

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



PRODUCCION Y CALIDAD DE VEINTITRES HIBRIDOS DE MAIZ (*Zea mays* L.) 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.

EDUARDO ANDRES YAÑEZ RIVAS

TEMUCO – CHILE
2010

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



PRODUCCION Y CALIDAD DE VEINTITRES HIBRIDOS DE MAIZ (*Zea mays* L.) 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.

EDUARDO ANDRES YAÑEZ RIVAS

PROFESOR GUIA: ROLANDO EMILIO DEMANET FILIPPI

TEMUCO – CHILE
2010

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE VEINTITRES HIBRIDOS DE MAIZ (*Zea mays* L.) PARA ENSILAJE EN EL LLANO CENTRAL REGADO DE LA REGION DE LA ARAUCANIA

PROFESOR GUIA:

SR. ROLANDO DEMANET FILIPPI
Ingeniero Agrónomo
Departamento de Producción Agropecuaria
Universidad de La Frontera

PROFESOR ASESOR:

SRA. CLAUDIA BARCHIESI FERRARI
Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.
Departamento de Producción Agropecuaria
Universidad de la Frontera

CALIFICACION PROMEDIO TESIS:

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		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	5
2.3.1.2	Híbridos dobles	5
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	7
2.6	Ensilaje	9
2.6.1	Cosecha	9
2.7	Producción y calidad nutricional del maíz	11
2.7.1	Densidad de plantas	11
2.7.2	Precocidad	11
2.7.3	Altura de plantas	12
2.7.4	Rendimiento	12
2.7.5	Rendimiento de materia verde	13
2.7.6	Rendimiento de materia seca	13
2.7.7	Energía metabolizable	14
2.7.8	Proteína	14
2.8	Relación entre Kg. de MS con litros de leche	15
3.	MATERIALES Y METODOS	16
3.1	Ubicación del ensayo	16
3.2	Duración del ensayo	16

3.3	Suelo	16
3.4	Clima	17
3.5	Manejo del ensayo	18
3.5.1	Siembra	18
3.5.2	Tratamientos	18
3.5.3	Fertilización	19
3.5.4	Control de malezas	19
3.5.5	Control de Insectos	20
3.5.6	Cosecha	20
3.6	Diseño experimental	20
3.7	Evaluaciones	21
3.7.1	Altura de Planta	21
3.7.2	Estado de verdor (Stay-Green)	21
3.7.3	Clorofilometro	21
3.7.4	Altura de inserción de mazorcas	21
3.7.5	Producción de materia verde	22
3.7.6	Contenido y producción de materia seca de planta entera y mazorca	22
3.7.7	Precocidad	22
3.7.8	Aporte de las mazorcas	22
3.7.9	Análisis químico	23
3.7.9.1	Proteína Cruda	23
3.7.9.2	Energía metabolizable	23
3.7.10	Producción de proteína y energía por hectárea	23
3.8	Análisis estadístico	24
4.	PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	25
4.1	Población, altura de plantas y altura de inserción de mazorca	25
4.2	Producción de MV y de MS planta entera de los híbridos a la cosecha	26
4.3	Contenido de MS planta entera y de mazorca de los híbridos a la cosecha	28
4.4	Precocidad	30
4.5	Aporte de mazorca a materia seca total	31
4.6	Producción de Energía Metabolizable	32

4.7	Producción de Proteína	34
5.	CONCLUSIONES	36
6.	RESUMEN	37
7.	SUMMARY	38
8.	LITERATURA CITADA	39
9.	ANEXOS	46

INDICE DE CUADROS

En el texto

Cuadro

1	Composición química del suelo del sitio de ensayo. Temporada 2008/09. General López, Región de La Araucanía.	17
2	Condiciones climáticas durante el periodo del ensayo. Temporada 2008/09. General López, Región de La Araucanía.	18
3	Híbridos de maíz para ensilaje evaluados. Temporada 2008/09. General López, Región de La Araucanía.	19
4	Población (plantas ha ⁻¹), altura de plantas (cm), altura de inserción de la mazorca (cm) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.	26

5	Rendimiento (ton mv ha ⁻¹) planta entera, rendimiento (ton ms ha ⁻¹), planta entera y mazorca de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Temporada 2008/09. General López, Región de La Araucanía.	27
6	Contenido de materia seca planta entera y de mazorca a la cosecha, de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Temporada 2008/09. General López, Región de La Araucanía.	29
7	Ranking de precocidad, basado en el contenido de materia seca de la mazorca, de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Temporada 2008/09. General López, Región de La Araucanía.	31
8	Aporte de mazorcas (%) a la materia seca total de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje Temporada 2008/09. General López, Región de La Araucanía.	32
9	Producción de energía metabolizable (Mcal/ha x 1000) en planta entera y mazorca de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Temporada 2008/09. General López, Región de La Araucanía.	33
10	Producción de proteína (Ton/ha) en planta entera y mazorca de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Temporada 2008/09. General López, Región de La Araucanía.	35

En el anexo

Cuadro

1A	Tabla de análisis de varianza de población de plantas (plantas ha ⁻¹) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.	47
----	--	----

2A	Tabla de análisis de varianza de altura de plantas (cm) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.	48
3A	Tabla de análisis de varianza de altura de inserción de mazorca (cm) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009 .	49
4A	Tabla de análisis de varianza de rendimiento de materia verde (t MV ha ⁻¹) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.	50
5A	Tabla de análisis de varianza contenido de materia seca en planta entera (% MS) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.	51
6A	Tabla de análisis de varianza contenido de materia seca en mazorca (% MS) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.	52
7A	Tabla de análisis de varianza rendimiento de materia seca en planta entera (t MS ha ⁻¹) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.	53
8A	Tabla de análisis de varianza rendimiento de materia seca en mazorca (t MS ha ⁻¹) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.	54

9A	Tabla de análisis de varianza aporte de mazorca a la materia seca total (%) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.	55
10A	Tabla de análisis de varianza energía metabólica planta entera (Mcal ha ⁻¹) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.	56
11A	Tabla de análisis de varianza energía metabólica mazorca (Mcal ha ⁻¹) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.	57
12A	Tabla de análisis de varianza producción de proteína planta entera (proteína ha ⁻¹) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.	58
13A	Tabla de análisis de varianza producción de proteína mazorca (proteína ha ⁻¹) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.	59

1. INTRODUCCIÓN.

Las praderas y pasturas permanentes de la zona sur se caracterizan por presentar una marcada estacionalidad en la producción, alcanzando niveles críticos en el periodo invernal, época de menor crecimiento en las plantas. Una forma de mantener una disponibilidad más homogénea de forraje en los sistemas ganaderos es mediante la incorporación de cultivos suplementarios, que garanticen una alimentación adecuada en cantidad y calidad para los animales.

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

En la actualidad encontramos en el mercado empresas especializadas en la selección de los híbridos adecuados para cada área agroecológica del país. Sin embargo, estos deben ser evaluados bajo las condiciones agroclimáticas de cada región, considerando algunos parámetros como precocidad, adaptación, rendimiento y calidad de forraje para la obtención necesaria de altos rendimientos del cultivo por su gran costo de producción.

En el presente ensayo se ha planteado como hipótesis que existen diferencias productivas (altura de planta, inserción de mazorca, materia seca (MS) y materia verde (MV) y de calidad nutricional (energía metabolizable y proteína) entre los distintos híbridos de maíz para ensilaje, bajo las condiciones del Llano Central de la Región de La Araucanía.

Debido a lo anterior, en esta investigación se planteó como objetivo general, evaluar el comportamiento productivo y la calidad de veintitrés híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para ensilaje en el Llano Central regado de la Región de La Araucanía.

Los objetivos específicos fueron:

1. Evaluar la producción de forraje de los híbridos de maíz, ya sea en MV como en MS.
2. Determinar los principales parámetros de calidad nutricional de los 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 origen geográfico del maíz se encuentra localizado desde el centro sur de México, hasta la mitad del territorio de Centroamérica. Fue en estos sectores donde encontraron fósiles de *Euchlaena*, género en el que antiguamente se clasificó como teosinte siendo este el pariente más cercano del maíz (Serratos, 2009).

Los restos arqueobotánicos de maíz que se han descubierto en cuevas del Valle de Tehuacán, se calcula que tienen una antigüedad de entre 4500 a 7000 años. Asimismo, se han encontrado en la cueva de Guilá Naquitz en los valles centrales de Oaxaca restos con una antigüedad de 6200 años aproximadamente (Benz, 2001; Piperno & Flannery, 2001). Por otra parte en el Noroeste de México, norte de Sinaloa y suroeste de Estados Unidos, los restos arqueológicos denotan una antigüedad aproximada de 4500 años (Carpenter *et al*, 2005; Carpenter *com pers.*, 2006).

En base a estos y otros hallazgos, como cerámica y lítica principalmente, así como al estudio de sedimentos y depósitos de restos vegetales, se cree que el maíz fue domesticado hace aproximadamente 8000 años. Su evolución es producto de la interacción de los procesos biológicos y factores ecológicos con la dinámica cultural y los intereses del hombre (Benz, 1997).

Después de varios años en donde se había logrado un consenso del origen del maíz sobre la prevalencia de la teoría del teocinte, seguían saliendo teorías relacionadas con el maíz silvestre extinto que ponían en duda el verdadero origen de la especie. (Serratos 2009)

Por su parte John Doebley (1992), consolida la teoría del teocinte como ancestro del maíz. En uno de los primeros trabajos en los que se empleó la metodología de los marcadores moleculares para analizar el origen del maíz, Doebley y sus colaboradores concluyeron que, en cinco segmentos de cuatro cromosomas de los híbridos de maíz y teocinte se encuentra la información genética que produjo una modificación morfológica en las espigas femeninas y masculinas entre estas dos especies.

En Chile, este cultivo se encontraba hace muchos años distribuido desde el extremo norte hasta Chiloé, existiendo al menos siete variedades locales, entre las cuales destacaba el maíz morocho o curagua (Águila, 1982).

2.2 Híbridos.

La obtención de maíz híbrido ha sido uno de los mayores logros en el mejoramiento de plantas en el presente siglo, y ha servido como base para la utilización del vigor híbrido en otros cultivos (Poehlman, 1969; Velazquez, 1983).

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 (Jugenheimer, 1958; Brauer, 1969; Reyes, 1985).

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

2.3 Clasificación de los híbridos.

Los híbridos comerciales de maíz se pueden clasificar según el número de líneas puras que intervienen en su formación, y además según el periodo requerido para alcanzar la madurez se clasifican en híbridos de maduración temprana (precoces, extra precoces), híbridos de maduración media (semiprecoces, semitardíos), e híbridos de maduración tardía (tardíos) (Klein, 1988).

