000 plantas/ha.

3.3.2. Fertilización

La fertilización a la siembra consistió en 50 kg de N/ha como Salitre Sódico, 184 kg de P₂O₅ /ha como Súper Fosfato Triple, 271 kg de K₂O/ha como Cloruro de Potasio y Sulpomag, 43 kg de MgO/ha y 51 kg de S/ha como Sulpomag y 480 kg de Ca/ha como Carbonato de

Calcio. Cuando las plantas presentaron cuatro a cinco hojas extendidas, se aplicó al voleo, 226 kg de N/ha y 42 kg de MgO/ha a la forma de Nitromag.

3.3.3. Control de insectos

Para el control de insectos del suelo, las semillas fueron tratadas con Acephato (Orthene 80 ST; 48% i.a.) en dosis de 200 g/100 kg de semilla para el control de *Hylemia cilicura*, y posteriormente, con plantas de dos hojas se aplicó Cloropirifos (Lorsban Plus; 50% i.a.) en dosis de 1 lt/ha de producto comercial para el control de gusanos cortadores.

3.3.4 Control de malezas

El control de malezas de presiembra se realizó con Atrazina (Atranex 50 SC; 50% i.a.) más EPTC (Erradicane 6,7 E; 82,6% i.a.) en dosis de 2 lt/ha y 4 lt/ha de producto comercial, respectivamente. Con plantas de 12 cm a 15 cm de altura, se controlaron malezas de hoja ancha, con Dicamba (Banvel – 480 SL; 480 gr i.a./ lt) en dosis de 300 cc/ha de producto comercial.

3.3.5. Cosecha

La cosecha se realizó el día 05 de abril de 1994, 157 días postsiembra. Todos los híbridos fueron cosechados el mismo día, independiente de su estado de maduración.

3.4. Diseño experimental

En este ensayo se usó una distribución en bloques, completamente al azar, con 21 tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos correspondieron a los híbridos evaluados, los

cuales se compararon entre sí y con respecto a un testigo (Pioneer-3902). Cada repetición consistió en una parcela de 3 por 6 metros (18 m²). Para la evaluación se utilizaron sólo las dos hileras interiores de cada repetición. Los híbridos evaluados se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Híbridos evaluados en el ensayo. Quepe, IX Región. Temporada 1993/1994.

Empresa	Híbrido
TRACY	Tracy-3
TRACY	Tracy-5
TRACY	Tracy-10
TRACY	Tracy-11
TRACY	S-2206
TRACY	Advantage
CARGILL	Cardion
CARGILL	Carlton
CARGILL	Cargimach
SNA	Rival
SNA	Prinval
PIONEER	Pioneer-3954
PIONEER	Pioneer-3947
PIONEER	Pioneer-3957
PIONEER	Pioneer-3902
CIS	Boston
CIS	Andor
CIS	VDH-310
CIS	VDH-315
CIS	VDH-1306
CIS	VDH-9010

3.5. Evaluaciones

3.5.1. Altura a los 75 días postsiembra

Se midió la altura de las plantas a los 75 días postsiembra. La medición consideró la altura desde el suelo hasta el ápice de la panoja, en las plantas ubicadas en las dos hileras centrales de cada parcela.

3.5.2. Precocidad a los 75 días postsiembra

Se evaluó el desarrollo fenológico de las plantas, observándose la presencia de inflorescencias masculinas (panojas) emergidas. Se contaron las plantas con panoja emergida en cada repetición, obteniéndose el porcentaje promedio de floración masculina a los 75 días.

Los híbridos se ordenaron de mayor a menor precocidad, según el porcentaje de panoja que presentaron. Precoces fueron los híbridos con mayor cantidad de panojas y tardíos aquellos que presentaron menor cantidad de plantas con panoja.

3.5.3. Altura a la cosecha

Se midió la altura de las plantas de las hileras centrales, desde el suelo hasta el ápice de la panoja.

3.5.4. Población

Se determinó la población total de plantas por hectárea y el porcentaje de éstas efectivamente establecidas a la cosecha, considerando la dosis de semilla de 110.000 granos por hectárea como el 100 %.

3.5.5. Estado verde (Stay-green)

Se realizó una observación visual del estado verde de los maíces. Este parámetro permitió evaluar el color de las plantas y se realizó mediante una escala de calificación de 1 a 7, en que 1 correspondió a los maíces de coloración amarilla con hojas secas y poco vigorosas, en tanto que la nota 7 correspondió a plantas totalmente verdes. Con la calificación dada en terreno se realizó un ranking de estado verde, ordenándose los maíces de mayor a menor intensidad de coloración verde.

3.5.6. Rendimiento de materia verde

Al momento de la cosecha se cortó una superficie de 6 m² en cada parcela. Las plantas cosechadas fueron pesadas en una balanza, calculando así la producción de materia verde por hectárea de planta entera y de mazorcas.

3.5.7. Contenido de materia seca

Para determinar el contenido de materia seca en planta entera y mazorca se tomaron en terreno, al azar, dos plantas enteras y cuatro mazorcas sin pistilos ni chalas, las cuales individualmente fueron picadas en una picadora de forraje portátil, la cual picó el material en forma similar al ensilado por el agricultor. El material picado, tanto de planta entera como de mazorca fue homogenizado y se extrajo una submuestra que fue ingresada a un horno de ventilación forzada, a 65° C, hasta estabilizar su peso seco. El contenido de materia seca de planta entera y mazorca, se calculó por diferencia de peso.

3.5.8. Producción de materia seca

Con los valores de producción de materia verde y los porcentajes de materia seca, se calculó la producción de materia seca total (planta entera) y de mazorcas por hectárea.

3.5.9. Precocidad

La precocidad de los híbridos a la cosecha se basó en el contenido de materia seca de la mazorca. Una vez obtenido este valor se elaboró un ranking, considerándose más precoces los maíces de mayor contenido de materia seca y más tardíos los maíces con menor contenido de materia seca de la mazorca.

3.5.10. Aporte de mazorcas

La relación planta entera : mazorca, se expresó como el porcentaje de aporte de las mazorcas a la producción total de materia seca.

3.5.11. Contenido de energía metabolizable y proteína cruda

El análisis del contenido de proteína cruda se realizó en el Laboratorio de Análisis Químico de Suelos y Plantas del Instituto de Agroindustria de la Universidad de la Frontera (Temuco, Chile), por el método de Kjeldhal ($N \times 6.25$), descrito por Bateman (1970).

El análisis de energía metabolizable fue encargado al Laboratorio de Nutrición Animal del Instituto de Producción Animal de la Universidad Austral (Valdivia, Chile) y se realizó mediante el método de Tilley y Terry, descrito por Goering y Van Soest (1972).

3.5.12. Producción de energía metabolizable y proteína cruda

El contenido de energía metabolizable y proteína cruda en planta entera y mazorca, expresados en megacalorías por kilo de materia seca y porcentaje, respectivamente, se relacionaron con las producciones de materia seca en planta entera y mazorca, determinando la producción de energía y proteína de los híbridos por hectárea.

3.6. Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante prueba de Varianza y Test de Comparaciones Múltiples de Duncan.

4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1. Población

En el cultivo del maíz, más importante que la dosis de semilla expresada en kg/ha, es el número de semillas por hectárea y, posteriormente, el número de plantas establecidas.

