

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



**PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE VEINTIOCHO HÍBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.)  
PARA ENSILAJE, PRODUCIDOS BAJO RIEGO EN EL LLANO CENTRAL, REGIÓN  
DE LA ARAUCANÍA**

**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.**

**ENZO CAMILO MANOSALVA MANOSALVA**

**TEMUCO – CHILE**

**2012**

**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES**



**PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE VEINTIOCHO HÍBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.)  
PARA ENSILAJE, PRODUCIDOS BAJO RIEGO EN EL LLANO CENTRAL, REGIÓN  
DE LA ARAUCANÍA**

**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.**

**ENZO CAMILO MANOSALVA MANOSALVA**

**PROFESOR GUIA: ROLANDO EMILIO DEMANET FILIPPI**

**TEMUCO – CHILE**

**2012**

**PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE VEINTIOCHO HÍBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.)  
PARA ENSILAJE, PRODUCIDOS BAJO RIEGO EN EL LLANO CENTRAL, REGIÓN  
DE LA ARAUCANÍA.**

PROFESOR GUIA

ROLANDO EMILIO DEMANET FILIPPI.  
INGENIERO AGRONOMO, DR.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION  
AGROPECUARIA.  
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA.

PROFESOR CONSEJERO

JUAN CARLOS GARCIA DIEZ.  
INGENIERO AGRONOMO.  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION  
AGROPECUARIA.  
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA.

CALIFICACION PROMEDIO TESIS:

## INDICE DE MATERIAS

Capitulo		Página
1.	INTRODUCCION	1
2.	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1.	Antecedentes generales del cultivo.	3
2.2.	Requerimientos del cultivo.	4
2.2.1.	Edafológicos	4
2.2.2.	Nutricionales.	5
2.2.3	Humedad.	6
2.3.	Cultivo del maíz para ensilaje.	7
2.3.1.	Preparación de suelo	8
2.3.2.	Siembra	8
2.3.3.	Cosecha	9
2.3.4.	Aspectos fitosanitarios	11
2.4.	Híbridos.	13
2.5.	Clasificación de los híbridos.	14
2.5.1.	Líneas puras	14
2.5.1.1	Híbridos simples	14
2.5.1.2.	Híbridos dobles	15
2.5.1.3.	Híbridos de tres líneas	15
2.5.1.4	Híbridos sintéticos	15
2.6.	Adaptabilidad	16
2.7.	Precocidad	16
2.8.	Altura de plantas	17
2.9.	Producción de híbridos de maíz	18
2.9.1.	Producción de materia verde	19
2.9.2.	Producción de materia seca	20
2.10.	Calidad nutritiva de híbridos de maíz	21
2.10.1.	Energía metabolizable	21

2.10.2.	Proteína	21
2.11.	Ensilaje	22
3.	MATERIALES Y METODOS	25
3.1.	Ubicación del ensayo	25
3.2.	Duración del ensayo	25
3.3.	Suelo	26
3.4.	Clima	27
3.5.	Manejo del ensayo	28
3.5.1.	Precultivo y preparación de suelo	28
3.5.2.	Siembra	28
3.5.3	Fertilización	28
3.5.3.1.	Enmienda	28
3.5.3.2.	Fertilización pre siembra	28
3.5.3.3.	Fertilización siembra	29
3.5.4.	Control de malezas	29
3.5.5.	Control de plagas	29
3.5.6.	Riego	31
3.6.	Tratamientos	31
3.7.	Diseño experimental	33
3.8.	Evaluaciones	33
3.8.1.	Altura y población de plantas a la cosecha	33
3.8.2.	Altura de inserción de mazorca	33
3.8.3.	Producción de materia verde	34
3.8.4.	Contenido y producción de materia seca de planta entera y mazorca	34
3.8.5.	Precocidad	34
3.8.6.	Aporte de mazorca	34
3.8.7.	Análisis químico	35
3.8.7.1.	Proteína cruda	35
3.8.7.2.	Energía metabolizable	35
3.8.8.	Producción de proteína y energía metabolizable por hectárea	35

3.9.	Análisis estadístico	36
4.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	37
4.1.	Población de plantas a la cosecha	37
4.2.	Altura de plantas y altura de inserción de la mazorca a la cosecha	39
4.3.	Producción de materia verde	41
4.4.	Contenido de materia seca en planta entera y mazorca	43
4.5.	Precocidad	46
4.6.	Producción de materia seca en planta entera y mazorca	48
4.7.	Aporte de mazorca en producción de materia seca total	50
4.8.	Contenido y producción de proteína	52
4.9.	Contenido y producción de energía metabolizable	54
5.	CONCLUSIONES	56
6.	RESUMEN	57
7.	SUMMARY	58
8.	LITERATURA CITADA	59
9.	ANEXOS	66

## 1. INTRODUCCION.

Los productores pecuarios de la región, basan la alimentación de sus planteles con praderas las cuales enfrentan un gran problema de estacionalidad, en la disponibilidad del alimento, durante invierno y verano. Con el objetivo de asegurar el suministro durante este periodo, los sistemas ganaderos de la novena región se han vistos obligados a utilizar cultivos forrajeros suplementarios, tales como el maíz.

El maíz (*Zea mays* L.), que se ha consolidado como uno de los cultivos suplementarios más importantes, destinado para la producción de ensilaje en los sistemas intensivos de producción de carne y leche. Esto se debe a sus características de rendimiento, calidad nutritiva, alta palatabilidad y buena aptitud fermentativa.

Para la producción de maíz se deben tener en cuenta varios factores que influyen en la obtención de altos rendimientos y alta calidad del ensilaje. Uno de los factores más importantes a tener en cuenta es la elección del híbrido a cultivar, para esto se debe considerar algunos parámetros tales como adaptación, precocidad, rendimiento y calidad de forraje. Los dos últimos parámetros son fundamentales en la elección, ya que determinan el momento de corte y por ende la calidad del ensilaje.

La hipótesis de trabajo planteada es que existen diferencias desde el punto de vista de producción y calidad de diferentes híbridos de maíz para producción de ensilaje, cultivados en la localidad de General López bajo riego, en la Región de la Araucanía.

En el siguiente ensayo se planteo como objetivo general, determinar los parámetros de calidad y rendimiento de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje, producidos bajo riego en la localidad de General Lopez, , Región de la Araucanía.

Los objetivos específicos son:

1. Establecer los principales parámetros de calidad, energía metabolizable y porcentaje de proteína de distintos híbridos de maíz destinados para la producción de ensilaje.
2. Medir el rendimiento en materia seca y verde de híbridos de maíz para ensilaje.
3. Determinar los híbridos de mejor comportamiento productivos, para las condiciones agroclimáticas, del llano central de la Región de la Araucanía



## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1. Antecedentes generales del cultivo.

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

Aldrich y Leng (1974) destacan que el maíz pertenece a la familia de las gramíneas, es una planta anual y se reproduce exclusivamente por semillas. Por poseer polinización cruzada se clasifica dentro de las alógamas y como monoica con flores unisexuales por el lugar donde forma sus gametos (Reyes, 1990).

El origen geográfico del maíz se encuentra localizado desde el centro sur de México, hasta la mitad del territorio de Centroamérica. En este sector se encontraron fósiles de *Euchlaena spp*, género en el que antiguamente se clasificó como teosinte siendo este el pariente más cercano del maíz (Serranos, 2009). Fue Schrader (1832), quién describe una forma anual del género teosinte, denominándola *Euchlaena perennis Hitchcock*. Es así como apoyados por diversos autores (Ascherson, 1875; Collins, 1921; Beadle, 1939, Baedle,1980; Galinat 1988), se estableció una relación formal entre el teosinte y el maíz. De esta manera se incluye esta especie en el género

*Zea* como *Zea mexicana* (Schrader) Kuntze y *Zea perennis* (Hitchcock) Reeves y Mangelsdorf (Torres, 2007).

## **2.2. Requerimientos del cultivo.**

**2.2.1. Edafológicos.** El maíz necesita de suelos fértiles, profundos, de lomajes suaves con buena capacidad de retención de agua y a la vez con buen drenaje, debido a su gran acumulación de materia seca por hectárea (Soto y Riveros, 1989).

Los suelos más adecuados para la producción de maíz, son los de textura media, fértiles, profundos, drenados, libre de pedregosidad y con elevada retención de agua (Buting *et al*, 1978). Hargreaves y González (1983) señalan que otro factor de cierta relevancia es la acidez presentando un buen desarrollo desde pH 5,5 a 7,0, esto es afirmado por Bunting *et al*. (1978), los cuales afirman que el pH óptimo para el cultivo del maíz es entre pH 6,0 a 7,0.

El maíz es moderadamente sensible a la salinidad, que reduce el rendimiento a causa de los efectos tóxicos sobre la planta, producidos por los iones absorbidos por el sistema radicular. La conductividad eléctrica del extracto de la saturación del suelo en la gama de 1 a 4 mmhos/cm

causa poco o ningún daño al maíz. Por encima de este nivel el descenso del rendimiento es progresivo, siendo muy grave con valores superiores a 8 mmhos/cm (Lopez, 1991).

**2.2.2. Nutricionales.** El maíz para ensilaje es un cultivo de alta extracción de nutrientes, principalmente nitrógeno y potasio, debido a que la planta de maíz se cosecha en su totalidad a excepción de la parte radicular (Soto y Riveros, 1989).

Durante las primeras semanas de desarrollo del cultivo la absorción de nutrientes es lenta, a partir de la sexta semana la absorción se hace más eficiente coincidiendo con el período de pleno crecimiento vegetativo (Sierra, 1990). Respecto a esto Elizalde (1996), señala que la mayor extracción ocurre entre plantas con 40 cm de altura hasta la formación inicial del grano. Por lo mismo las deficiencias nutricionales no son críticas al establecimiento, pero cuando la planta comienza a depender de sus raíces, la carencia de nutrientes, en especial, de nitrógeno puede afectar el crecimiento y desarrollo (Fernández, 1995).

En relación al nitrógeno, el maíz presenta diferentes requerimientos a través del desarrollo. La mayor demanda se realiza en el segundo y tercer mes de crecimiento, es decir, desde floración hasta mediados del periodo de llenado de grano, para disminuir hacia el final de la etapa vegetativa (Peña *et al*, 1983). Jahn y Soto (1993), mencionan que hasta antes de la floración la planta ha absorbido un 25% de las necesidades totales de nitrógeno, un 50% de las necesidades son absorbidas desde la floración a formación de mazorca y el 25 % restante se almacena en el grano durante su maduración.

El cultivo de maíz demanda cantidades altas de nitrógeno las que se destinan especialmente, a la formación de granos (Fuenzalida, 1993). Respecto a esto Peterman (1984), señala que la disponibilidad de nitrógeno determina el desarrollo de órganos reproductivos, causando variaciones en el grado de fertilidad de las mazorcas y sobre la mantención del número de granos por planta, por esta razón Fuenzalida (1993), afirma que una deficiencia de nitrógeno, entre la floración y grano maduro ocurre un violento aborto de flores recién fecundadas o la detención del desarrollo inicial del grano.

El nitrógeno también juega un rol trascendental en la formación de tejidos, generando cambios sorprendentes en el tamaño de los órganos asimiladores de CO<sub>2</sub>, teniendo un papel fundamental en la fotosíntesis (Peterman, 1984).

La cantidad de potasio absorbido es comparable a la del nitrógeno pero su absorción es más rápida y se inicia temprano, en estado de plántula, siendo consumido un 90% antes de floración, luego su absorción cesa aún cuando hay una rápida acumulación de materia seca en esta etapa de crecimiento (Soto y Riveros, 1989; Jahn y Soto, 1993).

**2.2.3. Humedad.** Águila (1982) menciona que el maíz se desarrolla de buena manera en la mayoría de la parte regada del norte y centro del país, como lo confirma Paratori (1995), quien señala que en Chile no se cultiva el maíz en condiciones de secano o sin riego, siendo el agua un elemento de producción imprescindible para el éxito del cultivo.

Durante su desarrollo juvenil el cultivo requiere de 30 a 60 mm de precipitación promedio mensual, esta cifra se duplica en el periodo de floración hasta completar necesidades cercanas a los 300 mm de precipitación en el periodo de desarrollo del cultivo.

Respecto a esto, Reyes (1990), informa que las necesidades de agua para la evapotranspiración en el cultivo del maíz, varían de 400 a 800 mm, dicha variación está relacionada con la duración del ciclo del cultivo, clima, características hidrodinámicas del suelo y prácticas de manejo del sistema agua-suelo-planta.

La planta de maíz produce un kilo de materia seca con 250 a 300 litros de agua, por lo que un estrés hídrico tres semanas antes o tres semanas después de la floración puede bajar los rendimientos hasta un 60% (Soto y Riveros, 1989). Esto es confirmado por López (1990) quien señala que durante el periodo que transcurre desde 20 - 30 días antes de la floración femenina a 10 - 15 días después, la planta de maíz es muy sensible a la carencia de agua. Este es el periodo de mayor sensibilidad al déficit hídrico y de mejor respuesta a la aplicación del riego, estimándose que el 45% de las necesidades totales de agua se producen durante este mes.

