

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



**PRODUCCION Y CALIDAD DE DIEZ HIBRIDOS DE MAIZ (Zea mays)
PARA ENSILAJE EN EL LLANO CENTRAL REGADO DE LA
REGION DE LA ARAUCANIA**

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

CESAR HUGO TORRES SAN MARTIN

TEMUCO – CHILE
2007

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



**PRODUCCION Y CALIDAD DE DIEZ HIBRIDOS DE MAIZ (Zea mays)
PARA ENSILAJE EN EL LLANO CENTRAL REGADO DE LA
REGION DE LA ARAUCANIA**

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

CESAR HUGO TORRES SAN MARTIN

PROFESOR GUIA: ROLANDO EMILIO DEMANET FILIPPI

**TEMUCO – CHILE
2007**

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE DIEZ HÍBRIDOS DE MAÍZ (Zea mays) PARA ENSILAJE EN EL LLANO CENTRAL REGADO DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

PROFESOR GUIA

: ROLANDO EMILIO DEMANET FILIPPI.
INGENIERO AGRÓNOMO.

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN
AGROPECUARIA.
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

PROFESOR CONSEJERO

: CARLOS JAVIER CANSECO MAURER.
INGENIERO AGRÓNOMO.

UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

CALIFICACION PROMEDIO TESIS

:

INDICE DE MATERIAS

Capitulo		Página
1.	INTRODUCCION	1
2.	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Origen y taxonomía	3
2.2	Híbridos	4
2.3	Clasificación de los híbridos	5
2.3.1	Líneas puras	5
2.3.1.1	Híbridos simples	6
2.3.1.2	Híbridos dobles	6
2.3.1.3	Híbridos de tres líneas	6
2.3.1.4	Híbridos sintéticos	6
2.4	Adaptación de híbridos	6
2.5	Híbridos para ensilaje	8
2.6	Ensilaje	10
2.6.1	Cosecha	11
2.7	Producción y calidad nutricional del maíz	13
2.7.1	Densidad de plantas	13
2.7.2	Precocidad	14
2.7.3	Altura de plantas	15
2.7.4	Rendimiento	16
2.7.5	Rendimiento de materia verde	16
2.7.6	Rendimiento de materia seca	17
2.7.7	Energía metabolizable	17
2.7.8	Proteína	18
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1	Ubicación del ensayo	19
3.2	Duración del ensayo	19

3.3	Suelo	19
3.4	Clima	19
3.5	Manejo del ensayo	20
3.5.1	Precultivo y preparación de suelo	20
3.5.2	Siembra	20
3.5.3	Fertilización	20
3.5.3.1	Enmienda	20
3.5.3.2	Fertilización siembra	20
3.5.3.3	Fertilización postsiembra	21
3.5.3.4	Fertilización postemergencia	21
3.5.4	Control de malezas	21
3.5.5	Control de plagas	21
3.5.6	Riego	21
3.5.7	Cosecha	21
3.6	Tratamientos	22
3.7	Diseño experimental	22
3.8	Evaluaciones	23
3.8.1	Altura y población de plantas a la cosecha	23
3.8.2	Estado de verdor (Stay green)	23
3.8.3	Altura de inserción de mazorcas	23
3.8.4	Producción de materia verde	23
3.8.5	Contenido y producción de materia seca en planta entera y mazorca	23
3.8.6	Precocidad	24
3.8.7	Aporte de mazorcas	24
3.8.8	Análisis químico	24
3.8.8.1	Proteína cruda	24
3.8.8.2	Energía metabolizable	24
3.8.9	Producción de energía y proteína por hectárea	25
3.9	Análisis estadístico	25

4.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	26
4.1	Población, altura de plantas y altura de inserción de mazorca	26
4.2	Estado de verdor (Stay green) a la cosecha	28
4.3	Rendimiento de materia verde	29
4.4	Contenido de materia seca	30
4.5	Rendimiento de materia seca	32
4.6	Precocidad	34
4.7	Contenido y producción de energía metabolizable	35
4.8	Contenido y producción de proteína cruda	40
5.	CONCLUSIONES	44
6.	RESUMEN	45
	SUMMARY	46
7.	LITERATURA CITADA	47
8.	ANEXOS	55

INDICE DE CUADROS

En el texto

Cuadro		Página
1	Híbridos de maíz para ensilaje evaluados. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005	22
2	Población (plantas ha ⁻¹), sobrevivencia (%), altura de plantas (cm) y altura de inserción de la mazorca (cm) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.	26
3	Estado de verdor (Stay Green) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.	29

4	Rendimiento de materia verde (t MV ha ⁻¹) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.	30
5	Contenido de materia seca (%), en planta entera y mazorca de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.	31
6	Rendimiento de materia seca (t MS ha ⁻¹) en planta entera y mazorca, y aporte de mazorcas (%) a la materia seca total de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.	33
7	Ranking de precocidad, basado en el contenido de materia seca de la mazorca, de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005	35
8	Contenido de energía metabolizable (Mcal kg ⁻¹ MS ⁻¹) en planta entera y mazorca de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005	36
9	Producción de energía metabolizable (Mcal ha ⁻¹) en planta entera y mazorca de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005	38
10	Contenido de proteína (%) en planta entera y mazorca de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005	40
11	Producción de proteína (t ha ⁻¹) en planta entera y mazorca de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/05.	42

En el anexo

Cuadro		Página
1A	Análisis del suelo en el sitio del ensayo. Estación Experimental Maquehue. Laboratorio de Análisis Químico de Suelo, Instituto de Agroindustria. Universidad de la Frontera, Temuco. 2004	56
2 A	Valores mensuales y total anual, de precipitación (mm). Período 2004/2005	57

2 B	Valores mensuales y total anual, de evaporación de bandeja (mm). Período 2004/2005	57
3 A	Tabla de análisis de varianza de población de plantas (plantas ha ¹) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.	58
4 A	Tabla de análisis de varianza de altura de plantas (cm) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.	59
5 A	Tabla de análisis de varianza de altura de inserción de mazorca (cm) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005	60
6 A	Tabla de análisis de varianza de rendimiento de materia verde (t MV ha ⁻¹) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.	61
7 A	Tabla de análisis de varianza contenido de materia seca en planta entera (% MS) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.	62
8 A	Tabla de análisis de varianza contenido de materia seca en mazorca (% MS) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.	63
9 A	Tabla de análisis de varianza rendimiento de materia seca en planta entera (t MS ha ⁻¹) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.	64
10 A	Tabla de análisis de varianza rendimiento de materia seca en mazorca (t MS ha ⁻¹) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.	65
11 A	Tabla de análisis de varianza aporte de mazorca a la materia seca total (%) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.	66
12 A	Tabla de análisis de varianza energía metabolizable planta entera (Mcal ha ⁻¹) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.	67

- 13 A Tabla de análisis de varianza energía metabolizable mazorca (Mcal ha⁻¹) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005. 68
- 14 A Tabla de análisis de varianza producción de proteína planta entera (proteína ha⁻¹) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005. 69
- 15 A Tabla de análisis de varianza producción de proteína mazorca (proteína ha⁻¹) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005. 70

1.- INTRODUCCIÓN.

Gran parte de la superficie de las explotaciones ganaderas de la Región de La Araucanía están constituidas por praderas permanentes, cuyas especies se caracterizan por presentar una marcada estacionalidad de crecimiento, produciéndose una baja disponibilidad de forraje tanto durante el período invernal como en el de los meses de verano.

Esta situación obliga a conservar forraje para dichos periodos de escasez, con el fin de asegurar un suministro permanente del mismo, que garantice una producción lo más estable posible.

Entre los cultivos suplementarios destaca el maíz (*Zea mays* L.), que se ha consolidado como una alternativa de producción de forraje destinado a ensilaje en sistemas intensivos de producción de leche y carne, debido a sus características de rendimiento, calidad nutritiva, buena palatabilidad y aptitud fermentativa.

Dados los elevados costos de producción del maíz, es esencial tener en cuenta todos los factores que influyen en la obtención de altos rendimientos de forraje cuando es destinado a ensilaje. En su cultivo se deben tener presentes numerosos factores agroecológicos, dentro de los que esta la elección del híbrido a sembrar.

Antes de decidir que híbrido sembrar, se deben considerar algunos parámetros como precocidad, adaptación, rendimiento y calidad del forraje. Siendo, los dos últimos, criterios fundamentales para decidir el estado óptimo de corte, ya que de este dependerá en gran medida la calidad del ensilaje. Esto se logra evaluando el comportamiento de los híbridos existentes en el mercado, en las distintas áreas agroecológicas del país.

En el presente ensayo, se ha planteado como hipótesis que existen diferencias productivas y de calidad nutricional entre los distintos híbridos de maíz forrajero, bajo las condiciones del Llano Central regado de la Provincia de Cautín de la Región de La Araucanía.

El presente estudio tuvo como objetivo general, evaluar el comportamiento productivo y de calidad de diez híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para ensilaje en el llano central regado de la Región de La Araucanía.

Los objetivos específicos de esta investigación fueron los siguientes:

1. Medir la producción de forraje de diez híbridos, tanto en materia verde como en materia seca.
2. Determinar los principales parámetros de calidad nutricional de diez híbridos, energía metabolizable y proteína.
3. Definir los híbridos de mejor comportamiento productivo, para las condiciones agroclimáticas del Llano Central regado de la Región de La Araucanía.

2. REVISION BIBLIOGRÁFICA.

2.1 Origen y taxonomía.

El maíz cultivado pertenece a la tribu *Maydeae*, subfamilia *Andropogoneae*, familia *Gramineae* y género *Zea* (Bianchi *et al*, 1989). Dicho género incluye formas cultivadas, todas ellas conocidas como maíz, y formas silvestres denominadas teosintes (Ruiz de Galarreta, 1998).

El conocimiento del teosinte es dado por Schrader (1832), quien describe una forma anual del mismo, denominándola *Euchlaena perennis* Hitchcock. Gradualmente y a través de una serie de trabajos realizados por numerosos botánicos (Ascherson, 1875; Collins, 1921, Beadle, 1939) se establecieron nexos de unión entre el maíz y el teosinte. Von Post y Kuntze (1904) y Reeves y Mangelsdorf (1942) obtienen ya una relación formal entre estas especies, incluyéndolas en el género *Zea* como *Zea mexicana* (Schrader) Kuntze y *Z. perennis* (Hitchcock) Reeves y Mangelsdorf.

Por su parte Reyes (1985), señala que no existen antecedentes claros con respecto al origen geográfico y botánico del maíz, debido a la alta domesticación de la planta, y la gran variabilidad genética y diversidad de tipos. Sin embargo MacNeish (1985), señala que los estudios arqueológicos sobre el maíz sitúan su origen en Tehuacán (Méjico), alrededor de 5000 años a.C. Este hecho, junto con la proximidad de teosintes silvestres, avala a México como el área geográfica en la que tuvo lugar su domesticación.

Por otra parte, restos encontrados en el valle Mautaro situado en las tierras altas de Perú (3000-4000 m) y datados entre 450 y 1500 años a.C., ponen de manifiesto un segundo centro de diversificación del cultivo (Johannessen y Hastorf, 1989). La expansión del mismo no se produce hasta el primer milenio a.C., cuando aparecen maíces más vigorosos procedentes, probablemente, de hibridaciones con formas teosintoides. Los nuevos cultivares irían desplazando al hasta entonces mayoritario (Francis, 1990).

Otra teoría con respecto del origen botánico, postula que el maíz original, es el resultado de una introgresión (proceso donde los genes de una especie son adicionados al genotipo de otra especie, por cruzamiento y retrocruzamiento) de genes de dos géneros emparentados con el maíz como lo son Coix y Sorgo (Reyes, 1985).

En Chile, al llegar los españoles en 1536, encontraron maíz cultivado desde el extremo norte hasta Chiloé, existiendo para esa época, a lo menos siete variedades locales, entre las cuales destacaba el maíz morocho o curagua (Águila, 1982).

Sturtevant (1899), clasificó el maíz en siete grupos en atención a los caracteres del endosperma del grano, considerando cada grupo como sub especies o variedades botánicas, adaptadas a condiciones ecológicas definidas: Maíz tunicado (*Zea maiz* sp. *tunicata*); Maíz palomero (*Zea maiz* sp. *evarta*); Maíz cristalino (*Zea maiz* sp. *indurata*); Maíz dentado (*Zea maiz* sp. *indentata*); Maíz harinoso (*Zea maiz* sp. *amilacea*); Maíz dulce (*Zea maiz* sp. *sacharata*); y Maíz cereo (*Zea maiz* sp. *cerea*).

Los maíces dentados, cristalinos y harinosos constituyen el 98% de los maíces usados en el mundo. Los híbridos para ensilaje, corresponden en su mayoría a maíz del tipo dentado (Reyes, 1990; Aldrich y Leng, 1974).

2.2 Híbridos.

El maíz híbrido representa el más importante avance en la producción de maíz desde que el hombre blanco lo descubrió hace más de 450 años (Aldrich y Leng, 1974). Poehlman (1969), señala que la obtención de maíz híbrido ha sido uno de los primeros logros en el mejoramiento de las plantas en el presente siglo. Además, ha servido de base para la utilización del vigor híbrido en otros cultivos.

Llanos (1984), indica que la obtención de híbridos de alta productividad, se basa en aprovechar el fenómeno de heterosis que se produce al cruzar dos líneas puras homocigóticas.

La heterosis o vigor híbrido es un fenómeno en el cual, la cruce de dos líneas puras produce un individuo superior, que se puede expresar en tamaño, rendimiento, precocidad, resistencia a plagas y enfermedades, cantidad de frutos, vigor, o en el incremento de otras características internas y externas en comparación con sus predecesores. Algunos trabajos definen la heterosis como el incremento del vigor de la F1 (descendientes) sobre el promedio de los padres, mientras que otros lo consideran como un incremento de la F1 sobre el mejor de los padres (Jugenheimer, 1958 y Poehlman, 1969).

El procedimiento para la formación de maíz híbrido consiste, fundamentalmente, en la obtención de líneas puras, la selección de las mejores combinaciones y el uso de las líneas que mejor combinan con sus progenitores. La fijación de caracteres deseables se logra mediante la autofecundación sucesiva y la selección. Esta endogamia lleva a la formación de genotipos homocigóticos, obteniéndose líneas puras pero de vigor reducido, sin embargo, este vigor se restaura mediante el cruzamiento de las líneas puras correctamente seleccionadas (Brauer, 1969; Jugenheimer, 1958; Reyes, 1985).

Velásquez *et al.* (1983), señalan que la hibridación ha sido uno de los métodos más exitosos para aumentar la capacidad de rendimiento, indican además, que el uso de híbridos en poblaciones mejoradas ofrecen mejores alternativas para encontrar rendimientos superiores que cuando se parte de poblaciones originales.

2.3 Clasificación de los híbridos.

Los híbridos comerciales de maíz, pueden clasificarse y caracterizarse según el número de líneas puras que intervengan en su formación, y según su precocidad (Aldrich y Leng, 1974; F.A.O., 1984; Reyes, 1990).

2.3.1 Líneas puras. Según el número de líneas puras que intervengan en la formación de un híbrido, estos pueden ser:

2.3.1.1 Híbridos simples. Híbridos obtenidos por el cruzamiento de dos líneas puras, presentan alta uniformidad en cuanto a tamaño, tipo de planta y altura de la espiga. Alta dependencia de las condiciones externas para la óptima expresión de sus características, y un mayor rendimiento potencial que otras cruces. La principal dificultad de estos híbridos está en la multiplicación de semilla, por la baja producción de esta. (Aldrich y Leng, 1974; F.A.O., 1984).

2.3.1.2 Híbridos dobles. Maíces obtenidos por la cruce de dos híbridos simples entre sí. Estos híbridos presentan plantas más desuniformes en cuanto a tipo, altura y aspecto que los híbridos simples. Mayor producción de semilla (Aldrich y Leng, 1974; F.A.O., 1984).