En el Cuadro 5 se presenta la población y porcentaje de sobrevivencia de plantas al momento de la cosecha. Este porcentaje se expresa de acuerdo a la dosis de semilla (110.000 semillas/ha) y al número de plantas efectivamente establecidas.

Los híbridos evaluados no presentaron diferencias estadísticas con respecto al testigo Pioneer-3902. La población promedio de este ensayo fue inferior a la lograda por Herrera (1995) y Sobarzo (2000) quienes reportan promedios de 100.755 y 102.806 plantas/ha, respectivamente, en ensayos realizados en la misma zona.

Sin embargo, la población promedio se encuentra en un rango normal según Elizalde (1990), quien menciona que para este cultivo debe ser entre 90.000 plantas/ha y 100.000 plantas/ha.

4.2. Altura de plantas

En el Cuadro 6 se presentan los valores de altura de plantas obtenidos a los 75 días postsiembra (estado de floración) y cosecha.

Cuadro 5. Población (plantas / ha) y porcentaje de sobrevivencia de plantas de 21 híbridos de maíz para ensilaje. Quepe. IX región. Temporada 1993/1994.

Híbrido	Población (plantas / ha)	Sobrevivencia (%)
Cardion	107.778 a	98,0
Cargimach	107.778 a	98,0
VDH-315	105.444 a	95,9
Andor	103.333 ab	93,9
VDH-1306	102.222 ab	92,9
Tracy-10	101.111 abc	91,9
Pioneer-3902	101.111 abc	91,9
VDH-9010	101.111 abc	91,9
Tracy-11	100.000 abc	90,9
Advantage	100.000 abc	90,9
VDH-310	98.778 abc	89,8
Tracy-5	97.778 abc	88,9
Carlton	97.778 abc	88,9
Rival	97.778 abc	88,9
Pioneer-3947	97.778 abc	88,9
Tracy-3	96.667 abc	87,9
Prinval	96.667 abc	87,9
Pioneer-3954	96.667 abc	87,9
Boston	95.556 abc	86,9
Pioneer-3957	93.333 bc	84,9
S-2206	88.889 c	80,8
Promedio	99.408	90,4

Cifras con diferentes letras con sentido vertical, indican diferencias estadísticas según Prueba de Comparación Múltiple de Duncan ($p < 0,05$)

Cuadro 6. Altura de plantas (cm) a los 75 días postsiembra y a la cosecha de 21 híbridos de maíz para ensilaje. Quepe, IX Región. Temporada 1993/1994.

Híbrido	Altura de plantas (cm)	
	75 días postsiembra	Cosecha
VDH-9010	192 a	218 bcde
Advantage	163 ab	216 bcde
Tracy-5	157 bc	240 a
Rival	150 bcd	215 bcde
Tracy-3	148 bcd	212 cde
Pioneer-3902	148 bcd	226 abcd
Pioneer-3947	140 bcde	216 bcde
Pioneer-3954	138 bcde	220 bcde
VDH-1306	138 bcde	219 bcde
Prinval	137 bcde	215 bcde
Andor	137 bcde	231 ab
Tracy-10	133 bcde	227 abc
Carlton	132 bcde	214 bcde
Cargimach	132 bcde	208 de
Cardion	128 bcde	220 bcde
Boston	127 bcde	226 abcd
S-2206	122 cde	207 e
Tracy-11	120 cde	219 bcde
Pioneer-3957	113 de	223 abcde
VDH-310	105 e	231 ab
VDH-315	105 e	224 abcde
Promedio	136,4	220

Cifras con diferentes letras con sentido vertical, indican diferencias estadísticas según Prueba de Comparación Múltiple de Duncan ($p < 0,05$)

En el período de floración, VDH-9010 que alcanzó la mayor altura, y VDH-310 y VDH-315 que registraron la menor altura, se diferenciaron estadísticamente del testigo Pioneer-3902. Los 17 híbridos restantes fueron estadísticamente similares al testigo.

La altura promedio del ensayo en el período de floración fue de 136,4 cm.

A la cosecha, 19 híbridos presentaron alturas estadísticamente similares al testigo Pioneer-3902. Sólo S-2206, híbrido que registró la menor altura, fue estadísticamente inferior al testigo.

La altura promedio de los maíces a la cosecha fue 220 cm. cifra inferior al promedio obtenido por Herrera (1995) y Sobarzo (2000).

En este estudio, los híbridos tardíos presentaron un mayor incremento de altura entre floración y cosecha, en comparación con los híbridos precoces, observándose una relación entre altura y precocidad.

Lo anterior es confirmado por Herrera (1995), quien observó diferencias en el incremento de altura después de los 75 días, en híbridos de distinta precocidad. Otros autores (Luchsinger, 1992 ; Gutiérrez 1993) ratifican esta observación indicando que, en general los híbridos precoces presentan una menor altura a la cosecha que los híbridos tardíos.

4.3. Estado verde (stay-green)

El ranking según el estado verde de las plantas a la cosecha y de acuerdo a nota de 1 a 7 se presenta en el Cuadro 7. Según el vigor de las plantas y la cantidad de hojas verdes, la nota más alta fue obtenida por el híbrido Tracy-11, destacando también VDH-310.

Cuadro 7. Ranking y nota de Stay-green de 21 híbridos de maíz para ensilaje. Quepe, IX Región. Temporada 1993/1994.

Ranking	Híbrido	Stay-green (*)
1°	Tracy-11	6,0
2°	Pioneer-3902	5,7
	VDH-310	5,7
4°	S-2206	5,3
	Tracy-3	5,3
6°	Cardion	5,0
	Prinval	5,0
	VDH-315	5,0
9°	Tracy-5	4,7
	Carlont	4,7
	Cargimach	4,7
12°	Pioneer-3954	4,3
	Andor	4,3
	VDH-9010	4,3
15°	Advantage	4,0
	Pioneer-3947	4,0
	Boston	4,0
	VDH-1306	4,0
19°	Tracy-10	3,7
	Pioneer-3957	3,7
21°	Rival	3,0

(*) Nota según escala de 1 a 7 usada en terreno

Sin embargo estos híbridos de mejor estado verde presentaron a la cosecha un menor contenido de materia seca de la mazorca y planta entera, lo cual se explica por su hábito de crecimiento más tardío.

Por otra parte, híbridos que lograron altos contenidos de materia seca a la cosecha y que se comportaron como precoces, obtuvieron una baja nota de estado verde por presentar gran cantidad de hojas secas. Tal es el caso de Rival , Tracy-10 y Pioneer-3957.

De esta manera y de acuerdo a los resultados obtenidos se observó una relación entre estado verde y contenido de materia seca a la cosecha.

Por otro lado, no se evidenció relación entre estado verde y rendimiento de materia seca ya que los híbridos con mejor nota de verdor y los híbridos de más baja nota , no presentaron diferencias estadísticas en la producción de materia seca total.

Tal como lo observó Herrera (1995), el testigo Pioneer-3902 presentó una situación de equilibrio, ya que obtuvo una nota aceptable de estado verde y al mismo tiempo un buen contenido de materia seca a la cosecha. El mismo autor enfatiza la necesidad de seleccionar híbridos que tengan una sincronización entre el estado óptimo para ensilar la planta con respecto al contenido de materia seca, madurez del grano y estado verde del resto de la planta.