### **2.3. Cultivo del maíz para ensilaje.**

**2.3.1. Preparación de suelo.** El método clásico de preparación de suelo para la siembra de maíz consiste en un laboreo primario con vertedera, en otoño, sobre todo en suelos con textura fina y escaso drenaje, y un laboreo complementario, en primavera, antes de siembra (López, 1990).

Demagnet (2009) propone que la habilitación del terreno para sembrar el maíz debe comenzar con un barbecho químico, para la eliminación de malezas, paso de arado subsolador, extracción de piedras, para no entorpecer la emergencia del cultivo, y la nivelación del suelo para la siembra. Posterior a esto se deben elaborar badenes para la extracción de agua, ya que el maíz es sensible al exceso de agua.

**2.3.2. Siembra.** López (1990) señala que la época de siembra depende de las temperaturas, derivándose grandes ventajas de las siembras tempranas para la consecución de altos rendimientos. A esto se refiere Faiguenbaum (2003) y Demagnet (2009), quienes señalan que es fundamental no sembrar el maíz antes que la temperatura de suelo alcance 10°C. De lo contrario, las semillas sólo prolongarán su estado en el suelo quedando expuestas por mayor tiempo a problemas sanitarios y climáticos.

Por lo antes dicho en la Región de la Araucanía las siembras comienzan a fines de Octubre – principios de Noviembre, ya que anteriormente las bajas temperaturas y las heladas impiden establecer el cultivo (Faiguenbaum, 2003).

Para Demanet (2009) la dosis optima de semilla a utilizar debe ser de 105.000 granos/ha, utilizando una distancia entre hilera de 70 a 75 cm y sobre hilera de 12,5 cm.

A esto se debe agregar la profundidad de siembra, que para siembras tempranas, considerando suelos bien preparados, debe ser de 4 cm de profundidad, favoreciendo una emergencia más rápida, en cambio para siembras, más tardías, cuando las temperaturas son mayores, deberá utilizarse una profundidad de 5 cm (Faiguenbaum, 2003).

**2.3.3. Cosecha.** El momento de cosecha del maíz es un aspecto fundamental el cual va a determinar la calidad y rendimiento total del cultivo. Como el maíz es cosechado para ensilaje, este tiene que presentar altos porcentajes de materia seca y de nutrientes por hectárea, con el objetivo de asegurar un alto contenido de carbohidratos solubles y baja capacidad tampón lo cual asegura un eficiente y rápido proceso fermentativo, y disminuye las fermentaciones secundarias y escurrimientos de efluentes (Damanet, 1988; Ruiz, 1988). A esto se refiere Elizalde (1990), quien señala que el estado de madurez óptimo para cosechar el maíz es aquel en que el rendimiento por hectárea es máximo, por otra parte Cañas (1995), afirma que el momento óptimo para cosechar un cultivo destinado a ensilaje esta en relación directa con la digestibilidad de la materia seca y la producción total de forraje.

Se debe tener en cuenta que a medida que aumenta el grado de madurez incrementa el porcentaje de materia seca y fibra, con esto disminuye la digestibilidad y la proteína (Rojas,

2000), Sobre este punto algunos autores señalan que la mayor digestibilidad se obtiene al estado de grano pastoso (Demanet, 1988; Jahn y Soto, 1993; Cofré y Soto, 1996), por otra parte Soto y Jahn (1983), afirman que la etapa más adecuada para cosechar el maíz es cuando los granos están dentados, en este momento es donde se puede obtener un ensilaje de alto rendimiento y calidad.

La cosecha del maíz para ensilaje se debe realizar con un grado de madurez entre 28 – 35 % de materia seca, con este porcentaje de materia seca se garantiza una fermentación altamente aceptable, lo que determina un alto consumo de materia seca y alta respuesta en la producción animal (Demanet, 1988; Klein, 1994; Caldwell y Perry, 1971).

Luchsinger (1992), afirma que la cosecha se debe realizar con 30 a 35% de materia seca, con un 28 % como mínimo, correspondiendo al estado de grano pastoso duro, es decir con sobre 50 % de materia seca en mazorca (Muslera y Ratera, 1991). Ruiz (1993), confirma lo anterior, señalando, que el maíz se tiende a cosechar con bastante madurez (30 % o más de materia seca en planta entera) con el objetivo de lograr tanto un alto rendimiento de forraje como un mayor valor alimenticio.

La cosecha adelantada produce una pérdida de rendimiento y calidad al igual que una cosecha tardía, produciendo problemas de compactación del ensilaje por la disminución de la humedad de la planta (Aguila y Franco, 1979). Weaver *et al.* (1978), señalan que al cosechar el maíz con 42 % de materia seca, hay un incremento de la fibra cruda en la planta, disminuyendo la digestibilidad de forraje. También se produce un aumento en el pH del ensilaje, lo que permite la aparición de microorganismos no deseados (Caldwell y Perry, 1971). El hecho de cosechar con



madurez avanzada, mejora el contenido energético de la planta de maíz, también es notorio que, al cosechar tardíamente, la proteína disminuye a niveles extremadamente bajos con 3 a 5 % base materia seca (Ruiz, 1993).

El ensilaje de maíz tiene como base su aporte energético, por esto se busca un máximo rendimiento por hectárea de energía (Ruiz, 1991). Klein (1988), menciona que los contenidos de energía metabolizable, entre maíces cosechados en grano lechoso y grano pastoso duro, alcanzan diferencias de 5 a 10%, por eso es importante considerar el estado adecuado de madurez de grano para aprovechar en mejor medida el contenido potencial de energía del cultivo.

**2.3.4. Aspectos fitosanitarios.** El cultivo del maíz es afectado por enfermedades causadas por virus, bacterias y hongos, siendo las enfermedades producidas por estos últimos las más frecuentes y perjudiciales. Dentro de las enfermedades provocadas por virus están el Virus del enanismo del maíz y el Virus del mosaico del maíz. Las enfermedades bacterianas más comunes son manchas foliares secas, alargadas o circulares, la marchitez bacteriana, provocadas por *Erwinia stewartii* EF Smith. En las enfermedades fungosas destacan pudrición de semillas, causada por *Phytium sp*, *Fusarium sp*, *Penicillium sp*, *Aspergillus sp* y *Rhizoctonia sp*, otra de las enfermedades que ataca el cultivo es sus estadios tempranos es Marchitez de plántulas (*Fusarium sp*, *Phytium sp*, y *Helminthosporium sp*). Durante su desarrollo es afectado por *Helminthosporium turcicum* y *Helminthosporium carbonum*, los cuales producen tizones, también lo afectan carbones (*Ustilago maydis*) y polvillos y royas causadas por *Puccinia sorghi*. Para controlar las enfermedades antes descritas se toman algunas medidas preventivas tales como: selección de

semillas sanas, desinfección de semillas, utilización de híbridos resistentes, erradicación de plantas enfermas y rotación de cultivos (Latorre, 1992; Agrios, 2001).

González (1989) y Quiroz (1995), señalan que los insectos plagas más comunes en el cultivo de maíz para la zona centro-sur del país son, *Elasmopalpus angustellus*, *Agrostis ípsilon*, *Hylemyia cilicrura* y *Listronotus bonariensis*, estas plagas causan daños a nivel del cuello en los primeros estados de desarrollo del cultivo. No obstante la principal plaga del país la constituye *Heliothis zea* el gusano del choclo. Las plagas mencionadas pueden producir daños económicos dependiendo de la gravedad y la frecuencia del daño, otras como pulgones y trips no afectan mayoritariamente porque se presentan en forma esporádica.

Al igual que la mayoría de los cultivos, el maíz es muy sensible a la competencia con malezas en los primeros estados de desarrollo, por eso la importancia de mantener el cultivo libre de interferencia por las malezas durante los primeros 40 días de desarrollo. Luego que el maíz alcanza un mayor crecimiento el control de malezas pasa a un segundo plano, por la gran altura y alta densidad del cultivo, lo cual impide la fotosíntesis de las malezas (Soto y Riveros, 1989; Balocchi y López, 1993). Balocchi y López (1993), señalan que bajo las condiciones de la zona sur de Chile es prácticamente inevitable el control químico de malezas.

## 2.4. Híbridos.

Se define como el producto del cruzamiento de dos líneas puras a fin de obtener un producto que posea características superiores al promedio de sus padres (Demanet, 2009). Poehlman (1969), resalta que 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.

La mejora del maíz mediante el desarrollo de las variedades híbridas se inicio en EEUU a comienzos del siglo XX, con los trabajos de Shull y East en 1908 y 1909. Ellos demostraron el notable incremento de rendimiento de maíz que se producía cuando se sembraban las semillas resultantes de cruzar dos líneas puras de maíz, obtenidas tras varias generaciones de autofecundación, como consecuencia de la heterosis o vigor híbrido manifestado en la primera generación (Lopez, 1991). Jugenheimer (1958) define como heterosis o vigor híbrido al 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.

El mejoramiento genético en maíz se preocupa principalmente de los siguientes aspectos: obtención de una variada gama de precocidades, vigor de la semilla, tamaño y ángulo de las hojas, vigor de la caña, altura de las plantas, sistema de raíces de anclaje, uniformidad de los procesos de polinización y de emisión de estilos, número y longitud de hileras en las mazorcas,

tamaño de los granos, calidad nutritiva de los granos, grosor del pericarpio (más delgado seca más rápido), cantidad y grosor de chalas, permanencia del verdor en la planta (“stay green”), tolerancia y resistencia a enfermedades, y rendimientos (Faiguenbaum, 2003).

## **2.5. Clasificación de los híbridos.**

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

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

**2.5.1.1. Híbridos simples.** Se obtienen por el cruzamiento de dos líneas puras, donde se utiliza una de ellas para que actúe como madre y otra como padre. Su principal ventaja es su uniformidad en cuanto a tamaño, tipo de planta y altura de espiga (Aldrich y Leng, 1974). Guerrero (1998) sostiene que su rendimiento es muy superior al de las antiguas variedades de polinización libre, en un rango de un 25 a un 35% e incluso más. Sus principales desventajas son, menor adaptabilidad a ambientes variables y el mayor costo de la semilla, como consecuencia de

su menor producción de semilla (López, 1990), esto debido a que las plantas madres, por ser líneas puras y proceder de reiteradas autofecundaciones, suelen ser plantas de poco vigor (Guerrero, 1998).

**2.5.1.2. Híbridos dobles.** Cruzamiento de dos híbridos simples, teóricamente el híbrido doble es más estable que el híbrido simple en condiciones ambientales diferentes, porque es genéticamente más heterogéneo que el híbrido simple, lo que se denomina homeostasis genética. No obstante hoy en día existen híbridos simples tan estables como los híbridos dobles ya que han sido capaces de desarrollar homeostasis (López, 1990). La producción de semillas de estos híbridos es mayor en relaciona los híbridos simples (Guerrero, 1998).

**2.5.1.3. Híbridos de tres líneas.** Resultan del cruzamiento entre un híbrido simple y una línea pura, en el cual el híbrido simple actúa como parental femenino y la línea pura está utilizado como parental masculino, por lo cual la semilla es producida sobre un parental de alto rendimiento, aunque el parental masculino, como línea pura puede no ser un productor de polen fiable, lo cual ha restringido la utilización de éste híbrido. (López, 1990).

**2.5.1.4. 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).

## **2.6. Adaptabilidad.**

Un híbrido no se comporta de la misma manera en todas las circunstancias. Para obtener la máxima ganancia sería necesario un rendimiento relativamente bueno, tanto en condiciones favorables como desfavorables (Aldrich y Leng, 1974).

Según Reyes (1990) el maíz se puede cultivar desde el Ecuador a diferentes latitudes de norte a sur; desde el nivel del mar, hasta más de 3.200 msnm; en suelos y climas muy variables y con tecnología muy diversa.

## **2.7. Precocidad.**

La precocidad se define como el periodo que comprende desde el momento de la siembra a espigadura, es decir son los días que transcurren desde la siembra hasta que el 75 % de las plantas tengan sus estigmas expuestos (Cofre y Soto, 1996; Jahn y Soto, 1993; Soto, 1988).

Para agrupar los híbridos según su precocidad se utiliza el índice FAO, que fluctúa de 100, que comprende aquellos híbridos muy precoces, y 900 que son los híbridos muy tardíos.

Según FAO (1984) y Klein (1988), debido a que la Región de la Araucanía es una zona límite para la producción de maíz, solo es posible utilizar híbridos con índice FAO de hasta 300. Sin embargo algunos autores acotan la utilización de híbridos con índice FAO entre 240 y 280, vale decir que los híbridos deben presentar un periodo de siembra a cosecha entre 130 a 160 días, en condiciones favorables (Frölich, 1986; Balocchi y Lopez, 1993; Demanet, 2009).

## **2.8. Altura de plantas.**

El mejor indicador de precocidad de los híbridos es la altura de la planta, los híbridos más tardíos alcanzarían las mayores alturas por su mayor ciclo vegetativo, y los híbridos más precoces alcanzarían las menores alturas, debido al ciclo de desarrollo notablemente más corto (Luchsinger y Figueroa, 1976), lo cual es apoyado por Moll y Kamprath (1977) quienes señalan, que existe una relación inversamente proporcional en precocidad y altura de plantas, quiere decir, que a mayor precocidad del híbrido menor altura de la planta.