2.3.1.3 Híbridos de tres líneas. Estos son obtenidos de la cruce de un híbrido simple con una línea pura; la uniformidad de plantas es casi igual a los híbridos simples. Mejor producción de semilla y más rústicos que los híbridos simples (Aldrich y Leng, 1974; F.A.O., 1984).

2.3.1.4 Híbridos sintéticos. Maíces producidos por una semihibridación, sin uso de líneas autofecundadas. Pueden ser utilizadas como semilla por varios años sin mayores pérdidas (Leonard, 1977).

2.4 Adaptación de híbridos.

El significado de adaptabilidad ha sido señalado por diversos autores, refiriéndose en un sentido amplio, a las relaciones entre los principales factores ambientales y a la respuesta de crecimiento de las plantas de cultivo (Wilsie y Shaw, 1954; Oyervides *et al*, 1981). En el caso del maíz, la utilización de los híbridos adecuados para cada zona, resulta primordial, ya que a través de la selección se ha logrado adaptarlos a condiciones de clima y suelo particulares (Hallahuer y Miranda, 1985; Oyervides *et al*, 1981).

Las líneas híbridas disponibles para la producción comercial difieren ampliamente en su adaptabilidad a diversas localidades y condiciones que presenta la zona en cuanto a clima, tipo de suelo, resistencia a plagas y enfermedades. Un buen híbrido debe adaptarse a las condiciones de

clima y suelo del área en la cual se desarrollará, ser resistente a plagas y enfermedades, tener alta germinación y desarrollo, producir un sistema radicular fuerte y proveer un máximo rendimiento de grano o forraje (Delorit *et al*, 1974).

Según Águila (1982), el cultivo del maíz crece bien en la mayoría de los suelos de la parte regada del norte y centro del país, en diversas texturas, profundidad y fertilidad. Se cultiva en vegas y terrazas marinas, pero donde encuentra las condiciones favorables para su desarrollo producirá los mayores rendimientos tanto en grano como en vegetación verde total. Bunting *et al*. (1978), señalan que los suelos más adecuados son los de textura media, fértiles, profundos, drenados, libre de pedregosidad y con elevada retención de agua, puede ser establecido en suelos con pH 5,5 a 8,0 siendo el óptimo entre 6,0 y 7,0.

La utilización de híbridos adecuados para cada zona es fundamental ya que a través de la selección se ha logrado su adaptación a condiciones de clima y suelo particulares. Aldrich y Leng (1974), señalan que el mejor procedimiento para comprobar la adaptación de los híbridos es examinar los registros de las pruebas de comportamiento realizadas en su zona durante varios años y evaluar los rendimientos en su propia condición, ya que un híbrido no se comporta de la misma manera en todas las circunstancias.

Para obtener un resultado deseado, sería necesario un rendimiento relativamente alto, tanto en condiciones favorables como desfavorables. En general, es preferible un híbrido de buen comportamiento en casi todas las condiciones ambientales a otro con muy buenos rendimientos en un año y muy bajos al año siguiente (Aldrich y Leng, 1974; Oyervides *et al*, 1981).

Lagos (1982), Paratori y Villegas (1987), indican que la elección del híbrido a sembrar, constituye, además de la fertilización y manejo general, un factor de gran incidencia en la productividad del cultivo. Según Fairey (1980), es necesario seleccionar un híbrido de apropiada madurez y adaptación a las condiciones ambientales de la zona.

Los híbridos son producidos para ser utilizados en un área determinada, por lo tanto, su siembra fuera de zona recomendada se traduce en una disminución en los rendimientos. Un híbrido puede considerarse adaptado a determinada zona, si es posible cosecharlo a la madurez adecuada antes de las primeras heladas, al menos cuatro de cada cinco años (Paratori y Villegas, 1987; Elizalde, 1996).

2.5 Híbridos para ensilaje.

Según Wilckens *et al.* (1983), el ensilaje de maíz se ha consolidado como una importante alternativa de producción de forraje en el sur de Chile. Esto debido a varios factores, como son el elevado rendimiento por superficie sembrada, ocupa el suelo por un corto periodo, excelente capacidad de fermentación, amplio rango de cosecha y su buena calidad nutritiva medida por su contenido de energía metabolizable (Wilckens *et al.*, 1983; Balocchi y Lopez, 1993).

No basta el rendimiento de materia seca para calificar a un híbrido, entre otras cosas el híbrido a elegir debe llegar a grano pastoso o pastoso seco antes del inicio de las heladas tempranas para obtener un buen producto. De esto se deduce que la precocidad es el criterio más importante para elegir un híbrido; no obstante, también deben considerarse otros factores, aunque menos importantes, como la resistencia al quiebre de cañas y vigor a la emergencia (Soto y Riveros, 1989). Los mismos autores indican que el objetivo final es obtener el máximo de energía metabolizable por hectárea. Esto significa que se debe elegir un híbrido que se pueda sembrar temprano, que tenga alta proporción de mazorca (> 50%) sin afectar la calidad del ensilado. Esto último significa que la parte restante de la planta debe ser de una calidad tal, que también permita una alta digestibilidad y consumo animal.

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, alto contenido energético y un alto consumo animal

Considerando normas de manejo eficientes, que aseguren un normal desarrollo del cultivo, es necesario determinar cual, o cuales, híbridos se necesitan para una determinada localidad debiendo cumplir una serie de requisitos para su elección y establecimiento:

- Precocidad adaptada a la zona donde se cultivara. Debe ser posible cosecharlo, con madurez adecuada, antes de las primeras heladas (Elizalde, 1990).
- Las necesidades de temperatura del maíz, deben estar de acuerdo a la disponibilidad climática de una zona determinada (Elizalde, 1990).
- Rendimiento de materia seca superior a 12 t ha^{-1} (Balocchi y López, 1993).
- Periodo de siembra a cosecha no mayor de 160 días (Balocchi y López, 1993).
- Porcentaje de materia seca al corte, en planta entera, superior al 26% y no mayor a 42% (Balocchi y López, 1993; Weaver *et al*, 1978)
- Contenido de mazorca mayor al 50% de la materia seca total de la planta (Balocchi y López, 1993; Owen, 1967; Elizalde, 1990; Soto y Jahn, 1983).
- Contenido de energía metabolizable en planta entera superior a $2,5 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ ms}^{-1}$. (Balocchi y López, 1993).
- Presentar resistencia a la tendadura enfermedades y sequía (Reyes, 1990).
- Uniformidad y sincronización en la aparición de flores masculinas y femeninas, para asegurar una buena polinización (Aldrich y Leng, 1974; Reyes, 1990).
- Uniformidad anatómica y fisiológica de toda la población de plantas provenientes de la semilla usada (Aldrich y Leng, 1974; Reyes, 1990).

- Presentar un elevado número de hojas verdes a la cosecha (Ruiz, 1993).
- Chalas o brácteas gruesas y apretadas, que protejan al grano de insectos y pájaros (Reyes, 1990).

Para poder seleccionar las variedades dentro del rango de precocidad para una zona dada, se deben conocer las necesidades y factibilidad de incorporar nuevos híbridos de maíz forrajero a la zona sur mediante ensayos de cultivares, de modo que estos sirvan de guía, para escoger dentro de la amplia gama de híbridos que permanentemente se introducen a la zona (Elizalde, 1990; Balocchi y López, 1993).

2.6 Ensilaje.

A medida que un forraje es cortado, cosechado y almacenado, ocurren pérdidas en materia seca y calidad nutricional. Estas pérdidas son debido a enzimas que degradan la planta luego del corte. Las enzimas pueden originarse desde la misma planta que esta muriendo, o por bacterias u otros microorganismos. Por lo tanto, el objetivo del ensilaje es detener estas reacciones enzimáticas, para minimizar pérdidas de energía, proteína y otros nutrientes (Wattiaux, 2000).

El ensilaje consiste en almacenar material vegetal húmedo, proceso en el que bajo condiciones especiales de anaerobiosis, ocurren una serie de transformaciones químicas y bioquímicas que definen su calidad; a esto se le conoce comúnmente como fermentación del material ensilado (Hiriart, 1994)

Las plantas de mayor importancia para la conservación, son las gramíneas y las leguminosas forrajeras, principalmente por su alto rendimiento y mayor valor nutritivo, con relación a otras familias y especies herbáceas. Las especies mas adecuadas para el ensilaje deben presentar algunas características que son fundamentales, como un buen tenor de carbohidratos solubles, baja capacidad tampón y un contenido de materia seca adecuado (Cussen, 1994).

El contenido de humedad del forraje, el tamaño de picado, la compactación del material y sellado del silo son factores que inciden en forma importante en la conservación y calidad de los ensilajes (Cussen, 1994; Elizalde *et al.*, 1996). Además, el tipo de fermentación que se origine en el forraje ensilado, es uno de los aspectos fundamentales que determinan su calidad, y por tanto la producción animal que de este se obtenga (Cañas, 1995).

El maíz es más fácilmente conservado como ensilaje que otras gramíneas o alfalfa debido a su alto contenido de azúcar, bajo contenido en proteína y bajo en capacidad buffer (Wattiaux, 2000).

Según Cussen (1994), la aptitud ensilativa del forraje va cambiando junto con su estado de madurez, en estados tiernos el elevado contenido de humedad y proteína facilitan una mala fermentación, además el alto porcentaje de agua presente en el material vegetal provoca pérdidas apreciables por la producción de grandes cantidades de efluentes.

El picado del maíz al ser cosechado, debe ser de entre 0,5 a 1,5 cm, a fin de conseguir una buena compactación y conservación, así como lograr desgarrar los granos para su mejor aprovechamiento por el animal (Jahn y Vyhmeister, 1987; Muslera y Ratera, 1991).

2.6.1 Cosecha: El momento óptimo de cosechar un cultivo destinado a producir ensilaje, esta en relación directa con la digestibilidad de la materia seca y la producción total de forraje (Cañas, 1995). Se debe considerar que a medida que las plantas avanzan en su estado de madurez durante la temporada de crecimiento, la proporción del contenido celular disminuye y aumenta la pared celular, generando un incremento en la producción de materia seca y fibra. Además, disminuye el contenido de proteína y digestibilidad, sin aumentar los niveles de energía metabolizable (Rojas, 2000)

Al ser cosechado para ensilaje, el maíz debe presentar un alto contenido de materia seca y nutrientes por hectárea, lo cual asegurara altos contenidos de carbohidratos solubles y baja

capacidad tampón para asegurar un rápido y eficiente proceso de ensilado, disminuyendo las pérdidas por efluentes y por fermentaciones secundarias (Demagnet, 1988; Ruiz, 1988).

El contenido de materia seca de la planta completa 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)

Al ensilar el maíz con un rango de materia seca de 27 a 35%, se logra minimizar las pérdidas de cosecha y almacenaje, lográndose una fermentación del forraje altamente aceptable, lo que maximiza el consumo de materia seca y permite una alta respuesta en producto animal (Caldwell y Perry, 1971; Demagnet, 1988).

Estos contenidos de materia seca antes mencionados, se alcanzarían, en la zona sur, con híbridos precoces a semiprecoces, desde los 135 a 150 días. Correspondiendo la cosecha al periodo comprendido entre el 15 al 30 de marzo, para siembras en fechas adecuadas (Soto y Jahn, 1983; Balocchi y Lopez, 1993).

Con contenidos de materia seca sobre 42%, se observa un incremento de la fibra cruda en la planta, disminuyendo la digestibilidad del forraje. Además se produce un incremento del pH del ensilaje, lo que permite la aparición de microorganismos indeseables (Weaver *et al*, 1978; Caldwell y Perry, 1971).

El maíz debe ser cosechado en estado de grano harinoso a duro, con sobre 50% de materia seca en mazorcas y 28 % en planta entera (Muslera y Ratera, 1991).

Cummins (1970), Perry y Compton (1977), y Caldwell y Perry (1971), afirman que al cosechar el maíz cuando el grano se presenta en estado de masa dura a dentado, a los 145 a 150 días post-siembra, se obtienen rendimientos de sobre 16 t MS ha⁻¹, con aportes de mazorca de 43 a 56%, en condiciones de precocidad de los híbridos y de clima, similares a la zona sur de Chile.

Por su parte Fairey (1983), bajo condiciones climáticas más limitantes para el cultivo, obtuvo rendimientos sobre las 17 t MS ha⁻¹ y aportes de 46% al cosechar a los 170 días, en comparación con cosechas a los 155 días, en que obtuvo 15 t MS ha⁻¹ y 28% de mazorca.

Los contenidos de energía metabolizable, entre maíces cosechados en estado de grano lechoso y grano pastoso duro, alcanzan diferencias del orden del 5 al 10%, siendo importante considerar el estado óptimo de madurez del grano, para así aprovechar en mejor forma el contenido potencial de energía del maíz para ensilaje (Klein, 1988).

El maíz puede permanecer apto para ser cosechado durante un prolongado periodo, el cual, según lo observado por Weaver *et al* (1978) y Caldwell y Perry (1971), puede prolongarse hasta por 75 a 90 días post-floración, sin exceder el 44% de materia seca en la planta.

2.7 Producción y calidad nutricional del maíz.

2.7.1 Densidad de plantas. La densidad de siembra constituye un factor de vital importancia en el rendimiento final del cultivo. Una excesiva densidad por hectárea aumenta la competencia entre plantas y acentúa los daños ocasionados por enfermedades causadas por hongos, que atacan el tallo y cuello de las plantas. La densidad del cultivo se relaciona también con competencia por luz. El maíz es un cultivo que posee una alta necesidad de luz, por lo que se debe considerar la arquitectura del híbrido en la dosis de siembra (Saaten Union, 1992; Paratori, 1995).

Fuenzalida (1988), señala que este componente del rendimiento, es un factor que interactúa en forma muy dinámica con el N° de gr. planta⁻¹ alcanzados al estado de cosecha. A su vez menciona que se debe cuantificar la superficie foliar máxima por planta del híbrido, para determinar la cantidad de plantas ha⁻¹ a sembrar

Paratori (1995), indica que mientras mayor sea la precocidad de los híbridos, menor es su desarrollo vegetativo, por esta razón los híbridos precoces se deben sembrar a una mayor

densidad que los tardíos, aprovechando al máximo los factores de suelo, agua, luz solar y fertilizante.

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^{-1} (Muslera y Ratera, 1991). De igual manera Soto (1988) y Balocchi y López (1993), sostienen que densidades adecuadas para ensilaje fluctúan entre 90.000 y 100.000 plantas ha^{-1} , debiendo incrementar un 10 a 15% la dosis de semilla a fin de obtener la población final deseada. Elizalde (1996), recomienda sembrar a una distancia de 70 cm entre hileras y 15 cm sobre hilera, para lograr estas densidades.

Latournerie *et al.* (2001) señalan que poblaciones por sobre las 120.000 plantas ha^{-1} presentan altos contenidos de materia seca pero el valor nutritivo disminuye considerablemente. Con respecto a lo anterior, Soto *et al.* (2004), señalan que con una densidad de 110.000 plantas ha^{-1} se ve una estabilización de la producción de forraje versus el valor nutritivo del mismo.

2.7.2 Precocidad. El periodo de siembra a espigadura, es decir, el número de días transcurridos desde la siembra hasta que el 75% de las plantas tienen sus estigmas expuestos, es el parámetro utilizado para definir la precocidad de los distintos híbridos (Soto, 1988; Jahn y Soto, 1993; Cofre y Soto, 1996).

Balocchi y López (1993), recomiendan para la zona sur, híbridos con un periodo de siembra a cosecha de 130 hasta 160 días en sectores de clima más favorable. Los cultivares precoces a semiprecoces, que se adaptan a estos periodos, permiten realizar siembras más tardías en noviembre y contribuyen con un mayor valor nutritivo ya que poseen un mayor aporte de mazorca, aumentando el contenido energético.

Los cultivares precoces a semiprecoces, presentan menores rendimientos totales, comparadas con cultivares más tardíos, debido al corto periodo de desarrollo en el que no alcanzan a acumular niveles mayores de materia seca (Águila y Franco, 1979; Fairey, 1983).