4.4. Precocidad

Se elaboró un ranking de precocidad de los híbridos de acuerdo a mediciones hechas a los 75 días postsiembra y a la cosecha. La medición a los 75 días se expresó como el porcentaje promedio de floración masculina (panojas emergidas) en cada tratamiento y la evaluación de precocidad a la cosecha se hizo en base al contenido de materia seca de la mazorca. Los resultados se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Ranking de precocidad a los 75 días postsiembra y a la cosecha de 21 híbridos de maíz para ensilaje. Quepe, IX Región. Temporada 1993/1994.

75 días postsiembra			Cosecha		
Ranking	Híbrido	(*)	Ranking	Híbrido	(**)
1°	VDH-9010	25 %	1°	Pioneer-3954	54,3 %
2°	Rival	18 %	2°	Pioneer-3947	53,5 %
3°	Advantage	10 %	3°	Carlton	52,6 %
4°	Carlton	8 %	4°	Rival	52,4 %
5°	Tracy-5	5 %		Prinval	52,4 %
6°	Pioneer-3947	2 %	6°	Boston	52,2 %
7 ^a	Tracy-3	0 %	7°	VDH-9010	52,0 %
	Tracy-10	0 %	8°	Advantage	50,9 %
	Tracy-11	0 %	9°	Andor	50,6 %
	S-2206	0 %		Tracy-10	50,6 %
	Cardion	0 %	11°	S-2206	49,6 %
	Cargimach	0 %	12°	Cargimach	48,8 %
	Prinval	0 %		Pioneer-3902	48,8 %
	Pioneer-3954	0 %	14°	Cardion	48,3 %
	Pioneer-3957	0 %	15°	Tracy-5	48,1 %
	Pioneer-3902	0 %	16°	VDH-1306	47,7 %
	Boston	0 %	17°	Tracy-3	47,2 %
	Andor	0 %	18°	Pioneer-3957	46,2 %
	VDH-310	0 %	19°	VDH-310	43,5 %
	VDH-315	0 %	20°	VDH-315	41,7 %
	VDH-1306	0 %	21°	Tracy-11	41,0 %

(*) Porcentaje de floración masculina a los 75 días postsiembra

(**) Contenido de materia seca en mazorcas a la cosecha

En la evaluación a los 75 días postsiembra, sólo 6 de los 21 híbridos estudiados presentaron algún grado de floración masculina destacándose VDH-9010 que presentó un 25% de plantas con panoja emergida. La mayor precocidad de estos híbridos se ve confirmada en la cosecha dado que 5 de ellos obtuvieron valores sobre el 50% de materia seca en mazorca.

El rango de variación del contenido de materia seca en mazorca a la cosecha (157 días postsiembra) fluctuó entre 54,3% y 41,0%. Muslera y Ratera (1991), indican que el maíz se debe cosechar con un contenido de materia seca en mazorca de alrededor de 50%, cifra cercana al promedio de este ensayo de 49,2%. Este valor es inferior al 52,7% obtenido por Sobarzo (2000) en ensayos de igual período siembra-cosecha y superior al 41,6% obtenido por Herrera (1995), con un período de siembra-cosecha de 130 días en maíces evaluados en la misma zona.

Herrera (1995) señala que de acuerdo al contenido de materia seca en mazorca se consideran precoces los híbridos que superan el 45% de materia seca, semi precoces aquellos que presentan entre 40% y 44,99% de materia seca y tardíos aquellos que presentan menos de 39,99% de materia seca en la mazorca al momento de la cosecha.

En base a esta clasificación, se consideran precoces 18 de los 21 híbridos evaluados en este ensayo y como semiprecoces los híbridos VDH-310, VDH-315 y Tracy-11 que presentaron los menores contenidos de materia seca en mazorca.

4.5. Contenido de materia seca y rendimiento total

En el Cuadro 9, se presentan los resultados de producción total de materia verde por hectárea, contenido de materia seca de planta entera y rendimiento de materia seca de los híbridos evaluados en esta investigación.

Cuadro 9. Contenido de materia seca (%) y rendimiento de materia verde (ton/ha) y materia seca (ton/ha) de 21 híbridos de maíz para ensilaje. Quepe, IX Región. Temporada 1993/1994.

Híbrido	Materia seca (%)	materia verde (ton / ha)	materia seca (ton / ha)
VDH-9010	33,4 ab	61,11 ab	19,88 a
Advantage	31,9 abc	61,44 ab	19,49 a
Andor	31,1 abc	61,56 ab	19,39 a
Cardion	27,8 cd	67,55 a	18,71 ab
VDH-1306	30,3 abc	60,55 ab	18,26 ab
VDH-315	30,4 abc	59,00 ab	17,93 ab
Carlton	33,7 a	52,67 ab	17,61 ab
Prinval	29,1 abcd	60,56 ab	17,53 ab
Tracy-10	34,3 a	51,44 ab	17,42 ab
Tracy-5	29,2 abcd	58,67 ab	17,20 ab
VDH-310	28,0 cd	61,00 ab	17,09 ab
Pioneer-3954	32,7 abc	52,00 ab	17,03 ab
Pioneer-3902	30,5 abc	54,00 ab	16,47 ab
Tracy-11	24,9 d	66,00 ab	16,13 ab
Rival	33,9 a	47,00 b	15,83 ab
Pioneer-3947	33,3 ab	47,89 ab	15,74 ab
Cargimach	31,1 abc	50,11 ab	15,54 ab
Pioneer-3957	32,2 abc	47,11 b	15,19 ab
S-2206	28,4 bcd	52,22 ab	14,83 ab
Tracy-3	28,0 cd	52,45 ab	14,78 ab
Boston	29,7 abcd	46,56 b	13,71 b
Promedio	30,7	55,76	16,94

Cifras con diferentes letras en sentido vertical, indican diferencias estadísticas según Prueba de Comparación Múltiple de Duncan ($p < 0,05$)

Con respecto al rendimiento de materia verde, el rango de variación fue de 67,55 ton mv/ha a 46,56 ton mv/ha, correspondiendo estos valores a los híbridos Cardion y Boston, respectivamente, que presentaron diferencias estadísticas entre sí. El testigo Pioneer -3902 obtuvo un rendimiento de 54,00 ton mv/ha, cifra inferior al promedio y no tuvo diferencias estadísticas con el resto de los híbridos evaluados

El ensayo alcanzó un promedio de 55,76 ton mv/ha, similar al obtenido por Sobarzo (2000) en la provincia de Cautín.

En relación al contenido de materia seca en planta entera, se observó que existieron diferencias estadísticas entre los híbridos estudiados. El rango de variación fue de 34,3% y 24,9% correspondiendo estos valores a los híbridos Tracy-10 y Tracy-11, respectivamente. Este último fue el único híbrido que presentó diferencias estadísticas con el testigo Pioneer-3902 que obtuvo un contenido de materia seca de 30,5%.

El promedio del contenido de materia seca en planta entera en este ensayo fue de 30,7% , cifra similar al promedio obtenido por Sobarzo (2000) y superior al obtenido por Herrera (1995) en evaluaciones de maíces realizadas en la zona. Cabe señalar, que este último autor utilizó un período de siembra-cosecha de sólo 130 días.

Los híbridos evaluados, a excepción de Tracy-11 y Cardion, presentaron un contenido de materia seca superior o igual a 28%, lo que demuestra una buena adaptación en cuanto a precocidad de estos maíces a las condiciones agroclimáticas de la provincia de Cautín. Por otra parte, estos valores se ubican dentro del rango óptimo de cosecha de 28% a 32% de materia seca en planta entera recomendada por Demanet (1988) y Balocchi y López (1993) para la obtención de un ensilaje de buena calidad.