Sin embargo esto se contrapone a lo observado por Cerda (1984) y Sáez (1989), que 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), señalan que la altura de plantas está directamente relacionada con la densidad de población, en sus investigaciones observaron, 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 m<sup>2</sup>. Con respecto a esto Giagnoni (2005), señala que existe una relación directa entre mayor densidad de plantas y mayor altura de estas, mostrando disminuido grosor del tallo.

## **2.9. Producción de híbridos de maíz.**

La formación del rendimiento tiene lugar a lo largo de todo el período de crecimiento y desarrollo, desde la emergencia de la planta hasta la formación del último órgano, en las diferentes fases, con la influencia de factores ambientales (Lopez, 1991). Lo último es señalado por Basso (1984), Cuevas (1988) y Ruiz (1988), quienes establecen que 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.

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).

**2.9.1. Producción de materia verde.** Según Torres (2007) 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, además 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 más sobre el rendimiento de materia verde que en el rendimiento de materia seca. Por esto, 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.

Demagnet (2009) indica que para la zona sur del país los híbridos a seleccionar deben producir al menos 90 ton MV ha<sup>-1</sup>.

**2.9.2. Producción de materia seca.** La acumulación de materia seca en la planta de maíz se realiza rápidamente después de la floración, alcanzando su máximo rendimiento cuando la planta llega a la madurez fisiológica. A partir del estado de grano lechoso, hay un aumento en la acumulación de materia seca, principalmente por un incremento en el peso de la mazorca, particularmente grano, alcanzando hasta un 36% de aumento en la acumulación total de materia seca  $\text{ha}^{-1}$ , al pasar del estado de grano lechoso al de grano duro (Soto y Jahn, 1987).

Con respecto a esto Lopez (1991) señala que la producción de materia seca por la planta de maíz es débil hasta el comienzo de la elongación del tallo. A partir de la cual tiene lugar un rápido incremento en el peso seco de la planta, función de la velocidad de crecimiento del tallo, que se prolonga hasta poco después de la floración femenina, momento en que los órganos vegetativos aéreos alcanzan el máximo peso seco. Concluida la fecundación el ritmo de formación de materia seca aumenta de nuevo, principalmente en el grano.

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.

En la zona sur Demanet (2009) recomienda que la producción de materia seca debe ser superior a  $30 \text{ ton MS ha}^{-1}$ , y con un rendimiento de al menos  $12 \text{ ton MS ha}^{-1}$ . En ensayos resientes realizados en la Región de La Araucanía, se observaron rendimientos promedios de  $27,1 \text{ ton MS ha}^{-1}$  y  $23 \text{ ton MS ha}^{-1}$  (Yañez, 2010; y Revillard, 2011).

## 2.10. Calidad nutritiva de híbridos de maíz.

**2.10.1. Energía metabolizable.** Una de las principales características del maíz para ensilaje es su alto aporte de energía metabolizable, debido al contenido de carbohidratos solubles contenidos especialmente en la mazorca, permitiendo así la obtención de forraje de alto valor energético. (Cummins, 1970; Weaver *et al.*, 1978; Wilckens *et al.*, 1983; McDonald y Greenhalgh, 1986). Para Demanet (2009) los híbridos deben presentar de 2,5 Mcal/kg a 2,7 Mcal/kg al momento de la cosecha.

A esto se refiere Klein (1988), quien indica que los contenidos de energía metabolizable a la cosecha de maíz, deben ser al menos de  $2,5 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ MS}^{-1}$  en planta entera y  $3,15 \text{ Mcal kg}^{-1} \text{ MS}^{-1}$  en mazorca, con estado de grano pastoso a duro.

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 (Andrieu *et al.*, 1970).

**2.10.2. Proteína cruda.** 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).

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 6 a 8 %, este rango es similar a los propuesto por Demanet (2009) que incida un contenido de 6 a 7 % de proteína cruda al momento de la cosecha.

### **2.11. 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).

Cussen, (1994) señala que 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.

Factores importantes que inciden directamente en la conservación y calidad de los ensilajes son el contenido de humedad del forraje, el tamaño de picado, la compactación del material y sellado del silo (Cussen, 1994; Elizalde *et al.*, 1996). También se debe considerar el tipo de fermentación que se origine en el material una vez ensilado, ya que es un factor importante que determina su calidad, e influye para una posterior alimentación animal y producción de esta. (Cañas, 1995).

Al contenido de humedad se refirió Cussen (1994), que establece que a medida que el estado de madurez del material vegetal avanza su aptitud para ser ensilado aumenta, ya que en estados precoces o tiernos posee un alto contenido de humedad y proteína que obstaculizan la obtención de un buen ensilaje debido a una inadecuada fermentación.

Algunos autores señalan que el picado del maíz al ser cosechado, debe ser de entre 0,5 a 1,5 cm, con el 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).

### **3. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Ubicación del ensayo.**

El ensayo se realizo en la temporada 2010 – 2011, en la localidad de General López, en el Predio Arquenco, a 35 km de Temuco.

#### **3.2. Duración del ensayo.**

Se sembró el 26 de Octubre del 2010 y se cosechó el 04 de Abril del 2011, excepto el hibrido LG 30.275 que se sembró el 03 de Noviembre del 2010, con una duración total de siembra a cosecha de 160 días.

### 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). Las características químicas del suelo del terreno donde se desarrolla el ensayo se detalla en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Análisis de suelo del predio

<b>Parametros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Contenido</b>
Fosforo	mg/kg	26
Potasio	mg/kg	282
Ph		6,61
Materia organica	%	16
Sodio	cmol+/kg	0,05
Calcio	cmol+/kg	5,77
Magnesio	cmol+/kg	0,89
Aluminio	cmol+/kg	0,11
Suma de bases	cmol+/kg	7,43
CICE	cmol+/kg	7,54
Sat. Al	%	1,46

Fuente: Laboratorio Análisis de Suelo y Plantas. Instituto de Agroindustria- Universidad de la Frontera.



### 3.4 Clima.

El clima imperante en la zona es mediterráneo frío. La temperatura media anual alcanza los 12°C, con una máxima media mensual de 24,5°C y una mínima de 4,1°C. (Rouanet y Landaeta, 1992). 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 frío, 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). Las condiciones climáticas desde de la fecha de siembra a cosecha, de la zona donde se realizó el ensayo, se detalla en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Condiciones climáticas durante el periodo del ensayo. Temporada 2010/11. General López, Región de La Araucanía.

Meses	Días	Precipitación (mm)	t° Máx.	t° Mín.	t° Media	G° Días
Octubre	5	56,6	14,7	5,7	9,8	22,6
Noviembre	30	119,4	17,6	6,4	11,4	162,1
Diciembre	31	75,0	20,3	5,8	12,8	211,5
Enero	31	64,8	22,8	8,1	15,6	268,4
Febrero	28	72,6	24,7	6,9	15,2	258,0
Marzo	31	86,2	19,7	5,5	12,4	198,5
Abril	4	8,0	18,4	4	12,3	25,0
<b>Acumulado</b>	<b>160</b>	<b>482,6</b>				<b>1.146,10</b>
<b>Promedio</b>			<b>19,7</b>	<b>6,1</b>	<b>12,8</b>	

Fuente: Fondef D06I1100 Modelación de Cultivos

### **3.5 Manejo del ensayo**

**3.5.1 Precultivo y preparación de suelo.** El precultivo fue avena. Como barbecho químico se aplico Roundup (3 L/ha) + Heat (30 g/ha), en 150 L de agua. Luego de 30 días se preparo el suelo de forma convencional.

**3.5.2 Siembra.** El ensayo se sembró el 26 de Octubre del 2010, de forma manual en línea. Se marcaron los surcos y se incorporó la mezcla de fertilizantes, luego se depositaron las semillas a una distancia de 12,5 cm sobre hilera y 75 cm entre hilera, para lograr una población de 106.666 plantas/ha.

#### **3.5.3 Fertilización.**

**3.5.3.1 Enmienda.** Quince días previos a la siembra, se incorporo 1 tonelada de calcita por hectárea.

**3.5.3.2 Fertilización pre siembra.** Se aplicaron 92 Kg de N, 44 Kg de K<sub>2</sub>O, 44 Kg de MgO y 36 Kg de S, al voleo sobre el suelo y se incorporó con vibro cultivador.

**3.5.3.3 Fertilización siembra.** Bajo los requerimientos óptimos de nutrientes del cultivo y el nivel de nutrientes del suelo la fertilización fue la siguiente:

- 26 de Octubre del 2010: 900 Kg de mezcla con 7 % de N (63 Kg), 16 % de  $P_2O_5$  (234 Kg), 14 % de  $K_2O$  (126 Kg), 5% de MgO (45 Kg), 7% de S (63 Kg), 3% de CaO (27 Kg) y 0,2% de B (1,8 Kg).

Se aplicó con maquina de siembra a 10 centímetros de la hilera de siembra y seis centímetros de profundidad

**3.5.4 Control de malezas.** Se realizaron dos controles químicos de malezas durante el ciclo del ensayo, el primero fue en pre siembra con 1,5 kg Atrazina 90 WG + 1,5 L Frontier/ha en 200 Lt de agua, el segundo control se realizó en post emergencia el 30 de noviembre del 2010, cuando las plantas presentaban cuatro hojas expandidas y las malezas una a cuatro hojas. Se aplicó 150 gr de Arrat + 250 cc de Dash.

**3.5.5. Control de plagas.** El control de insectos se realizo de forma preventiva con desinfección de semilla, la cual se detalla en el cuadro 3.

**Cuadro 3.** Desinfección de semilla de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje.

<b>Híbridos</b>	<b>Desinfección</b>	<b>Dosis</b>
Manacor	Celest XL	
Tango	Celest XL/Master 25 SC	
Subito	Master 25 SC/Captan	
Aabsolut	Punto	0,0016 g/semilla
Anjou 256	Punto	0,0016 g/semilla
Chatillon	Punto	0,0016 g/semilla
11-017	Protreat 70 WS	0,0014 g/semilla
11-002	Protreat 70 WS	0,0014 g/semilla
11-011	Protreat 70 WS	0,0014 g/semilla
11-015	Protreat 70 WS	0,0014 g/semilla
08-121	Protreat 70 WS	0,0014 g/semilla
09-490	Protreat 70 WS	0,0014 g/semilla
98-081	Protreat 70 WS	0,0014 g/semilla
10-007	Protreat 70 WS	0,0014 g/semilla
11-016	Protreat 70 WS	0,0014 g/semilla
P-39G12	Poncho	0,8 cc/1000 semillas
P-37W05	Poncho	0,8 cc/1000 semillas
P-39M20	Poncho	0,8 cc/1000 semillas
Exp 1	Poncho	0,8 cc/1000 semillas
Exp 2	Poncho	0,8 cc/1000 semillas
Exp 3	Poncho	0,8 cc/1000 semillas
LG 30.218	Poncho	0,8 cc/1000 semillas
LG 3227	Poncho	0,8 cc/1000 semillas
LG 30.275	Poncho	0,8 cc/1000 semillas
LG 3258	Poncho	0,8 cc/1000 semillas
LG 3277	Poncho	0,8 cc/1000 semillas
LG 3285	Poncho	0,8 cc/1000 semillas
LG 3264	Poncho	0,8 cc/1000 semillas

**3.5.6. Riego.** El riego se realizó por tendido en el periodo de Diciembre – Marzo, con intervalos de acuerdo a las necesidades del cultivo, alcanzando un total de 450 mm que cumple con los requerimientos del cultivo.

### **3.6. Tratamientos**

Los tratamientos corresponden a 28 híbridos de maíz (*Zea mays* L.) para ensilaje, considerándose como testigo al híbrido Pioneer – 39G12 (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Híbridos de maíz para ensilaje evaluados bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/11

<b>Híbridos</b>	<b>Empresa</b>
P-39G12	Pioneer
P-37W05	Pioneer
P-39M20	Pioneer
Exp 1	Pioneer
Exp 2	Pioneer
Exp 3	Pioneer
Manacor	Winter Seed
Tango	Winter Seed
Subito	Winter Seed
Aabsolut	Cis
Anjou 256	Cis
Chatillon	Cis
LG 30.218	Curimapu
LG 3227	Curimapu
LG 30.275	Curimapu
LG 3258	Curimapu
LG 3277	Curimapu
LG 3285	Curimapu
LG 3264	Curimapu
11-017	Semameris
11-002	Semameris
11-011	Semameris
11-015	Semameris
08-121	Semameris
09-490	Semameris
98-081	Semameris
10-007	Semameris
11-016	Semameris

Fuente: Elaboración propia en base a información del Laboratorio de Praderas. Instituto de Agroindustrias. Universidad de la Frontera.

### **3.7. Diseño experimental**

Los tratamientos se dispusieron en un diseño en bloques completamente al azar de veintiocho parcelas con cuatro repeticiones, los cuales se compararon entre sí, y con respecto al testigo Pioneer – 39G12. El tamaño de cada unidad experimental fue de 24 m<sup>2</sup> (tres por ocho metros). Cada parcela cuenta con cuatro hileras, distanciadas 75 cm entre sí, de las cuales solo se cosecharon las hileras centrales y un tramo de 2 m en el interior, para el estudio.

### **3.8 Evaluaciones**

**3.8.1. Altura y población de plantas a la cosecha.** Se midió la altura de las plantas de la hilera central, desde el suelo al ápice de la panoja. Además se determinó la población total de plantas por hectárea.