Los híbridos de maíz se agrupan en series de precocidad de acuerdo al índice FAO, el cual fluctúa entre 100 (híbridos muy precoces) y 900 (híbridos muy tardíos). Debido a que nuestra región es una zona límite para el cultivo solo es posible utilizar híbridos con un índice FAO de hasta aproximadamente 300 (FAO, 1984; Klein, 1988). Por su parte, Frölich (1986) y Balocchi y López (1993), señalan que en nuestra zona se deben utilizar de preferencia, híbridos con índice FAO entre 240 y 280. Este rango significa que el periodo entre siembra y cosecha oscila entre 130 a 160 días para ser ensilado.

Según Demanet (1988) y Soto *et al.* (1990), la alta probabilidad de bajas temperaturas y riesgos de heladas durante la emergencia y cosecha en la zona sur, permite que dichos híbridos sean cosechados con madurez fisiológica óptima antes de las primeras heladas de otoño, para alcanzar niveles de materia seca de 28 a 32%, adecuados para un buen ensilaje.

2.7.3 Altura de plantas. Luchsinger y Cerda (1980) y Daynard *et al* (1983), señalan que genotipos de poca altura con un desarrollo insuficiente, por condiciones ambientales de clima o suelo, disminuyen su rendimiento de materia verde y seca.

La altura de plantas es el mejor indicador de la precocidad de los distintos híbridos, las mayores alturas corresponderían a los híbridos tardíos, ya que estos presentan un mayor periodo vegetativo y las menores a los híbridos precoces, debido al corto periodo de desarrollo (Luchsinger y Figueroa, 1976). Sin embargo, Cerda (1984) y Sáez (1989), al relacionar altura de plantas con precocidad, no observaron una relación directa entre ellos, dado que algunos híbridos de menor periodo vegetativo presentaron plantas de mayor altura que otros de mayor periodo vegetativo o menor precocidad.

Balko y Russell (1980) y Kagho y Gardner (1988), señalan que la altura de plantas aumenta a un máximo y luego disminuye con el aumento sucesivo de la densidad poblacional, observando que la mayor altura se logra con densidades de 8 a 9 plantas m^{-2} . Asimismo Giagnoni (2005), señala que existe una relación directa entre mayor densidad de plantas y mayor altura de las mismas, manifestándose además una relación inversa con el grosor del tallo.

2.7.4 Rendimiento. El rendimiento es de carácter multigénico y poderosamente modificado por acción del ambiente y, por lo tanto, el híbrido deberá estar asociado a un área de siembra favorable para que se manifiesten efectivamente sus condiciones (Mock y Pearce, 1975; Parodi, 1980).

El potencial de rendimiento varía en relación directa al periodo vegetativo. Al comparar híbridos de distinto periodo vegetativo, la producción de forraje es considerablemente mayor en híbridos tardíos que en precoces (Luchsinger y Cerda, 1980).

Según Ruiz (1991), al cosechar maíz se busca el máximo rendimiento de energía por hectárea, que se expresa en materia seca por hectárea y contenido de energía. Soto y Riveros (1989), concuerdan en que el objetivo final es obtener el máximo de energía metabolizable por hectárea, lo cual se lograría con un híbrido de siembra temprana que tenga alta proporción de grano, sin que esto afecte la calidad del ensilado.

2.7.5 Rendimiento de materia verde. El rendimiento de materia verde, aumenta hasta alcanzar un máximo en la primera quincena de marzo, pasando este nivel la producción de forraje verde disminuye (Langenbach, 1983). Ojeda (1977), indica que los rendimientos de materia verde aumentan entre los estados de aparición de pistilos y grano lechoso, estabilizándose entre grano lechoso a grano pastoso.

Frölich (1986), señala que las variaciones climáticas entre una temporada y otra, inciden mas sobre el rendimiento de materia verde que en el rendimiento de materia seca.

Lorca (1983) y Páez (1981), recomiendan para la zona sur híbridos precoces, ya que, además de la materia verde, también interesa que el rendimiento de grano sea el máximo posible.

2.7.6 Rendimiento de materia seca. En la producción del maíz para ensilaje se deben compatibilizar, por una parte, la cantidad de forraje producido y contenido de materia seca. Klein (1988), indica que aproximadamente seis a ocho semanas después de la floración, el maíz alcanza

su máximo rendimiento de materia seca por hectárea, aportando las mazorcas un 60% de la materia seca total. Con respecto a las hojas y tallos, representan aproximadamente un 35% del rendimiento total de materia seca.

Sáez (1989), al comparar híbridos precoces con tardíos, en la Región de La Araucanía, encontró que los primeros obtuvieron los más altos rendimientos de materia seca.

En ensayos de híbridos realizados en la Región de La Araucanía, se observaron rendimientos de 14,8 t MS ha⁻¹ a 19 t MS ha⁻¹ para híbridos de habito precoz, en cambio, híbridos mas tardíos han presentado rendimiento promedio de 13,5 t MS ha⁻¹ (Romero *et al*, 1991; Herrera, 1995). Balocchi y López (1993), agregan que en términos prácticos, para la zona sur se debería esperar un rendimiento de al menos 12 t MS ha⁻¹.

2.7.7 Energía metabolizable. La principal característica del ensilaje de maíz es su alto aporte de energía metabolizable, debido al contenido de carbohidratos solubles, especialmente en la mazorca. Estos niveles de carbohidratos, permiten obtener un forraje de alto valor energético, con valores de 2,3 a 2,8 Mcal kg⁻¹ MS⁻¹, de energía metabolizable (Cummins, 1970; Weaver *et al.*, 1978; Wilckens *et al.*, 1983; McDonald y Greenhalgh, 1986). Por otro lado Klein (1988), reporta valores de energía metabolizable de 2,56 Mcal kg⁻¹ MS⁻¹ para planta entera y de 3,15 Mcal kg⁻¹ MS⁻¹ en mazorcas, con estado de grano pastoso a duro.

Andrieu *et al* (1970), señalan que el valor energético del maíz permanece constante desde el estado de grano lechoso a grano duro, esto debido al aumento proporcional del peso de las mazorcas respecto al resto de la planta, concentrándose en ellas una gran cantidad de almidón..

2.7.8 Proteína. El aporte de proteína del maíz forrajero es bajo, debido al avanzado estado de madurez en que es cosechado, variando por lo general entre un 8 a 10% (Balocchi y López, 1993; Wilckens *et al.*, 1983; Klein, 1988). A su vez Soto y Jahn (1983), indican que el contenido de proteína presenta una relación inversa al contenido de materia seca, ya que a medida que avanza la madurez la proteína disminuye persistentemente hasta el estado de grano lechoso, para estabilizarse alrededor de un 8%.

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1 Ubicación del ensayo.

El ensayo se realizó durante la temporada 2004-2005 en la Estación Experimental Maquehue, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad de La Frontera, ubicada en la localidad de Maquehue, comuna de Freire, a 16 km, al suroeste del centro de la ciudad de Temuco, a 38°50` LS y 72°41` LO, y a una altura de 90 m.s.n.m.

3.2 Duración del ensayo.

El ensayo tuvo una duración desde siembra a cosecha de 131 días, entre el 06 de Noviembre de 2004 y el 17 de Marzo de 2005.

3.3 Suelo.

El suelo corresponde a un Andisol de la Serie Freire, clase II a III de capacidad de uso potencial. Se caracteriza por presentar topografía plana con pendientes de 0% a 1%. La profundidad efectiva varía entre los 30 – 80 cm. y drenaje pobre a moderado en áreas deprimidas. Su textura es media y su color predominante es el pardo muy oscuro (Mella y Kuhne, 1985). El análisis químico del lugar del ensayo se presenta en el anexo 1.

3.4 Clima.

El clima imperante es mediterráneo frío, con una temperatura media anual de 12° C y máxima media mensual para el mes más cálido (enero) de 24,5° C y mínima para el mes más frío (julio) de 4,1° C. El período libre de heladas es de dos meses (enero y febrero). El régimen hídrico se caracteriza por una precipitación anual de 1.328 mm., siendo junio el mes más lluvioso. La estación seca abarca el período comprendido entre los meses de noviembre a marzo

(Rouanet y Landaeta, 1992). La suma anual de temperaturas base 5° C es de 1.824 grados – día, y las horas frío acumuladas en el año alcanzan las 2.346 (Novoa y Villaseca, 1989). La temperatura y pluviometría durante el ensayo entre los meses de noviembre a marzo se describe en el anexo 2.

3.5 Manejo del ensayo.

3.5.1 Precultivo y preparación de suelo. El precultivo fue avena (*Avena sativa* L.). Como barbecho químico se aplicó Glifosato en dosis 2,4 L i.a. ha⁻¹ (5 L Roundup ha⁻¹) en 100 L de agua. Treinta días después, se procedió a roturar el suelo en forma convencional.

3.5.2 Siembra. Los híbridos se sembraron el día 06 de noviembre de 2004, en forma manual en línea. Se marcaron los surcos, se incorporo la mezcla de fertilizante, luego con una regla graduada se fueron depositando las semillas a una distancia de 13 cm sobre la hilera y 75 cm entre hileras, con el fin de establecer una densidad poblacional de 100.000 plantas/ha. Previo al establecimiento, la semilla fue tratada con Imidacloprid en dosis 160 gr. i.a. ha⁻¹ (228 gr. Punto 70 DS ha⁻¹) por 100 kg de semilla.

3.5.3 Fertilización.

3.5.3.1 Enmienda. Treinta días antes de la siembra se aplicó una enmienda de una tonelada de cal ha⁻¹ correspondiente a Magnecal.

3.5.3.2 Fertilización siembra. Considerando los requerimientos óptimos del cultivo y el nivel de nutrientes del suelo la fertilización fue la siguiente:

- 06 noviembre 2004: 180 kg P₂O₅ ha⁻¹, 180 kg K₂O ha⁻¹, 29 kg MgO ha⁻¹, 22 kg S ha⁻¹, 22 kg B ha⁻¹, a la forma de Superfosfato Triple, Muriato de Potasio, Sulpomag y Boronat 32 respectivamente.

3.5.3.3 Fertilización postsiembra. La fertilización postsiembra se aplicó al voleo, 2 días posteriores a la siembra y consistió en:

- 08 noviembre 2004: 270 kg N ha⁻¹, a la forma de Supernitro

3.5.3.4 Fertilización postemergencia. Cuando las plantas presentaron entre 4 a 5 hojas extendidas se aplico:

- 29 noviembre 2004: 135 kg N ha⁻¹, 224 kg K₂O ha⁻¹, 44 kg Mg ha⁻¹, 36 kg S ha⁻¹, a la forma de Urea, Cloruro de Potasio y Sulpomag, respectivamente.

3.5.4 Control de malezas. Durante el periodo experimental se realizaron dos controles de malezas. Un control químico, el día 30 de noviembre de 2004 cuando los híbridos habían alcanzado entre 10 y 13 cm de altura con atrazina en dosis de 1.500 gr. i.a. ha⁻¹ (3 L de Atrazina 500 SC ha⁻¹) + MCPA en dosis de 0,375 gr. i.a. ha⁻¹ (0,5 L de MCPA – 750 SL ha⁻¹) + dicamba en dosis de 77 gr. i.a ha⁻¹ (100 gr. de Caimán 70 WG ha⁻¹) en 200 L de agua. El segundo control se realizo mecánicamente con herramienta manual cuando las plantas tenían en promedio 1,2 metros de altura.

3.5.5 Control de plagas. Se realizo un control preventivo de plagas de pulgones y gusanos cortadores, se aplicó dimetoato en dosis 40 gr. i.a ha⁻¹ (1L Dimetoato 40 EC ha⁻¹) en 200 L de agua.

3.5.6 Riego. El ensayo fue regado mediante aspersión desde el 17 de diciembre de 2004 hasta el 10 de marzo de 2005 con intervalos de acuerdo a las necesidades, cumpliendo un total de 450 mm en 6 riegos.

3.5.7 Cosecha. La cosecha se realizo el 17 de marzo de 2004, 131 días post siembra. Cuando el testigo Pioneer-3954 presento el grano en estado lechoso a pastoso duro. Todos los demas híbridos fueron cosechados el mismo día, independiente de su estado de maduración.

3.6 Tratamientos

Los tratamientos correspondieron a diez híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para ensilaje, considerándose como testigo al híbrido Pioneer-3954 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Híbridos de maíz para ensilaje evaluados. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía.
Temporada 2004/2005

Compañía	Híbrido
Pioneer	Pioneer - 3954
Anasac	Nexxos
Anasac	Bixxas
Anasac	Dixxmo
Anasac	Daxxar
Winter Seed	Tango
Winter Seed	Monitor
Cis	Exp. 108
Cis	Jouvence
Cis	Andor

Fuente: Elaboración propia en base a información del Laboratorio de Praderas. Instituto de Agroindustria, Universidad de La Frontera

3.7 Diseño experimental

Los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques divididos completamente al azar, con cuatro repeticiones, los cuales se compararon entre si, y con respecto al testigo Pioneer - 3954. El ensayo se realizó en una superficie de 1.380 m², dividida en 40 parcelas. El tamaño de las unidades experimentales fue de treinta metros cuadrados (tres por diez metros). Cada unidad consistió en cuatro hileras de plantas separadas a 75 cm, de las cuales solo las dos centrales se utilizaron para la evaluación.

3.8 Evaluaciones.

3.8.1 Altura y población de plantas a la cosecha. Se midió la altura de las plantas de las hileras centrales, desde el suelo hasta el ápice de la panoja. Se determinó además la población total de plantas por hectárea y el porcentaje de estas efectivamente establecidas a la cosecha, considerando la dosis de semilla de 100.000 granos por hectárea como el 100%

3.8.2 Estado de verdor (Stay-green). Se realizó una observación visual del estado de verdor de los híbridos mediante una escala de clasificación de 0 a 10, en que 0 correspondería a los híbridos cuyas hojas presentarían coloración amarilla y aspecto seco, mientras que la clasificación 10 correspondería a plantas totalmente verdes y vigorosas. Con la clasificación asignada, se realizó una clasificación de estado verde ordenados de mayor a menor intensidad de color.

3.8.3 Altura de inserción de mazorcas. Se midió la altura de inserción de mazorcas de las plantas de las hileras centrales, desde el suelo hasta el inicio de la mazorca más cercana que fuera totalmente desarrollada y madura.

3.8.4 Producción de materia verde. Esta evaluación se realizó cortando una superficie de 3 m². Las plantas cosechadas fueron pesadas inmediatamente en una balanza electrónica. Con este valor se calculó la producción de materia verde por hectárea.

3.8.5 Contenido y producción de materia seca de planta entera y mazorca. Para esta determinación se tomaron al azar, tres plantas enteras y tres mazorcas, sin pistilos ni chalas, por parcela. En ambos casos, los materiales fueron picados individualmente en una picadora de forraje portátil Briggs & Stratton, obteniéndose un material similar al ensilado.

El material picado se homogenizó y, para cada caso se extrajo una submuestra, la que fue ingresada al horno de ventilación forzada, a 65 °C, hasta peso constante. Luego el contenido de materia seca de la planta entera y mazorca, se calculó por diferencia de peso. A continuación, con

los valores de producción de materia verde y los porcentajes de materia seca, se calculó la producción de materia seca total de planta entera y de mazorca por hectárea

3.8.6 Precocidad. La precocidad de los híbridos se determinó en base al contenido de materia seca de la mazorca. Con estos valores se realizó una clasificación de precocidad, considerándose más precoces los híbridos de mayor contenido de materia seca en mazorca y más tardíos los híbridos con menor contenido de materia seca en la mazorca.

3.8.7 Aporte de mazorcas. El aporte de las mazorcas, se expresó como el porcentaje que constituyeron las mazorcas a la producción total de materia seca y se calculó relacionando la producción de materia seca en planta entera y mazorca.

3.8.8 Análisis químico. Los valores de composición química del forraje se obtuvieron de las submuestras donde se determinó el contenido de materia seca, las cuales fueron molidas con un molino marca Wiley provisto con un tamiz de 1,5 mm. Las muestras molidas fueron enviadas al Laboratorio de Análisis de Suelo y Planta del Instituto de Agroindustria de la Universidad de La Frontera para la determinación de energía metabolizable y proteína cruda.