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.

La obtención del híbrido simple se consigue por el cruzamiento de dos líneas puras, eligiendo una de ellas para que actúe como madre y otra como padre. El rendimiento de este es muy superior al de las antiguas variedades de polinización libre. Normalmente, de un 25 a un 35% e incluso más. El rendimiento de semillas de estos híbridos no es bueno, ya que las plantas madres, por ser líneas puras y proceder de reiteradas autofecundaciones, suelen ser plantas de poco vigor (Guerrero, 1998).

2.3.1.2 Híbridos dobles.

Un híbrido doble procede del cruzamiento de dos híbridos simples. Generalmente se siembran dos líneas del híbrido simple que va a actuar como padre y cuatro a seis líneas de la que va a actuar como madre. La producción de semillas de estos híbridos es mayor en relaciona los híbridos simples (Guerrero, 1998).

2.3.1.3 Híbridos de tres líneas.

Estos son obtenidos de la cruce de un híbrido simple con una línea pura. Hay una mayor producción de semillas y es más rústico que los híbridos simples (Aldrich y Leng, 1974).

2.3.1.4 Híbridos sintéticos.

Maíces producidos por una semi-hibridación, sin uso de líneas autofecundadas. Pueden ser utilizadas como semilla por varios años sin mayores pérdidas (Leonard, 1977).

2.4 Adaptación de híbridos.

La gran diversidad de tipos de maíz, producto de la adaptación y selección natural de la planta a diversos medios agroclimáticos, hace que en la actualidad sea el cereal más ampliamente distribuido en el mundo. Se cultiva entre los 58° L.N. y los 40° L.S. desde depresiones bajo el nivel del mar hasta cuatro mil metros de altura, en las altiplanicies andinas (Paratori, 1995).

Según Águila (1982), el cultivo del maíz se desarrolla bien en la gran 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 encontrando 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.

El hecho de utilizar híbridos adecuados para cada zona es muy importante, ya que a través de la selección se ha podido lograr su adaptación a condiciones de clima y suelo particulares. Un buen método para comprobar la adaptación de los híbridos, es

examinando los registros de prueba de comportamiento realizado en las diferentes zonas durante varias temporadas y evaluar los rendimientos obtenidos para cada condición agroecológica. En general es preferible un híbrido de buen comportamiento en casi todas las condiciones ambientales a otro con muy alto rendimiento en un año y muy bajo en otro (Aldrich y Leng, 1974).

Lagos (1982) y 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 obtienen sus mayores rendimientos cuando se establecen en áreas determinadas para cada híbrido, por lo tanto, su siembra fuera de zona recomendada se traduce en una disminución en los rendimientos. Un híbrido puede considerarse adaptado a una 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 Herrera (1995), el ensilaje de maíz se ha consolidado durante los últimos 15 años como una importante alternativa de producción de forraje en el sur de Chile. El aumento significativo de los requerimientos energéticos de las dietas de los rebaños, la mala utilización de los sistemas de conservación de forraje de pasturas y el mal aprovechamiento de las praderas y pasturas, han hecho a los productores cada día más dependientes de este recurso forrajero. En el mercado existe una gran oferta de híbridos que pueden ser utilizados dependiendo de nuestra zona agroecológica en la que nos encontramos.

No basta el rendimiento de MS 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.

Para la elección de los híbridos de maíz para ensilaje se deben cumplir los siguientes objetivos: alto rendimiento de MS por unidad de superficie; nivel de MS que asegure una buena fermentación, alto contenido energético y un alto consumo animal (Hunter, 1978).

Para cada localidad es necesario determinar cual, o cuales, híbridos se necesitan, estos deben cumplir un aserie de requisitos para su elección y establecimiento en la zona sur que según Demanet (2009) son:

- Los días desde la siembra a la cosecha no deben superar los 160 días.
- Presentar resistencia a la tendadura enfermedades y sequía.
- El contenido de materia seca al momento de la cosecha debe estar en el rango de 30 a 35%.
- El rendimiento debe ser superior a 30 Ton MS/Ha, equivalente a 90 Ton MV/Ha.
- Cada planta debe tener al menos 1 mazorca y su peso debe corresponder al menos al 50% del peso total de forraje cosechado en base a materia seca.
- La cosecha se debe desarrollar en forma precoz con las mazorcas presentando la línea de leche al centro del grano.

- La energía metabolizable debe ser al momento de la cosecha superior a 2,7 Mcal/Kg y la proteína entre 6 a 7%.
- El contenido de almidón del ensilaje se debe ubicar entre 28 y 30%.

2.6 Ensilaje.

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).

A medida que un forraje es cortado, cosechado y almacenado, ocurren pérdidas en MS y calidad nutricional. Estas pérdidas son debidas a enzimas que degradan la planta luego del corte. Las enzimas pueden originarse desde la misma planta que está 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).

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 más 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 MS adecuado (Cussen, 1994).

2.6.1 Cosecha.

La época de cosecha del maíz para ensilaje está determinada por el contenido de MS del híbrido, la disponibilidad de maquinaria para la cosecha y las condiciones climáticas (Bunting *et al*, 1978).

Según Wernli (1975), Alvarado (1982) y Becerra (1982), el estado de madurez del maíz al momento del corte, es un factor importante que determina el valor del ensilaje resultante. Así, tenemos que el momento más adecuado para efectuar el corte de este, se produce cuando los granos de la mazorca han alcanzado la madurez.

Aldrich y Leng (1974), agrega que el momento más adecuado para la cosecha del maíz, se alcanza cuando los granos están dentados, pero antes de que se hayan caído muchas hojas. Al respecto, López y Wernli (1984), señalan que el momento más oportuno para la cosecha será cuando la planta posea alrededor de 40% de MS con grano casi duro ó 28% de MS con grano lechoso, si se usa silos torre o bajos respectivamente. Por otra parte, Soto y Jahn (1983), indican que el máximo consumo de MS por el animal se obtiene cuando el ensilaje tiene entre 30 y 40% de MS.

Muslera y Ratera (1991), indican que el maíz debe ser cosechado en estado de grano harinoso a duro, sobre 50% de MS en la mazorca y 28% de MS en planta entera. Caldwell y Perry (1971) y Demanet (1988), agregan que al ensilar el maíz con un rango de MS de 27 a 35%, se logra minimizar las pérdidas a la cosecha y almacenaje, lográndose una fermentación del forraje altamente aceptable, lo que maximiza el consumo de MS y permite una alta respuesta en producto animal.

Weaver *et al* (1978), observó que maíces con contenidos de MS superiores al 40% presentan un mayor contenido de fibra cruda, disminuyendo la digestibilidad. Caldwell y Perry (1971), agregan además, que se produce un aumento del pH del ensilaje lo que favorece la aparición de microorganismos indeseables.

Según Soto y Riveros (1989), una forma práctica de determinar el estado óptimo de cosecha es cuando las hojas bajo la panoja se secan, las chalas se amarillan y el grano sólo se raya con la uña. En este momento la planta se encuentra en estado pastoso a duro con 30% de MS.

2.7 Producción y calidad nutricional del maíz.

2.7.1 Densidad de plantas.

La densidad de plantación es uno de los factores más importantes para lograr rendimientos máximos en maíz, ya que esta influye en la eficiencia de utilización y aprovechamiento de los factores ambientales de desarrollo y crecimiento de las plantas. La densidad adecuada para ensilaje es de 90.000 plantas/ha aproximadamente, siendo necesario incrementar en 10 a 15% la dosis a la siembra, de modo de obtener la población final deseada y evitar pérdidas de plantas (Soto, 1988; Balocchi y Lopez, 1993).

Según Paratori (1995), señala 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.

2.7.2 Precocidad.

Gebahuer (1968), Cross y Zuber (1973) y Gonzalez y Rivera (1978), coinciden en que la precocidad se estima desde la siembra hasta el espigado o emisión de estigmas.

Actualmente, los híbridos producidos poseen sus propias características y capacidad de adaptación, algunos maduran a los 120 días y otros requieren más de 170 días para poder ser cosechados. La ventaja de la precocidad radica en que permite una zona de adaptación más amplia, un retraso en la siembra o una cosecha más temprana, que posibilita un ahorro de tiempo, evita condiciones ambientales desfavorables y disminuye las pérdidas debido a plagas y enfermedades (Gomez, 1970, Cerda, 1984, Paratori y Villegas, 1987).

Los híbridos de maíz se agrupan en grupos 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 sólo es posible utilizar híbridos con un índice FAO de hasta aproximadamente 300 (F.A.O, 1984; Klein, 1988).

Frölich (1986) y Balocchi y Lopez (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 ensilarlo.

2.7.3 Altura de plantas.

Moll y Kamprath (1977), indican que la altura de plantas es el mejor indicador de la precocidad de distintos híbridos, esperándose una relación directa con esta. Sin embargo, Cerda (1984) y Sáez (1989), al relacionar altura de las plantas con la precocidad en distintos tratamientos, no observaron una relación directa entre ellos, ya que algunos tratamientos de menor periodo vegetativo presentaron plantas de mayor altura que otros de mayor periodo vegetativo o menor precocidad.

Balko y Rusell (1980) y Kagho y Gardner (1988), observaron que al aumentar la dosis de nitrógeno con diferentes aplicaciones se producía un incremento, tanto en la altura de la planta como en la altura de inserción de la mazorca, por otra parte, señalan que la altura de plantas aumenta a un máximo y luego disminuye con el aumento sucesivo de la densidad poblacional. En varios ensayos encontraron que la mayor altura se logra con las densidades de 8 a 9 plantas por m².

2.7.4 Rendimiento.

El rendimiento de maíz, junto con la adaptación y calidad, han constituido uno de los objetivos permanentes del mejoramiento. Frecuentemente se seleccionan líneas adaptadas según rendimientos exhibidos bajo diversas condiciones ambientales (Poehlman, 1969; Luchsinger, 1975; Oyervides et al, 1981).

El potencial de rendimiento varía en relación directa del 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).

Para Basso (1984), Cuevas (1988) y Ruiz (1988), el rendimiento final, es el resultado de prácticas de manejo eficientes en relación a la elección del híbrido, siembra adecuada, densidad correcta, fertilización, control oportuno de plagas y enfermedades y la determinación del momento óptimo de cosecha.

2.7.5 Rendimiento de materia verde.

Águila *et al* (1971) y Langenbach (1983), indican que el rendimiento de MV aumenta cuando el híbrido desarrolla una mayor altura y posee un periodo vegetativo más largo. Sin embargo, Sáez (1989), no encontró una relación clara entre precocidad y rendimiento de MV. Según Frölich (1986), esto puede ser efecto de variaciones climáticas entre una temporada y otra, lo cual incide más sobre el rendimiento de MV que en el rendimiento de MS.