**3.8.2. Altura de inserción de la mazorca.** Se midió la altura de inserción de mazorcas de las plantas de la hilera central, desde el suelo hasta el inicio de la mazorca más cercana que fuera totalmente desarrollada y madura.

**3.8.3. Producción de materia verde.** Para esta evaluación se cosecharon 2 metros de las hileras centrales de cada parcela. Las plantas cosechadas fueron pesadas inmediatamente en una balanza electrónica. Con este valor se calculó la producción de materia verde por hectárea.

**3.8.4. Contenido y producción de materia seca de planta entera y mazorca.** Para esta evaluación se tomaron al azar tres plantas enteras y tres mazorcas, sin pistilos ni chalas, por cada parcela. Para ambos casos los materiales fueron picados individualmente en una picadora de forraje portátil Briggs & Stratton, con esto se logró un material similar al utilizado para el ensilaje. El material picado se homogenizó, y para cada caso se extrajo una submuestra, la cual se peso en una balanza electrónica y luego fue ingresada al horno de ventilación forzada a 65° C, hasta alcanzar un peso constante, posteriormente se calculó el contenido de materia seca de la planta entera y mazorca, por diferencia de peso. Con los valores de producción de materia verde y los porcentajes de materia seca de planta entera y mazorca, se determino la producción de materia seca por hectárea total de cada híbrido.

**3.8.5. Precocidad.** La precocidad de los híbridos se determinó en base al contenido de materia seca de la planta entera. Se clasificaron los híbridos, considerándose más precoces aquellos con mayor contenido de materia seca en planta entera y mas tardíos los híbridos con menor contenido de materia seca.

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



**3.8.7. Análisis químico.** Los análisis químicos de los híbridos se realizaron con las submuestras con las cuales se determinó el contenido de materia seca. Las muestras fueron enviadas para análisis al Laboratorio de Análisis de Suelo y Planta del Instituto de Agroindustria de la Universidad de la Frontera.

**3.8.7.1. Proteína cruda.** Se determinó la proteína cruda mediante 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 convierte a porcentaje de proteína cruda (Hiriart, 1994).

**3.8.7.2 Energía metabolizable.** La energía metabolizable se expresó aplicando una ecuación de regresión lineal utilizando para ello el valor de la fibra de detergente acida.

**3.8.8. Producción de proteína y energía metabolizable por hectárea.** Con los valores de proteína cruda y energía metabolizable obtenidos de los análisis químicos, y la producción de materia seca se calculó la producción de proteína y energía metabolizable por hectárea.

### **3.9. Análisis estadístico.**

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente por medio de análisis de varianza, y aquellos resultados que arrojaron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) fueron comparados con la prueba de comparación Múltiple de Tukey a un nivel de significancia de 5 %. El software estadístico utilizado fue JMP 8.0.

## 4. PRESENTACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Población de plantas al momento de cosecha.

Los híbridos no presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $P \leq 0,05$ ) en el análisis de varianza (Anexo 1). La población fluctuó entre 106.667 plantas  $ha^{-1}$ , correspondiente al híbrido LG 30.218, a 91.667 plantas  $ha^{-1}$  que presentó el híbrido Exp 2. El promedio entre los híbridos fue de 98.541 plantas  $ha^{-1}$ , diez de los híbridos sobrepasaron el promedio entre ellos el testigo Pionner – 39G12 que alcanzó una población de 100.000 plantas por hectárea. El cuadro 5 muestra en detalle la población alcanzada por cada tratamiento.

**Cuadro 5.** Población (plantas ha<sup>-1</sup>), de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje, producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

<b>Híbridos</b>	<b>Población (plantas ha<sup>-1</sup>)</b>
P-39G12 (T)	100.000 a
P-37W05	97.500 a
P-39M20	96.666 a
Exp 1	96.666 a
Exp 2	91.666 a
Exp 3	90.833 a
Manacor	98.333 a
Tango	94.166 a
Subito	95.000 a
Aabsolut	93.333 a
Anjou 256	102.500 a
Chatillon	102.500 a
LG 30.218	106.666 a
LG 3227	97.500 a
LG 30.275	100.833 a
LG 3258	104.166 a
LG 3277	100.833 a
LG 3285	99.166 a
LG 3264	101.666 a
11-017	95.000 a
11-002	102.500 a
11-011	96.666 a
11-015	97.500 a
08-121	98.333 a
09-490	103.333 a
98-081	100.000 a
10-007	101.666 a
11-016	94.166 a
<b>Promedio</b>	<b>98.541</b>

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

## 4.2. Altura de plantas y altura de inserción de la mazorca a la cosecha

En el análisis de varianza (Anexo 2) los híbridos presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,05$ ), presentando valores desde 302,5 a 256,3 cm, obtenidos por Subito y LG 3227 respectivamente. El promedio de los híbridos fue de 282 cm, este valor fue superado por el testigo el cual alcanzó una altura de 287,5 cm. Contando el testigo quince híbridos superaron el promedio entre ellos se encuentran, Subito, P – 30M20, P – 37W05, LG 3258, LG 3285, Exp 2, 11 – 011, Chatillon, 11 – 016, LG 3264, 11 – 002, Anjou 256, Exp 3 y LG 30.275.

El promedio de altura de los híbridos fue superior a las alcanzadas por investigaciones anteriores (Torres, 2007; Cárdenas, 2010; Revillard, 2011), al igual que la población de plantas a la cosecha, lo que refuerza lo sostenido por Giagnoni (2005), quien señala que existe una relación directa entre mayor densidad de plantas y mayor altura de estas, sin embargo fue inferior al promedio alcanzado por Yañez (2010), quien midió una altura promedio de 297,1 cm.

**Cuadro 6.** Altura de plantas y altura de inserción de mazorca (cm) de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje, producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

<b>Híbridos</b>	<b>Altura de plantas a cosecha (cm)</b>	<b>Altura de inserción de mazorca (cm)</b>
P-39G12 (T)	287,5 abcd	132,8 abc
P-37W05	292,3 abc	129,4 abc
P-39M20	298,1 ab	137,9 ab
Exp 1	281,3 abcd	119,8 abc
Exp 2	290,0 abc	128,6 abc
Exp 3	283,8 abcd	120,6 abc
Manacor	277,5 abcd	113,8 bc
Tango	271,3 abcd	113,8 bc
Subito	302,5 a	144,1 a
Aabsolut	277,5 abcd	115,0 bc
Anjou 256	286,0 abcd	128,8 abc
Chatillon	288,8 abcd	121,9 abc
LG 30.218	265,0 bcd	112,5 c
LG 3227	256,3 d	110,0 c
LG 30.275	283,8 abcd	120,0 abc
LG 3258	291,9 abc	123,0 abc
LG 3277	263,8 cd	115,0 bc
LG 3285	291,3 abc	123,8 abc
LG 3264	287,5 abcd	134,4 abc
11-017	273,8 abcd	111,9 c
11-002	286,3 abcd	117,6 bc
11-011	290,0 abc	116,3 bc
11-015	278,8 abcd	122,5 abc
08-121	277,5 abcd	121,3 abc
09-490	280,0 abcd	116,3 bc
98-081	278,8 abcd	117,5 bc
10-007	267,5 bcd	116,9 bc
11-016	287,5 abcd	119,4 bc
<b>Promedio</b>	<b>282</b>	<b>121,6</b>

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

Con respecto a la altura de inserción de mazorca, los híbridos presentaron claras diferencias estadísticas (Anexo 3), presentando un promedio de 121,6 cm. La mayor altura de inserción la presentó el híbrido Subito con 144,1 cm y la menor altura la presentó LG 3227 con 110 cm, vale decir que los híbridos que presentan mayor altura de planta también tiene mayor altura de inserción de mazorca, lo contrario a los híbridos con menor altura de planta, los cuales manifiestan menor altura de inserción de mazorca, esto también fue observado por Torres (2007), lo que reafirma que existe una relación directamente proporcional entre la altura de planta y la altura de inserción de mazorca.

#### **4.3. Producción de materia verde.**

El promedio entre los tratamientos fue de 74,4 ton ha<sup>-1</sup>, presentando diferencias estadísticas entre los distintos híbridos en el análisis de varianza (Anexo 4). El testigo Pioneer – 39G12 se comportó de forma similar al promedio alcanzando un rendimiento de 74,6 toneladas por hectárea. La mayor producción de materia verde fue logrado por 11 – 011 que alcanzó un rendimiento de 89,8 ton ha<sup>-1</sup>, seguido por Subito con 87,9 ton ha<sup>-1</sup>. El mayor rendimiento fue un 16,93% superior al rendimiento del testigo. Los tratamientos 11 – 017 y 10 – 007 alcanzaron los menores rendimientos con 57,9 y 61,3 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Cuadro 8.** Producción de materia verde (ton ha<sup>-1</sup>) de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje, producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

Híbridos	Producción de materia verde (ton ha <sup>-1</sup> )
P-39G12 (T)	74,6 abcdefg
P-37W05	73,8 abcdefgh
P-39M20	82,6 abcde
Exp 1	71,1 cdefgh
Exp 2	85,8 abc
Exp 3	66,9 efgh
Manacor	83,5 abcd
Tango	63,8 fgh
Subito	87,9 ab
Aabsolut	71,9 bcdefgh
Anjou 256	76,2 abcdefg
Chatillon	78,9 abcdef
LG 30.218	76,3 abcdefg
LG 3227	71,8 bcdefgh
LG 30.275	79,0 abcdef
LG 3258	75,3 abcdefg
LG 3277	69,2 defgh
LG 3285	74,1 abcdefgh
LG 3264	78,6 abcdef
11-017	57,9 h
11-002	69,4 defgh
11-011	89,8 a
11-015	64,9 agh
08-121	81,3 abcde
09-490	78,7 abcdef
98-081	69,8 cdefgh
10-007	61,3 gh
11-016	67,4 defgh
<b>Promedio</b>	<b>74,4</b>

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



La investigación arrojó un promedio superior al de ensayos anteriores (Torres, 2007; Cardenas, 2010; Revillard, 2011), cabe señalar que en estas investigaciones el híbrido con mayor rendimiento de materia verde también manifiesta la mayor altura a cosecha y altura de inserción de mazorca. Sin embargo Yañez (2010), observó un promedio superior, con una producción promedio de 81,58 ton MV ha<sup>-1</sup>, cabe señalar que este aumento se debe que este ensayo presentó mayor población y altura de planta.

#### **4.4. Contenido de materia seca en planta entera y mazorca**

Los distintos híbridos presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) en el análisis de varianza (Anexo 5), en planta entera, esto se contrapone a lo observado por Cardenas (2010), en cuya investigación los tratamientos se comportaron de forma similar, sin manifestar diferencias estadísticas significativas, no obstante se acerca a los resultados de ensayos anteriores (Torres,2007; Yañez, 2010; Revillard, 2011) en los cuales se observó diferencias en el comportamiento de los distintos híbridos, reforzando que los híbridos con comportamiento más precoz tienen un mayor contenido de materia seca que los híbridos tardíos.

El promedio alcanzado por los tratamientos fue de 30,7% de MS en planta entera, este promedio se encuentra en el rango propuesto por Balocchi y López (1993) y Demanet (1988), los cuales recomiendan un rango óptimo de cosecha entre 28 a 32 %, no obstante cuatro de los híbridos se encuentran bajo este rango, entre ellos se encuentran, Subito, 09 – 490, 98 – 081, y

11- 011, siendo este último quien presenta el menor % de MS con 26,2%. Igualmente cuatro tratamientos arrojaron valores sobre 32 % recomendado, tales como, 11 – 017, Pionner – 39G12, Chatillon y 11 – 015. Este grupo de híbridos no contarían con las condiciones adecuadas para ser ensilados ya que no se garantizaría una buena fermentación, lo que determina un alto consumo de materia seca y alta respuesta en la producción animal, como lo afirman diversos autores (Demagnet, 1988; Klein, 1994; Caldwell y Perry, 1971).

Con respecto al contenido de materia seca en mazorca, el promedio de los híbridos fue de 48,2 % de MS, el tratamiento 11 – 015 alcanzó el mayor contenido de materia seca en mazorca superando en 6,7% al testigo y 12,5% al promedio observado. El análisis estadístico (Anexo 6) arrojó diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,05$ ), a diferencia de lo observado por Cardenas (2010) quien no observó diferencias entre los distintos tratamientos. Cinco de los híbridos manifestaron diferencias estadísticas significativas entre ellos, en los cuales se cuentan, 11 – 015 con el mayor % de MS (55,1%) y 11 - 011, 08 – 121, Manacor y P – 39M20, con los menores contenidos de MS, 41,3 %, 42,7%, 42,1% y 42,9%, respectivamente. Muslera y Ratera (1991), señalan que el maíz debe ser cosechado en estado de grano harinoso a duro, con sobre 50 % de materia seca en mazorca, bajo este parámetro solo 10 tratamientos cumplen con este porcentaje de MS en mazorca.