3.8.8.1 Proteína cruda. Para la determinación de la proteína se utilizó el método de Micro Kjeldahl, el cual permite obtener el porcentaje de nitrógeno total de la muestra, y en base al factor de conversión 6,25 se obtuvo el porcentaje de proteína cruda (Garrido y Mann, 1981; Hiriart, 1994)

3.8.8.2 Energía metabolizable. Se determinó a partir del valor de la fibra detergente ácida, o valor D. Este se obtuvo siguiendo la metodología descrita por Göering y Van Soest (1972) y luego se aplicó una ecuación de regresión lineal $EM (MCal\ kg^{-1}) = 0,2797 \times 0,325\ D\%$. (Garrido y Mann, 1981)

3.8.9 Producción de proteína y energía por hectárea. Con los valores obtenidos de proteína cruda, energía metabolizable y producción de materia seca, se determinó la producción de proteína y energía metabolizable por hectárea.

3.9 Análisis estadístico.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente a través de análisis de varianza y los resultados que presentaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) fueron comparados mediante la prueba de comparación Múltiple de Tukey a un nivel de significancia de 5%. Los datos para este análisis fueron ingresados al programa computacional estadístico JMP 5.0.1.2.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Población, altura de plantas y altura de inserción de mazorca.

La población fluctuó entre 96.666 a 88.333 plantas ha⁻¹ (Cuadro 2), correspondiendo a los híbridos Tango y Jouvence respectivamente. El análisis de varianza (Anexo3) no presentó diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$). El promedio para la población de plantas fue de 91.583, con un coeficiente de variación de 6,3%. De los diez híbridos en estudio, cuatro superaron este promedio, incluyendo a Pioneer-3954 con una población de 91.666 plantas ha⁻¹.

Cuadro 2. Población (plantas ha⁻¹), Supervivencia (%), Altura de plantas (cm) y Altura de inserción de la mazorca (cm) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.

Híbrido	Población (plantas ha ⁻¹)	Supervivencia (%)	Altura de plantas (cm)	Altura inserción mazorca (cm)
Tango	96.666 a	96,6	252,5 ab	93,7 bcd
Andor	95.000 a	95,0	256,2 ab	103,7 abc
Bixxas	92.500 a	92,5	231,2 bc	83,7 bcd
Pioneer-3954	91.666 a	91,6	227,5 bc	97,5 abcd
Dixxmo	90.833 a	90,8	223,7 bc	81,2 cd
Daxxar	90.833 a	90,8	208,1 c	73,7 d
Nexxos	90.000 a	90,0	280,6 a	122,5 a
Monitor	90.000 a	90,0	222,5 bc	78,7 cd
Exp108	90.000 a	90,0	270,0 a	110,0 ab
Jouvence	88.333 a	88,3	256,2 ab	100,0 abcd
Promedio	91.583	91,6	242,8	94,5

Cifras con diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticas, según Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

Con respecto a la población de plantas, Graybill *et al.* (1991) y Tollenaar *et al.* (1994) señalan que, la respuesta de producción de forraje del maíz de acuerdo a la densidad de plantas es

asintótica, pero la respuesta a la producción de grano es parabólica; es decir, la producción de materia seca del maíz aumenta cuando se aumenta la densidad hasta alcanzar un óptimo, mientras que la producción de grano disminuye cuando se aumenta demasiado la densidad de plantas. En el mismo sentido Latournerie *et al.* (2001) señalan que poblaciones por sobre las 120.000 plantas ha⁻¹ presentan altos contenidos de materia seca pero el valor nutritivo disminuye considerablemente, lo que concuerda con lo señalado por Elizalde (1990), quién dice que al aumentar las poblaciones se aumenta el número de mazorcas, pero estas son de menor tamaño y calidad lo cual produciría una merma en la producción de forraje y por ende en la producción de proteína y energía. Por su parte Soto *et al.* (2004) señalan que con una densidad de 110.000 plantas ha⁻¹ se ve una estabilización de la producción de forraje versus el valor nutritivo del mismo.

Por lo anteriormente expuesto la elección de la densidad poblacional para este estudio pudo haber sido una limitante para el rendimiento. Sin embargo, sin perjuicio de lo anterior, las poblaciones obtenidas, en términos de porcentaje de sobrevivencia, son similares a los alcanzados en estudios anteriores en la zona (Silva, 1999; Sobarzo, 2000).

Como se observa en el Cuadro 2, en relación a la altura de plantas, se aprecian claras diferencias estadísticas, entre los híbridos (Anexo 4). Registrando una variación de entre 280 cm y 208,1 cm, valores obtenidos por los híbridos Nexxos y Daxxar respectivamente. Nexxos, Tango, Exp.108, Jouvence y Andor lograron las mayores alturas, sin presentar diferencias estadísticas significativas entre ellos ($P \leq 0,05$). El testigo presentó una altura de planta 6,3 % más baja que el promedio y 18,9% mas baja con respecto al mejor híbrido de esta evaluación, correspondiendo junto a Bixxas, Dixxmo, Daxxar y Monitor a los híbridos que registraron una menor altura a la cosecha.

El promedio de altura de plantas a la cosecha fue de 242,8 cm reflejando el buen desarrollo alcanzado por los híbridos. Sin embargo, estos resultados son inferiores a los reportados en estudios anteriores (Herrera, 1995; Silva, 1999) y recientes (Demagnet *et al.*, 2006). Esta mayor altura de plantas reportada por dichos autores, pudo deberse a la mayor densidad de

siembra utilizada en sus ensayos, ya que Giagnoni (2005) señala que existe una relación directa entre mayor densidad de plantas y mayor altura de las mismas, manifestándose además una relación inversa con el grosor del tallo.

Por otra parte, al contrario de lo que observaron Silva, (1999) y Sobrazo, (2000), en esta evaluación sí existió una relación directa entre altura de plantas y precocidad dado que los híbridos de menor período vegetativo presentaron plantas de menor altura que los de mayor periodo vegetativo. Estos resultados concuerdan con lo sostenido por Luchsinger y Figueroa (1976), quienes señalan, que la altura de plantas es el mejor indicador de la precocidad.

En relación a la altura de inserción de mazorca a la cosecha, en el Cuadro 2 se pueden observar claras diferencias estadísticas entre los híbridos (Anexo 5). Los valores extremos fueron obtenidos por Nexxos y Daxxar con 122,5 cm y 73,7 cm respectivamente. El promedio de inserción se ubicó en los 94,5 cm de altura. Por otra parte el testigo obtuvo una altura de inserción superior a la media con 97,5 cm. Con respecto a estos resultados, se observa una relación directa entre altura de plantas y altura de inserción de mazorcas, ya que las plantas con mayor altura tienen una inserción de mazorca también mayor.

4.2 Estado de verdor (Stay Green) a la cosecha.

En el Cuadro 3, se presenta el estado de verdor a la cosecha, que fue evaluado mediante una escala de 0 a 10, según el número de hojas verdes e intensidad de color a la cosecha. Nota 0 presentaron aquellos maíces con hojas muy secas y ausencia absoluta de color verde, mientras que los maíces con hojas de color verde intenso fueron evaluados con nota 10. Esta medición, por ser una determinación subjetiva, no se le realizó análisis estadístico.

Los híbridos Nexxos y Exp 108 presentaron al momento de la cosecha el mayor índice de verdor, por su parte Daxxar y Bixxas obtuvieron el índice de verdor más bajo. Estos resultados concuerdan con la cantidad de materia seca a la cosecha de los híbridos, consecuentemente con

su precocidad, los mas precoces son los que obtuvieron un stay green bajo y en los mas tardíos el índice stay green fue más elevado.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Silva (1999), quien encontró que los híbridos de mejor estado de verdor presentaron a la cosecha bajos contenidos de materia seca, mientras que los híbridos de mayor precocidad presentan una baja coloración verde.

Cuadro 3. Estado de verdor (Stay Green) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.

Híbrido	Nota (Stay Green)
Nexxos	8
Exp108	8
Jouvence	6
Andor	5
Pioneer-3954	5
Dixxmo	4
Bixxas	3
Tango	3
Monitor	3
Daxxar	2

4.3 Rendimiento de materia verde.

El Cuadro 4, presenta el rendimiento de materia verde de los híbridos, expresado en t MV ha⁻¹. Los híbridos Dixxmo, Monitor, Daxxar y Bixxas presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) con respecto al testigo y los demás tratamientos, mostrando los valores más bajos para esta evaluación: 60,2 t MV ha⁻¹; 57 t MV ha⁻¹; 56,1 t MV ha⁻¹; 54,3 t MV ha⁻¹ respectivamente (Anexo 6).

Con respecto a Pioneer-3954, cabe señalar que logró un rendimiento de 69,1 t MV ha⁻¹, valor levemente superior al rendimiento promedio para este ensayo. Sin embargo, fue un 22,9% inferior al mejor rendimiento, el cual fue logrado por Nexxos con 86,6 t MV ha⁻¹.

El híbrido Nexxos ubicado en primer lugar de rendimiento de materia verde, logró además, la mayor altura de plantas e inserción de mazorca, existiendo una relación directa entre rendimiento de materia verde y altura de plantas. Esto coincide con lo señalado por Aguila *et al* (1971) y Langenbach (1983).

El ensayo alcanzó un promedio de 68,2 t MV ha⁻¹ para los diez híbridos, rendimiento superior al obtenido en ensayos previos realizados en la zona (Herrera, 1995; Silva 1999; Sobarzo 2000), y a los reportado por Klein (1990), Gutiérrez (1993) y Flies (1996), en ensayos realizados en la Región de Los Lagos. Por su parte el ensayo realizado por Demanet *et al* (2006), muestra un promedio para este parámetro superior, con 73,8 t MV ha⁻¹.

Cuadro 4. Rendimiento de materia verde (t MV ha⁻¹) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.

Híbrido	Materia verde (t ha ⁻¹)
Nexxos	86,8 a
Exp. 108	79,7 a
Andor	77,1 ab
Tango	70,6 abc
Jouvence	70,5 abc
Pioneer-3954	69,1 abc
Dixxmo	60,2 bc
Monitor	57 c
Daxxar	56,1 c
Bixxas	54,3 c
Promedio	68,2

Cifras con diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticas, según Prueba de Tukey (P ≤ 0,05)

4.4 Contenido de materia seca.

El contenido de materia seca de la planta entera, aumenta con el avance de la madurez a una tasa diferente para cada híbrido. Se observó mayor incremento del contenido de materia seca en híbridos precoces, respecto a híbridos del tipo tardío. En el Cuadro 5, se presentan los resultados obtenidos para el contenido de materia seca en planta entera y mazorca, expresados en porcentaje

Cuadro 5. Contenido de materia seca (%), en planta entera y mazorca de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.

Híbrido	% de m.s en Planta entera		%de m.s. en Mazorca	
Daxxar	35,7	a	48,2	abc
Bixxas	35,1	a	49,6	ab
Monitor	35,0	a	51,3	a
Dixmo	34,3	a	49,1	ab
Pioner 3954	33,0	ab	46,8	abc
Andor	31,7	abc	45,1	bcd
Tango	31,1	abc	43,4	cd
Jouvence	29,0	bcd	44,0	cd
Nexxos	27,7	cd	42,0	d
Exp. 108	24,9	d	27,5	e
Promedio	31,8		44,7	

Cifras con diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticas, según Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

En relación a este parámetro, se puede señalar que los híbridos Daxxar, Bixxas, Monitor, Dixmo, Pioneer-3954, Andor y Tango lograron los mayores niveles de contenido de materia seca en planta entera con 35,7%, 35,1%, 35,0%, 34,3%, 33,0%, 31,7%, 31,1% respectivamente, no presentando diferencias estadísticas entre ellos (Anexo7). Por otra parte el híbrido Exp 108 fue el que registró el menor contenido de materia seca con 24,9% presentando diferencias estadísticas con respecto al testigo. Según este parámetro se puede concluir que este híbrido tuvo un comportamiento tardío para esta zona.

Demagnet (1988), Soto *et al.* (1990) y Balocchi y López (1993), recomiendan como rango óptimo de cosecha entre un 28% a un 32% de materia seca en planta entera. Ya que dentro de este rango se minimizan las pérdidas de cosecha y almacenaje, se logra una adecuada fermentación del forraje lo que incrementa el consumo de materia seca y permite una alta respuesta en producto animal. (Caldwell y Perry, 1971 y Demagnet, 1988). Según este rango, tres de los diez híbridos evaluados lograron un contenido de materia seca adecuado a la cosecha para confeccionar un buen ensilaje correspondiendo a Andor, Tango y Jouvence con 31,7%, 31,1% y 29,0% respectivamente. Por su parte Becerra (1982) y Romero *et al.* (1991), indican que la cosecha de maíz para ensilaje debe realizarse en la zona Sur cuando las plantas logren entre un 28% y un 38% de materia seca. En este caso Exp 108 con 24,9% de materia seca, es el único híbrido que no sería apto de ensilar. Los resultados obtenidos en esta evaluación fueron superiores a los reportados por Balocchi y López (1993) y Herrera (1995), similares a lo reportado por Sobarzo (2000) y Demagnet (2006), e inferiores a lo encontrado por Silva (1999).

Para el contenido de materia seca en mazorca los híbridos Monitor, Bixxas, Dixxmo, Daxxar y Pioneer-3954 presentaron los mas altos valores con 51,3%, 49,6%, 49,1%, 48,2%, 46,8% respectivamente, sin presentar diferencias estadísticas (Anexo 8). Exp 108 fue el híbrido que registró el menor valor para este parámetro 27,5%, consecuentemente se considera el híbrido mas tardío para este ensayo. Estos resultados muestran una relación directa entre el contenido de materia seca en planta entera y en mazorca.

Muslera y Ratera (1991), indican que el maíz se debe cosechar con un contenido de materia seca en mazorca sobre el 50%, lo que para esta investigación solo lo obtuvo el híbrido Monitor con un 51,3%, sin embargo Daxxar, Bixxas, Dixxmo y Pioneer-3954 estadísticamente fueron similares a este con 48,2%, 49,6%, 49,1% y 46,8% respectivamente, correspondiendo a los híbridos más precoces. Los valores obtenidos en esta investigación son similares a los obtenidos por Demagnet (2006), pero inferiores a los señalados por Sobarzo (2000).

4.5 Rendimiento de materia seca

El rendimiento de materia seca, no depende sólo del rendimiento de materia verde, sino que está estrechamente relacionado con el contenido de materia seca alcanzado. De esta forma los genotipos que obtienen los mayores rendimientos de materia seca son aquellos cuyo producto de rendimiento de materia verde por el porcentaje de materia seca es mayor (Sáez, 1989). Los rendimientos de materia seca logrados en este ensayo, tanto en planta entera como en mazorca y el aporte de la mazorca a la producción se presentan en el Cuadro 6

Cuadro 6. Rendimiento de materia seca (t MS ha⁻¹) en planta entera y mazorca, y aporte de mazorcas (%) a la materia seca total de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.

Hibrido	Planta entera t MS ha ⁻¹		Mazorca t MS ha ⁻¹		Aporte de Mazorca (%)	
Andor	24,4	a	12,3	cd	50,7	cd
Nexxos	24,0	ab	15,2	a	63,6	b
Pioneer-3954	22,8	abc	12,9	bc	56,7	bc
Tango	22,0	bcd	11,2	cde	50,9	cd
Dixxmo	20,7	cd	11,3	cde	54,6	cd
Jouvence	20,4	cd	12,7	bc	62,1	b
Daxxar	20,0	cd	9,9	e	49,6	d
Monitor	19,9	cd	10,7	de	53,3	cd
Exp 108	19,9	d	14,3	ab	72,1	a
Bixxas	19,0	d	10,3	e	54,3	cd
Promedio	21,3		12,1		56,8	

Cifras con diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticas, según Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Como se observa en el Cuadro 6, los híbridos Andor, Nexxos y Pioneer-3954 fueron los que presentaron la más alta producción de materia seca por hectárea con 24,4 t MS ha⁻¹, 24,0 t MS ha⁻¹ y 22,8 t MS ha⁻¹ respectivamente en planta entera, no presentando diferencias estadísticamente significativa entre ellos (Anexo9). El híbrido Bixxas aparece como el de menor

producción de materia seca con 19,0 t MS ha⁻¹. El testigo en este caso se encuentra con un rendimiento de 22,8 t MS ha⁻¹ lo que corresponde a 6,9% superior al promedio.