Debido a estas razones es que Lorca (1983) y Páez (1981), recomiendan para la zona sur el uso de híbridos precoces, ya que también interesa que el rendimiento del grano sea el mayor.

2.7.6 Rendimiento de materia seca.

En una producción de maíz para ensilaje se deben compatibilizar, por una parte, la cantidad de forraje producido y contenido de MS. Klein (1988), indica que aproximadamente seis a ocho semanas después de la floración, el maíz alcanza su máximo rendimiento de MS por hectárea, aportando las mazorcas un 60% de la MS total. Con respecto a las hojas y tallos, representan aproximadamente un 35% del rendimiento total de MS.

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

2.7.7 Energía metabolizable.

El maíz en cualquiera de sus formas de utilización, es un forraje que aporta, principalmente, energía altamente digestible al ganado. El alto contenido de hidratos de carbono no estructurales hace que el maíz posea una alta digestibilidad y valor energético en relación a otros cultivos forrajeros (Buting *et al*, 1978; Soto *et al*, 1981).

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

Andrieu *et al* (1970), afirma que para un determinado híbrido de maíz, el valor energético tiende a permanecer constante desde el estado de grano lechoso a graneó vítreo, debido al aumento proporcional del peso de mazorcas respecto al resto de la planta, concentrándose en ellas una gran cantidad de almidón. Por otra parte, Soberalske y Andrew (1978), agregan que el nivel de carbohidratos en el endosperma está influenciado por la madurez y el genotipo.

2.7.8 Proteína.

La proteína del maíz no es equilibrada en cuanto al contenido de aminoácidos requeridos por el ganado, presentando una deficiencia en lisina y triptófano. Además, los contenidos de proteína total no logran satisfacer las necesidades de una ración balanceada (Aldrich y Leng, 1974; Ojeda, 1977).

El maíz es deficitario en proteína, variando por lo general entre un 8 a 10%, debiendo suplementar este nutriente a través de henos de buena calidad o adecuados

niveles de concentrados proteicos, sin embargo, al ser éstos de alto costo, su uso debe ser evaluado para cada sistema productivo (Klein, 1988)

Ojeda (1977), Buting *et al* (1978) y Frölich, (1985), sostienen que a medida que avanza la madurez de la planta, el contenido de proteína cruda disminuye hasta estabilizarse alrededor del 8%.

2.8 Relación entre kilogramos de materia seca con litros de leche.

Se ha postulado que animales con diferente productividad en leche tendrían diferentes requerimientos de consumo de MS, el que se expresaría a través de cambios en su comportamiento alimenticio (Pulido *et al.*, 1997).

El consumo de alimento aumenta cuando la demanda de energía es mayor. En vacas lactantes, donde la demanda de nutrientes es alta, la rápida remoción de metabolitos de la sangre reduce la estimulación de los quimiorreceptores, aumentando el consumo voluntario (Forbes, 1995).

Según Arias (1998), la calidad del ensilaje de maíz dependerá, entre otros factores de la variedad o híbrido de la planta a ensilar y de su estado de madurez. Este efecto ha sido estudiado por décadas, observándose diferencias significativas en la producción de leche (Roth, 1993).

El maíz posee características que permiten obtener ventajas económicas en la producción de ensilaje. Posee la capacidad de producir grandes rendimientos y la MS es de alta digestibilidad (Johnson, 1991; Elizondo y Boschini, 2003). Además se puede afirmar que hay algunos híbridos que presentan mejor rendimiento de leche y carne que otros (Jahn y Bermedo, 2003).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del ensayo.

El ensayo se realizó durante la temporada 2008-2009 en el Predio Arquenco ubicado en General López a 35 Km de Temuco, a 38°50` LS y el meridiano 72°41` LO, a una altura de 200 m.s.n.m.

3.2 Duración del ensayo

La etapa experimental del ensayo de híbridos de maíz tuvo una duración de 149 días extendiéndose desde la siembra (27 de octubre del 2008), hasta la cosecha (25 de marzo del 2009).

3.3 Suelo

El suelo corresponde a la serie Temuco, clase II a III de capacidad de uso potencial. Son Andisoles, desarrollados a partir de cenizas volcánicas modernas, presentan una topografía plana dentro de la depresión intermedia, delgados o moderadamente profundos, drenaje bueno a imperfecto en áreas deprimidas, textura media y coloración pardo a pardo amarillento (Mella y Kühne, 1985).

Cuadro 1. Composición química del suelo del sitio de ensayo. Temporada 2008/09. General López, Región de La Araucanía.

Parámetros	Unidad	Contenido
P	ppm	27
K	ppm	188
pH		5,22
MO	%	18
K	meq/100g	0,48
Na	meq/100g	0,04
Ca	meq/100g	7,54
Mg	meq/100g	2,02
Al	meq/100g	0,07
Suma bases	meq/100g	10,08
CICE	meq/100g	10,15
Sat. Al	%	0,69

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico de Suelos y Plantas. Instituto de Agroindustria, Universidad de La Frontera.

3.4 Clima

La zona del ensayo se encuentra inserta en el área de Clima Mediterráneo Frio. La temperatura media anual alcanza los 10°C, con una máxima media de 21,5°C y una mínima de 2,3°C. Presenta un periodo libre de heladas de diciembre a febrero, La suma anual de temperaturas base 5°C es de 1.824 grados-día. Las horas de frio, desde enero a diciembre, llegan a 2.346. La precipitación anual alcanza los 1.394 mm y la evaporación de bandeja llega a 921 mm anuales. La estación seca corresponde sólo al mes de febrero (Novoa y Villaseca, 1989).

Cuadro 2. Condiciones climáticas durante el periodo del ensayo. Temporada 2008/09. General López, Región de La Araucanía.

Mes	Precipitación. (mm)	Temperatura Máx.(C°)	Temperatura Mín.(C°)	Temperatura Media.(C°)
Octubre	1,40	19,70	5,00	11,70
Noviembre	43,20	21,65	7,51	14,01
Diciembre	27,40	25,03	9,11	16,52
Enero	16,80	26,59	6,46	16,52
Febrero	35,50	25,21	7,37	15,90
Marzo	4,00	25,36	6,72	15,25

Fuente: INIA Centro Regional Carillanca.

3.5 Manejo del ensayo

3.5.1 Siembra

Los híbridos de maíz se sembraron manualmente el día 27 de octubre del 2008. Posteriormente se marcaron los surcos y fue incorporada la mezcla del fertilizante. Las semillas se depositaron a una distancia de plantación de 12,5 cm sobre la hilera y 75 cm entre hileras midiéndose con una regla graduada. De esta manera se estableció una densidad poblacional de 106.607 plantas/ha⁻¹ en forma manual.

3.5.2 Tratamientos

Los híbridos que conforman los tratamientos se mencionan en el Cuadro 3, considerándose como testigo el híbrido Pioneer 39G12.

Cuadro 3. Híbridos de maíz para ensilaje evaluados. Temporada 2008/09. General López, Región de La Araucanía.

HIBRIDOS	Empresa	Clasificación FAO
Pioneer 39G12	Pioneer	240
X7W024	Pioneer	
Tango	Winter Seed	220
Sensation	Winter Seed	220
Torrente	Winter Seed	240
Subito	Winter Seed	270
Sunaro	Winter Seed	220
LG 3220	Winter Seed	220
LG 3277	Winter Seed	270
LG 3303	Winter Seed	300
Andor	Cis	260
Anjou 256	Cis	260
Ansyl	Cis	270
Absolut	Cis	270
Secura	Cis	270
Anjou 287	Cis	280
4213	Cis	300
Cyrano	Semameris	350
Tormento	Semameris	260
Killian	Semameris	200
Toronto	Semameris	240
Trauco	Semameris	250
Isora	Semameris	200

3.5.3 Fertilización

La fertilización se realizó a la siembra con 700 kg de mezcla con 6% de N, 23% de P, 20% de K, 5% de Mg, 6% de S, 4% de Ca, 0,2% de B. Después se realizó una fertilización post siembra que consistió en la aplicación de 250 Kg/ha de Urea el día 14 de Noviembre del 2008, posterior a esto se fertilizó nuevamente con 250 Kg/ha de Urea y 400 Kg/ha de Sulpomag el día 05 de diciembre del 2008.

3.5.4 Control de malezas

El control de malezas de presiembra, se realizo con 1,5 L. de Atrazina/ha mas 1,5 L. de Frontier/ha (Atrazina 90 WG) ingrediente activo Triazina mas Dimetenamida.

El control de malezas postemergencia de especies de hoja ancha se realizó mediante la aplicación de 150 g/ha de Arrat, ingrediente activo Tritosulfuron mas Dicamba.

3.5.5 Control de Insectos

Para controlar los insectos del suelo, se aplicó a la semilla Punto 70 DS 0,0016 g/semilla a todos los híbridos que no venían con el insecticida aplicado de la empresa, los demás venían con Poncho 600 FS 0,8 cc/1000 semillas y Gaucho 600 FS 0,0016 g/semilla.

3.5.6 Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual el día 25 de Marzo del 2009, 149 días postsiembra.

3.6 Diseño experimental

En el ensayo se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar, con 23 tratamientos y 4 repeticiones. La unidad experimental correspondió a una parcela de 4 hileras de 8 metros de largo, separada a 0,75 metros. Para las evaluaciones se tomaron las dos hileras centrales de cada parcela; los híbridos fueron evaluados entre si y con respecto al testigo Pioneer 39G12.

3.7 Evaluaciones

3.7.1 Altura de Planta

La altura de planta se midió al momento de la cosecha. Se eligieron seis plantas de las hileras centrales al azar de cada parcela y la medición se extendió desde el suelo al ápice de la panoja.

3.7.2 Estado de verdor (Stay-Green)

Se realizó una observación visual del estado de verdor de los híbridos mediante una escala de calificación de 0 a 10, en que 0 correspondió a los híbridos cuyas hojas presentaron coloración amarilla y aspecto seco, mientras que la calificación 10 correspondió a plantas totalmente verdes y vigorosas. Con la calificación asignada, se realizó una clasificación de estado verde, ordenados de mayor a menor intensidad de color.

3.7.3 Clorofilómetro

Se realizaron mediciones con un clorofilómetro (MINOLTA SPAD-502), en diferentes estadios del cultivo. Estas se obtuvieron por experimental, sobre la última hoja expandida, en la parte central de la lámina.