**Cuadro 8.** Contenido de materia seca (%) en planta entera y mazorca de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje, producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

<b>Híbridos</b>	<b>Contenido de materia seca (%) en planta entera</b>	<b>Contenido de materia seca (%) en mazorca</b>
P-39G12 (T)	33,9 ab	51,4 ab
P-37W05	30,3 bcde	52,1 ab
P-39M20	29,4 bcde	42,9 b
Exp 1	29,7 bcde	51,7 ab
Exp 2	31,0 abcde	47,8 ab
Exp 3	31,2 abcde	46,2 ab
Manacor	28,6 bcde	42,1 b
Tango	31,2 abcde	48,0 ab
Subito	27,7 de	47,0 ab
Aabsolut	30,2 bcde	46,9 ab
Anjou 256	30,0 bcde	48,9 ab
Chatillon	33,6 abc	50,9 ab
LG 30.218	32,2 abcd	48,1 ab
LG 3227	32,5 abcd	48,9 ab
LG 30.275	32,2 abcd	49,1 ab
LG 3258	32,3 abcd	48,7 ab
LG 3277	32,0 abcd	50,3 ab
LG 3285	31,3 abcde	51,1 ab
LG 3264	29,3 bcde	50,1 ab
11-017	35,7 a	51,7 ab
11-002	28,3 cde	45,9 ab
11-011	26,2 e	41,3 b
11-015	33,3 abc	55,1 a
08-121	30,1 bcde	42,7 b
09-490	27,7 de	45,6 ab
98-081	27,6 de	47,7 ab
10-007	31,9 abcd	48,7 ab
11-016	30,3 abcde	47,8 ab
<b>Promedio</b>	<b>30,7</b>	<b>48,2</b>

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

#### 4.5. Precocidad.

La precocidad de los distintos tratamientos se evaluó por medio de la confección de un ranking de precocidad basado en el % de materia seca de la planta entera.

El híbrido que presentó el primer lugar fue el híbrido 11 – 017 con 33,9 % de MS en planta entera, cabe destacar que aquellos híbridos que presenten contenidos de materia seca inferiores a 30 % de MS, recomendado para la cosecha (Demagnet, 2009), no serían recomendables para la zona ya que requieren de más de días de siembra a cosecha, sobrepasando a lo propuesto por Demagnet (2009).

El cuadro 9 muestra el ranking de precocidad de los híbridos, que comprende números del 1, híbridos precoces, a 28, híbridos más tardíos.

**Cuadro 9.** Ranking de precocidad basado en el contenido de materia seca de planta entera de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje, producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

Híbridos	% MS de planta entera	Ranking de precocidad
P-39G12 (T)	33,9	2
P-37W05	30,3	16
P-39M20	29,4	21
Exp 1	29,7	20
Exp 2	31	14
Exp 3	31,2	13
Manacor	28,6	23
Tango	31,2	12
Subito	27,7	25
Aabsolut	30,2	17
Anjou 256	30	19
Chatillon	33,6	3
LG 30.218	32,2	8
LG 3227	32,5	5
LG 30.275	32,2	7
LG 3258	32,3	6
LG 3277	32	9
LG 3285	31,3	11
LG 3264	29,3	22
11-017	35,7	1
11-002	28,3	24
11-011	26,2	28
11-015	33,3	4
08-121	30,1	18
09-490	27,7	26
98-081	27,6	27
10-007	31,9	10
11-016	30,3	15

Fuente: Elaboración propia en base a información del Laboratorio de Praderas. Instituto de Agroindustrias. Universidad de la Frontera.

#### 4.6 Producción de materia seca en planta entera y mazorca (ton ha<sup>-1</sup>).

El promedio de rendimiento de materia seca (ton ha<sup>-1</sup>) en planta entera fue de 22,7 ton por hectárea, manifestándose diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) en el análisis de varianza (Anexo 7). El híbrido Exp 2 registró el mayor rendimiento con 26,6 ton ha<sup>-1</sup>, el cual superó en un 4,89% al testigo Pioneer – 39G12, que rindió 25,3 ton ha<sup>-1</sup>, sin embargo el testigo supera al promedio en 2,6 puntos. Los tratamientos que presentaron la menor producción de MS en planta entera fueron, 98 – 081, 10 – 007, 11 – 002 y Tango con 19,2, 19,5, 19,6 y 19,9 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente. El promedio de rendimiento del ensayo fue inferior a los observados por Yañez (2010) y Revillard (2011), esta diferencia puede deberse a la mayor población alcanzada por estas investigaciones.

La producción de materia seca en mazorca oscilo entre 17,5 y 12,3 ton ha<sup>-1</sup>, rendimientos alcanzados por Chatillon y 98 – 081 respectivamente, ambos tratamientos son los únicos con diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre ellos (Anexo 8). El promedio alcanzado por el ensayo fue de 15,2 ton ha<sup>-1</sup>, el cual fue inferior al alcanzado por el testigo que rindió 17,2 ton ha<sup>-1</sup> alcanzando el segundo lugar en la producción de MS después de Chatillon. El promedio fue superior al obtenido por investigaciones anteriores (Torres, 2007; Cardenas, 2010, Yañez, 2010; Revillard, 2011).

En el cuadro 10 se detalla la producción de materia seca en planta entera y mazorca de los 28 tratamientos evaluados.

**Cuadro 10.** Producción de materia seca en planta entera y mazorca ( $\text{ton ha}^{-1}$ ) de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje, producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

Híbridos	Producción de materia seca ( $\text{ton ha}^{-1}$ )	Producción de materia seca ( $\text{ton ha}^{-1}$ )
	planta entera	mazorca
P-39G12 (T)	25,3 abc	17,2 ab
P-37W05	22,3 abcd	15,8 ab
P-39M20	24,3 abcd	16,6 ab
Exp 1	21,1 ccd	13,2 ab
Exp 2	26,6 a	15,4 ab
Exp 3	20,9 cd	13,9 ab
Manacor	23,9 abcd	14,0 ab
Tango	19,9 d	13,8 ab
Subito	24,4 abcd	17,0 ab
Aabsolut	21,7 abcd	14,1 ab
Anjou 256	22,8 abcd	15,0 ab
Chatillon	26,4 ab	17,5 a
LG 30.218	24,6 abcd	16,3 ab
LG 3227	23,3 abcd	15,2 ab
LG 30.275	25,3 abc	16,5 ab
LG 3258	24,4 abcd	16,9 ab
LG 3277	22,1 abcd	15,5 ab
LG 3285	23,2 abcd	16,4 ab
LG 3264	22,9 abcd	15,6 ab
11-017	20,9 cd	14,6 ab
11-002	19,6 d	13,0 ab
11-011	23,5 abcd	16,2 ab
11-015	21,6 abcd	15,5 ab
08-121	24,5 abcd	16,5 ab
09-490	22,2 abcd	15,1 ab
98-081	19,2 d	12,3 b
10-007	19,5 d	13,2 ab
11-016	20,4 cd	13,5 ab
<b>Promedio</b>	<b>22,7</b>	<b>15,2</b>

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

#### **4.7. Aporte de mazorca en producción de materia seca total.**

El promedio del aporte de la mazorca en los distintos tratamientos, es superior a lo señalado por Demanet (2009), quien recomienda un 50 % de aporte de la mazorca. Los híbridos no presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre ellos, en el análisis de varianza (anexo 9). En investigaciones anteriores (Torres, 2007; Yañez, 2010; Revillard, 2011), los promedios de aporte de mazorca fueron inferiores al de esta investigación.

En el cuadro 11 se muestra los aportes de la mazorca al total de producción de materia seca de cada tratamiento, en el que se destacan híbridos como P – 37W05, Subito, LG 3285, 11 – 017 y 11 – 015, con aportes de mazorca superiores al 70 %.



**Cuadro 11.** Aporte de mazorca en producción de materia seca total (%) de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje, producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

Híbridos	Aporte de mazorca en producción de materia seca total (%)
P-39G12 (T)	68,11 a
P-37W05	70,84 a
P-39M20	68,50 a
Exp 1	62,22 a
Exp 2	58,12 a
Exp 3	66,58 a
Manacor	58,40 a
Tango	69,33 a
Subito	70,11 a
Aabsolut	65,06 a
Anjou 256	65,61 a
Chatillon	65,93 a
LG 30.218	66,58 a
LG 3227	65,71 a
LG 30.275	64,86 a
LG 3258	69,32 a
LG 3277	69,91 a
LG 3285	70,94 a
LG 3264	67,95 a
11-017	70,04 a
11-002	66,40 a
11-011	69,08 a
11-015	71,78 a
08-121	67,89 a
09-490	68,66 a
98-081	63,85 a
10-007	67,86 a
11-016	66,29 a
<b>Promedio</b>	<b>67</b>

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

#### 4.8. Contenido y producción de proteína

El contenido de proteína fue determinado en la planta entera, y el promedio fue de 6,45%, superior al alcanzado por el testigo que presentó 6,08%, estos contenidos de proteína están dentro del rango propuesto por Demanet (2009), quien recomienda como mínimo un 6 % de proteína cruda, para la elección de un híbrido para la producción de ensilaje. El mayor contenido de proteína fue alcanzado por Manacor con 7,7% y el menor por Exp 1 que alcanzó 5,51%, lo cual no lo hace una alternativa recomendable para producción en la zona donde se realizó el ensayo. El contenido y producción de proteína de cada tratamiento, y la diferencia entre ellos, se muestra en el cuadro 12.

En la producción de proteína ( $\text{ton ha}^{-1}$ ) se presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,05$ ) en el análisis de varianza (Anexo 10). La producción de proteína fluctuó entre  $1,84 \text{ ton ha}^{-1}$ , obtenido por Manacor, y  $1,16 \text{ ton ha}^{-1}$  manifestado por el híbrido Exp 1. El promedio de la producción fue  $1,46 \text{ ton por hectárea}$ , dicho promedio fue superado por 13 híbridos, entre ellos el testigo que alcanzó  $1,54 \text{ ton ha}^{-1}$ , ubicándose en 8° lugar, superado por Manacor, LG 30.275, LG 3285, LG 3264, LG 30.218, LG 3258 y Chatillon. No obstante la producción alcanzada por el testigo fue mayor al promedio en 5,19%, sin embargo la producción de P – 39G12 fue inferior a lo observado por investigaciones anteriores, en las cuales el testigo manifestó producciones de  $1,99 \text{ ton ha}^{-1}$  (Yañez, 2010) y  $2,09 \text{ ton ha}^{-1}$  (Revillard, 2011).

**Cuadro 12.** Contenido (%) y producción de proteína (ton ha<sup>-1</sup>) de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje, producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

Híbridos	Contenido de Proteína (%)	Producción de proteína(ton ha)
P-39G12 (T)	6,08	1,54 abcdef
P-37W05	6,06	1,35 cdefg
P-39M20	6,11	1,48 bcdefg
Exp 1	5,51	1,16 g
Exp 2	5,65	1,50 abcdefg
Exp 3	5,96	1,25 fg
Manacor	7,70	1,84 a
Tango	6,85	1,37 cdefg
Subito	5,89	1,43 bcdefg
Aabsolut	5,99	1,30 dfg
Anjou 256	6,67	1,52 abcdef
Chatillon	5,88	1,56 abcdef
LG 30.218	6,67	1,64 abcd
LG 3227	6,13	1,43 bcdefg
LG 30.275	6,95	1,76 ab
LG 3258	6,53	1,59 abcde
LG 3277	6,72	1,49 bcdefg
LG 3285	7,33	1,70 abc
LG 3264	7,17	1,64 abcd
11-017	6,48	1,36 cdefg
11-002	6,43	1,26 efg
11-011	5,95	1,40 cdefg
11-015	7,10	1,53 abcdef
08-121	5,80	1,42 bcdefg
09-490	6,18	1,37 cdefg
98-081	7,09	1,36 cdefg
10-007	6,60	1,29 efg
11-016	7,09	1,44 bcdefg
<b>Promedio</b>	<b>6,45</b>	<b>1,46</b>

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

#### 4.9. Contenido y producción de energía metabolizable.

En el cuadro 13 se detalla el contenido y la producción de energía metabolizable alcanzado por cada híbrido. El contenido de energía metabolizable (Mcal/kg) entre los tratamientos fluctuó de 2,99 Mcal kg<sup>-1</sup> alcanzado por 98 – 08, el promedio alcanzado por el ensayo fue de 2,74 Mcal kg<sup>-1</sup>, este promedio fue superior al alcanzado por Torres (2007), pero inferior a lo observado por Cardenas (2010) y Revillard (2011), sin embargo está en el rango propuesto por Demanet (2009).

La producción de energía metabolizable (Mcal ha<sup>-1</sup>) de los híbridos si manifestaron diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,05$ ) en el análisis de varianza (anexo 11). El promedio del ensayo fue de 62,4 Mcal/ha, el cual fue inferior a los alcanzados por investigaciones anteriores (Yañez, 2010; Revillard, 2011). El testigo manifestó un rendimiento superior al promedio con 73,9 Mcal ha<sup>-1</sup>, junto con LG 3258 y Exp 2 presentan los mayores rendimientos entre los veintiocho tratamientos. Los híbridos con peor comportamiento fueron 10 – 007, Tango y 11 – 002 con 56,6, 55 y 53,8 Mcal ha<sup>-1</sup> respectivamente.