Al relacionar la producción de materia verde en planta entera y el rendimiento de materia seca en planta entera, observamos que no existe una correlación directa entre ellos, ya que Nexxos junto con Exp 108 fueron los que obtuvieron los mayores valores de producción de materia verde en planta entera con 86,6 t MV ha⁻¹ y 79,7 t MV ha⁻¹ respectivamente, no siendo así para el rendimiento de materia seca en planta entera, donde Exp 108 alcanza uno de los valores más bajos para este parámetro (19,9 t MS ha⁻¹).

Al comparar el rendimiento de materia seca en planta entera, con los resultados obtenidos por diversas investigaciones anteriores y recientes (Herrera,1995; Silva, 1999; Sobrazo, 2000; Demanet *et al*, 2006), se tiene que en este estudio, se lograron rendimientos de materia seca en planta entera inferiores. Sin embargo, cabe destacar que el periodo de siembra a cosecha fue de 15 a 30 días más que los usados en este trabajo, este factor significo una menor acumulación de materia seca.

En relación con la producción de materia seca en mazorca, esta fluctuó entre 15,2 t MS ha⁻¹ para el híbrido Nexxos y 9,9 t MS ha⁻¹ para Daxxar, existiendo claras diferencias estadísticas entre los híbridos en estudio (Anexo10). El rendimiento promedio de este parámetro fue de 12,1 t MS ha⁻¹, valor superior a los obtenidos en estudios anteriores realizados por Herrera (1995) y Sobrazo (2000), y similar al encontrado por Silva (1999) para la Región de La Araucanía. Pionner-3954 obtuvo un rendimiento de 12,9 t MS ha⁻¹, superando en un 6,6 % al promedio de este ensayo.

En relación al aporte de mazorcas a la materia seca total, se observa que existen diferencias significativas entre los híbridos (Anexo11). El porcentaje de contribución de las mazorcas al rendimiento de materia seca fluctuó entre 49,6% a 72,1% correspondiendo estos valores a los híbridos Daxxar y Exp 108 respectivamente. De los diez híbridos en estudio solo 3

de ellos superaron el promedio para este ensayo de 56,8%, por su parte Pioneer-3954 alcanzó un valor muy cercano al promedio 56,7%.

4.6 Precocidad

Se elaboró un ranking de precocidad basado en el porcentaje de materia seca a la cosecha presentada por los híbridos (Cuadro 7). Se puede apreciar que los híbridos con menor altura, resultaron ser los más precoces, es el caso de Daxxar que con 208,1 cm fue el más precoz, mientras que los híbridos Nexxos y Exp 108 que alcanzaron las mayores alturas resultaron los más tardíos.

Cuadro 7. Ranking de precocidad, basado en el contenido de materia seca de la mazorca, de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005

Híbrido	Altura de plantas (cm)	% M.S. Cosecha	Ranking de precocidad
Pioneer-3954	227,5	33,0	5
Nexxos	280,6	27,7	9
Bixxas	231,2	35,1	2
Dixxmo	223,7	34,4	4
Daxxar	208,1	35,7	1
Tango	252,5	31,1	7
Monitor	222,5	35,0	3
Exp108	270,0	24,9	10
Jouvence	256,2	29,0	8
Andor	256,2	31,7	6

4.7 Contenido y producción de energía metabolizable

Los contenidos de energía metabolizable ($\text{Mcal kg}^{-1} \text{MS}^{-1}$) para planta entera y mazorca se presentan en el Cuadro 8.

En planta entera el contenido de energía metabolizable fluctuó entre $2,45 \text{Mcal kg}^{-1} \text{MS}^{-1}$ y $2,86 \text{Mcal kg}^{-1} \text{MS}^{-1}$, obteniéndose un promedio para esta evaluación de $2,66 \text{Mcal kg}^{-1} \text{MS}^{-1}$.

Los híbridos que presentaron mayor contenido de energía metabolizable en planta entera fueron Jouvence con $2,8 \text{Mcal kg}^{-1} \text{MS}^{-1}$ y Daxxar con $2,8 \text{Mcal kg}^{-1} \text{MS}^{-1}$. Los menores contenidos de energía fueron logrados por Pioneer-3954 con $2,4 \text{Mcal kg}^{-1} \text{MS}^{-1}$, lo cual corresponde aun 7,9% mas bajo que el promedio del ensayo, y Nexxos con $2,5 \text{Mcal kg}^{-1} \text{MS}^{-1}$.

Cuadro 8. Contenido de energía metabolizable ($\text{Mcal kg}^{-1} \text{MS}^{-1}$) en planta entera y mazorca de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005

Híbrido	Energía planta entera ($\text{Mcal kg}^{-1} \text{MS}^{-1}$)	Energía mazorca ($\text{Mcal kg}^{-1} \text{MS}^{-1}$)
Pioneer-3954	2,45	3,09
Nexxos	2,53	3,09
Bixxas	2,69	3,26
Dixxmo	2,69	3,01
Daxxar	2,84	3,17
Tango	2,62	3,02
Monitor	2,62	3,41
Exp. 108	2,69	2,62
Jouvence	2,86	3,49
Andor	2,62	3,33
Promedio	2,66	3,15

Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas. Instituto de Agroindustria-Universidad de La Frontera.

Klein (1988), señala que el contenido de energía metabolizable a la cosecha de maíz debe ser al menos de $2,5 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ MS}^{-1}$ en planta entera, nivel que fue superado por nueve de los diez híbridos en estudio

Los resultados obtenidos en esta evaluación son similares a los encontrados por Balocchi y López (1993) y Sobrazo (2000), quienes reportaron contenidos de energía entre $2,6 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ MS}^{-1}$ y $2,7 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ MS}^{-1}$, con un promedio de $2,6 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ MS}^{-1}$ y $2,6 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ MS}^{-1}$, y superior en un 9,7% y 3,8% a los obtenidos por Herrera (1995) y Demanet *et al* (2006), respectivamente, quienes lograron contenidos de energía promedio en planta entera de $2,4 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ MS}^{-1}$ y $2,56 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ MS}^{-1}$, respectivamente. Sin embargo, los resultados reportados por Silva (1999) son 5,7% superiores a este estudio, presentando un promedio de $2,8 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ MS}^{-1}$.

Para la mazorca el contenido de energía metabolizable presentó una variación entre $2,6 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ MS}^{-1}$ y $3,4 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ MS}^{-1}$, para los híbridos Exp 108 y Jouvence, respectivamente. Este último registró además, el mayor contenido de energía metabolizable en planta entera.

Entre los híbridos que presentan mayor contenido energético en mazorca destacan Jouvece, Monitor, Bixxas y Daxxar. El testigo obtuvo $3,1 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ MS}^{-1}$, valor levemente inferior al promedio del ensayo. El promedio obtenido para esta evaluación fue $3,2 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ MS}^{-1}$ contenido similar a lo indicado por Klein (1998) y superior a lo registrado por Herrera (1995), Silva (1999), Sobrazo (2000) y Demanet *et al* (2006), cuyos promedios fluctuaron entre $2,9 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ MS}^{-1}$ y $3,1 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ MS}^{-1}$.

En esta evaluación, no se observó claramente una relación directa entre contenido de energía metabolizable y contribución de la mazorca a la materia seca total, dado que aquellos híbridos que presentaron el mayor aporte de mazorca a la materia seca total, Exp 108 con 72,2% y Nexxos con 63,6%, no lograron los mayores contenidos de energía metabolizable tanto en planta entera como en mazorca. Por otra parte, el híbrido Jouvence cuyo aporte de mazorca a la materia seca total fue de 62,1%, obtuvo el mayor contenido de energía metabolizable tanto en planta entera como en mazorca. Esto no coincide con lo señalado por Phipps y Weller (1979),

Sáez (1989) y Sobrazo (2000), quienes afirman que mientras mayor sea el porcentaje de contribución de la mazorca al rendimiento total, mejor será la calidad nutritiva del forraje obtenido.

Herrera (1995), observó que los maíces cosechados con mayor madurez, expresada en el contenido de materia seca de la mazorca presentaron los mayores contenidos de energía metabolizable. Sin embargo, coincidentemente con lo encontrado por Sobrazo (2000), en esta evaluación no se observó una clara relación entre el contenido de energía metabolizable y la madurez de la mazorca, ya que el híbrido Juovence con el mayor contenido de energía metabolizable, registró un bajo contenido de materia seca en la mazorca inferior al promedio del ensayo.

En relación a la producción de energía metabolizable por hectárea (Cuadro 9), se observan claras diferencias estadísticas tanto para planta entera como en mazorca. En planta entera los valores extremos fluctuaron entre 64,09 Mcal ha⁻¹ y 51,30 Mcal ha⁻¹. Las mayores producciones de energía fueron obtenidas por los híbridos Andor, Nexxos y Jouvence, no existiendo diferencias estadísticas entre ellos (Anexo 12 y 13). Las menores producciones, las presentaron Monitor y Bixxas con 52,35 Mcal ha⁻¹ y 51,30 Mcal ha⁻¹ respectivamente.

Cuadro 9. Producción de energía metabolizable (Mcal ha⁻¹) en planta entera y mazorca de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005

Híbrido	Planta entera (Mcal ha⁻¹)	Mazorca (Mcal ha⁻¹)
Andor	64,09 a	41,26 bc
Nexxos	60,75 ab	47,06 a
Jouvence	58,60 abc	44,43 ab
Tango	57,74 bcd	34,07 de
Daxxar	57,06 bcd	31,57 e
Pioneer-3954	55,98 bcde	39,98 bc
Dixxmo	55,71 bcde	34,04 de
Exp. 108	53,58 cde	37,62 cd

Monitor	52,35 de	36,56 cde
Bixxas	51,30 e	33,77 de
Promedio	56,72	38,04

Cifras con diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticas, según Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

El promedio logrado en este ensayo fue de 56,72 Mcal ha⁻¹. En relación al testigo, este logró una producción de energía de 55,98 Mcal ha⁻¹, lo que es un 1,3% inferior al promedio del ensayo. Los resultados obtenidos superan en 21% a las producciones de energía reportadas por Sobrazo (2000).

La producción de energía metabolizable de las mazorcas registro variaciones entre 41,26 Mcal ha⁻¹ para el híbrido Andor y 33,77 Mcal ha⁻¹ para Bixxas, logrando un promedio de 38,04 Mcal ha⁻¹. Este rendimiento, promedio, de energía obtenido por las mazorcas representa el 67,06% de la energía obtenida por la planta.

El testigo, registró una producción de energía en mazorca de 39,98 Mcal ha⁻¹ valor superior al promedio del ensayo. Sobrazo (2000) y Demanet et al (2006) lograron para este mismo híbrido producciones de energía en mazorca menores, de 33,86 Mcal ha⁻¹ y 27,9 Mcal ha⁻¹ respectivamente.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que la producción de energía metabolizable por hectárea, tal como lo indica Ruíz (1991), depende no solo del contenido de energía logrado por el híbrido, sino que además, esta influenciado por el rendimiento de materia seca obtenido. Estos dos parámetros determinan finalmente la producción energética del cultivo

Esto se demuestra claramente con el híbrido Jouvence, que a pesar de obtener un aporte de mazorca al rendimiento total de materia seca superior al promedio y el mayor contenido de energía en planta entera y mazorca, no presento la más alta producción de energía metabolizable por hectárea debido a su menor rendimiento de materia seca total

En cambio el híbrido Andor, que no obtuvo el contenido de energía más elevado, ni el mejor aporte de mazorca al rendimiento total de la materia seca, logró la mayor producción de energía por hectárea, debido a su alta producción de materia seca total.

Esta relación entre producción de materia seca y contenido de energía, es válida también para la producción de energía metabolizable de las mazorcas. Podemos observar claramente cómo aquellos híbridos de mayor rendimiento de materia seca y contenido de energía en mazorca, obtuvieron las mayores producciones de energía en mazorca.

Se observó además, que la producción de energía promedio registrada por la mazorca representa un aporte del 67% de la energía total de la planta. Con esto se refleja la importancia de este componente de la planta en la producción final.

4.8 Contenido y producción de proteína cruda.

El maíz es un cultivo deficitario en proteína a medida que avanza su estado de madurez, disminuye el contenido de esta. Para este ensayo los contenidos de proteína cruda en planta entera fluctuaron entre 6,01% y 6,72%, logrando un promedio de 6,49% (Cuadro 10). Los mayores contenidos fueron obtenidos por los híbridos Daxxar, Exp 108, Jouvence y Nexxos todos ellos sobre 6,6%. Los menores contenidos los registraron los híbridos Dixxmo y Andor.

Cuadro 10. Contenido de proteína (%) en planta entera y mazorca de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005

Híbrido	Proteína % planta entera	Proteína % mazorca
Pioneer-3954	6,25	7,28
Nexxos	6,67	8,77
Bixxas	6,45	8,95
Dixxmo	6,01	7,57
Daxxar	6,95	8,31
Tango	6,55	7,91

Monitor	6,56	9,08
Exp. 108	6,72	7,12
Jouvence	6,70	7,93
Andor	6,02	6,72

Laboratorio de análisis de suelos y plantas. Instituto de agroindustria. Universidad de La Frontera

De los híbridos en estudio, seis lograron superar el promedio de 6,49% en esta evaluación. El testigo se ubicó por debajo del promedio con un contenido de proteína de 6,25%. Los valores de proteína registrados en este estudio son bajos comparados con los obtenidos por Frölich (1985), Balocchi y López (1993) y Gutiérrez (1993), quienes mencionan contenidos de proteína que se ubican dentro del rango de entre 10,3% a 7,5 %. Sin embargo, son superiores a los alcanzados en estudios anteriores (Herrera, 1995; Silva, 1999; Soto *et al* 2002; Soto *et al* 2004). Por su parte Demanet *et al* (2006) también informa niveles de proteína inferiores con un 5,9% promedio para planta entera.

En general, los niveles de proteína observados en los híbridos en estudio fueron bajos, a pesar del estado de madurez que presentaban a la cosecha y a la presencia de abundante follaje verde de algunos híbridos.

En relación al contenido de proteína en mazorcas, destacó el híbrido Monitor, con un 9,08 %, y los híbridos Bixxas, Nexxos y Daxxar con sobre un 8 % de proteína en la materia seca de mazorcas. En general los contenidos de proteína en mazorca mostraron variaciones entre 9,08 % y 6,72 %. Con respecto a este parámetro Silva (1999), reporta cifras superiores a las de este ensayo con un promedio de 9,27 %. Por su parte Sobarzo (2000) y Demanet *et al* (2006), indican niveles de proteína en mazorca inferiores con 6,92 % y 7,00 % respectivamente.

A pesar de lo observado por Soto y Jahn (1983), quienes reportan menores contenidos de proteína en híbridos de mayor madurez, y a lo observado por Ruiz (1993), quien establece una marcada diferencia entre el contenido de proteína de hojas verdes y secas, en esta investigación no se observó una relación entre contenido de proteína y estado verde o madurez de los maíces ya

que el híbrido Daxxar considerado como precoz, obtuvo el mayor contenido de proteína en planta entera, lo que coincide con lo observado por Herrera (1995).