3.7.4 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 estuviera totalmente desarrollada y madura.

3.7.5 Producción de materia verde

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 MV por hectárea.

3.7.6 Contenido y producción de materia seca de planta entera y mazorca.

Para determinar el contenido de MS en planta entera y mazorca, se tomaron al azar, tres plantas enteras y tres mazorcas por parcela, sin pistilos ni chalas. En ambos casos, los materiales fueron picados individualmente en una picadora de forraje portátil, obteniéndose un material similar al ensilado.

El material picado se homogeneizó y, para cada caso se extrajo una submuestra, la que fue ingresada a un horno de ventilación forzada, a 65°C, hasta peso constante. Luego el contenido de materia seca de planta entera y mazorca, se calculó por diferencia de peso. A continuación, con los valores de producción de MV y los porcentajes de MS, se calculó la producción de MS total de planta entera y de mazorcas por hectárea.

3.7.7 Precocidad

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

3.7.8 Aporte de las mazorcas

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

3.7.9 Análisis químico.

Los valores de composición química de forraje se obtuvieron de las submuestras a las cuales se le determinó: contenido de MS, 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 donde se determinó la energía metabolizable y proteína cruda.

3.7.9.1 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)

3.7.9.2 Energía metabolizable.

Se determina 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).

3.7.10 Producción de proteína y energía por hectárea

Con los valores obtenidos de proteína cruda, energía metabolizable y producción de MS, se determinó la producción de proteína y energía metabolizable por hectárea.

3.8 Análisis estadístico

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza. Los resultados que presentaron diferencia significativa ($P \leq 0,05$) 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.

4. PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

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

La población de las plantas evaluadas a la cosecha (149 días) fluctuó entre 106.667 a 105.833 plantas ha⁻¹. EL análisis de varianza realizado al número de plantas ha⁻¹ arrojó que no existen diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) al comparar los híbridos evaluados. La población de plantas tuvo un promedio de 106.304 plantas ha⁻¹ (Cuadro 4).

El promedio de altura de plantas al momento de la cosecha fue de 297,1 cm reflejando un excelente desarrollo de los híbridos. Estos resultados son superiores a los reportados en estudios anteriores (Torres, 2007; Cardenas, 2009). El testigo Pioneer 39G12 presentó una altura de 316,6 cm, siendo superado estadísticamente sólo por el híbrido Cyrano, que presentó una altura a la cosecha de 345,3 cm. El híbrido que registró una altura de planta a la cosecha menor estadísticamente fue Ansyl con 279,1 cm. (Cuadro 4).

Por otra parte, al contrario de lo que observaron Luchsinger y Figueroa (1976), en esta evaluación no existió una relación directa entre altura de plantas y precocidad dado que los híbridos de menor periodo vegetativo no siempre fueron los híbridos de menor altura. Estos resultados concuerdan con los sostenidos por Silva (1999) y Sobarzo (2000).

En relación a la altura de inserción de la mazorca a la cosecha, en el Cuadro 4 se puede observar que el promedio de inserción se ubicó en los 126,4 cm. El testigo Pioneer 39G12 registró una altura de inserción de mazorca superior a la media con 156 cm. No siendo superado estadísticamente ($P \leq 0,05$) por ningún híbrido.

Cuadro 4. Población (plantas ha⁻¹), altura de plantas (cm), altura de inserción de la mazorca (cm) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.

Híbrido	Población (plantas ha⁻¹)	Altura de plantas (cm)	Altura inserción mazorca (cm)
Pioneer 39G12	106.667 a	316,6 bc	156,0 abc
X7W024	105.833 a	309,0 bcde	142,3 abcd
Tango	105.833 a	299,3 bcdef	104,8 f
Sensation	105.833 a	291,3 cdef	127,4 cdef
Torrente	106.667 a	283,2 ef	117,5 def
Subito	105.833 a	323,5 ab	163,5 a
Sunaro	105.833 a	284,6 def	132,3 bcdef
LG 3220	105.833 a	279,8 f	110,4 ef
LG 3277	105.833 a	291,4 cdef	117,6 def
LG 3303	106.667 a	289,5 def	112,8 def
Andor	106.667 a	302,5 bcdef	129,5 bcdef
Anjou 256	106.667 a	294,1 cdef	116,6 def
Ansyl	106.667 a	279,1 f	103,6 f
Absolut	105.833 a	281,4 f	104,0 f
Secura	106.667 a	300,8 bcdef	127,6 cdef
Anjou 287	106.667 a	305,4 bcdef	132,1 bcdef
Línea 4213	106.667 a	310,4 bcd	118,5 def
Cyrano	106.667 a	345,3 a	159,3 ab
Tormento	105.833 a	284,4 def	128,6 cdef
Kilian	106.667 a	295,9 cdef	117,3 def
Toronto	106.667 a	296,4 cdef	139,4 abcde
Trauco	106.667 a	285,3 def	129,4 bcdef
Isora	105.833 a	284,3 def	115,9 def
Promedio	106.304	297,1	126,4

Cifras con diferentes letras en sentido vertical, indican diferencias estadísticas significativas, según prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

4.2 Producción de materia verde y de materia seca planta entera de los híbridos a la cosecha.

El promedio de toneladas de MV de los híbridos a la cosecha fue de 81,58 ton MV ha⁻¹ (Cuadro 5). El testigo Pioneer 39G12 registró una producción de 93 ton MV ha⁻¹, siendo mayor a la media y no siendo superado estadísticamente ($P \leq 0,05$) por ningún otro híbrido. El híbrido Sunaro fue el que registró la menor producción en

toneladas de MV ha⁻¹ a la cosecha, siendo este el que más se aleja estadísticamente del testigo Pioneer 39G12.

El híbrido Cyrano ubicado en uno de los primeros lugares de rendimiento de MV, logro además, una de las mayores alturas de plantas e inserción de mazorca, existiendo una relación directa entre rendimiento de MV y altura de plantas. Esto coincide con lo señalado por Aguila *et al* (1971) y Langenbach (1983).

Cuadro 5. Rendimiento (ton mv ha⁻¹) planta entera, rendimiento (ton ms ha⁻¹), planta entera y mazorca de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Temporada 2008/09. General López, Región de La Araucanía.

Híbridos	Planta entera		Planta entera		Mazorca	
	ton MV ha ⁻¹		ton MS ha ⁻¹		ton MS ha ⁻¹	
P-39G12	93	abc	33,5	a	17,7	a
X7W024	84,75	cde	29,5	abcdef	17	ab
Tango	75,76	defg	26,1	defghi	15,2	abcdef
Sensation	81,17	cde	29,7	abcde	16,2	abc
Torrente	72,88	efg	24,7	ghi	13	defg
Subito	88,95	bcd	30,5	abcd	15,6	abcdef
Sunaro	65,13	g	23	i	13,2	cdefg
LG3220	76,45	defg	28,3	bcdefg	15,3	abcdef
LG 3277	84,11	cde	28,2	bcdefgh	14,1	bcdefg
LG 3303	77,35	defg	24,2	ghi	11,7	fg
Andor	79,08	def	26,7	bcdefghi	14,7	abcdef
Anjou 256	74,52	efg	23,9	hi	13,3	cdefg
Ansyl	80,17	cdef	26	efghi	13,4	cdefg
Absolut	89,16	bcd	31	abc	16,8	ab
Secura	83,58	cde	26,8	bcdefghi	13,5	cdefg
Anjou 287	83,4	cde	27,2	bcdefghi	12,9	efg
Línea 4213	104,83	a	31,1	ab	16,1	abcd
Cyrano	101,2	ab	25,1	fghi	11,4	g
Tormento	82,15	cde	26,5	defghi	13,4	cdefg
Kilian	66,91	fg	24,3	ghi	12,8	efg
Toronto	81,08	cde	26,6	cdefghi	14,1	efg
Trauco	74,37	efg	25,6	efghi	12,9	defg
Isora	76,34	defg	25	ghi	12,5	efg
Promedio	81,58		27,1		14,2	

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

Para la producción de MS se obtuvo un promedio a la cosecha de 27,1 ton MS ha⁻¹ (Cuadro 5). El testigo Pioneer 39G12 alcanzó una producción de 33,5 ton MS ha⁻¹, obteniendo la mayor producción de ton MS ha⁻¹ estadísticamente junto a los híbridos, Línea 4213 con 31,1 ton MS ha⁻¹, Absolut con 31 ton MS ha⁻¹, Subito con 30,5 ton MS ha⁻¹, Sensation con 29,7 ton MS ha⁻¹ y X7W024 con 29,5 ton MS ha⁻¹, y. En cambio el híbrido que presentó mayor diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$) con el testigo fue Sunaro con 23 ton MS ha⁻¹.

El promedio de producción de Mazorca fue de 14,2 ton MS ha⁻¹. El testigo Pioneer 39G12 registró una producción de 17,7 ton MS ha⁻¹, siendo la más alta entre los híbridos estudiados (Cuadro 5). El testigo Pioneer 39G12 tuvo la mayor diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0,05$) con los híbridos, Isora con 12,5 ton MS ha⁻¹, LG3303 con 12,4 ton MS ha⁻¹, y Cyrano con 11,4 ton MS ha⁻¹. El rendimiento promedio de este parámetro fue superior a los obtenidos en estudios anteriores realizados por Herrera (1995) y Sobrazo (2000)

4.3 Contenido de MS planta entera y de mazorca de los híbridos a la cosecha.

El contenido de MS de la planta entera, aumenta con el avance de la madurez a una tasa diferente para cada híbrido. Se observó mayor incremento de MS en híbridos precoces, respecto a híbridos del tipo tardío. En el Cuadro 6, se presentan los resultados obtenidos por el contenido de MS en planta entera y mazorca, expresado en porcentajes.

El promedio registrado en esta evaluación es de 33,4% de MS para planta entera. El testigo Pioneer 39G12 presentó un valor de 36% MS siendo superior al promedio de los híbridos evaluados. Por otra parte los híbridos, Línea 4213 y Cyrano fueron los que presentaron el menor contenido de MS con 29,7% y 24,8% respectivamente, presentando diferencias significativas con respecto al testigo.

Cuadro 6. Contenido de materia seca planta entera y de mazorca a la cosecha, de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Temporada 2008/09. General López, Región de La Araucanía.