**Cuadro 13.** Contenido (Mcal Kg<sup>-1</sup>) y producción de energía metabolizable (Mcal ha<sup>-1</sup>) de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje, producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

Híbridos	Contenido de energía metabolizable (Mcal kg <sup>-1</sup> )	Producción de energía metabolizable (Mcal ha <sup>-1</sup> )
P-39G12 (T)	2,92	73,9 a
P-37W05	2,60	58,1 bcd
P-39M20	2,75	66,7 abcd
Exp 1	2,83	59,8 abcd
Exp 2	2,65	70,4 ab
Exp 3	2,94	61,4 abcd
Manacor	2,71	64,7 abcd
Tango	2,76	55,0 cd
Subito	2,65	64,6 abcd
Aabsolut	2,71	58,8 bcd
Anjou 256	2,66	60,7 abcd
Chatillon	2,61	69,0 abc
LG 30.218	2,60	63,9 abcd
LG 3227	2,90	67,4 abcd
LG 30.275	2,52	63,7 abcd
LG 3258	2,92	71,3 ab
LG 3277	2,71	60,0 abcd
LG 3285	2,62	67,7 abcd
LG 3264	2,55	58,5 bcd
11-017	2,78	58,2 bcd
11-002	2,75	53,8 d
11-011	2,65	62,3 abcd
11-015	2,76	59,6 abcd
08-121	2,79	68,3 abcd
09-490	2,58	57,2 bcd
98-081	2,99	57,5 bcd
10-007	2,90	56,6 bcd
11-016	2,87	58,4 bcd
<b>Promedio</b>	<b>2,74</b>	<b>62,4</b>

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

## 5. CONCLUSIONES

- Los híbridos de maíz evaluados en el estudio presentaron diferencias significativas en parámetros de productividad y calidad.
- En producción de materia seca en planta entera, el tratamiento que presentó el mayor rendimiento fue Exp 2 con 26,6 ton MS ha<sup>-1</sup>, seguido por Chatillon y LG 30.275 con 26,4 y 25,3 ton MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente.
- En mazorca, Chatillon presentó la mejor producción con 17,5 ton MS/ha y el testigo P – 39G12 fue el segundo con mejor comportamiento con 17,2 ton MS/ha.
- La producción de proteína cruda fluctuó entre 1,82 a 1,16 ton ha<sup>-1</sup>, alcanzado por Manacor y Exp 1, respectivamente. Los híbridos LG 30.275 y LG 3285, manifestaron los mejores rendimientos luego de Manacor.
- El testigo presento la mejor producción de energía metabolizable con 73,9 Mcal/ha, seguido por LG 3258 y Exp 2 con 71,3 y 70,4 Mcal/ha.
- Los híbridos con mejor comportamiento productivo en el llano central de la Región de la Araucanía, fueron Exp 2, Chatillon y P – 39G12.

## 6. RESUMEN

En la temporada 2010 – 2011 se realizó un ensayo en el llano central de la Región de la Araucanía, bajo condiciones de riego, con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo y nutricional de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje, tomado como testigo a Pionner – 39G12. El ensayo se realizó en el Predio Arquenco en la localidad de General López a 35 km de Temuco. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar de veintiocho parcelas con cuatro repeticiones, cada unidad experimental con 24 m<sup>2</sup>. La siembra fue de forma manual en línea, con 12,5 cm sobre hilera y 75 cm entre hilera. Se cosecharon para las evaluaciones las dos hileras centrales en un tramo de 2 m en el interior. Se evaluó población de plantas, altura de plantas e inserción de la mazorca, producción de materia verde, contenido y producción de materia seca en planta entera y mazorca, precocidad, aporte de mazorca, producción de energía metabolizable y proteína en planta entera. Los híbridos fueron cosechados a los 160 días post – siembra. En la mayoría de las evaluaciones los tratamientos presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0,05$ ).

La población promedio del ensayo fue de 98.541 plantas ha<sup>-1</sup> y no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. La producción de materia seca en planta entera promedio 22,7 ton MS ha<sup>-1</sup>, Exp 2 presentó la mejor producción con 26,6 ton MS ha<sup>-1</sup> la cual fue similar a Chatillon y LG 30.275. La producción de materia seca en mazorca presentó un promedio de 15,2 ton ha<sup>-1</sup>, el mayor rendimiento fue obtenido por Chatillon con 17,5 ton MS ha<sup>-1</sup> que fue el único tratamiento que superó al testigo que alcanzo 17,2 ton MS ha<sup>-1</sup>. La producción de proteína cruda fluctuó entre 1,82 a 1,16 ton ha<sup>-1</sup>, alcanzado por Manacor y Exp 1, respectivamente. Los híbridos LG 30.275 y LG 3285, manifestaron los mejores rendimientos luego de Manacor. El testigo presentó la mejor producción de energía metabolizable con 73,9 Mcal ha<sup>-1</sup>, seguido por LG 3258 y Exp 2 con 71,3 y 70,4 Mcal ha<sup>-1</sup>. Las opciones al híbrido Pionner – 39G12 son Exp 2 y Chatillon dado su nivel de productividad y calidad.

## 7. SUMMARY.

In the season 2010 - 2011 a trial was conducted in the central plain of the Region of Araucania, under irrigation, in order to evaluate the performance and nutrition of twenty-eight corn hybrids for silage, taken as a witness to Pioneer - 39G12. The research was carried in Farm Arquenco in the town of General Lopez 35 km from Temuco. It used a complete random block design of twenty eight plots with four repetitions, each experimental unit with 24 m<sup>2</sup>. Planting was manually online, with 12,5 cm of row and 75 cm between rows. Assessments were harvested for the two central rows in a length of 2 m on the inside. It evaluated plant population, plant height and ear position, production of green matter, content and dry matter production in the whole plant and ear, earliness, pod input, production of metabolizable energy and protein in whole plant. The hybrids were harvested at 160 days post - planting. In most treatment evaluations show statistically significant differences ( $P \leq 0.05$ ).

The average population of the assay was 98.541 plants ha<sup>-1</sup> and there were no statistically significant differences between treatments. The production of whole plant dry matter in average 22,7 ton DM ha<sup>-1</sup>, Exp 2 was the best production with 26,6 ton DM ha<sup>-1</sup> which was similar to Chatillon and LG 30.275. The dry matter production on the cob presented an average of 15,2 ton ha<sup>-1</sup>, the highest yield was obtained by Chatillon with 17,5 t DM ha<sup>-1</sup> was the only treatment that exceeded the witness to reach 17,2 ton DM ha<sup>-1</sup>. The production of crude protein ranged from 1,82 to 1,16 t ha<sup>-1</sup>, reached by Manacor and Exp 1, respectively. Hybrids LG 30.275 and LG 3285, showed the best performance after Manacor. The witness was the best production with 73,9 Mcal metabolizable energy ha<sup>-1</sup>, followed by LG 3258 and Exp 2 with 71,3 and 70,4 Mcal ha<sup>-1</sup>. The options the hybrid Pioneer - 39G12 are Exp 2 and Chatillon given its level of productivity and quality.



## 8. LITERATURA CITADA.

- Aguila, H.** 1982. Pastos y empastadas. 5a Edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 314p.
- Águila, H y Franco, I.** 1979. Silos y ensilajes. Boletín técnico n° 20. Estación Experimental INIA Quilamapu. Chillan, Chile. 55 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; 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 Schard. Bot. Vereins Prov. Brandenburg 17: 76 – 80.
- Balko, L. y Rusell, W.A.** 1980. Response of maize inbred lines to nitrogen fertilizer. Agronomy Journal. 72 (8): 723-728 p.
- Balocchi, O y López, I.** 1993. Maíz Forrajero. Frontera Agrícola (Chile). 1 (2): 40-45 p.
- 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.
- Beadle, G.W.** 1939. Teosinte and the origin of maize. J. Hered. 30: 245 – 247.
- Bianchi, A; Lorenzini, C; Salamini, F.** 1989. Genetica dei cereali. Ed. Agricole, Italia. P. 376 – 379.
- 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.
- Cañas, R.** 1995. Alimentación y nutrición animal. Ed. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 576 p.
- Cárdenas, L., 2010.** Producción de 18 híbridos de maíz (*Zea mays*) para ensilaje en el area de riego del llano central de la Región de la Araucanía. Tesis Ing. Agr. Universidad de la Frontera. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Temuco, Chile. 38 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. 61 p.
- Cofré, P y Soto, P.** 1996. Ensilaje de maíz. *Tierra Adentro (Chile)* 9: 20 – 23 p.
- Collins, G.N.** 1921. Teosinte in Mexico. *J. Heredity* 12: 339 – 350.
- 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. 80 p.
- 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.
- 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. 9-20 p.

- Demagnet, R.** 2009. Híbridos de maíz para ensilaje en la zona sur. Bioleche. Valdivia, Chile. P 14-21.
- Demagnet, R.** 2009. Híbridos de maíz para ensilaje en la zona sur. Bioleche. Osorno, Chile. P 11-15.
- 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.
- Faiguenbaum, H.** 2003. Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile. Editora Omagra. Santiago, Chile. 139 – 172 p.
- Fernandez, M.** 1995. Fertilización. En: Parotori, O y Altamirano, S. (ed). El cultivo del maíz. Instituto de Investigación Agropecuaria. La Platina. Santiago, Chile. 33 – 48 p.
- F.A.O.** 1984. Guía técnica sobre la tecnología de la semilla del maíz. Roma, Italia. 130 p.
- 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.
- 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.
- Guerrero, A.** 1998. Cultivos Herbáceos Extensivos 6a edición. Ediciones mundiprensas. México S.A. de C.V. Pp 222-224.
- Hargreaves, A y Gonzalez, M.** 1983. Ensilaje de maíz. Boletín técnico n° 69. Instituto de Investigación Agropecuaria. Estación Experimental Remehue. Osorno, Chile. 20 p.

- Hiriart, M.** 1994. Ensilados: Procesamiento y calidad. Trillas (Ed). México. 98 p.
- 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.
- 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 Na 3. Osorno, Chile. Pp: 16-60.
- 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.
- López, L.** 1990. Cultivos Herbáceos. Cereales. Volumen I. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. 349 – 385 p.
- Luchsinger, A.** 1992. Productividad de híbridos de maíz de distinto ciclo vegetativo. Rendimiento de forraje y grano y otras características agronómicas. Agricultura Técnica (Chile), 1992 – INIA.cl.
- 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.

- Mc Donald, Edwards y Greenhalgh.** 1986. Nutrición Animal. 3ª edición. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. 350 p.
- 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 mayz* L.). Agronomy Journal. 69: 81-84.
- Muslera, E. y Ratera, C.** 1991. Praderas y Forrajes, producción y aprovechamiento. 2ª 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.
- 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 semilla. En: Paratori, O. y Altamirano, S. (eds). El cultivo del maíz. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. La platina, Santiago, Chile. P 9-11.
- Peña, M; Seelles, G; Stockle, C. y Fritsch, N.** 1983. Fertilización del maíz con fertilizante nitrogenado disuelto en el agua de riego. Investigación Agrícola. (Chile). 8 (2): 57 – 63.
- Peterman, P.** 1984. Analisis de crecimiento y desarrollo de tres híbridos de maíz en diferentes niveles de fertilización nitrogenada para producción de ensilaje. Tesis Ingeniería Agrícola. Universidad de Concepción. 79 p.
- Poehlman, J.** 1969. Mejoramiento genético de las cosechas. Ediciones limusa-Wiley. Ciudad de México, México. 453p.

- Reyes, P.** 1990. Maíz y su cultivo. Primera edición. AGT editor. Ciudad de México, México. 460 p.
- Revillard, J.** 2011. Producción y calidad de quince híbridos de maíz (*Zea mays*), 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. 93 p.
- Rojas, C.** 2000. Engorda con ensilaje de trigo. Revista Tattersal. INIA Carillanca. p 18 – 19.
- Rouanet, J y Landaeta, A.** 1992. 25 de investigaciones agroclimáticas. Boletín y técnico N° 176. Estación experimental Carillanca (INIA). Temuco, Chile. 93 p.
- 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.
- Schrader, H.** 1832. Index Seminum Hort. Acad. Gottingen 1832:3. Reprinted in In Linnaea (Berlin). 1833: 25 – 26.
- Serranos, J.** 2009. El origen y la diversidad del maíz en el continente americano. Editorial.... Pais. 4 a 10 p.
- Sierra, C.** 1990. Fertilización del cultivo de maíz para ensilaje. En: INIA Remehue (ed). Seminario: Producción y utilización del maíz para ensilaje en la Región de los Lagos. Serie Remehue n°12. (INIA) Osorno, Chile. Pp: 21 – 28.
- Sobarzo, P.** 2000. 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.** 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 Jahn, E.** 1983. Época de cosecha y acumulación de materia seca en maíz para ensilaje. Agricultura Técnica (Chile). 43 (2): 133-138.
- Soto O. y Jahn B.** 1987. Efecto de la cosecha sobre la producción y calidad del forraje de maíz para ensilaje. Agricultura Técnica, Chile 47: 163-168p.
- Soto, P. y Riveros, J.** 1989. Producción de maíz forrajero para la zona sur. Corfo-Colún. Valdivia, Chile. 39 p.
- 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. Tesis Ing. Agr. Universidad de la Frontera. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Temuco, Chile. 79 p.
- 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; 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.
- 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.
- Yañez, E.** 2010. Producción y calidad de veintitrés híbridos de maíz (*Zea mays*) para ensilaje en el llano central regado de la Región de la Araucanía. Tesis Ing. Agr. Universidad de la Frontera. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Temuco, Chile. 68 p.