Con respecto a la producción de proteína cruda en planta entera y mazorca (Cuadro 11), expresadas en toneladas de proteína por hectárea, se observan diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los híbridos tanto en planta entera como para mazorca (Anexo 14 y 15)). Para planta entera destaca el híbrido Nexxos, que junto a Andor alcanzaron los mayores valores en producción de proteína, con $1,6 \text{ t ha}^{-1}$ y $1,47 \text{ t ha}^{-1}$ respectivamente, siendo cinco híbridos superiores al promedio de $1,38 \text{ t ha}^{-1}$. Las menores producciones las registraron los híbridos Monitor, Dixxmo y Bixxas, con $1,31 \text{ t ha}^{-1}$, $1,24 \text{ t ha}^{-1}$ y $1,23 \text{ t ha}^{-1}$ respectivamente. Pioneer-3954 registró un rendimiento levemente superior al promedio con $1,43 \text{ t ha}^{-1}$.

Cuadro 11. Producción de proteína (t ha^{-1}) en planta entera y mazorca de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/05.

1.1.1.1.1 Híbrido	Planta entera (ton ha^{-1})		Mazorca (ton ha^{-1})	
Nexxos	1,60	a	1,34	a
Andor	1,47	ab	0,83	cd
Tango	1,44	bc	0,89	bcd
Pioneer-3954	1,43	bc	0,94	bcd
Daxxar	1,40	bc	0,83	d
Jouvence	1,37	bcd	1,01	b
Exp. 108	1,34	bcde	1,02	b
Monitor	1,31	cde	0,97	bc
Dixxmo	1,24	de	0,86	cd
Bixxas	1,23	e	0,93	bcd
Promedio	1,38		0,96	

Cifras con diferentes letras en columnas indican diferencias estadísticas, según Prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Estos rendimientos son superiores a los obtenidos por Herrera (1995), Sobarzo (2000), quienes reportan promedios para este parámetro de 0,84 t ha⁻¹, 1,11 t ha⁻¹ respectivamente. Sin embargo Silva (1999) y Demanet *et al* (2006) reportan rendimientos promedios superiores con 1,57 t ha⁻¹ y 1,42 t ha⁻¹ respectivamente.

La producción de proteína en mazorca fue en promedio 0,96 t ha⁻¹, donde nuevamente Nexxos es el que se destaca en la producción, mostrando diferencias significativas ($P \leq 0,05$), con una producción de 1,34 t ha⁻¹. A continuación se ubican Exp 108 y Jouvence con producciones de 1,02 t ha⁻¹ y 1,01 t ha⁻¹ respectivamente. Sin embargo solamente cuatro híbridos lograron superar al promedio del ensayo. El testigo fue levemente inferior al promedio del ensayo con 0,94 t ha⁻¹. Las menores producciones fueron obtenidas por los híbridos Dixxmo, Daxxar y Andor con valores que fluctuaron entre 0,86 t ha⁻¹, 0,83 t ha⁻¹ y 0,83 t ha⁻¹ respectivamente.

Los resultados obtenidos en este estudio para este parámetro, supera ampliamente a los obtenidos por otros ensayos realizados en la zona, donde autores como Herrera (1995), Sobarzo (2000) y Demanet *et al* (2006) reportan producciones promedios de proteína en mazorca de 0,43 t ha⁻¹, 0,67 t ha⁻¹ y 0,78 t ha⁻¹ respectivamente. Por su parte Silva (1999) señala una producción promedio de 1,14 t ha⁻¹ de proteína en mazorca, siendo un 18,75 % superior al obtenido en el presente ensayo.

Con estos resultados se puede concluir, que para la producción de proteína, existe una relación directa entre el contenido de proteína cruda y el rendimiento de materia seca con el rendimiento de proteína por hectárea, tanto en planta entera como en mazorca. Se observó claramente que los híbridos que presentaron un mayor contenido de proteína y rendimiento de materia seca, lograron finalmente las mayores producciones de proteína por hectárea. Por lo tanto, al igual que en la producción de energía, estos dos parámetros están influenciando la producción de proteína y consecuentemente la calidad nutricional del maíz para ensilaje.

5.- CONCLUSIONES.

- Los diez híbridos en estudio presentaron diferencias significativas en el rendimiento y calidad.
- Con respecto a la producción de energía metabolizable en planta entera, los híbridos que alcanzaron los mayores valores fueron: Andor, Nexxos y Jouvence
- La producción de proteína en planta entera presentó diferencias significativas entre los híbridos. Nexxos y Andor fueron los híbridos que lograron los valores más altos.
- Los híbridos de mejor comportamiento productivo, para ensilaje en el valle central regado de la Región de La Araucanía fueron para la temporada 2004/2005 Andor y Nexxos

6.- RESUMEN

Durante la temporada 2004/2005, se realizó una investigación en la zona de riego del Llano Central de la Región de La Araucanía, con el objeto de evaluar el comportamiento productivo de diez híbridos de *Zea mays* L.: Pioneer-3954 (Testigo), Nexxos, Bixxas, Dixxmo, Daxxar, Tango, Monitor, Jouvence, Andor y Exp. 108. El ensayo se realizó en un Andisol, en la Estación Experimental Maquehue, perteneciente a la Universidad de La Frontera, 38°50' LS, 74°41' LO y 90 m.s.n.m. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y parcelas de 30 m². El sistema de siembra fue manual en línea, con dosis de semilla de 100.000 granos ha⁻¹, a una distancia entre hilera de 75 cm. La superficie de muestreo fue 9m² parcela⁻¹. Se evaluó población de plantas, precocidad, altura de plantas e inserción de mazorca a la cosecha, rendimiento de materia verde, contenido y rendimiento de materia seca en planta entera y mazorca, aporte de mazorca, contenido y producción de energía metabolizable y proteína en planta entera y mazorca. Los híbridos fueron cosechados a los 131 días post-siembra.

La población promedio del ensayo fue 91.583 plantas ha⁻¹ y no se presentaron diferencias entre los tratamientos. La producción de materia seca promedio de la planta entera fue 21,4 t MS ha⁻¹, Andor obtuvo el mayor rendimiento: 24,5 t MS ha⁻¹, pero fue similar a Nexxos y Pioneer-3954. La producción promedio de mazorca fue 12,1 t MS ha⁻¹, Nexxos fue superior al testigo con 15,2 t MS ha⁻¹. La producción de proteína cruda promedio fue 1,38 t ha⁻¹ en planta entera y 0,96 t ha⁻¹ en mazorca, donde Nexxos fue significativamente superior en ambos parámetros. La producción de energía metabolizable promedio fue 56.700 Mcal ha⁻¹ en planta entera y 38.000 Mcal ha⁻¹ en mazorca, los híbridos Andor, Nexxos y Jouvence fueron superiores al testigo en planta entera y en mazorca solo Nexxos. Las opciones al híbrido Pioneer-3954, son Andor y Nexxos, dado su nivel de rendimiento y calidad.

SUMMARY

During the 2004/2005 season a rehearsal was carried out zone of the irrigated Central Valley on the Región de La Araucanía, with the purpose of evaluating the productive and nutritional behavior of ten hybrids *Zea mays* L.: Pioneer-3954 (Witness), Nexxos, Bixxas, Dixxmo, Daxxar, Tango, Monitor, Jouvence, Andor and Exp. 108. The rehearsal was carried on Andisol soil, in the experimental station Maquehue belonging to Universidad de La Frontera, 38°50' SL, 74°41' WL, 90 m.o.l.s. The experimental was in complete random block design with four repetitions and 30 m² parcel. The system of seeding was manual on line, with dose of seed 100.000 grain ha⁻¹, distance between file 75 cm. The sample surface was 9 m² parcel⁻¹. Plant density, harvest precocity, plant height and ear insertion, yield of green matter, content and yield of dry matter on the whole plant and ear, contribution of ear, and content and yield of metabolizable energy and protein on the whole plant and ear. The hybrids were harvested at 131 days after sowing.

The middle population of the season was 91.583 plants ha⁻¹, not present differences between treatments. The production of dry matter middle on the whole plant was 21.4 t DM ha⁻¹, Andor obtains the greatest yield 24.5 t DM ha⁻¹, but was similar to Nexxos and Pioneer-3954. The production middle of ear was 12.1 t DM ha⁻¹, Nexxos was superior to witness with 15.2 t DM ha⁻¹. The production of middle crude protein was 1.38 t ha⁻¹ in whole plant and 0.96 t ha⁻¹ in ear, were Nexxos was significantly superior in both parameter. The production of middle metabolizable energy was 56.700 Mcal ha⁻¹ in whole plant and 38.000 Mcal ha⁻¹ in ear, the hybrids Andor, Nexxos and Jouvence was superior to witness in whole plant, and in ear only Nexxos. The options to hybrid Pioneer-3954 is Andor and Nexxos, given his level of yield and quality.

7. LITERATURA CITADA

- Águila, H.** 1982. Pastos y empastadas. 5ª edición. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. 314 p.
- Águila, H. y Franco, I.** 1979 Silos y ensilajes. Boletín Técnico N° 20. Estación Experimental Quilamapu (INIA). Chillán, Chile. 55 p.
- Águila, H; Violic, A y Gebauer, J.** 1971. Efectos de población y distancia de siembra entre hileras sobre el rendimiento y otras características de dos híbridos de maíz. Agric. Téc. Chile 13(4) 198-203
- Aldrich, S. y Leng, E.** 1974. Producción moderna de maíz. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 308 p.
- Andrieu, J; Beranger, C; Crosset-Perrontin, M; Demarquilly, C; Horden, A; Journet, M; Malterre, C.** 1970. Le mais fourrage. Le document technique de la S.C.P.A. N°5. Paris, France. 24 p.
- Ascherson, P.** 1875. Ueber Euchlaena mexicana Schrad. Bot. Vereins Prov. Brandenburg 17: 76-80.
- Balko, L. y Russell, W.A.** 1980. Response of maize inbred lines to nitrogen fertilizer. Agronomy Journal. 72 (8): 723-728
- Balocchi, O. y López, I.** 1993. Maíz forrajero. Frontera Agrícola (Chile). 1 (2): 40-45.
- Beadle, G.W.** 1939. Teosinte and the origin of maize. J. Hered. 30: 245-247.
- Becerra, L.** 1982. Ensilaje de maíz, un excelente recurso forrajero para el ganado lechero. Investigación y Progreso Agrícola. Quilamapu, Chile 13: 30-32
- Bianchi, A; Lorenzoni, C; Salamini, F.** 1989. Genetica dei cereali. Ed. Agricole, Italia. p. 376-379.
- Brauer, J.** 1969. Fitogenética aplicada. Mexico, Limusa. 518 p.
- Bunting, E; Pain, B; Phipps, R; Wilkinson, J; Cunn, R.** 1978. Foraje maize: Production and utilization. Agricultural Research Council. London, England. 346 p.
- Caldwell, D. and 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

- Cañas, R.** 1995. Alimentación y Nutrición Animal. Ed. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 576 p.
- Cerda, M.** 1984. Estudio del comportamiento de híbridos dobles de maíz (*Zea mays* L.) promisorios para la producción de materia verde. Tesis Ing. Agr. Universidad de Chile. Facultad de Agronomía. Santiago, Chile. 61p.
- Cofré, P. y Soto, P.** 1996. Ensilaje de maíz. Tierra Adentro (Chile) 9 : 20-23.
- Collins, G.N.** 1921. Teosinte in Mexico. J. Heredity 12:339-350.
- Cummins, D.** 1970 Cuality and yield of corn plants and component when harsvested for silaje at different maturily stages. Agronomy Journal 62 (6) : 781-784
- Cussen, R.** 1994. Bases para la elaboración de ensilaje de alta calidad. Fac. Agronomía. Documento presentado en la XIIª Jornada de Actualización en lechería en la provincia de Buenos Aires. Lincoln, Argentina. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 18 p.
- Daynard, S; Vitti, G; Fornasieri Filho, D and Melo, W. J.** 1983. Plant to plant variability of maize plant grow at different densities. Canadian Journal of Plant Cience. 63 (1) : 44-45.
- Delorit, R; Green, S; Ahlgreen, H.** 1974. Crop production 4° ed. Prentice Hall. New York, U.S.A. 744 p.
- Demagnet, R; Canseco, C; Cantero, E; y Reyes, A.** 2006. Productividad y calidad de ocho híbridos de maíz (*Zea mays* L). para ensilaje en el área de riego de la región de la Araucanía. Resúmenes del XXXI ° Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA). 18 – 20 de octubre de 2006. Chillán, Chile. pp: 75 - 76.
- Demagnet, R.** 1988. Cultivos suplementarios. En: INIA Carillanca (Ed). 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.** 1996. Maíz: Establecimiento, cosecha y ensilado. Agroanálisis (Chile) 13 (145) : 20-23.
- Elizalde, H; Hargreaves, A. y Wernli, C.** 1996. Conservación de forrajes. Praderas para Chile. En: Ruiz, I. (Ed). Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA), Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 396-428 p.
- Elizalde, H.** 1990. Época de siembra y elección de variedades. En: INIA Remehue (Ed). Producción y utilización del maíz para ensilaje en la región de los Lagos. Serie Remehue n° 12 (INIA). Osorno, Chile. p 9-20 .

- Fairey, N.** 1983. Yield, quality and developments of forage maize as influenced by dates of planting and harvesting. *Canadian Journal of Plant Science* 63 (1) : 157-168
- Fairey, N.** 1980. Hybrid Maturity and the relative importance of grain and stover for the assessment of the forage potential of maize genotypes grown in marginal and nonmarginal environments. *Canadian Journal of Plant Science* 60 (2) : 539-545
- F.A.O.** 1984. Guía técnica sobre la tecnología de la semilla del maíz. Roma, Italia. 130 p.
- Flies, A.** 1996. Evaluación de híbridos de maíz forrajero (*Zea mays* L.) bajo condiciones de secano en el área de Loncoche IX Región. Tesis Ing. Agr. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 145 p
- Francis, A.** 1990. The tripsacinae: An interdisciplinary review of maize (*Zea Mays* L.) and its relatives. *Acta Bot. Fennica* 140:1-51.
- Frölich, W.** 1986. Producción de maíz forrajero en la zona sur de Chile. En: La trilla
- Frölich, W. y A. Ellies.** 1985. El maíz forrajero. *Agroanálisis*. Chile 13: 11-14
- Fuenzalida, P. J.** 1988. Predicción del crecimiento y desarrollo de un cultivo de maíz mediante ecuaciones simples. Tesis de grado Mg. Sc. Escuela de graduados. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 142p.
- Garrido, O. y Mann, E.** 1981. Composición química, digestibilidad y valor energético de una pradera permanente de pastoreo a través del año. Tesis Lic. Agr. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 81 p.
- Giagnoni, M.** 2005. Efecto de la densidad de plantas en dos espaciamientos entre hileras en el comportamiento de líneas puras de maíz. Tesis de grado Mg Sc. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería forestal, Dirección de Investigación y Postgrado. Santiago, Chile. 48p
- Goering, H. and Van Soest, P.** 1972. Forage fiber analysis. ARS – USDA. *Agriculture Handbook* N° 379 Washington D.C. 40 p.
- Graybill, J.S., W.J. Cox, and D.J. Otis.** 1991. Yield and quality of forage maize as influenced by hybrid, planting date, and plant density. *Agron. J.* 83:559-564.
- Gutiérrez, M.** 1993. Evaluación de diez híbridos de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en la provincia de Valdivia. Tesis Lic. Agr. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 72 p

- Hallahuer, A. y Miranda, J.** 1985. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa Status University Press/ann. U.S.A. 468 p.
- 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.
- Hiriart, M.** 1994. Ensilados: Procesamiento y calidad. Trillas (Ed). México. 98 p.
- Hunter, R.** 1978. Selection and evaluation procedures for whole-plant corn silage. Canadian Journal of Plant Science 57 (3) : 661-678.
- Jahn, E. y Soto, P.** 1993. Cultivo de maíz para ensilaje. Agroeconómico (Chile) 16 : 17-22
- Jahn, E. y Vyhmeister, H.** 1987. Pérdidas de grano en las fecas de vacas alimentadas con ensilaje de maíz. Agricultura Técnica 47 (1) : 41-44.
- Joahnnessen, S.; Hastorf, C.** 1989. Corn and culture in central andean prehistory. Science 244:690-692.
- Jujenheimer, R.** 1958. Hybrids maize breeding and seed production. F.A.O. Roma, Italy. 350 p.
- Kagho, F y Gardner, F.** 1988. Responses of maize to plant population density. Canopo development. Light relationship and vegetative growth. Agronomy Journal 80(6) : 285-288
- Klein, F.** 1990. Alternativas de alimentación estival del Ganado lechero en la X Región. Producción animal serie B. Universidad Austral de Chile. Instituto de Producción Animal. n°14 p 34-59.
- Klein, F.** 1988. Avena y maíz para ensilaje. En: "Seminario para agricultores sobre conservación de forrajes para uso animal". Instituto de Investigación Agropecuarias (INIA). Estación Experimental Remehue. Serie Remehue N°3. Osorno, Chile. p 16-60.
- Lagos, C.** 1982. Maíz: Suelo, variedades, densidad y época de siembra. Investigación y Progreso Agropecuario. Quilamaou (INIA). Chillán, Chile. 13 : 2-5.
- Langenbach, J.** 1983. Comportamiento de cuatro variedades de maíz forrajero bajo distintos sistemas de utilización. Tesis Lic. Agr. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 73 p.
- Latournerie, L.; Rodríguez, S.; Urquiza, J.; Castañon, G.; Mendoza, M.; López, A.** 2001. Potencial forrajero de 22 híbridos de maíz evaluados en 3 densidades de siembra. Agronomía tropical 51(3) : 405 – 419.