Híbridos	Planta entera %		Mazorca %	
P-39G12	36	abc	57,6	abc
X7W024	34,8	abcd	58,6	ab
Tango	34,4	abcd	57	abc
Sensation	36,6	ab	59,6	a
Torrente	33,9	abcde	58,6	ab
Subito	34,3	abcd	53	cdefg
Sunaro	35,3	abcd	55,5	abcdef
LG3220	37	a	57,9	abc
LG 3277	33,5	abcde	54,8	abcdef
LG 3303	31,3	de	53	cdefg
Andor	33,7	abcde	54,1	bcdef
Anjou 256	32	cde	55,7	abcde
Ansyl	32,4	bcde	54,5	bcdef
Absolut	34,8	abcd	53,4	cdefg
Secura	32	cde	56	abcd
Anjou 287	32,6	abcde	55,3	abcdef
Línea 4213	29,7	e	48,4	g
Cyrano	24,8	f	48,2	g
Tormento	32,2	bcde	51,1	defg
Kilian	36,3	abc	57,5	abc
Toronto	32,8	abcde	56,2	abc
Trauco	34,4	abcd	50,8	fg
Isora	32,7	abcde	50,9	efg
Promedio	33,4		54,7	

Cifras con diferentes letras en sentido vertical, indican diferencias estadísticas significativas, según prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

El promedio registrado en esta evaluación para el porcentaje de MS en mazorca fue de 54,7% MS. El testigo Pioneer 39G12 presentó un 57,6 % MS. No se encontraron diferencias significativamente mayores al testigo, aunque si fue superado porcentualmente por los híbridos, LG3220 con 57,9% MS, X7W024 con 58,6% MS Torrente con 58,6% MS, y Sensation con 59,6% MS, siendo este el con mayor porcentaje de MS.

Demagnet (1988), Soto *et al.* (1990) y Balocchi y López (1993), recomiendan como rango óptimo de cosecha entre un 28% a un 32% de MS 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 MS y permite una alta respuesta en producto animal. (Caldwell y Perry, 1971 y Demanet, 1988). Según este rango, cuatro de los veintitrés híbridos evaluados lograron un contenido de MS adecuado a la cosecha para confeccionar un buen ensilaje. 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 MS. En este caso Cyrano con 24,8% de MS, es el único híbrido que no sería apto de ensilar.

4.4 Precocidad

Se elaboró un ranking de precocidad basado en el porcentaje de MS de la mazorca a la cosecha presentada por los híbridos (Cuadro 7). De acuerdo a los resultados obtenidos los híbridos más precoces fueron Sensation y Torrente obteniendo los más altos contenidos de MS de la mazorca con 59,63% y 58,62% respectivamente, constituyéndose según esta condición como los híbridos más precoces.

Estos resultados de precocidad fueron obtenidos en un periodo de 149 días siembra-cosecha, superior a lo reportado por Herrera (1995), de 130 días situación que explica en gran parte el mayor contenido y acumulación de MS alcanzado por los híbridos. Herrera (1995) obtuvo que el híbrido más precoz de su investigación fue 3954 logrando un 51,01% MS, muy inferior a los resultados obtenidos en esta investigación.

Cuadro 7. Ranking de precocidad, basado en el contenido de materia seca de la mazorca, de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Temporada 2008/09. General López, Región de La Araucanía.

Híbridos	% M.S. Cosecha	Ranking de Precocidad
Sensation	59,63	1
Torrente	58,62	2
X7W024	58,58	3
LG3220	57,88	4
P39G12	57,64	5
Kilian	57,52	6
Tango	56,97	7
Toronto	56,18	8
Secura	55,95	9
Anjou256	55,70	10
Sunaro	55,53	11
Anjou287	55,30	12
LG3277	54,83	13
Ansyl	54,45	14
Andor	54,08	15
Absolut	53,44	16
Subito	53,02	17
LG3303	53,02	18
Tormento	51,07	19
Isora	50,88	20
Trauco	50,75	21
Línea4213	48,38	22
Cyrano	48,22	23

4.5 Aporte de mazorca a materia seca total

En relación al aporte de mazorcas a la MS total, se observa que existen diferencias significativas entre los híbridos (Cuadro 8). El porcentaje de contribución de las mazorcas al rendimiento de MS fluctuó entre 58,41% a 45,17% correspondiendo estos valores a los híbridos Tango y Cyrano respectivamente. De los veintitrés híbridos en estudio sólo 11 de ellos superaron el promedio para este ensayo de 52,52%, por su parte Pioneer 39G12 alcanzó un valor muy cercano al promedio de 53,00%.

Cuadro 8. Aporte de mazorcas (%) a la materia seca total de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje Temporada 2008/09. General López, Región de La Araucanía.

Híbridos	Aporte de Mazorca %	
P-39G12	53,00	bcd
X7W024	57,66	ab
Tango	58,41	a
Sensation	54,72	abcd
Torrente	52,50	bcde
Subito	51,13	cde
Sunaro	57,34	ab
LG3220	54,20	abcd
LG 3277	49,98	def
LG 3303	51,02	cde
Andor	54,94	abcd
Anjou 256	55,63	abc
Ansyl	51,71	cde
Absolut	54,22	abcd
Secura	50,52	cdef
Anjou 287	47,36	ef
Línea 4213	51,67	cde
Cyrano	45,17	f
Tormento	50,59	cde
Kilian	52,65	bcde
Toronto	52,83	bcd
Trauco	50,46	cdef
Isora	50,17	def
Promedio	52,52	

Cifras con diferentes letras en sentido vertical, indican diferencias estadísticas significativas, según prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

4.6 Producción de Energía Metabolizable.

La producción de energía metabolizable por hectárea (Cuadro 9), se observan diferencias significativas ($P \leq 0,05$) tanto para la planta entera como mazorca. En planta entera se logró un promedio de $77,05 \text{ Mcal ha}^{-1}$, con un valor máximo de $98,79 \text{ Mcal ha}^{-1}$ aportado por el testigo Pioneer 39G12 y un valor mínimo de $64,34 \text{ Mcal ha}^{-1}$, alcanzado por Tormento.

De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos concluir que la producción de energía metabolizable por hectárea, tal como lo indica Ruiz (1991), depende no sólo del contenido de energía logrado por el híbrido, sino que además, está influenciado por el rendimiento de MS obtenido. Estos dos parámetros determinan finalmente la producción energética del cultivo.

Cuadro 9. Producción de energía metabolizable (Mcal/ha x 1000) en planta entera y mazorca de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Temporada 2008/09. General López, Región de La Araucanía.

Híbridos	EM Planta entera		EM Mazorca	
	Mcal ha ⁻¹		Mcal ha ⁻¹	
P-39G12	98,79	a	61,06	a
X7W024	84,98	abcd	58,86	abc
Tango	73,72	bcde	54,01	abcdef
Sensation	84,60	abcd	57,02	abcd
Torrente	73,78	bcde	45,60	defg
Subito	91,63	abc	54,35	abcdef
Sunaro	71,68	cde	46,11	cdefg
LG3220	84,69	abcd	53,89	abcdef
LG 3277	76,67	bcde	48,18	bcdefg
LG 3303	69,55	de	42,53	fg
Andor	73,92	bcde	50,73	abcdefg
Anjou 256	65,63	de	46,60	bcdefg
Ansyl	74,53	bcde	46,72	bcdefg
Absolut	92,12	ab	59,20	ab
Secura	77,32	bcde	47,17	bcdefg
Anjou 287	72,13	bcde	44,08	efg
Línea 4213	77,39	bcde	55,89	abcde
Cyrano	71,13	de	38,94	g
Tormento	64,34	e	47,02	bcdefg
Kilian	71,02	de	44,95	defg
Toronto	75,80	bcde	49,04	abcdefg
Trauco	73,12	bcde	45,29	defg
Isora	73,67	bcde	42,97	fg
Promedio	77,05		49,57	

Cifras con diferentes letras en sentido vertical, indican diferencias estadísticas significativas, según prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

La producción de energía metabolizable de las mazorcas registró variaciones entre 61,06 Mcal ha⁻¹ para el híbrido Pioneer 39G12 que es el testigo de la investigación y 38,94 Mcal ha⁻¹ para Cyrano, logrando un promedio de 49,57 Mcal ha⁻¹.

4.7 Producción de Proteína.

La producción de proteína cruda en planta entera y mazorca, expresada en toneladas de proteína por hectárea, se presentan en el Cuadro 10, observándose diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) entre los híbridos tanto en planta entera como para mazorca. Para planta entera destaca el híbrido Subito que alcanzó el mayor valor en producción de proteína, con 2,23 ton ha⁻¹, siendo once híbridos superiores al promedio de 1,83 ton ha⁻¹. La menor producción la registró el híbrido LG3303 con 1,52 ton ha⁻¹. El testigo Pioneer 39G12 registró un rendimiento superior al promedio con 1,99 Ton ha⁻¹.

La producción de proteína en mazorca fue en promedio 1,13 ton ha⁻¹, donde Línea 4213 destaca en la producción, mostrando diferencias significativas ($P \leq 0,05$), con una producción de 1,57 ton ha⁻¹. Siguiéndole el híbrido Toronto con 1,34 ton ha⁻¹ y Sensation con 1,33 ton ha⁻¹. De estos híbridos once superaron el promedio del ensayo. Las menores producciones fueron obtenidas por los híbridos Cyrano y LG3303 con valores de 0,86 ton ha⁻¹ y 0,78 ton ha⁻¹ respectivamente. Los datos obtenidos son superiores a los reportados por Herrera (1995), en cierto grado por los contenidos de proteína, pero esencialmente por el rendimiento de MS logrado en este ensayo.

Cuadro 10. Producción de proteína (Ton/ha) en planta entera y mazorca de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Temporada 2008/09. General López, Región de La Araucanía.

Híbridos	Proteína Planta entera		Proteína Mazorca	
P-39G12	1,99	abc	1,21	bcde
X7W024	1,86	abc	1,23	bcd
Tango	1,60	c	1,10	bcdef
Sensation	2,12	ab	1,33	ab
Torrente	1,91	abc	1,06	bcdefg
Subito	2,23	a	1,24	bcd
Sunaro	1,73	bc	1,04	bcdefg
LG3220	1,99	abc	1,29	abc
LG 3277	1,80	abc	1,20	bcde
LG 3303	1,52	c	0,78	g
Andor	1,61	c	1,07	bcdefg
Anjou 256	1,69	bc	0,98	defg
Ansyl	1,79	abc	1,05	bcdefg
Absolut	1,87	abc	1,21	bcde
Secura	2,12	ab	1,18	bcde
Anjou 287	1,91	abc	1,14	bcdef
Línea 4213	1,91	abc	1,57	a
Cyrano	1,62	c	0,86	fg
Tormento	1,63	bc	0,93	efg
Kilian	1,76	abc	1,12	bcdef
Toronto	1,77	abc	1,34	ab
Trauco	1,87	abc	1,02	cdefg
Isora	1,79	abc	0,96	defg
Promedio	1,83		1,13	

Cifras con diferentes letras en sentido vertical, indican diferencias estadísticas significativas, según prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

5. CONCLUSIONES

- De los veintitrés híbridos de maíz en estudio presentaron diferencias significativas en el rendimiento y calidad nutricional.
- La producción de proteína cruda en planta entera registro un promedio de 1,83 ton ha⁻¹ y en mazorca 1,13 ton ha⁻¹. La mayor producción fue obtenida por Subito en planta entera y por Línea 4213 en mazorca. En relación al rendimiento de energía metabolizable el testigo Pioneer 39G12 fue superior al resto de los híbridos evaluados.
- Subito y Absolut fueron los híbridos que presentaron un comportamiento productivo y de calidad más cercanos al testigo y por lo tanto pueden ser una alternativa para remplazar al híbrido Pioneer 39G12, en la Región de La Araucanía.