En la evaluación del rendimiento de materia seca, los valores fluctuaron entre 19,88 y 13,71 ton ms/ha. Los híbridos VDH-9010, Advantage y Andor superaron las 19 toneladas por hectárea y se diferenciaron estadísticamente de Boston, el híbrido de menor rendimiento. El testigo Pioneer-3902 alcanzó 16,47 ton ms/ha y no tuvo diferencias estadísticas con los demás híbridos evaluados.

El promedio del ensayo fue de 16,94 ton ms/ha, superior al obtenido por Balocchi y López (1993), Gutiérrez (1993) y Herrera (1995), y similar al obtenido por Sobarzo (2000) en ensayos realizados en la IX y X regiones.

Cabe destacar que los mayores rendimientos fueron alcanzados por los híbridos que presentaron producciones de forraje verde sobre 60 ton mv/ha asociadas a contenidos de materia seca sobre 30% en planta entera. Por otro lado, híbridos con alta producción de materia verde y bajo contenido de materia seca como Tracy-11, o híbridos con alto contenido de materia seca y baja producción de forraje verde como Rival, derivaron en rendimientos de materia seca inferiores al promedio del ensayo.

Por consiguiente, en la producción de maíz para ensilaje se deben compatibilizar la cantidad de forraje producido y el contenido de materia seca, de manera de optimizar el rendimiento de materia seca haciéndolo competitivo frente a otros recursos forrajeros.

4.5. Rendimiento y contribución de mazorcas

El rendimiento de materia seca de la mazorca, así como el aporte de éstas a la materia seca total expresado en porcentaje, se presentan en el Cuadro 10.

El rendimiento de mazorcas fluctuó entre 11,87 ton ms/ha y 7,07 ton ms/ha. El mayor valor correspondió a VDH-9010, que se diferenció estadísticamente de 18 híbridos evaluados, incluyendo al testigo Pioneer-3902 que presentó un rendimiento de 8,57 ton ms/ha.

El promedio logrado en el ensayo fue de 8,78 ton ms/ha, similar al reportado por Balocchi y López (1993) y Sobarzo (2000) y superior al obtenido por Herrera (1995).

Cuadro 10. Rendimiento de mazorcas (ton ms/ha) y aporte de mazorcas (%) a la materia seca total de 21 híbridos de maíz para ensilaje. Quepe, IX Región. Temporada 1993/1994.

Híbrido	Rendimiento de mazorcas (ton ms / ha)	Aporte de mazorcas (%)
VDH-9010	11,87 a	59,7 a
Andor	10,64 ab	55,0 abc
Carlton	9,87 abc	55,9 ab
Pioneer-3947	9,39 bcd	59,7 a
Pioneer-3954	9,30 bcd	54,8 abc
Tracy-10	9,30 bcd	53,5 abc
Advantage	9,29 bcd	47,6 bcd
Prinval	9,25 bcd	53,4 abc
VDH-1306	9,21 bcd	50,6 bcd
VDH-310	8,99 bcd	52,7 abcd
Tracy-5	8,92 bcd	51,3 abcd
Cardion	8,70 bcd	46,4 cd
Pioneer-3902	8,57 bcd	52,2 abcd
VDH-315	8,52 bcd	46,1 cd
Rival	8,48 bcd	54,6 abc
Pioneer-3957	7,80 cd	51,1 abcd
Cargimach	7,66 cd	49,4 bcd
Boston	7,37 cd	53,6 abc
S-2206	7,11 d	48,5 bcd
Tracy-3	7,07 d	48,7 bcd
Tracy-11	7,07 d	44,1 d
Promedio	8,78	51,1

Cifras con diferentes letras en sentido vertical, indican diferencias estadísticas según Prueba de Comparación Múltiple de Duncan ($p < 0,05$)

En relación al aporte de mazorca a la materia seca total, se observó que fluctuó entre 59,7 % y 44,1 %. El mayor aporte fue alcanzado por VDH-9010 y Pioneer-3947 que no presentaron diferencias estadísticas con el testigo Pioneer-3902, pero sí con los 8 híbridos de menor aporte de mazorca.

El promedio de contribución de mazorca para este ensayo fue 51,1 % y 14 de los híbridos en estudio superaron el 50 %, lo que se ajusta a lo señalado por Balocchi y López (1993) quienes sostienen que dada la incidencia directa del grano de maíz en la alta calidad del forraje, el peso de la mazorca en términos de materia seca debe ser superior al 50 % del peso de la planta.

Si bien, estos resultados son superiores a los obtenidos por Herrera (1995), otros autores como Elizalde (1990), Gutiérrez (1993) y Sobarzo (2000) reportan aportes de mazorca cercanos al 60 % en la zona sur de Chile.

El rendimiento de mazorcas, así como la contribución de mazorcas a la materia seca total, mantienen una estrecha relación con la precocidad de los híbridos. Los híbridos que obtuvieron los mayores rendimientos de mazorca y los mejores aportes de ésta a la materia seca de la planta entera, presentaron contenidos de materia seca en la mazorca superiores al 50 %. Por otra parte, híbridos más tardíos y con contenidos de materia seca en la mazorca inferiores al 42 % presentaron rendimientos y aportes de mazorca por debajo del promedio de este ensayo. Herrera (1995) estableció igual relación, a partir de los resultados obtenidos en maíces evaluados en la misma localidad.

Por consiguiente, se confirma la necesidad de ajustar las diferentes precocidades de los híbridos a períodos siembra-cosecha que permitan maximizar su potencial, acotándolos además, a las condiciones agroclimáticas de una zona determinada.

4.6. Contenido y Producción de Energía Metabolizable

Los resultados del análisis de contenido de energía metabolizable en la materia seca de planta entera y mazorca se presentan en el Cuadro 11.

En planta entera el rango de variación fue entre 2,77 Mcal / kg ms y 2,46 Mcal / kg ms. El mayor contenido de energía metabolizable fue presentado por el híbrido Tracy-3, en tanto el menor valor lo registró Pioneer-3954. El testigo Pioneer-3902 logró un contenido de 2,55 Mcal / kg ms, ubicándose por debajo del promedio de este ensayo que fue de 2,62 Mcal/kg ms en planta entera. Klein (1988) señala que el contenido de energía metabolizable en planta entera al momento de la cosecha debe ser al menos 2,5 Mcal / kg ms. De acuerdo a lo anterior, el nivel energético alcanzado por los híbridos en planta entera resulta satisfactorio, ya que solo Pioneer-3954 presentó un contenido inferior al indicado por este autor.

Los resultados de contenido de energía metabolizable en planta entera de este ensayo son similares a los reportados por Balocchi y López (1993) y Sobarzo (2000) y superiores a los obtenidos por Herrera (1995).

Para la mazorca, el contenido de energía metabolizable presentó una variación entre 3,22 Mcal / kg ms y 2,85 Mcal / kg ms, correspondiendo éstos valores a los híbridos VDH-9010 y S-2206, respectivamente.

El testigo Pioneer-3902 presentó un valor de 3,02 Mcal / kg ms en mazorca, inferior al promedio del ensayo que fue 3,07 Mcal / kg ms. Estos contenidos de energía metabolizable en mazorca son similares a los obtenidos por Sobarzo (2000) y superiores a los reportados por Herrera (1995).