- Leonard, D.** 1977. Improved practices in corn production. Program and Training Journal N° 7. F.A.O. Roma, Italy. 60 p.
- Lorca, L.** 1983. El maíz como cultivo forrajero. Chile Agrícola (Chile). 84 (8) : 252-253
- Luchsinger, A. y Cerda, M.** 1980. Comportamiento de híbridos dobles de maíz (*Zea mays* L.) promisorios para la producción de materia verde. Investigación Agrícola (Chile) 6 (2) : 47-53.
- Luchsinger, A. y Figueroa, H.** 1976. Nuevos híbridos de maíz para ensilaje. Investigación Agrícola (Chile) 2 (1) : 1-2
- Llanos, N.** 1984. El maíz: Su cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 318 p.
- Mc Donald, Edwards y Greenhalgh.** 1986. Nutrición Animal. 3ª edición. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 350 p.
- Mc Neich R.S.** 1985. The archaeological record on the problem of the domestication of corn. Maydica 30:171-178.
- Mella, A. y Kühne, A.** 1985. Sistemática y descripción de las familias, asociaciones y serie 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. p: 549-716.
- Mock, J. Y Pearce, R.** 1975. An ideotype of maize. Euphitica. 24: 613-623
- Muslera, E. y Ratera, C.** 1991. Praderas y forrajes, producción y aprovechamiento. 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 674 p.
- Novoa, R. y Villaseca, S.** 1989. Mapa Agroclimático. Instituto de Investigación Agropecuaria. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 260 p.
- Ojeda, W.** 1977. Efecto del estado de corte y de la densidad poblacional en el rendimiento y calidad nutritiva de tres híbridos de maíz forrajero en Valdivia localidad de Pelchiquín. Tesis Ing. Agr. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 62 p.
- Owen, F.** 1967. Factors affecting nutritive value of corn and sorghum silage. Journal of Dairy Science 50 (3): 404-410.
- Oyervides, M; Oyervides, A; Rodriguez, F.** 1981. Adaptabilidad, estabilidad y productividad de variedades tropicales de maíz. Agricultura Técnica en México. 7 (1) : 3-23.

- Páez, A.** 1981. Aspectos determinantes en la producción de maíz en Chile. Chile Agrícola (Chile). 62 (6) : 257-258
- Paratori, O.** 1995. Adaptación, clasificación y producción de semillas. En: Paratori, O. y Altamirano, S. (eds). El cultivo del maíz. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. La Platina, Santiago, Chile. p 9-11 .
- Paratori, O. y Villegas, C.** 1987. Híbridos y producción de maíz. Investigación y Progreso Agropecuario. La Platina. Santiago, Chile. (42) : 7-13
- Parodi, P.** 1980. Rendimiento, componentes de rendimiento y medio ambiente. Ciencia e Investigación Agraria (Chile). 7 (1) : 205-217
- Perry, L and Compton, W.** 1977. Serial measure of dry matter accumulation and forage quality of leaves, stalks and ears of three corn hybrids. Agronomy Journal 69 (5) : 751-754
- Phipps, R and Weller, R.** 1979. The development of plants components and their effects on the composition of fresh and ensiled forage maize. 1. The accumulation of dry matter, chemical composition and nutritive value of fresh maize. Journal of Agricultural Science. 92: 471-473.
- Poehlman, J.** 1969. Mejoramiento genético de las cosechas. Ed. Limusa-Wiley. Ciudad de México, México. 453 p.
- Reeves, M.G.; Mangelsdorf, P.C.** 1942. A proposed taxonomic change in the tribe Maydeae (family Gramineae). Amer. J. Bot. 29:815-817
- Reyes, P.** 1990 Maíz y su cultivo. Primera edición. AGT editor. Ciudad de México, México. 460 p.
- Reyes, P.** 1985. Fitogenética. 1ª edición. AGT editor. Ciudad de Mexico, Mexico. 460 p.
- Rojas, C.** 2000. Engorda con ensilaje de trigo. Revista Tattersall. INIA Carillanca. p 18-19.
- Romero, O; Koebrich, A; Hiriart, M.** 1991. Evaluación de tres variedades de betarraga forrajera y cinco híbridos de maíz como alternativa de forraje suplementario de invierno. Agric. Téc. (Chile) 51 (2): 116-120.
- Rouanet, J. y Landaeta, A.** 1992. 25 Años de observaciones agrometeorológicas. Boletín Técnico N° 176. Estación Experimental Carillanca (INIA). Temuco, Chile.- 93 p.
- Ruiz De Galarreta, J.** 1998. Agrupación de poblaciones locales de maíz (*Zea mays* L.) mediante caracteres morfológicos y parámetros ambientales. Tesis Ing. Agr. Universitat de Lleida, Lleida, España. 161p.

- Ruiz, I.** 1993. Características nutritivas de hojas verdes y secas de maíz destinado a ensilaje. *Agricultura Técnica* 53 (4) : 356-358.
- Ruiz, I.** 1991. Humedad de las plantas de maíz para ensilaje a la cosecha. Investigación y progreso Agropecuario, La Platina (INIA). Santiago, Chile. 68 : 25-27
- Ruiz, I.** 1988. Praderas para Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 723p.
- Saaten Union.** 1992. So baut man mais. Umweltgerecht und productive. Hannover, Germany. 64 p.
- Sáez, V.** 1989. Productividad de 19 genotipos de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en la comuna de Valdivia. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 63p.
- Schrader, H.** 1832. Index Seminum Hort. Acad. Gottingen 1832:3. Reprinted in In *Linnaea* (Berlin) 1833:25-26.
- Silva, C.** 1999. Comportamiento productivo de once híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para ensilaje en el llano central de riego de la Región de la Araucanía. Tesis Ing. Agr. Universidad de la frontera, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Temuco, Chile. 75 p.
- Sobarzo, P.** 2000. Comportamiento productivo de diecinueve híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para ensilaje en el llano central de riego de la Región de la Araucanía. Tesis Ing. Agr. Universidad de la frontera, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Temuco, Chile. 92 p.
- Soto, P.; Jahn, E.; Arredondo, S.** 2004. Mejoramiento del porcentaje de proteína en maíz para ensilaje con el aumento y parcialización de la fertilización nitrogenada. *Agric. Téc.* Vol 64, n° 2, P 156-162.
- Soto, P; Jahn, E y Arredondo, S.** 2002. Población y fertilización nitrogenada en un híbrido de maíz para ensilaje en el valle central regado. *Agric. Téc.* Vol.62, n°.2, p.255-265.
- Soto, P.; Jahn, E. y Martínez, G.** 1990. Rotación avena maíz para ensilaje. *Agric. Téc.* (Chile) 50 (3) : 267-273.
- Soto, P. y Riveros, J.** 1989. Producción de maíz forrajero para la zona sur. Corfo-Colún. Valdivia, Chile. 39 p.
- Soto, P.** 1988. Forrajes suplementarios de invierno y verano. En: Ruiz, I. (ed). 1988. Praderas para Chile. Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. P: 605-634.

- Soto, P. y Jahn, E.** 1983. Época de cosecha y acumulación de materia seca en maíz para ensilaje. *Agric. Téc.* 43 (2) : 133-138.
- Sturtevant E.L.** 1899. Varieties of corn. *USDA Off. Exp. Stn. Bull.* 57:1-108.
- Tollenaar, M., A.A. Dibo, A. Aguilera, S.F. Weise, and C.J. Swanton.** 1994. Effect of crop density on weed interference in maize. *Agron. J.* 86:591-595.
- Velásquez, R; Muñoz, A; Córdoba, H; Martínez, A.** 1983. Híbridos simples entre familias de hermanos completos de diferentes poblaciones de maíz (*Zea mays* L.). *Agrociencia (Chile).* 53 : (39). 109-119.
- Von Post, T; Kuntze, O.** 1904. *Lexicon generum phanero gamarum.* Deutsche Verlang-Anstalt. Stuttgart, Germany.
- Wattiaux, M.** 2000. Introducción al proceso de ensilaje. *Novedades lácteas, Feeding N° 502.* Instituto Babcock. Universidad de Wisconsin. Wisconsin, USA.
- Weaver, D; Coppock, C; Lake, G; Everet, 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.
- 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.
- Wilsie, C. y Shaw, R.** 1954. Crop adaptation and climate. *Advances in Agronomy* 6 : 199-252.

8. ANEXOS

Anexo 1. Análisis del suelo en el sitio del ensayo. Estación Experimental Maquehue. Laboratorio de Análisis Químico de Suelo, Instituto de Agroindustria. Universidad de La Frontera, Temuco. 2004

Componente	Unidad	Contenido
Nitrógeno	(mg/kg)	35
Fósforo	(mg/kg)	24
Potasio	(mg/kg)	285
pH	-	5.84
Materia Orgánica	%	17
Sodio	meq/100 g	0.38
Calcio	meq/100 g	7.71
Magnesio	meq/100 g	1.11
Aluminio	meq/100 g	0.07
Suma de Bases	meq/100 g	9.93
CICE	meq/100 g	10.00
Saturación de Al	%	0.70
Boro	Ppm	0.80
Zinc	Ppm	0.94
Azufre	Ppm	15

Metodología: 8,5 (Olsen); S disponible: extracción con Ca (H₂PO₄) 20,01 mol/L; Ca, Mg, K y Na intercambiable: extracción con: CH₃COONH₄ 1mol/L a pH 7,0; Al intercambiable: extracción con KCl 1mol/L; CICE: Ca+Mg+K+Na+Al intercambiables; saturación de Al: (Al intercambiable x 100)/CICE; técnicas analíticas según norma de la CNA de la sociedad Chilena de las Ciencias del Suelo.

Anexo 2. Informe pluviométrico (mm) y valores mensuales de evaporación (mm) de los años 2004 y 2005, Centro Regional de Investigación INIA Carillanca. Región de La Araucanía

INFORME PLUVIOMETRICO (mm) 2004/2005.
 Instituto Nacional Investigación Agropecuaria. CRI Carillanca.
 Servicio de Agrometeorología.
 Latitud 38° 41`S. Longitud 72° 25`W. Altura 200 m.s.n.m.

2 a) Valores mensuales y total anual, de precipitación (mm). Período 2004/2005

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2004	4,8	28,6	72,5	180,5	18,6	286	229,9	131,9	108,8	147,6	91	41,6	1341,8
2005	36,3	1,0	71,0	47,6	437,4	295,0	185,4	189,4	90,0	34,6	215,4	45,0	1648,1
v.n*	41,7	32,6	44,2	78,8	160,3	176,3	187,9	143,2	96,2	68,0	54,7	51,0	1134,9

v.n*. Corresponde al promedio del período 1951-1980. (DGA).

2 b) Valores mensuales y total anual, de evaporación de bandeja (mm). Período 2004/2005

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
2004	154,4	139,4	78,3	30,8	28,1	17,3	29,8	34,1	44,5	53,4	85,7	123,3	819,1
2005	158,5	142,5	93,5	47	31,3	11,1	16,4	21,6	59,3	82,4	91,1	125,9	880,6
v.r*	229,0	191,4	154,9	85,5	54,1	41,5	51,5	74,7	107,0	136,2	157,2	206,4	1489,4

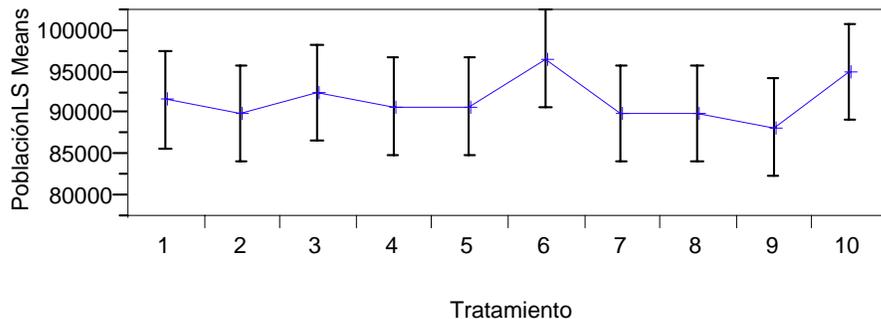
v.r*. Corresponde al promedio del período 1980-2005. Carillanca

Anexo 3. Tabla de análisis de varianza de población de plantas (plantas ha⁻¹) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	9	230277778	25586420	0,7740
Error	30	991666667	33055556	Prob > F
C. Totales	39	1221944444		0,6410

Coefficiente de variación (%) : 6.22

Nivel de Significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q = 3,41119)

Nivel	Least Sq Mean
6	A 96666,667
10	A 95000,000
3	A 92500,000
1	A 91666,667
4	A 90833,333
5	A 90833,333
7	A 90000,000
8	A 90000,000
2	A 90000,000
9	A 88333,333

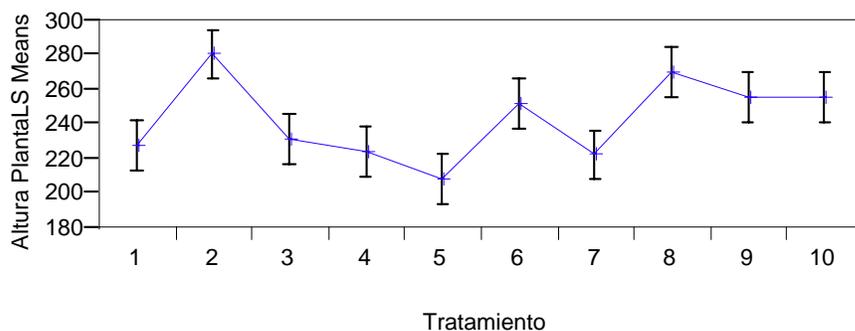
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 4. Tabla de análisis de varianza de altura de plantas (cm) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	9	19885,000	2209,44	11,0071
Error	30	6021,875	200,73	Prob > F
C. Totales	39	25906,875		<.0001

Coefficiente de variación (%) : 5,83

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q = 3,41119)

Nivel	Least Sq Mean
2 A	280,62500
8 A	270,00000
9 A B	256,25000
10 A B	256,25000
6 A B	252,50000
3 B C	231,25000
1 B C	227,50000
4 B C	223,75000
7 B C	222,50000
5 C	208,12500

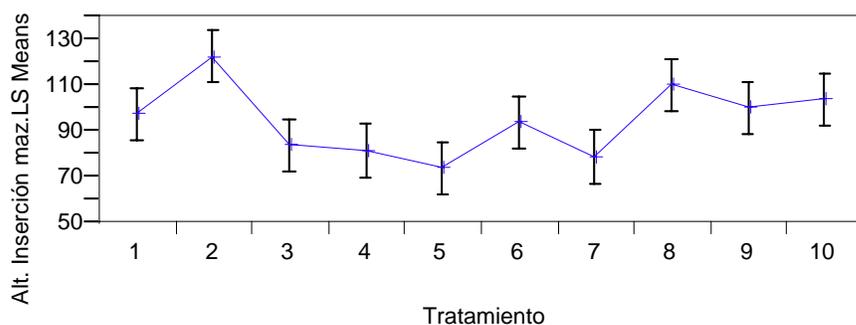
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 5. Tabla de análisis de varianza de altura de inserción de mazorca (cm) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	9	8477,500	941,944	7,3161
Error	30	3862,500	128,750	Prob > F
C. Totales	39	12340,000		<.0001