6. RESUMEN

Durante la temporada 2008/09 se realizó un ensayo en la zona de riego del Llano Central de la Región de la Araucanía, con el objeto de evaluar el comportamiento productivo y nutricional de veintitrés híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para ensilaje. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones, se evaluó población de plantas, precocidad, altura de plantas e inserción de la mazorca, rendimiento de materia verde, contenido y rendimiento de materia seca en planta entera y mazorca, aporte de mazorca, componentes de rendimiento, producción de energía metabolizable y proteína en planta entera y mazorca. Los híbridos fueron cosechados a los 149 días post-siembra, presentando diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de los parámetros evaluados.

La población promedio del ensayo fue 106.304 plantas ha⁻¹ y no se presentaron diferencias entre los tratamientos. La producción de materia seca promedio de la planta entera fue 27,1 t MS ha⁻¹, Pioneer 39G12 obtuvo el mayor rendimiento: 33,5 t MS ha⁻¹, pero fue similar estadísticamente a Línea 4213, Absolut, Subito, Sensation y X7W024. La producción promedio de mazorca fue 14,2 t MS ha⁻¹, el testigo fue superior a los demás con 17,7 t MS ha⁻¹. La producción de proteína cruda promedio fue 1,83 t ha⁻¹ en planta entera y 1,13 t ha⁻¹ en mazorca, donde Subito fue significativamente mayor en planta entera y Línea 4213 en mazorca. La producción de energía metabolizable promedio fue 77,05 Mcal ha⁻¹ en planta entera y 49,57 Mcal ha⁻¹ en mazorca, donde el testigo fue significativamente superior en ambos parámetros. Las opciones al híbrido Pioneer 39G12, son Subito y Absolut dado su nivel de rendimiento y calidad.

7. SUMMARY

During the 2008/09 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 behaviour of 23 corn (*Zea mays* L.) hybrids for silage. The experimental was in complete random block design with three repetitions, 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, yield of components, yield of metabolizable energy and protein on the whole plant and eard. The hybrids were harvested at 149 days after sowing, statistical differences in each in most of the parameters.

The middle population of the season was 106.304 plants ha⁻¹ and not present differences between treatments. The production of dry matter middle on the whole plant was 27,1 t DM ha⁻¹, Pioneer 39G12 obtains the greatest yield 33,5 t DM ha⁻¹, but was similar to Line 4213, Absolut, Subito, Sensation and X7W024. The production middle of ear was 14,2 t DM ha⁻¹, the witness was superior to the other with 17.7 t DM ha⁻¹. The production of middle crude protein was 1,83 t ha⁻¹ in whole plant and 1,13 t ha⁻¹ in ear, were Subito was significantly superior in whole plant and Line 4213 on the ear. The production of middle metabolizable energy was 77,05 Mcal ha⁻¹ in whole plant and 49,57 Mcal ha⁻¹ in ear, where the control was significantly higher in both parameters. The options to Pioneer hybrid 39G12, Subito and Absolut are given their level of yield and quality.

8. LITERATURA CITADA

Aguila, A; Violic, A; Gebahuer, J. 1971. Efectos de población y distancia de siembra entre hileras sobre el rendimiento y otras características de dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.). Agricultura Técnica (Chile). 31 (4) : 198-203.

Aguila, H. 1982. Pastos y empastadas. 5ª Edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 314p.

Alvarado, E. 1982. Valoración y uso del ensilaje de maíz en la alimentación invernal de vaquillas. Tesis Lic. Agr. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 48 p.

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; Hoden, A; Journet, M; Malterre, C. 1970. Le maïs fourrage. Le document technique de la S.C.P.A N°5. Paris, France. 24 p.

Arias Carrasquillo, F. 1998. Características fermentativas y estabilidad aeróbica de dos variedades de maíz tropical y hierba guinea ensilada a diferentes estados de madurez. MS Tesis. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico 77pp.

Balko, L. y Rusell, 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.

Basso, P. 1984. Evaluación de maíces para consumo fresco en Valdivia. Tesis Lic. Agr. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 99 p.

Becerra, L. 1982. Ensilaje de maíz: un excelente recurso forrajero para el ganado lechero. Investigación y Progreso Agrícola. Estación Experimental Quilamapu (INIA). Chillan, Chile. 13 : 30-32.

Benz, B. F. 1997. Diversidad y distribución prehispánica del maíz mexicano. Arqueología mexicana 5(25):17-23.

Benz, B.F. 2001. Archaeological evidence of teosinte domestication from Guilá Naquitz. PNAS 98 (4): 2104-2106

Bianchi, A; Lorenzoni, C; Salamini, F. 1989. Genetica dei cereali. Ed. Agricole, Italia. p. 376-379.

Brauer, C. 1969. Filogenética aplicada. Ed. Limusa Wiley. Ciudad de México, México. 518 p.

Buting, E; Pain, B; Phipps, R; Wilkinson, J and 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.

Cardenas, Ll. 2009. Producción de 18 híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para Ensilaje en el Área de Riego del Llano Central de la Región de La Araucanía. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile, 23 p. (Tesis de grado).

Carpenter S. J. 2006. Reflexiones sobre el maíz prehispánico en Sinaloa y Sonora. Comunicación personal.

Carpenter J., Sanchez G. & E. Villalpando. 2005. The Late Archaic/Early Agricultural Period in Sonora, Mexico. New Perspective on the Late Archaic Across the Borderlands. University of Texas Press, Austin. pp. 3-40.

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. 61 p.

Cross, H y Zuber, M.S. 1973. Interrelationships among plant height, number of leaves and flowering dates in maize. *Agronomy Journal* 65: 71-74.

Cuevas, E. 1988. Producción de híbridos precoces de maíz forrajero en la provincia de Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. 80p.

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.

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). Osorno, Chile. Pp: 9-20.

Demagnet, R. 2009. Híbridos de maíz para ensilaje en la zona sur. Bioleche. Valdivia, Chile. P 14-21.

Doebley J. 1992. Mapping the genes that made maize. *Trends in Genetics*, Volumen 8, Número 9; páginas 302-307.

Elizalde, H. 1996. Maíz establecimiento, cosecha y ensilado. *Agroanálisis*. (Chile) 13 (145): 20-23.

Elizondo, J. y C. Boschini. 2003. Valoración nutricional de dos variedades de maíz usadas en la producción de forraje para bovinos. *Pastos y Forrajes*, Vol. 26, No. 4.

Fairey, N. 1980. Hybrid maturity and the relative importance of grain and storer for the assessment of the forage potential of maize genotypes growth 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. 130p.

Frölich, W. 1985. El maíz forrajero. Agroanálisis (chile). 1 (13) : 11-14.

Frölich, W. 1986. Producción de maíz forrajero en la zona sur de Chile. En: LATRILLE, L. (ed). Producción de forrajes, Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. Serie B-11 pp:132-140.

Forbes, J. 1995. Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals. CAB International, Wallingford, UK.

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.

Gebahuer, B. 1968. Relación de crecimiento y humedad de 16 híbridos comerciales de maíz. Tesis Ing. Agr. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía. Chillan, Chile. 134p

Goering, M y Van Soest, R. 1972. Análisis de fibra de forraje. Boletín N°10. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 41 p.

Gómez, O. 1970. Viabilidad del maíz con diferentes humedades de grano. Fitotecnia Latinoamericana 7 (1) : 65-72

Gonzalez, M y Rivera, R. 1978. Influencia de la época de siembra en el comportamiento de 10 híbridos de maíz (*Zea mays* L.). Tesis de Ing. Agr. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. Santiago, Chile. 97 p.

Guerrero, A. 1998. Cultivos Herbáceos Extensivos 6ª edición. Ediciones mundiprensas. México S.A. de C.V. Pp 222-224.

Hiriart, M. 1994. Ensilados: Procesamiento y calidad. Trillas (Ed). Mexico. 98 p.

Herrera, G. 1995. Productividad de 11 híbridos de maíz para Ensilaje (*Zea mays* L.) en el Llano Central de riego de la IX región. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile, 85 p.

Janh, E. y J. Bermedo. 2003. Calidad de ensilaje de maíz. Boletín informativo. www.inia.cl/quilamapu/publicaciones/articulos/bioleche/boletin2003/BOLETIN88.html - 40k.

Johnson, J.C. 1991. Tropical Corn Silage. Proc. Southern Regional. Symp. Univ. of Florida, Quincy.

Jugenheimer, R. 1958. Hybrid maize breeding and seed production. F.A.O. ROMA Italy. 350p.

Kagho, F y Gardner, F. 1988. Responses of maize to plant population density. Canopy development. Light relationship and vegetative growth. *Agronomy Journal* 80 (6): 285-288.

Klein, F. 1988. Avena y maíz para ensilaje. En: INIA REMEHUE (ed). Seminario para Agricultores sobre Conservación de Forrajes para Uso Animal. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Estación Experimental Remehue. Serie Remehue N^o 3. Osorno, Chile. Pp:16-60.

Lagos, C. 1982. Maíz: suelo, variedades, densidad y época de siembra. *Investigación y Progreso Agropecuarios (INIA) Quilamapu*. Chillan, 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.

Leonard, D. 1977. Improved practices in corn production. Program and training Journal N^o 7. F.A.O. Roma, Italy. 60 p.

Lopez, R Y Wernli, C. 1984. Ensilaje de maíz: algunas técnicas que mejoran su calidad. *Investigación y Progreso Agrícola La Platina (INIA)*. Santiago, Chile. 21: 33-38.

Lorca, L. 1983. El maíz como cultivo forrajero. *Chile Agrícola (Chile)*. 84 (8): 252-253.