Herrera (1995) observó una relación directa entre la madurez de la mazorca y el contenido de energía metabolizable y Sobarzo (2000) registró una clara relación entre contribución de mazorca y contenido de energía metabolizable. Ambas relaciones no se establecieron claramente en este experimento.

Cuadro 11. Contenido de energía metabolizable (Mcal/kg ms) en planta entera y mazorca de 21 híbridos de maíz para ensilaje. Quepe, IX Región. Temporada 1993/1994.

Energía Metabolizable (Mcal/Kg ms)		
Híbrido	Planta entera	Mazorca
Tracy-3	2,77	3,01
Pioneer-3347	2,70	3,16
Cardion	2,69	3,17
Advantage	2,66	2,86
Andor	2,66	3,16
Tracy-5	2,65	3,07
Boston	2,65	2,91
S-2206	2,64	2,85
Cargimach	2,64	3,07
Tracy-11	2,62	2,96
Pioneer-3957	2,62	3,18
VDH-310	2,62	2,94
VDH-315	2,62	3,07
Prival	2,61	3,16
VDH-9010	2,61	3,22
Rival	2,60	3,19
Tracy-10	2,59	3,10
Pioneer-3902	2,55	3,02
Carlton	2,53	3,03
VDH-1306	2,53	3,15
Pioneer-3954	2,46	3,15
Promedio	2,62	3,07

* No posee análisis estadístico por se una muestra compuesta de las tres repeticiones

La producción de energía metabolizable, expresada en megacalorías por hectárea en planta entera y mazorca se presenta en el Cuadro 12.

En planta entera fluctuó entre 51.885 Mcal/ha y 36.334 Mcal/ha. La mayor producción fue lograda por VDH-9010 producto de su buen rendimiento de materia seca total. Este híbrido junto Advantage y Andor, también de buena producción, se diferenciaron estadísticamente de Boston, el híbrido de menor producción de energía, que como se mencionó anteriormente registró el menor rendimiento de materia seca total.

El testigo Pioneer-3902 presentó una producción de 41.999 Mcal / ha y no tuvo diferencias estadísticas con los híbridos evaluados en el estudio.

El promedio logrado en la producción de energía metabolizable en planta entera fue 44.370 Mcal / ha, similar a lo obtenido por Sobarzo (2000) y superior a lo obtenido por Gutiérrez (1993) y Herrera (1995).

En mazorca, la producción de energía metabolizable registró valores entre 38.216 Mcal / ha y 20.245 Mcal / ha. Destacó VDH-9010 que se diferenció estadísticamente de 19 híbridos evaluados. Esta gran producción de energía se deriva del mayor rendimiento de materia seca en mazorca asociado al más alto contenido de energía metabolizable.

El testigo registró una producción de 25.879 Mcal / ha, superior al promedio de este ensayo y presentó diferencias estadísticas con VDH-9010.

El promedio de producción de energía metabolizable en mazorca fue de 25.757 Mcal / ha y representa el 58 % de la energía total promedio producida por estos híbridos, destacando VDH-9010 que en mazorca aporta el 73% a la energía total.

Lo anterior evidencia que la producción de energía metabolizable es consecuencia directa del contenido de energía y del rendimiento de materia seca, pero ello se potencia con la mayor influencia del componente mazorca, alto en energía y determinante en la concentración energética del ensilaje de maíz, aspecto ampliamente difundido por diversos autores en los ensayos de evaluación de maíces.

Cuadro 12. Producción de energía metabolizable (Mcal/ha) de planta entera y mazorca de 21 híbridos de maíz para ensilaje. Quepe, IX Región. Temporada 1993/1994.

Híbrido	Energía Metabolizable (Mcal/Kg ms)	
	Planta entera	Mazorca
VDH-9010	51.885 a	38.216 a
Advantage	51.858 a	26.558 bcdef
Andor	51.577 a	33.640 ab
Cardion	50.334 ab	27.567 bcdef
VDH-315	46.982 ab	26.157 bcdef
VDH-1306	46.194 ab	29.020 bcde
Prinval	45.766 ab	29.224 bcde
Tracy-5	45.600 ab	27.383 bcdef
Tracy-10	45.133 ab	28.835 bcde
VDH-310	44.785 ab	26.420 bcdef
Carlton	44.558 ab	29.891 bc
Pioneer-3947	42.488 ab	29.684 bcd
Tracy-11	42.272 ab	20.924 ef
Pioneer-3902	41.999 ab	25.879 bcdef
Pioneer-3954	41.892 ab	29.291 bcde
Rival	41.167 ab	27.044 bcdef
Cargimach	41.031 ab	23.508 cdef
Tracy-3	40.950 ab	21.277 ef
Pioneer-3957	39.805 ab	24.792 cdef
S-2206	39.168 ab	20.245 f
Boston	36.334 b	21.457 def
Promedio	44.370	25.757

Cifras con diferentes letras en sentido vertical, indican diferencias estadísticas según Prueba de Comparación Múltiple de Duncan ($p < 0,05$)

4.8. Contenido y Producción de Proteína Cruda

Los resultados del análisis de contenido de proteína cruda en la materia seca de planta entera y mazorca se presentan en el Cuadro 13.

En planta entera, el rango de variación fue de 6,67 % a 4,50 %. El mayor valor lo presentó el híbrido Advantage y el menor valor lo registró Cargimach. El testigo Pioneer-3902 obtuvo un contenido de proteína de 5,53 % ubicándose a un nivel superior al promedio del ensayo (5,44 %).

Para la mazorca, el contenido de proteína cruda presentó una variación entre 7,87 % y 5,76 %. El mayor valor lo registraron los híbridos Advantage y Tracy-5, en tanto que el menor valor lo presentó el testigo Pioneer-3902. El promedio para el contenido de proteína cruda en mazorca fue 6,78 %.

Los resultados presentados en este estudio son inferiores a los obtenidos por Balocchi y López (1993) quienes reportan contenidos de proteína en planta entera entre 10,15 % y 7,59 %. Esto se explica porque los maíces en este experimento fueron cosechados con una mayor madurez y en un período siembra-cosecha más largo (157 días), lo que es confirmado por Lanuza (1990) quien menciona que la concentración de proteína de la planta disminuye en la medida que avanza la madurez. Esto explicaría también que los híbridos que lograron los primeros lugares en el ranking de precocidad a la cosecha, se ubiquen bajo el promedio del contenido total de proteína cruda de este ensayo.

La producción de proteína cruda, expresada en toneladas por hectárea, de planta entera y mazorca se presenta en el Cuadro 14, observándose diferencias estadísticas entre los híbridos evaluados.

En planta entera, la producción de proteína cruda fluctuó entre 1,30 ton/ha y 0,70 ton/ha. La mayor producción fue lograda por Advantage, producto de su mayor contenido de proteína y el buen rendimiento de materia seca total, presentando diferencias estadísticas con 16 híbridos evaluados, incluyendo al testigo que obtuvo una producción de 0,91 ton/ha.

Cuadro 13. Contenido de proteína cruda (%) de planta entera y mazorca de 21 híbridos de maíz para ensilaje. Quepe, IX Región. Temporada 1993/1994.