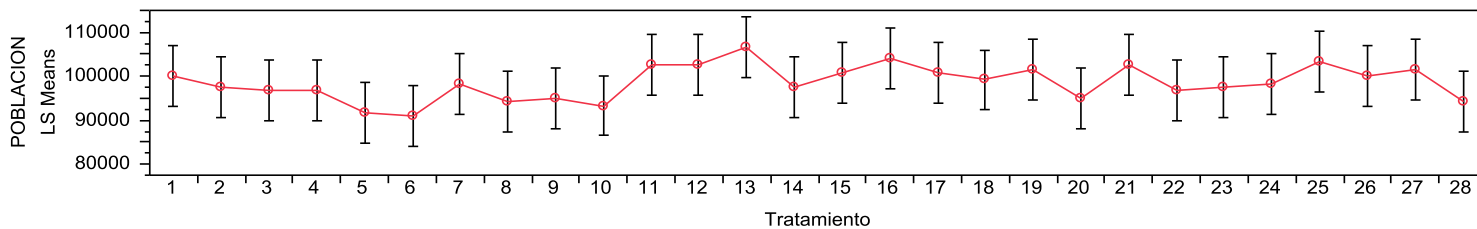
## 9. ANEXOS

**Anexo 1.** Tabla de análisis de varianza de población de plantas (plantas ha<sup>-1</sup>) de veintiocho híbridos de maíz. Producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Repeticiones	27	1653472222	61239712	1,2763
Error	84	4030555556	47982804	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	111	5684027778		0,1990

Coefficiente de variación (%): 7,03

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey  
(Alpha = 0,05 Q = 3,84514)

Nivel		Least Sq Mean
13	A	106666,67
16	A	104166,67
25	A	103333,33
21	A	102500,00
12	A	102500,00
11	A	102500,00
19	A	101666,67
27	A	101666,67
15	A	100833,33
17	A	100833,33
1	A	100000,00
26	A	100000,00



Nivel		Least Sq Mean
18	A	99166,67
24	A	98333,33
7	A	98333,33
2	A	97500,00
14	A	97500,00
23	A	97500,00
22	A	96666,67
3	A	96666,67
4	A	96666,67
9	A	95000,00
20	A	95000,00
28	A	94166,67
8	A	94166,67
10	A	93333,33
5	A	91666,67
6	A	90833,33

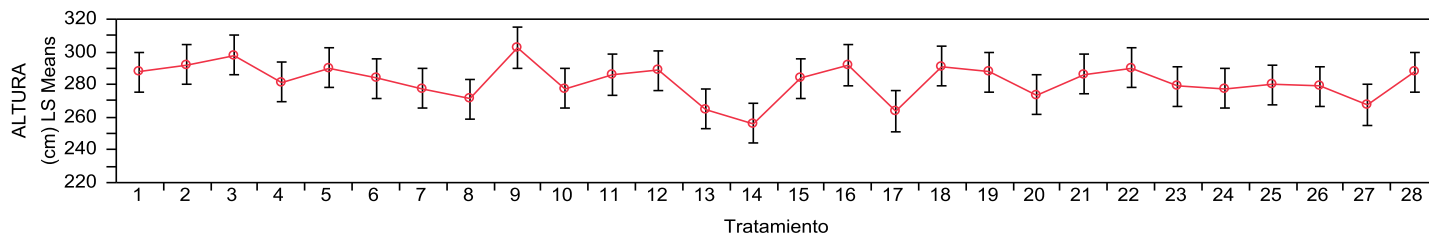
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

**Anexo 2.** Tabla de análisis de varianza de altura de plantas a la cosecha (cm) de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje. Producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Repeticiones	27	12153,366	450,125	2,9838
Error	84	12672,125	150,859	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	111	24825,491		<,0001*

Coefficiente de variación (%): 4,35

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey  
(Alpha = 0,05 Q = 3,84514)

Nivel		Least Sq Mean
9	A	302,50000
3	A B	298,12500
2	A B C	292,25000
16	A B C	291,87500
18	A B C	291,25000
5	A B C	290,00000
22	A B C	290,00000
12	A B C D	288,75000
28	A B C D	287,50000
1	A B C D	287,50000
19	A B C D	287,50000
21	A B C D	286,25000
11	A B C D	286,00000
6	A B C D	283,75000
15	A B C D	283,75000
4	A B C D	281,25000
25	A B C D	280,00000
23	A B C D	278,75000
26	A B C D	278,75000
7	A B C D	277,50000
10	A B C D	277,50000
24	A B C D	277,50000
20	A B C D	273,75000
8	A B C D	271,25000
27	B C D	267,50000
13	B C D	265,00000
17	C D	263,75000
14	D	256,25000

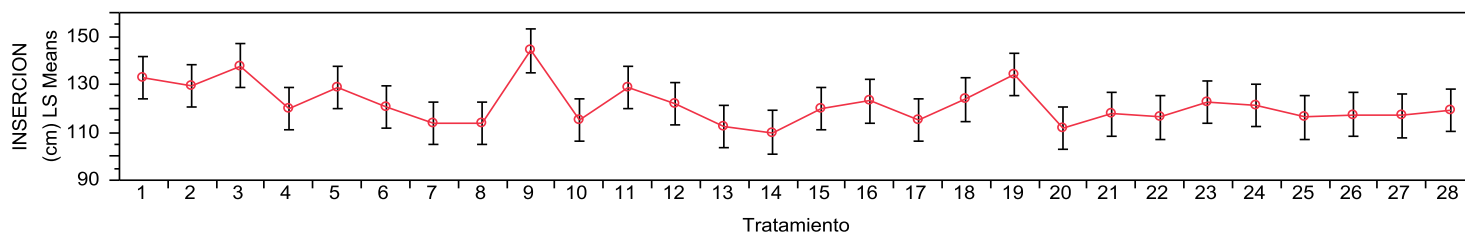
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

**Anexo 3.** Tabla de análisis de varianza de altura de inserción de mazorca a la cosecha (cm) de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje. Producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Repeticiones	27	7498,632	277,727	3,4193
Error	84	6822,813	81,224	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	111	14321,444		<,0001*

Coefficiente de variación (%): 7.41

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey  
(Alpha = 0,05 Q = 3,84514)

Nivel		Least Sq Mean
9	A	144,12500
3	A B	137,87500
19	A B C	134,37500
1	A B C	132,75000
2	A B C	129,37500
11	A B C	128,75000
5	A B C	128,62500
18	A B C	123,75000
16	A B C	123,00000
23	A B C	122,50000
12	A B C	121,87500
24	A B C	121,25000
6	A B C	120,62500
15	A B C	120,00000
4	A B C	119,75000
28	B C	119,37500
21	B C	117,62500
26	B C	117,50000
27	B C	116,87500
22	B C	116,25000

Nivel		Least Sq Mean
25	B C	116,25000
10	B C	115,00000
17	B C	115,00000
7	B C	113,75000
8	B C	113,75000
13	C	112,50000
20	C	111,87500
14	C	110,00000

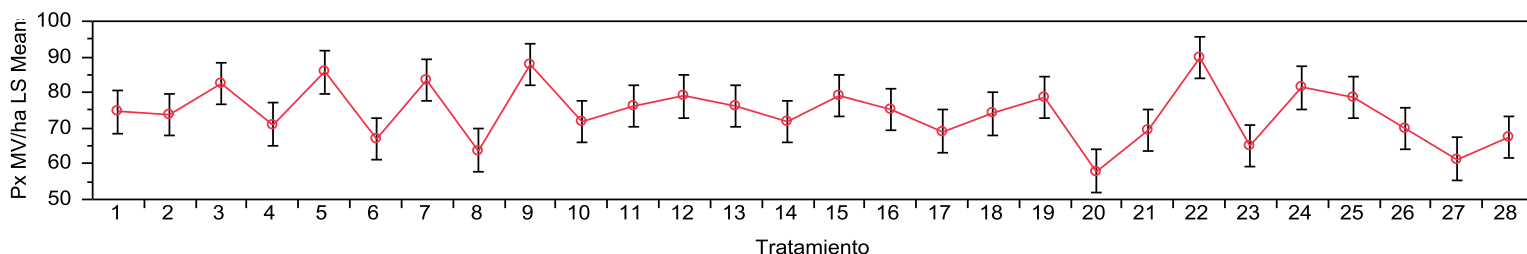
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

**Anexo 4.** Tabla de análisis de varianza de producción de materia verde de planta entera de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje. Producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Repeticiones	27	6716,4087	248,756	7,0187
Error	84	2977,1111	35,442	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	111	9693,5198		<,0001*

Coefficiente de variación (%): 8,01

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey  
(Alpha = 0,05 Q = 3,84514)

Nivel		Least Sq Mean
22	A	89,833333
9	A B	87,916667
5	A B C	85,750000

Nivel		Least Sq Mean
7	A B C D	83,500000
3	A B C D E	82,583333
24	A B C D E	81,333333
15	A B C D E F	79,000000
12	A B C D E F	78,916667
25	A B C D E F	78,666667
19	A B C D E F	78,583333
13	A B C D E F G	76,333333
11	A B C D E F G	76,166667
16	A B C D E F G	75,333333
1	A B C D E F G	74,583333
18	A B C D E F G H	74,083333
2	A B C D E F G H	73,750000
10	B C D E F G H	71,916667
14	B C D E F G H	71,750000
4	C D E F G H	71,083333
26	C D E F G H	69,833333
21	D E F G H	69,416667
17	D E F G H	69,166667
28	D E F G H	67,416667
6	E F G H	66,916667
23	F G H	64,916667
8	F G H	63,833333
27	G H	61,333333
20	H	57,916667

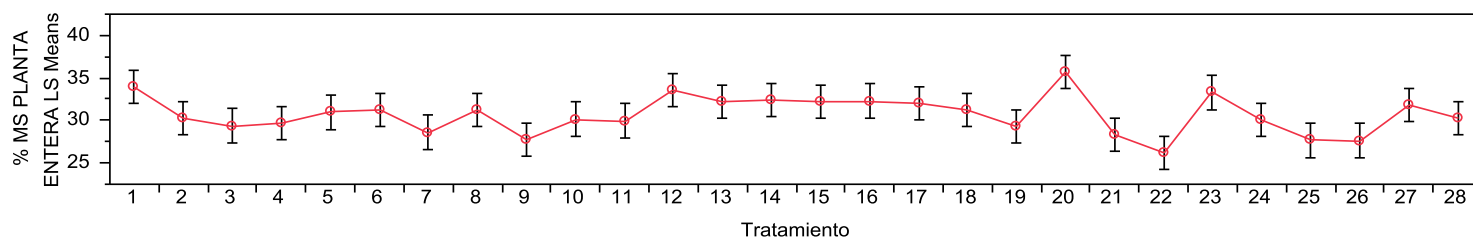
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

**Anexo 5.** Tabla de análisis de varianza de contenido de materia seca (%) en planta entera de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje. Producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Repeticiones	27	515,17709	19,0806	4,8554
Error	84	330,10297	3,9298	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	111	845,28006		<,0001*

Coefficiente de variación (%): 6,47

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey  
(Alpha = 0,05 Q = 3,84514)

Nivel	Least Sq Mean
20	A 35,662585
1	A B 33,926052
12	A B C 33,556323
23	A B C 33,285382
14	A B C D 32,469620
16	A B C D 32,282594
15	A B C D 32,213200
13	A B C D 32,203750
17	A B C D 32,049941
27	A B C D 31,852383
18	A B C D E 31,268921
8	A B C D E 31,209676
6	A B C D E 31,206779
5	A B C D E 30,956559
28	A B C D E 30,303680
2	B C D E 30,253551
10	B C D E 30,159164
24	B C D E 30,064706
11	B C D E 29,953745
4	B C D E 29,733192
3	B C D E 29,364826
19	B C D E 29,327789
7	B C D E 28,600749
21	C D E 28,262078
9	D E 27,691834
25	D E 27,654156
26	D E 27,635867
22	E 26,183301

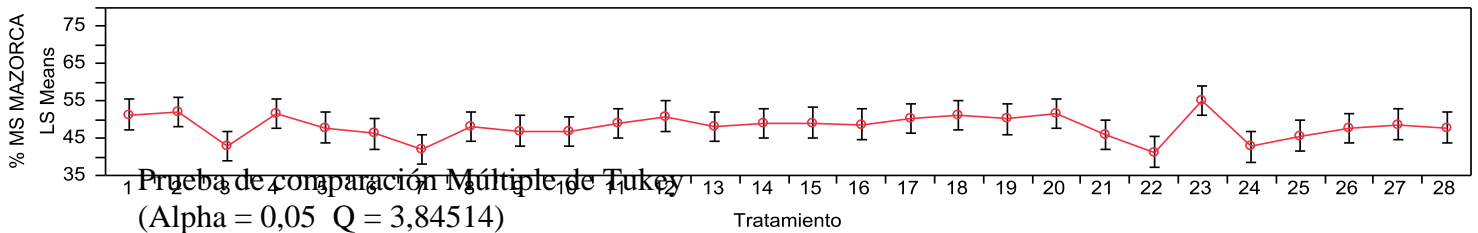
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