Luchsinger, A. 1975. Relación entre el rendimiento y sus factores en líneas e híbridos de maíz (*Zea mays* L.) a dos densidades de siembra. *Investigación Agrícola (Chile)*. 1 (1): 5-17.

Luchsinger, A. Y Cerda, M. 1980. Comportamientos 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

Mella, A y Kühne, A. 1985. Sistemática y descripción de las familias, asociaciones y series de suelos derivados de materiales piroclásticos de la zona central-sur de Chile. En: **Tosso, J.** (ed). *Suelos Volcánicos de Chile*. Instituto de Investigación Agropecuaria. Santiago, Chile. pp: 549-716.

Moll, R. y Kramorath, E. 1977. Effects of population density upon agronomic traits associates with genetics increases in yield of maize (*Zea mays* L.). *Agronomy Journal*. 69: 81-84.

- Muslera, E. y Ratera, C.** 1991. Praderas y Forrajes, producción y aprovechamiento. 2^a Edición. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid, España. 674p.
- 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 pelchuquin. Tesis Ing. Agr. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia, Chile. 62 p.
- Oyervides, M; Oyervides, A. y 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. y Villegas, C.** 1987. Híbridos y producción de maíz. Investigación y Progreso Agropecuario (INIA) La Platina. Santiago, Chile. (42): 7-13.
- Paratori, O.** 1995. Adaptación, clasificación y producción de semilla. En: Paratori, O. y Altamirano, S. (eds). El cultivo del maíz. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. La platina, Santiago, Chile. P 9-11.
- Piperno, D. R. & K. V. Flannery.** 2001. The earliest archaeological maize (*Zea mays* L.) from highland Mexico: New accelerator mass spectrometry date and their implications. PNAS 98 (4): 2101-2103
- Poehlman, J.** 1969. Mejoramiento genético de las cosechas. Ediciones limusa-Wiley. Ciudad de México, México. 453p.
- Pulido, R., Balocchi, O., Fernandez, J.** 1997. Efecto del nivel de producción de leche sobre el comportamiento ingestivo en vacas lecheras en pastoreo primaveral. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 25 p.
- Reyes, P.** 1985. Fitogenotecnia. 1^a Edición. AGT Editor. Ciudad de México, México. 460p.
- Reyes, P.** 1990 Maíz y su cultivo. Primera edición. AGT editor. Ciudad de México, México. 460 p.
- Romero, O; Köebrich, 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.
- Roth, G.W.** 1993. Consistency of corn hybrids quality differences for silage in the Northeast US. Proc. Silage Production From Seed to Animal. Nat. Silage Production Conference. NRAES 67: 28-35.

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. 1988. Praderas para Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 723p.

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.

Sáez, V. 1989. Productividad de diecisiete genotipos de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en la comuna de Valdivia. Tesis Lic. Agr. Universidad Austral de Chile, Facultad de ciencias Agrarias. Valdivia, Chile 63 p.

Serratos, J. 2009. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. 4-10.

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.

Soberalske, R.M. Y Andrew, R.H. 1978. Gene effects on kernel moisture and sugars of near-isogenic lines of sweet corn. Crop Science 18: 743-746.

Soto, P. 1988. Forrajes suplementarios de invierno y verano. En: Ruiz, L. (ed). 1988. Praderas para Chile. Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. pp: 605-634.

Soto, P. Y Riveros, J. 1989. Producción de maíz forrajero para la zona sur. Corfo-Colún. Valdivia, Chile. 39 p.

Soto, P.; Jahn, E. y Martínez, G. 1990. Rotación avena maíz para ensilaje. Agric. Téc. (Chile) 50 (3) : 267-273.

Soto, H; Frölich, W; Witke, R; Kunstmann, E. 1981. Producción de maíz para forraje. Agroindustrial Coval S.A., Valdivia, Chile. pp: 605-634

Soto, P. y Jahn, E. 1983. Época de cosecha y acumulación de materia seca en maíz para ensilaje. Agricultura Técnica (Chile). 43 (2) : 133-138.

Torres, C. 2007. Producción de diez híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para Ensilaje en el Llano Central regado de la Región de La Araucanía. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile, 27 p. (Tesis de grado).

Velasquez, R; Muñoz, A; Cordova, H y Martinez, A. 1983. Híbridos simples entre familias de hermanos completos entre diferentes poblaciones de maíz (*Zea mayz* L.). *Agrociencia* (Chile). 53 (39). 109-119.

Weaver, D; Coppock, C; Lake, G; Everett, R. 1978. Effect of maturation on composition and In Vitro dry matter digestibility of corn plant parts. *Journal of Dairy Science* 61 (12): 1782-1788.

Wattiaux, M. 2000. Introducción al proceso de ensilaje. *Novedades lácteas, Feeding N° 502.* Instituto Babcock. Universidad de Wisconsin, USA.

Wernli, C. 1975. Valor nutritivo de ensilajes. Consumo voluntario. *Agricultura Técnica* (Chile). 31 (1): 47-60.

9. ANEXOS

Anexo 1. Tabla de análisis de varianza de población de plantas (plantas ha⁻¹) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	22	21497585	977163	0,1387
Error	69	486111111	7045089	Prob > F
C. Totales	91	507608696		1,0000

Coefficiente de variación (%): 2,50

Nivel de significancia : 0,05

Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q = 3,76409)

Nivel		Least Sq Mean
ANDOR	A	106666,67
ANJOU256	A	106666,67
ANJOU287	A	106666,67
ANSYL	A	106666,67
CYRANO	A	106666,67
KILIAN	A	106666,67
LG3303	A	106666,67
LINEA4213	A	106666,67
P39G12	A	106666,67
SECURA	A	106666,67
TORONTO	A	106666,67
TORRENTE	A	106666,67
TRAUCO	A	106666,67
X7W024	A	105833,33
ABSOLUT	A	105833,33
ISORA	A	105833,33
LG3220	A	105833,33
SUNARO	A	105833,33
TORMENTO	A	105833,33
LG3277	A	105833,33
SUBITO	A	105833,33
TANGO	A	105833,33
SENSATION	A	105000,00

Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 2. Tabla de análisis de varianza de altura de plantas (cm) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	22	22617,157	1028,05	10,3723
Error	69	6838,979	99,12	Prob > F
C. Totales	91	29456,136		<.0001

Coeficiente de variación (%): 3,35

Nivel de significancia : 0,05

Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q = 3,76409)

Nivel		Least Sq Mean
CYRANO	A	345,25000
SUBITO	A B	323,50000
P39G12	B C	316,62500
LINEA4213	B C D	310,37500
X7W024	B C D E	309,00000
ANJOU287	B C D E F	305,37500
ANDOR	B C D E F	302,50000
SECURA	B C D E F	300,75000
TANGO	B C D E F	299,25000
TORONTO	C D E F	296,37500
KILIAN	C D E F	295,87500
ANJOU256	C D E F	294,12500
LG3277	C D E F	291,37500
SENSATION	C D E F	291,25000
LG3303	D E F	289,50000
TRAUCO	D E F	285,25000
SUNARO	D E F	284,62500
TORMENTO	D E F	284,37500
ISORA	D E F	284,25000
TORRENTE	E F	283,16667
ABSOLUT	F	281,37500
LG3220	F	279,75000
ANSYL	F	279,12500

Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 3. Tabla de análisis de varianza de altura de inserción de mazorca (cm) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	22	25140,207	1142,74	8,8668
Error	69	8892,562	128,88	Prob > F
C. Totales	91	34032,769		<.0001

Coefficiente de variación (%): 9

Nivel de significancia : 0,05

Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q =3,76409)

Nivel		Least Sq Mean
SUBITO	A	163,50000
CYRANO	A B	159,25000
P39G12	A B C	156,00000
X7W024	A B C D	142,25000
TORONTO	A B C D E	139,37500
SUNARO	B C D E F	132,25000
ANJOU287	B C D E F	132,12500
ANDOR	B C D E F	129,50000
TRAUCO	B C D E F	129,37500
TORMENTO	C D E F	128,62500
SECURA	C D E F	127,62500
SENSATION	C D E F	127,37500
LINEA4213	D E F	118,50000
LG3277	D E F	117,62500
TORRENTE	D E F	117,50000
KILIAN	D E F	117,25000
ANJOU256	D E F	116,62500
ISORA	D E F	115,87500
LG3303	D E F	112,75000
LG3220	E F	110,37500
TANGO	F	104,75000
ABSOLUT	F	104,00000
ANSYL	F	103,62500

Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 4. Tabla de análisis de varianza de rendimiento de materia verde (t MV ha⁻¹) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	22	7879,4166	358,155	13,2736
Error	69	1861,7952	26,983	Prob > F
C. Totales	91	9741,2118		<.0001

Coefficiente de variación (%): 6,37

Nivel de significancia : 0,05

Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q =3,76409)

Nivel		Least Sq Mean
LÍNEA4213	A	104,83333
CYRANO	A B	101,20000
P39G12	A B C	93,00000
ABSOLUT	B C D	89,15917
SUBITO	B C D	88,95000
X7W024	C D E	84,75000
LG3277	C D E	84,10833
SECURA	C D E	83,58500
ANJOU287	C D E	83,40000
TORMENTO	C D E	82,15000
SENSATION	C D E	81,16667
TORONTO	C D E	81,08333
ANSYL	C D E F	80,16583
ANDOR	D E F	79,08333
LG3303	D E F G	77,35000
LG3220	D E F G	76,45500
ISORA	D E F G	76,34167
TANGO	D E F G	75,76000
ANJOU256	E F G	74,51500
TRAUCO	E F G	74,36583
TORRENTE	E F G	72,87583
KILIAN	F G	66,90667
SUNARO	G	65,12500

Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 5. Tabla de análisis de varianza contenido de materia seca en planta entera (% MS) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	22	595,45671	27,0662	9,4777
Error	69	197,04894	2,8558	Prob > F
C. Totales	91	792,50566		<.0001

Coeficiente de variación (%): 5,06

Nivel de significancia : 0,05

Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q =3,76409)

Nivel		Least Sq Mean
LG3220	A	37,050000
SENSATION	A B	36,582127
KILIAN	A B C	36,350000
P39G12	A B C	36,025000
SUNARO	A B C D	35,275000
X7W024	A B C D	34,808000
ABSOLUT	A B C D	34,802101
TRAUCO	A B C D	34,392181
TANGO	A B C D	34,383408
SUBITO	A B C D	34,323436
TORRENTE	A B C D E	33,856620
ANDOR	A B C D E	33,753009
LG3277	A B C D E	33,512643
TORONTO	A B C D E	32,801571
ISORA	A B C D E	32,710681
ANJOU287	A B C D E	32,634253
ANSYL	B C D E	32,392664
TORMENTO	B C D E	32,252428
ANJOU256	C D E	32,027682
SECURA	C D E	32,009502
LG3303	D E	31,328043
LÍNEA4213	E	29,658785
CYRANO	F	24,835006

Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 6. Tabla de análisis de varianza contenido de materia seca en mazorca (% MS) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	22	901,3519	40,9705	11,973
Error	69	236,1123	3,4219	Prob > F
C. Totales	91	1137,4642		<.0001

Coeficiente de variación (%): 3,38

Nivel de significancia : 0,05

Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q =3,76409)

Nivel	Least Sq Mean
SENSATION A	59,634794
TORRENTE A B	58,623713
X7W024 A B	58,581466
LG3220 A B C	57,875978
P39G12 A B C	57,640121
KILIAN A B C	57,518201
TANGO A B C	56,968638
TORONTO A B C	56,180145
SECURA A B C D	55,950865
ANJOU256 A B C D E	55,698608
SUNARO A B C D E F	55,526585
ANJOU287 A B C D E F	55,296606
LG3277 A B C D E F	54,828091
ANSYL B C D E F	54,447545
ANDOR B C D E F	54,082336
ABSOLUT C D E F	53,440328
SUBITO C D E F G	53,019717
LG3303 C D E F G	53,016710
TORMENTO D E F G	51,069521
ISORA E F G	50,880646
TRAUCO F G	50,747776
LÍNEA4213 G	48,383760
CYRANO G	48,224371

Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 7. Tabla de análisis de varianza rendimiento de materia seca en planta entera (t MS ha⁻¹) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	22	649,76442	29,5347	10,6386
Error	69	191,557	2,7762	Prob > F
C. Totales	91	841,32142		<.0001

Coefficiente de variación (%): 6,15

Nivel de significancia : 0,05

Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q =3,76409)

Nivel		Least Sq Mean
P39G12	A	33,490000
LÍNEA4213	A B	31,082333
ABSOLUT	A B C	31,017071
SUBITO	A B C D	30,541116
SENSATION	A B C D E	29,686039
X7W024	A B C D E F	29,505326
LG3220	B C D E F G	28,322956
LG3277	B C D E F G H	28,186925
ANJOU287	B C D E F G H I	27,217482
SECURA	B C D E F G H I	26,754609
ANDOR	B C D E F G H I	26,685173
TORONTO	C D E F G H I	26,595940
TORMENTO	D E F G H I	26,476516
TANGO	E F G H I	26,048297
ANSYL	E F G H I	25,968119
TRAUCO	E F G H I	25,564671
CYRANO	F G H I	25,134106
ISORA	G H I	24,971377
TORRENTE	G H I	24,676471
KILIAN	G H I	24,319984
LG3303	G H I	24,232241
ANJOU256	H I	23,865049
SUNARO	I	22,972539

Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 8. Tabla de análisis de varianza rendimiento de materia seca en mazorca (t MS ha⁻¹) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	22	257,02165	11,6828	8,2874
Error	69	97,26972	1,4097	Prob > F
C. Totales	91	354,29137		<.0001

Coefficiente de variación (%): 8,34

Nivel de significancia : 0,05

Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q =3,76409)

Nivel		Least Sq Mean
P39G12	A	17,744004
X7W024	A B	17,012778
ABSOLUT	A B	16,818477
SENSATION	A B C	16,243643
LÍNEA4213	A B C D	16,059672
SUBITO	A B C D E	15,616811
LG3220	A B C D E F	15,317847
TANGO	A B C D E F	15,214152
ANDOR	A B C D E F	14,660540
LG3277	B C D E F G	14,086768
TORONTO	B C D E F G	14,051355
SECURA	C D E F G	13,516828
ANSYL	C D E F G	13,426550
TORMENTO	C D E F G	13,394693
ANJOU256	C D E F G	13,277139
SUNARO	C D E F G	13,172928
TORRENTE	D E F G	12,955337
TRAUCO	D E F G	12,902474
ANJOU287	E F G	12,889996
KILIAN	E F G	12,805289
ISORA	E F G	12,528143
LG3303	F G	12,362990
CYRANO	G	11,353106

Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 9. Tabla de análisis de varianza aporte de mazorca a la materia seca total (%) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	22	883,706	40,1685	9,906
Error	69	279,7917	4,055	Prob > F
C. Totales	91	1163,4978		<.0001

Coeficiente de variación (%): 3,83

Nivel de significancia : 0,05

Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q =3,76409)

Nivel		Least Sq Mean
TANGO	A	58,407473
X7W024	A B	57,661044
SUNARO	A B	57,339129
ANJOU256	A B C	55,633851
ANDOR	A B C D	54,938899
SENSATION	A B C D	54,719539
ABSOLUT	A B C D	54,223837
LG3220	A B C D	54,203448
P39G12	B C D	53,003292
TORONTO	B C D	52,830778
KILIAN	B C D E	52,651709
TORRENTE	B C D E	52,499900
ANSYL	C D E	51,706460
LÍNEA4213	C D E	51,670139
SUBITO	C D E	51,128967
LG3303	C D E	51,016631
TORMENTO	C D E	50,590844
SECURA	C D E F	50,521492
TRAUCO	C D E F	50,463118
ISORA	D E F	50,170218
LG3277	D E F	49,976900
ANJOU287	E F	47,359253
CYRANO	F	45,172062

Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 10. Tabla de análisis de varianza energía metabólica planta entera (Mcal ha⁻¹) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	22	6521,263	296,421	5,122
Error	69	3993,145	57,872	Prob > F
C. Totales	91	10514,408		<.0001

Coeficiente de variación (%): 9,87

Nivel de significancia : 0,05

Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q =3,76409)

Nivel		Least Sq Mean
P39G12	A	98,794304
ABSOLUT	A B	92,118651
SUBITO	A B C	91,631314
X7W024	A B C D	84,975339
LG3220	A B C D	84,685640
SENSATION	A B C D	84,601427
LÍNEA4213	B C D E	77,392058
SECURA	B C D E	77,320820
LG3277	B C D E	76,668437
TORONTO	B C D E	75,800331
ANSYL	B C D E	74,528502
ANDOR	B C D E	73,917929
TORRENTE	B C D E	73,782900
TANGO	B C D E	73,716679
ISORA	B C D E	73,665563
TRAUCO	B C D E	73,121018
ANJOU287	B C D E	72,126328
SUNARO	C D E	71,676346
CYRANO	D E	71,126463
KILIAN	D E	71,017195
LG3303	D E	69,546533
ANJOU256	D E	65,628884
TORMENTO	E	64,337934

Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 11. Tabla de análisis de varianza energía metabólica mazorca (Mcal ha⁻¹) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	22	3216,3356	146,197	6,3352
Error	69	1592,3187	23,077	Prob > F
C. Totales	91	4808,6543		<.0001

Coeficiente de variación (%): 9,69

Nivel de significancia : 0,05

Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q =3,76409)

Nivel		Least Sq Mean
P39G12	A	61,060916
ABSOLUT	A B	59,201040
X7W024	A B C	58,864213
SENSATION	A B C D	57,015187
LÍNEA4213	A B C D E	55,887659
SUBITO	A B C D E F	54,346503
TANGO	A B C D E F	54,010239
LG3220	A B C D E F	53,887109
ANDOR	A B C D E F G	50,725469
TORONTO	A B C D E F G	49,037686
LG3277	B C D E F G	48,176746
SECURA	B C D E F G	47,173728
TORMENTO	B C D E F G	47,015372
ANSYL	B C D E F G	46,724393
ANJOU256	B C D E F G	46,602759
SUNARO	C D E F G	46,105249
TORRENTE	D E F G	45,602787
TRAUCO	D E F G	45,285186
KILIAN	D E F G	44,947405
ANJOU287	E F G	44,083788
ISORA	F G	42,971532
LG3303	F G	42,528685
CYRANO	G	38,941153

Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 12. Tabla de análisis de varianza producción de proteína planta entera (proteína ha⁻¹) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	22	2,8805628	0,130935	3,9353
Error	69	2,2957733	0,033272	Prob > F
C. Totales	91	5,1763361		<.0001

Coefficiente de variación (%): 9,97

Nivel de significancia : 0,05

Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q =3,76409)

Nivel		Least Sq Mean
SUBITO	A	2,2296953
SECURA	A B	2,1189650
SENSATION	A B	2,1165199
P39G12	A B C	1,9859330
LG3220	A B C	1,9854392
LÍNEA4213	A B C	1,9145987
TORRENTE	A B C	1,9124330
ANJOU287	A B C	1,9079455
ABSOLUT	A B C	1,8733894
TRAUCO	A B C	1,8663756
X7W024	A B C	1,8647366
LG3277	A B C	1,7983258
ISORA	A B C	1,7929449
ANSYL	A B C	1,7918002
TORONTO	A B C	1,7739937
KILIAN	A B C	1,7608373
SUNARO	B C	1,7275837
ANJOU256	B C	1,6872589
TORMENTO	C	1,6309534
CYRANO	C	1,6185669
ANDOR	C	1,6117844
TANGO	C	1,6045751
LG3303	C	1,5193615

Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

Anexo 13. Tabla de análisis de varianza producción de proteína mazorca (proteína ha⁻¹) de veintitrés híbridos de maíz para ensilaje. Fundo Arquenco, Región de La Araucanía. Temporada 2008/2009.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Valor F
Repeticiones	22	2,660031	0,12091	9,6646
Error	69	0,8632391	0,012511	Prob > F
C. Totales	91	3,5232701		<.0001

Coeficiente de variación (%): 9,93

Nivel de significancia : 0,05

Prueba de comparación Múltiple de Tukey
(Alpha = 0,050 Q =3,76409)

Nivel	Least Sq Mean
LÍNEA4213 A	1,5738479
TORONTO A B	1,3376469
SENSATION A B	1,3336031
LG3220 A B C	1,2865355
SUBITO B C D	1,2368515
X7W024 B C D	1,2317252
P39G12 B C D E	1,2141182
ABSOLUT B C D E	1,2075667
LG3277 B C D E	1,1959666
SECURA B C D E	1,1786674
ANJOU287 B C D E F	1,1381867
KILIAN B C D E F	1,1166421
TANGO B C D E F	1,1015046
ANDOR B C D E F G	1,0702194
TORRENTE B C D E F G	1,0558600
ANSYL B C D E F G	1,0486135
SUNARO B C D E F G	1,0432959
TRAUCO C D E F G	1,0218196
ANJOU256 D E F G	0,9838360
ISORA D E F G	0,9646670
TORMENTO E F G	0,9309312
CYRANO F G	0,8605654
LG3303 G	0,7825773

Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.