Híbrido	Proteína cruda (%)	
	Planta entera	Mazorca
Advantage	6,67	7,87
VDH-315	6,61	7,70
S-2206	6,27	7,58
VDH-310	6,21	7,13
Cardion	5,93	7,01
Pioneer-3957	5,81	7,01
Tracy-3	5,64	6,89
Tracy-10	5,59	5,81
Pioneer-3902	5,53	5,76
VDH-1306	5,53	6,73
VDH-9010	5,42	6,10
Pioneer-3947	5,36	6,10
Boston	5,24	6,95
Tracy-5	5,07	7,87
Rival	4,96	6,61
Andor	4,96	5,87
Carlton	4,85	7,07
Prinval	4,73	6,44
Pioneer-3954	4,77	6,16
Tracy-11	4,62	6,84
Cargimach	4,50	6,84
Promedio	5,44	6,78

* No posee análisis estadístico por se una muestra compuesta de las tres repeticiones

La menor producción de proteína en planta entera fue presentada por Cargimach, que si bien no tuvo el menor rendimiento de materia seca total, su contenido de proteína cruda fue muy deficiente, lo que derivó en un bajo rendimiento de proteína por hectárea. El promedio del ensayo en planta entera fue 0,92 ton/ha.

En mazorca, la producción de proteína cruda fluctuó entre 0,73 ton/ha y 0,49 ton/ha. El mayor valor correspondió a los híbridos Advantage y VDH-9010, que se diferenciaron estadísticamente de Pioneer-3902, Tracy-3, Tracy-11 y Boston, híbridos que presentaron la menor producción de proteína en mazorca.

El promedio del ensayo fue 0,59 ton/ha en mazorca y representa el 64 % de la proteína promedio total producida por los híbridos en el ensayo.

La producción de proteína alcanzada por estos híbridos es superior a lo reportado por Herrera (1995) quien a pesar de que obtuvo contenidos de proteína similares, registró rendimientos inferiores de materia seca en planta entera y mazorca, que generaron una menor producción de proteína cruda.

Otros autores (Balocchi y López, 1993; Gutiérrez, 1993) presentan resultados superiores, pero asociados principalmente a altos contenidos de proteína cruda más que a rendimientos de materia seca.

La producción de proteína se encuentra asociada al rendimiento de materia seca y condicionada por el bajo contenido de este nutriente en el maíz y, según lo indica Klein (1990), al utilizarlo como ensilaje se hace absolutamente necesaria la suplementación con otras fuentes proteicas.

Cuadro 14. Producción de proteína cruda (ton/ha) de Planta entera y Mazorca de 21 híbridos de maíz para ensilaje. Quepe, IX Región. Temporada 1993/1994.

Híbrido	Proteína cruda (ton/ha)	
	Planta entera	Mazorca
Advantage	1,30 a	0,73 a
VDH-315	1,18 ab	0,66 abcd
Cardion	1,11 abc	0,61 abcd
VDH-9010	1,08 abc	0,73 a
VDH-310	1,06 abcd	0,64 abcd
VDH-1306	1,01 bcde	0,62 abcd
Tracy-10	0,98 bcdef	0,54 bcd
Andor	0,96 bcdef	0,62 abcd
S-2206	0,93 bcdef	0,54 bcd
Pioneer-3902	0,91 bcdef	0,49 d
Pioneer-3957	0,88 cdef	0,55 bcd
Tracy-5	0,87 cdef	0,70 ab
Carlton	0,86 cdef	0,70 ab
Pioneer-3947	0,84 cdef	0,57 abcd
Tracy-3	0,83 cdef	0,49 d
Prinval	0,83 cdef	0,60 abcd
Rival	0,79 def	0,56 abcd
Pioneer-3954	0,79 def	0,57 abcd
Tracy-11	0,75 ef	0,49 d
Boston	0,72 ef	0,51 d
Cargimach	0,70 f	0,52 cd
Promedio	0,92	0,59

Cifras con diferentes letras en sentido vertical, indican diferencias estadísticas según Prueba de Comparación Múltiple de Duncan ($p < 0,05$).

5. CONCLUSIONES

- 16 híbridos presentaron un rendimiento de materia seca similar al testigo Pioneer-3902. Sólo el híbrido Boston registró una producción significativamente inferior a Pioneer-3902.

- En la producción de energía metabolizable de planta entera se registró la misma tendencia que en el rendimiento y en la energía de la mazorca destacó el híbrido VDH-9010 que fue significativamente superior al testigo.

- Advantage fue el único híbrido que superó la producción de proteína por hectárea de planta entera de Pioneer- 3902. En mazorca cuatro híbridos lograron un rendimiento de proteína superior al testigo: Advantage, VDH-9010, Tracy -5 y Carlton.

- Considerando el rendimiento y la calidad nutricional el híbrido VDH-9010 fue el que presentó el mejor comportamiento productivo bajo condiciones de riego en la Región de la Araucanía, siendo una opción a Pioneer-3902.

6. RESUMEN

Durante la temporada 1993-1994 se evaluó el comportamiento productivo de 21 híbridos de maíz (*Zea mays L.*) para ensilaje, en el Llano Central de riego de la Región de la Araucanía. En un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones, se determinó la población de plantas, precocidad, altura de plantas, contenido y producción de materia seca en planta entera y mazorca, aporte de mazorcas, contenido y producción de proteína y energía metabolizable en 21 híbridos de maíz comercial: Tracy- 3, Tracy- 5, Tracy-10, Tracy- 11, S-2206, Advantage, Cardion, Carlont, Cargimach, Rival, Prinval, Pioneer-3954, Pioneer-3947, Pioneer-3957, Pioneer-3902, Boston, Andor, VDH-310, VDH-315, VDH-1306 y VDH-9010. Los maíces fueron cosechados a los 157 días post-siembra, con grano en estado pastoso a pastoso duro.

16 híbridos presentaron un rendimiento de materia seca similar al testigo Pioneer-3902. Sólo el híbrido Boston registró una producción significativamente inferior a Pioneer-3902.

En la producción de energía metabolizable de planta entera se registró la misma tendencia que en el rendimiento y en la energía de la mazorca destacó el híbrido VDH-9010 que fue significativamente superior al testigo.

Advantage fue el único híbrido que superó la producción de proteína por hectárea de planta entera de Pioneer- 3902. En mazorca cuatro híbridos lograron un rendimiento de proteína superior al testigo: Advantage, VDH-9010, Tracy -5 y Carlton.

Considerando el rendimiento y la calidad nutricional el híbrido VDH-9010 fue el que presentó el mejor comportamiento productivo bajo condiciones de riego en la Región de la Araucanía, siendo una opción a Pioneer-3902.

6.1. SUMMARY

During the 1993-1994 season, the productivity behaviour of twenty one corn (*Zea mays L.*) hybrids for silage, was evaluated on the irrigated Central Valley of the Región de la Araucanía.

In a completely randomized block design with three repetitions, plant density, flowering and harvest precocity, plant height, content and yield of dry matter on the whole plant and ear, content of ear, and content and yield of protein and metabolizable energy were evaluated, on twenty one commercial corn hybrids, that corresponded to Tracy-3, Tracy-5, Tracy-10, Tracy-11, S-2206, Advantage, Cardion, Carlont, Cargimach, Rival, Prinval, Pioneer-3954, Pioneer-3947, Pioneer-3957, Pioneer-3902, Boston, Andor, VDH-310, VDH-315, VDH-1306 y VDH-9010. The hybrids were harvested at 157 days after sowing, with the kernel at dough to hard dough state.

In whole plant, 16 hybrids presented a yield of dry matter statistically similar to the witness Pioneer-3902. Only the Boston hybrid registered a significantly inferior production to the witness.