**Anexo 6.** Tabla de análisis de varianza de contenido de materia seca (%) en mazorca de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje. Producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Repeticiones	27	1144,9480	42,4055	2,5637
Error	84	1389,4152	16,5407	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	111	2534,3632		<b>0,0006*</b>

Coefficiente de variación (%): 8,44

Nivel de significancia : 0,05



Nivel		Least Sq Mean
23	A	55,057494
2	A B	52,116343
20	A B	51,702904
4	A B	51,680486
1	A B	51,372571
18	A B	51,080021
12	A B	50,878224
17	A B	50,322867
19	A B	50,146897
15	A B	49,127639
11	A B	48,893319
14	A B	48,876540
16	A B	48,702185
27	A B	48,673666
13	A B	48,103414
8	A B	48,021447
5	A B	47,823161
28	A B	47,814484
26	A B	47,728635
9	A B	47,002715

Nivel		Least Sq Mean
10	A B	46,856730
6	A B	46,157394
21	A B	45,942281
25	A B	45,597929
3	B	42,875798
24	B	42,722565
7	B	42,058530
22	B	41,306646

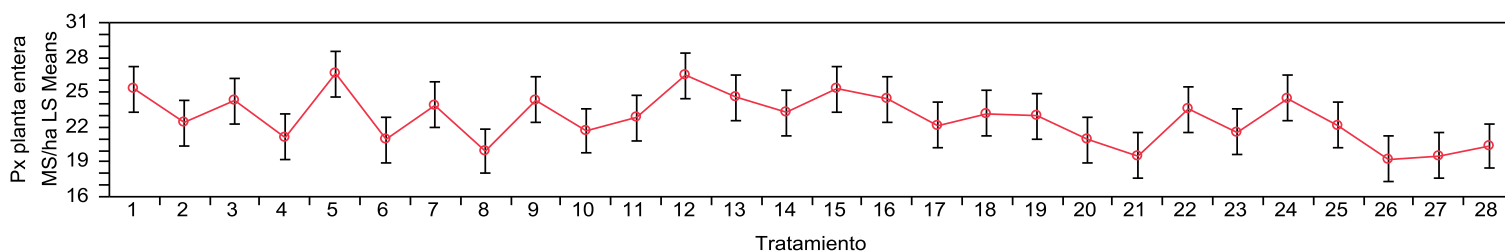
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

**Anexo 7.** Tabla de análisis de varianza de producción de materia seca (ton ha<sup>-1</sup>) en planta entera de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje. Producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Repeticiones	27	466,65826	17,2836	4,4680
Error	84	324,94169	3,8684	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	111	791,59995		<,0001*

Coefficiente de variación (%): 8,65

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey  
(Alpha = 0,05 Q = 3,84514)

Nivel		Least Sq Mean
5	A	26,559562
12	A B	26,448672



Nivel		Least Sq Mean
15	A B C	25,295137
1	A B C	25,293456
13	A B C D	24,572406
24	A B C D	24,467814
16	A B C D	24,409914
9	A B C D	24,360979
3	A B C D	24,260311
7	A B C D	23,887832
22	A B C D	23,503225
14	A B C D	23,257655
18	A B C D	23,173627
19	A B C D	22,924308
11	A B C D	22,822392
2	A B C D	22,345941
25	A B C D	22,162402
17	A B C D	22,132756
10	A B C D	21,685766
23	A B C D	21,602320
4	B C D	21,135701
20	C D	20,918086
6	C D	20,901047
28	C D	20,364523
8	D	19,936264
21	D	19,563564
27	D	19,527838
26	D	19,225002

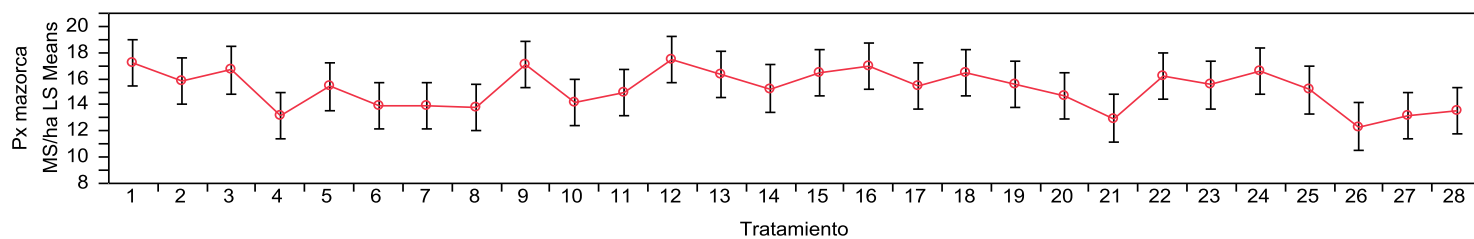
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

**Anexo 8.** Tabla de análisis de varianza de producción de materia seca (ton ha<sup>-1</sup>) en mazorca de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje. Producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Repeticiones	27	225,50444	8,35202	2,5956
Error	84	270,29173	3,21776	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	111	495,79617		0,0005*

Coefficiente de variación (%): 11,77

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey  
(Alpha = 0,05 Q = 3,84514)

Nivel		Least Sq Mean
12	A	17,463009
1	A B	17,207576
9	A B	17,042315
16	A B	16,925175
3	A B	16,647303
24	A B	16,539789
15	A B	16,465301
18	A B	16,447753
13	A B	16,327535
22	A B	16,219577
2	A B	15,843301
19	A B	15,601769
23	A B	15,511027
17	A B	15,477119
5	A B	15,385952
14	A B	15,243504
25	A B	15,135100
11	A B	14,988130
20	A B	14,648135
10	A B	14,143513
7	A B	13,960983
6	A B	13,906906
8	A B	13,820188
28	A B	13,519517
4	A B	13,179992
27	A B	13,159518
21	A B	12,976226
26	B	12,349290

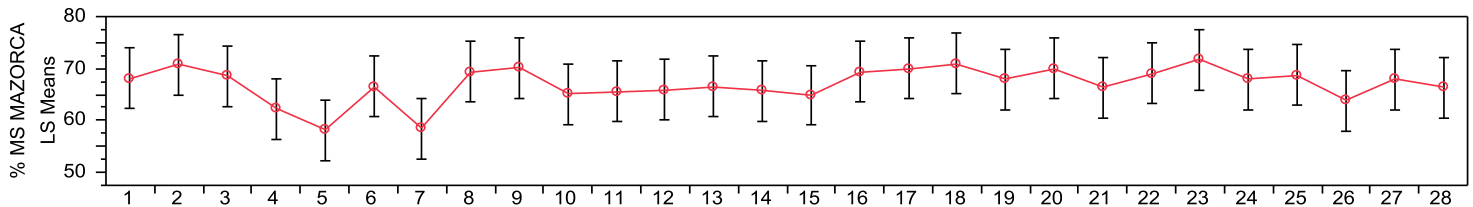
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

**Anexo 9.** Tabla de análisis de varianza de aporte de mazorca (%) a la producción total de materia seca de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje. Producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Repeticiones	27	1216,8014	45,0667	1,3124
Error	84	2884,4360	34,3385	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	111	4101,2375		0,1742

Coefficiente de variación (%): 8,75

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey Tratamiento  
(Alpha = 0,05 Q = 3,84514)

Nivel		Least Sq Mean
23	A	71,782128
18	A	70,937624
2	A	70,837056
9	A	70,111218
20	A	70,040491
17	A	69,914610
8	A	69,328266
16	A	69,320542
22	A	69,084534
25	A	68,663749
3	A	68,496340
1	A	68,111801
19	A	67,953838
24	A	67,887478
27	A	67,856804
13	A	66,580326

Nivel		Least Sq Mean
6	A	66,579522
21	A	66,402318
28	A	66,293373
12	A	65,926783
14	A	65,705841
11	A	65,606196
10	A	65,057960
15	A	64,864928
26	A	63,848878
4	A	62,224937
7	A	58,401512
5	A	58,118261

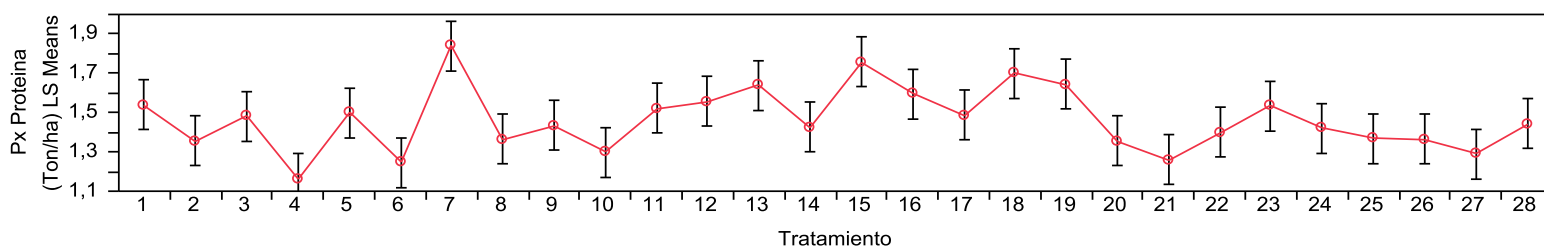
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

**Anexo 10.** Tabla de análisis de varianza de producción de proteína (ton ha<sup>-1</sup>) de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje. Producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Repeticiones	27	2,7429932	0,101592	6,2478
Error	84	1,3658926	0,016261	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	111	4,1088858		<,0001*

Coefficiente de variación (%): 8,71

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey  
(Alpha = 0,05 Q = 3,84514)

Nivel		Least Sq Mean
7	A	1,8393631
15	A B	1,7580120
18	A B C	1,6986269
19	A B C D	1,6436729
13	A B C D	1,6389795
16	A B C D E	1,5939674
12	A B C D E F	1,5551819
1	A B C D E F	1,5378421
23	A B C D E F	1,5337647
11	A B C D E F	1,5222536
5	A B C D E F G	1,5006153
17	B C D E F G	1,4873212
3	B C D E F G	1,4823050
28	B C D E F G	1,4438447
9	B C D E F G	1,4348617
14	B C D E F G	1,4256942
24	B C D E F G	1,4191332
22	C D E F G	1,3984419
25	C D E F G	1,3696364
8	C D E F G	1,3656341
26	C D E F G	1,3630527
20	C D E F G	1,3554920
2	C D E F G	1,3541640
10	D E F G	1,2989774
27	E F G	1,2888373
21	E F G	1,2579372
6	F G	1,2457024
4	G	1,1645771

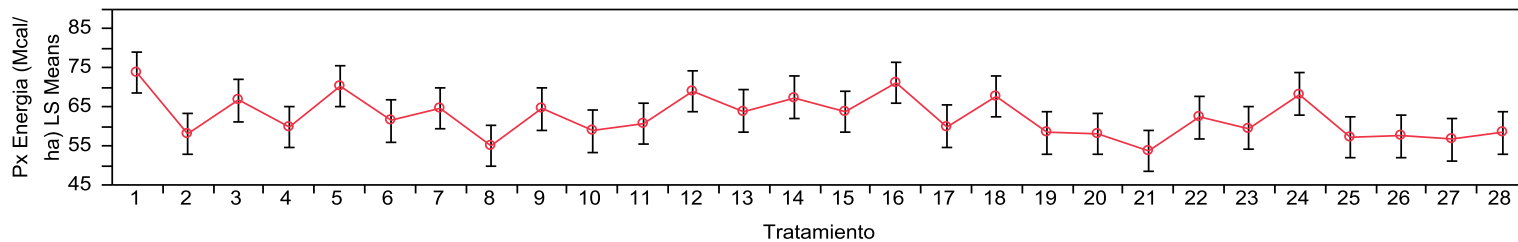
Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.

**Anexo 11.** Tabla de análisis de varianza de producción de energía metabolizable (Mcal ha<sup>-1</sup>) de veintiocho híbridos de maíz para ensilaje. Producidos bajo riego en el llano central. Región de la Araucanía. Temporada 2010/2011.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Valor F
Repeticiones	27	3024,6556	112,024	3,8330
Error	84	2455,0008	29,226	<b>Prob &gt; F</b>
C. Total	111	5479,6564		<,0001*

Coefficiente de variación (%): 8,66

Nivel de significancia : 0,05



Prueba de comparación Múltiple de Tukey

(Alpha = 0,05 Q = 3,84514)

Nivel		Least Sq Mean
1	A	73,856891
16	A B	71,276950
5	A B	70,382840
12	A B C	69,031033
24	A B C D	68,265201
18	A B C D	67,666992
14	A B C D	67,447198
3	A B C D	66,715856
7	A B C D	64,736024
9	A B C D	64,556594
13	A B C D	63,888256
15	A B C D	63,743746
22	A B C D	62,283546
6	A B C D	61,449077
11	A B C D	60,707563
17	A B C D	59,979769
4	A B C D	59,814033
23	A B C D	59,622404
10	B C D	58,768425
19	B C D	58,456986
28	B C D	58,446180
20	B C D	58,152278
2	B C D	58,099445
26	B C D	57,482756
25	B C D	57,178997
27	B C D	56,630730
8	C D	55,024088

<b>Nivel</b>		<b>Least Sq Mean</b>
21	D	53,799802

Niveles no conectados por la misma letra son diferentes significativamente.