Coefficiente de variación (%) : 12

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q = 3,41119)

Nivel	Least Sq Mean
2 A	122,50000
8 A B	110,00000
10 A B C	103,75000
9 A B C D	100,00000
1 A B C D	97,50000
6 B C D	93,75000
3 B C D	83,75000
4 C D	81,25000
7 C D	78,75000
5 D	73,75000

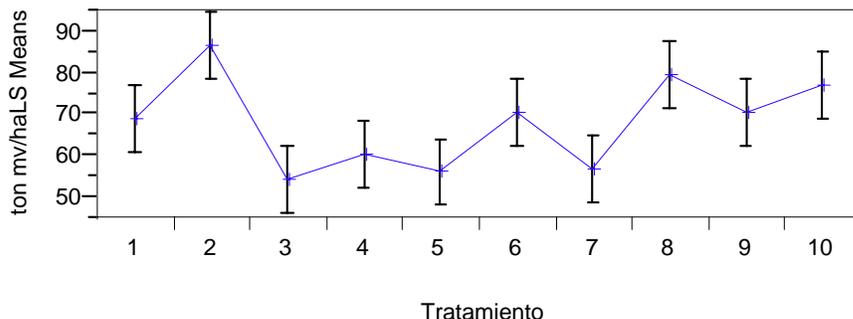
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 6. Tabla de análisis de varianza de rendimiento de materia verde (t MV ha⁻¹) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	9	4381,0556	486,784	7,8200
Error	30	1867,4489	62,248	Prob > F
C. Totales	39	6248,5044		<.0001

Coefficiente de variación (%) : 11,57

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q = 3,41119)

Level	Least Sq Mean
2 A	86,683333
8 A	79,750000
10 A B	77,100000
6 A B C	70,666667
9 A B C	70,516667
1 A B C	69,166667
4 B C	60,200000
7 C	57,000000
5 C	56,116667
3 C	54,300000

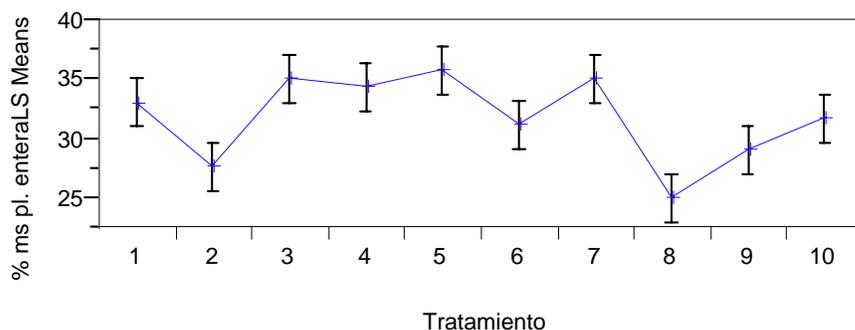
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 7. Tabla de análisis de varianza contenido de materia seca en planta entera (% MS) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	9	468,49622	52,0551	13,0181
Error	30	119,96043	3,9987	Prob > F
C. Totales	39	588,45664		<.0001

Coefficiente de variación (%) : 6,28

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q = 3,41119)

Nivel	Least Sq Mean
5 A	35,791888
3 A	35,120994
7 A	35,058123
4 A	34,394076
1 A B	33,039906
10 A B C	31,724499
6 A B C	31,188780
9 B C D	29,057019
2 C D	27,700854
8 D	24,975635

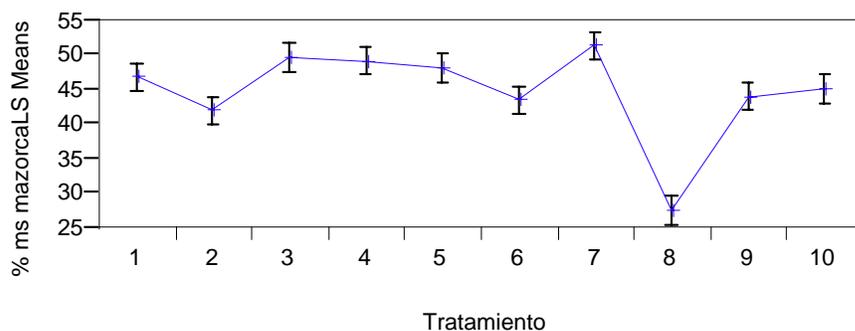
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 8. Tabla de análisis de varianza contenido de materia seca en mazorca (% MS) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	9	1634,7254	181,636	46,6860
Error	30	116,7178	3,891	Prob > F
C. Totales	39	1751,4432		<.0001

Coefficiente de variación (%) : 4,40

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q = 3,41119)

Level	Least Sq Mean	
7	A	51,368961
3	A B	49,670743
4	A B	49,150037
5	A B C	48,217186
1	A B C	46,890146
10	B C D	45,165034
9	C D	44,048906
6	C D	43,490020
2	D	42,037165
8	E	27,571948

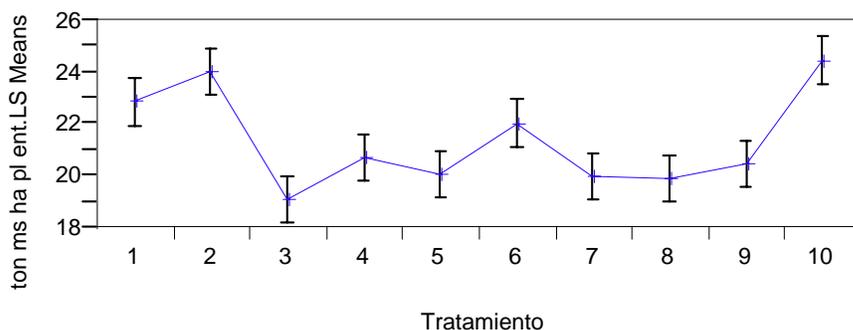
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 9. Tabla de análisis de varianza rendimiento de materia seca en planta entera (t MS ha⁻¹) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	9	125,39443	13,9327	18,1743
Error	30	22,99852	0,7666	Prob > F
C. Totales	39	148,39296		<.0001

Coefficiente de variación (%) : 4,09

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q = 3,41119)

Level	Least Sq Mean
10 A	24,459699
2 A B	24,010000
1 A B	22,852500
6 B C	22,039575
4 C D	20,704844
9 C D	20,490571
5 C D	20,084255
7 C D	19,983428
8 D	19,919356
3 D	19,069684

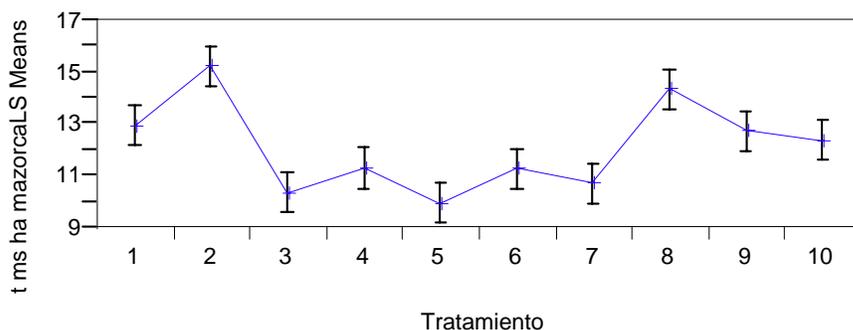
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 10. Tabla de análisis de varianza rendimiento de materia seca en mazorca (t MS ha⁻¹) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	9	107,63753	11,9597	20,7774
Error	30	17,26835	0,5756	Prob > F
C. Totales	39	124,90588		<.0001

Coefficiente de variación (%) : 6,25

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q = 3,41119)

Level	Least Sq Mean
2 A	15,230845
8 A B	14,364796
1 B C	12,937500
9 B C	12,730992
10 C D	12,386684
4 C D E	11,309849
6 C D E	11,278942
7 D E	10,723148
3 E	10,357500
5 E	9,961408

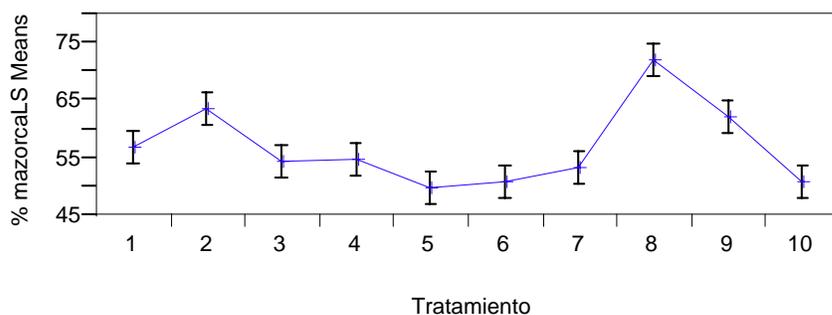
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 11. Tabla de análisis de varianza aporte de mazorca a la materia seca total (%) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	9	1824,6952	202,744	26,5749
Error	30	228,8746	7,629	Prob > F
C. Totales	39	2053,5697		<.0001

Coefficiente de variación (%) : 4,85

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey

(Alpha = 0,050 Q = 3,41119)

Level		Least Sq Mean
8	A	72,192878
2	B	63,605162
9	B C	62,133159
1	C D	56,766001
4	D E	54,642570
3	D E	54,330011
7	D E	53,385200
6	D E	50,952334
10	D E	50,766440
5	E	49,625060

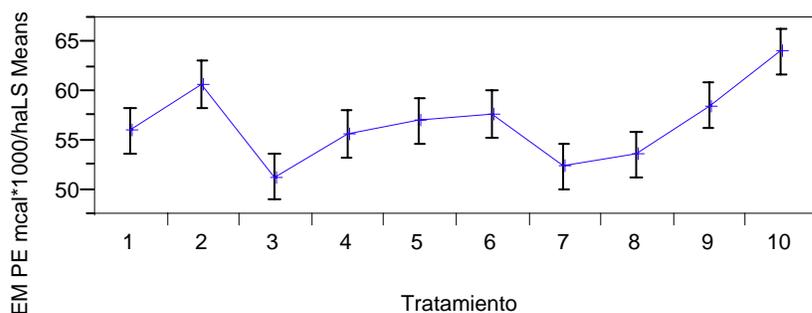
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente

Anexo 12. Tabla de análisis de varianza energía metabólica planta entera (Mcal ha⁻¹) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	9	540,00051	60,0001	11,0852
Error	30	162,37934	5,4126	Prob > F
C. Totales	39	702,37985		<.0001

Coefficiente de variación (%) : 4.10

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q = 3,41119)

Level	Least Sq Mean
10 A	64,084412
2 A B	60,745300
9 A B C	58,603032
6 B C D	57,743686
5 B C D	57,039284
1 B C D E	55,988625
4 B C D E	55,696030
8 C D E	53,583067
7 D E	52,356581
3 E	51,297451

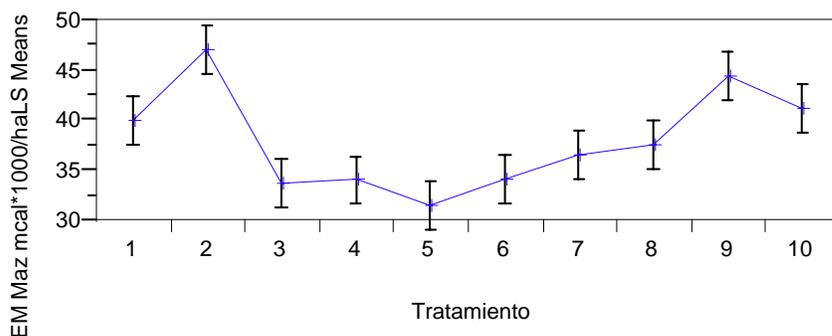
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente

Anexo 13. Tabla de análisis de varianza energía metabólica mazorca (Mcal ha⁻¹) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	9	921,9100	102,434	18,3573
Error	30	167,4013	5,580	Prob > F
C. Totales	39	1089,3113		<.0001

Coefficiente de variación (%) : 6.21

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q = 3,41119)

Level		Least Sq Mean
2	A	47,063311
9	A B	44,431162
10	B C	41,247657
1	B C	39,976876
8	C D	37,635767
7	C D E	36,565935
6	D E	34,062406
4	D E	34,042645
3	D E	33,765450
5	E	31,577664

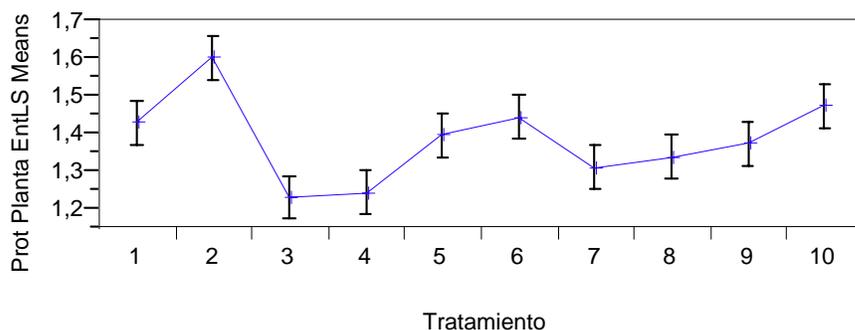
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente

Anexo 14. Tabla de análisis de varianza producción de proteína planta entera (proteína ha⁻¹) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	9	0,44606841	0,049563	15,5136
Error	30	0,09584444	0,003195	Prob > F
C. Totales	39	0,54191285		<.0001

Coefficiente de variación (%) : 4,08

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q = 3,41119)

Level	Least Sq Mean
2 A	1,6014670
10 A B	1,4724739
6 B C	1,4435922
1 B C	1,4282813
5 B C	1,3958557
9 B C D	1,3728682
8 B C D E	1,3385807
7 C D E	1,3109129
4 D E	1,2443611
3 E	1,2299946

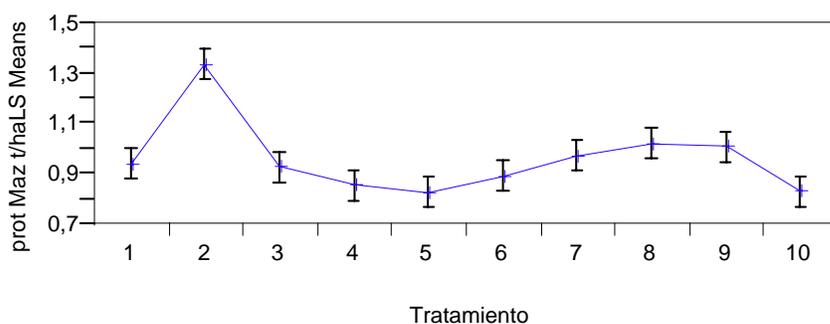
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente

Anexo 15. Tabla de análisis de varianza producción de proteína mazorca (proteína ha⁻¹) de diez híbridos de maíz para ensilaje. E.E. Maquehue, Región de La Araucanía. Temporada 2004/2005.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	9	0,79320118	0,088133	24,8508
Error	30	0,10639499	0,003546	Prob > F
C. Totales	39	0,89959617		<.0001

Coefficiente de variación (%) : 6,19

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey

(Alpha = 0,050 Q = 3,41119)

Level		Least Sq Mean
2	A	1,3357451
8	B	1,0227735
9	B	1,0095677
7	B C	0,9736619
1	B C D	0,9418500
3	B C D	0,9269963
6	B C D	0,8921643
4	C D	0,8561556
10	C D	0,8323852
5	D	0,8277930

Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.