In the production of metabolizable energy of whole plant the same tendency was registered than in the yield of dry matter. In the energy of ear it honored the VDH-9010 hybrid that was significantly superior to Pioneer-3902.

In the protein production by hectare of whole plant, advantage was the only hybrid that surpassed the witness. In ear, four hybrids obtained a protein yield statistically superior to the witness: Advantage, VDH-9010, Tracy-5 and Carton.

Considering the yield and the nutritional quality, the hybrid VDH-9010 was the one that presented the best productive behavior under conditions of irrigation in the Región de la Araucanía, being an option to Pioneer-3902.

7. LITERATURA CITADA

- AGUILA, H y FRANCO, I.** 1979. Silos y Ensilajes. Boletín Técnico N° 20. Estación Experimental La Platina (INIA). Santiago, Chile. 62 p.
- ALDRICH, S y LENG, E.** 1974. Producción moderna del maíz. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 308 p.
- ALTAMIRANO, S** 1978. Cultivo del maíz. Boletín Divulgativo N°21. Estación Experimental La Platina (INIA). Santiago, Chile. 62 p.
- BATEMAN, J.** 1970. Manual de Nutrición Animal de Métodos Analíticos. Universidad Nacional Agraria. La Molina, Lima, Perú. 65 p.
- BALOCCHI, O y LOPEZ, I.** 1993. Maíz forrajero. Frontera Agrícola. Chile. 1 (2): 40-45.
- BERNIER, R.** 1990. Introducción. En: INIA Remehue (ed). Seminario: Producción y utilización de ensilaje de maíz en la Región de Los Lagos. Serie Remehue N° 12 (INIA). Osorno, Chile. pp: 5-7.
- CALDWELL, D y PERRY, T.** 1971. Relationships between stage of maturity of the corn plant at time of harvest for corn silage and chemical composition. Journal of Dairy Science 54 (4): 533-536.
- CONTRERAS, R y ROMERO, O.** 1987. Maíz forrajero: una alternativa para suplir el déficit de forraje invernal en la IX Región. Investigación y Progreso Agropecuario Carillanca (INIA) 6 (3): 26-29.
- CROVETTO, C.** 1990. Doce años de cero labranza: Producción de maíz en rotación y análisis de algunos parámetros químicos, físicos y biológicos en Alfisoles de la Cordillera de la Costa en Chile Central. En: INIA Remehue (ed). Seminario: Producción y utilización de ensilaje de maíz en la Región de Los Lagos. Serie Remehue N° 12 (INIA), Osorno, Chile. pp: 33-50.

- DEMANET, R.** 1988. Cultivos Suplementarios. En: Principios de Producción de Forrajes. Situación en la IX Región. Publicación Miscelánea N° 23. Estación Experimental Carillanca (INIA). Temuco, Chile. pp: 1-32.
- ELIZALDE, H.** 1990a. Epoca de siembra y elección de variedades. En: INIA Remehue (ed). Seminario: Producción y utilización de ensilaje de maíz en la Región de Los Lagos. Serie Remehue N° 12 (INIA). Osorno, Chile. pp: 8-20.
- _____. 1990b. Cosecha y confección del ensilaje de maíz. En: INIA Remehue (ed). Seminario: Producción y utilización de ensilaje de maíz en la Región de Los Lagos. Serie Remehue N° 12 (INIA). Osorno, Chile. pp:51-58.
- FAIGUENBAUM, H.** 1987. Producción de Cultivos en Chile: Cereales, Leguminosas e Industriales. Publicitaria Torremolinos. Santiago, Chile. 332 p.
- F.A.O.** 1984. Guía técnica sobre la tecnología de la semilla del maíz. F.A.O. (ed). Roma, Italia. 130 p.
- GOERING, M y VAN SOEST, R.** 1972. Análisis de fibra del forraje. Boletín N° 10. Universidad Nacional Agraria. La Molina, Lima, Perú. 41 p.
- GOIC, L.** 1990. Ensilaje de maíz en producción de carne. En: INIA Remehue (ed). Seminario: Producción y utilización de ensilaje de maíz en la Región de Los Lagos. Serie Remehue N° 12 (INIA). Osorno, Chile. pp:101-110.
- GONZALES, R.** 1989. Insectos y ácaros de importancia cuarentenaria en Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Impresora y Editora Onagra. Santiago, Chile. 310 p.
- GUTIERREZ, M.** 1993. Evaluación de diez híbridos de maíz forrajero (*Zea mays L.*) en la provincia de Valdivia. Tesis Ing. Agr. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Valdivia, Chile. 72 p.
- HANWAY, J.** 1966. Growth stages of corn (*Zea mays L.*). *Agronomy Journal* 57 (4): 487-492.

- HERRERA, G.** 1995. Productividad de once híbridos de maíz (*Zea mays L.*) para ensilaje en el Llano Central de riego de la IX Región. Tesis Ing. Agr. Universidad de la Frontera. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Temuco, Chile. 86 p.
- HUNTER, R.** 1978. Selection and evaluation procedures for whole-plant corn silage. *Canadian Journal of Plant Science*. 57 (3): 661-678.
- JUGENHEIMER, R.** 1958. Hybrid maize breeding and seed production. F.A.O. Roma Italia. 350 p.
- KLEIN, F.** 1988. Avena y Maíz para ensilaje. En: INIA Remehue (ed). Semirario: Conservación de forrajes para uso animal. Instituto de Investigación Agropecuaria. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue N° 3. Osorno, Chile. pp: 16-60.
- _____. 1990. Ensilaje de maíz para producción de leche. En: INIA Remehue (ed). Seminario: Producción y utilización de ensilaje de maíz en la Región de Los Lagos. Serie Remehue N° 12 (INIA). Osorno, Chile. pp 79-100.
- KOGAN, M.** 1992. Malezas, ecofisiología y estrategias de control. Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 402 p.
- LANUZA, F.** 1990. Caracterización del ensilaje de maíz. En: INIA Remehue (ed). Seminario: Producción y utilización de ensilaje de maíz en la Región de Los Lagos. Serie Remehue N° 12 (INIA). Osorno, Chile. pp: 59-78.
- LATORRE, B.** 1992 Enfermedades de las plantas cultivadas. Colección en Agricultura. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. 3ª Ed. Santiago, Chile. 628 p.
- LUCHSINGER, A.** 1992. Productividad de híbridos de maíz de distinto ciclo vegetativo. Rendimiento de grano de forraje y grano y otras características agronómicas. *Agricultura Técnica* 52 (3): 265-275.
- MELLA, A y KÜHNE, A.** 1985. Sistemática y descripción de las familias, asociaciones y series de suelos derivados de materiales piroclásticos de la zona Central-Sur de Chile. En: Tosso, J. (ed.). Suelos Volcánicos de Chile. Instituto de Investigaciones. Agropecuarias (INIA). Santiago, Chile. pp: 549-716.

- MONTALDO, P y MEDEL, F.** 1986. Características Agroclimáticas del sector Malleco a Llanquihue, Chile. *AgroSur* 14 (2): 114-126.
- MUSLERA, E y RATERA, C.** 1991. Praderas y Forrajes, producción y aprovechamiento. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 674 p.
- PARATORI, O; SBARBARO, H y VILLEGAS, C.** 1993. Híbridos comerciales de maíz. *Investigación y Progreso Agropecuario (INIA) La Platina*. Santiago, Chile (76): 10-13.
- PHIPPS, R y WELLER, R.** 1979. The development of plant components and this effects on the composition of fresh and ensiled foraje maize. 1. The acumulation of dry matter, chemical composition and nutritive value of fresh maize. *Journal of Agriculture Science*. 92: 482-483.
- REYES, P.** 1985. *Fitogenotécnica*. 1ª Edición. AGT Editor. Ciudad de México, México. 460 p.
- _____. 1990. *El maíz y su Cultivo*. 1ª Edición. AGT Editor. Ciudad de México, México. 460 p.
- ROMERO, O y KÖEBRICH, A.** 1991. Maíz y remolacha forrajera en la alimentación de vacas lecheras. *Investigación y Progreso Agropecuario (INIA) Carillanca*. Temuco, Chile (3): 35-40.
- RODRIGUEZ, J.** 1993. *La Fertilización de los Cultivos. Un método Racional*. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad de Católica de Chile. Santiago, Chile. 291 p.
- ROUANET, J.L. y LANDAETA, A.** 1992. 25 años de observaciones agrometeorológicas. *Boletín Técnico N° 176*. Estación Experimental Carillanca (INIA). Temuco, Chile. 93 p.
- SIERRA, C.** 1990. Fertilización del cultivo de maíz para Ensilaje. En: REMEHUE (ed). *Seminario: Producción y Utilización del maíz para ensilaje en la Región de Los Lagos. Serie Remehue N° 12 (INIA)*. Osorno, Chile. pp:21-28.

- SOBARZO, P.** 2000. Productividad de 19 híbridos de maíz (*Zea mays L.*) para ensilaje en el Llano Central de riego de Región de la Araucanía. Tesis Ing. Agr. Universidad de la Frontera. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Temuco, Chile. 90 p.
- SOTO, C y RIVEROS, J.** 1989. Producción de maíz forrajero para la zona sur. Convenio Corfo-Colún. Valdivia, Chile. 39 p.
- SOTO, P.** 1988. Forrajes suplementarios de invierno y verano. En: Ruiz, I. (ed). Praderas para Chile. Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. pp: 605-634.
- _____. y **JAHN, E.** 1983. Epoca de cosecha y acumulación de materia seca en maíz para ensilaje. Agricultura Técnica 43 (2): 133-138.
- WEAVER, D; COPPOCK, C; LAKE, G y EVERETT, R.** 1978. Effect of maturation on composition and In Vitro dry matter digestibility of corn plant parts. Journal of Dairy Science 61 (12): 1782-1788.
- WERNLI, C y HARGREAVES, A.** 1988. Conservación de forrajes. En: RUIZ, I (ed). 1988. Praderas para Chile. Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. pp: 639-641.
- WILCKENS, G; STEHR, W y MUÑOZ, F.** 1983. Valor nutritivo del ensilaje de maíz en la alimentación de bovinos. Archivos de Medicina Veterinaria 15 (1): 9-16.

ANEXOS

Cuadro 1 A. Tabla de Andeva población de plantas.

F.V.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Prob.
1.Rep	20	1219386315.33	60969315.767	1.37	0.196
2.A	2	207750652.67	103875326.333	2.33	0.110
3.Error	40	1784856758.00	44621418.950		

Coefficiente de variación: 6,72 %

Nivel de Significancia : 0,05

Cuadro 2 A. Tabla de Andeva altura floración.

F.V.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Prob.
1.Rep	20	23654.76	1182.738	3.18	0.000
2.A	2	7230.95	3615.476	9.72	0.000
3.Error	40	14885.71	372.143		

Coefficiente de variación: 14,14 %

Nivel de Significancia : 0,05

Cuadro 3 A. Tabla de Andeva altura cosecha.

F.V.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Prob.
1. Rep	20	3928.41	196.421	2.12	0.021
2. A	2	641.17	320.587	3.45	0.041
3. Error	40	3713.49	92.837		

Coefficiente de variación: 4,38 %

Nivel de Significancia : 0,05

Cuadro 4 A. Tabla de Andeva contenido de materia seca planta entera.

F.V.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Prob.
1. Rep	20	364.83	18.242	2.59	0.005
2. A	2	18.72	9.358	1.33	0.276
3. Error	40	281.79	7.045		

Coefficiente de variación: 8,66 %

Nivel de Significancia : 0,05

Cuadro 5 A. Tabla de Andeva rendimiento de materia seca total.

F.V.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Prob.
1. Rep	20	168.74	8.437	1.16	0.336
2. A	2	85.02	42.509	5.83	0.005
3. Error	40	291.47	7.287		

Coefficiente de variación: 15,93 %

Nivel de Significancia : 0,05

Cuadro 6 A. Tabla de Andeva rendimiento de materia verde.

F.V.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Prob.
1. Rep	20	2490.02	124.501	1.21	0.293
2. A	2	783.95	391.975	3.82	0.030
3. Error	40	4105.09	102.627		

Coefficiente de variación: 18,17 %

Nivel de Significancia : 0,05

Cuadro 7 A. Tabla de Andeva contenido de materia seca mazorca.

F.V.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Prob.
1. Rep	20	823.81	41.190	7.87	0.000
2. A	2	50.83	25.414	4.86	0.012
3. Error	40	209.32	5.233		

Coefficiente de variación: 4,65 %

Nivel de Significancia : 0,05

Cuadro 8 A. Tabla de Andeva rendimiento de materia seca mazorca.

F.V.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Prob.
1. Rep	20	86.77	4.339	2.32	0.011
2. A	2	30.08	15.042	8.06	0.001
3. Error	40	74.68	1.867		

Coefficiente de variación: 15,56 %

Nivel de Significancia : 0,05

Cuadro 9 A. Tabla de Andeva aporte mazorca.

F.V.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Prob.
1. Rep	20	1011.52	50.576	2.42	0.008
2. A	2	14.15	7.075	0.34	
3. Error	40	836.17	20.904		

Coefficiente de variación: 8,81 %

Nivel de Significancia : 0,05

Cuadro 10 A. Tabla de Andeva producción de proteína cruda planta entera.

F.V.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Prob.
1. Rep	20	1.46	0.073	3.50	0.000
2. A	2	0.24	0.119	5.71	0.006
3. Error	40	0.84	0.021		

Coefficiente de variación: 15,67 %

Nivel de Significancia : 0,05

Cuadro 11 A. Tabla de Andeva producción de proteína cruda mazorca.

F.V.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Prob.
1. Rep	20	0.37	0.018	2.16	0.018
2. A	2	0.13	0.067	7.90	0.001
3. Error	40	0.34	0.008		

Coefficiente de variación: 15,52 %

Nivel de Significancia : 0,05

Cuadro 12 A. Tabla de Andeva producción de energía metabolizable planta entera.

F.V.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Prob.
1. Rep	20	1139183062.32	56959153.116	1.14	0.354
2. A	2	591298294.22	295649147.111	5.90	0.005
3. Error	40	2004120079.11	50103001.978		

Coefficiente de variación: 15,95 %

Nivel de Significancia : 0,05

Cuadro 13 A. Tabla de Andeva producción de energía metabolizable mazorca.

F.V.	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F	Prob.
1. Rep	20	1107722922.60	55386146.130	3.11	0.001
2. A	2	289627539.94	144813769.968	8.12	0.001
3. Error	40	713395306.73	17834882.668		

Coefficiente de variación: 15,64 %

Nivel de Significancia : 0,05