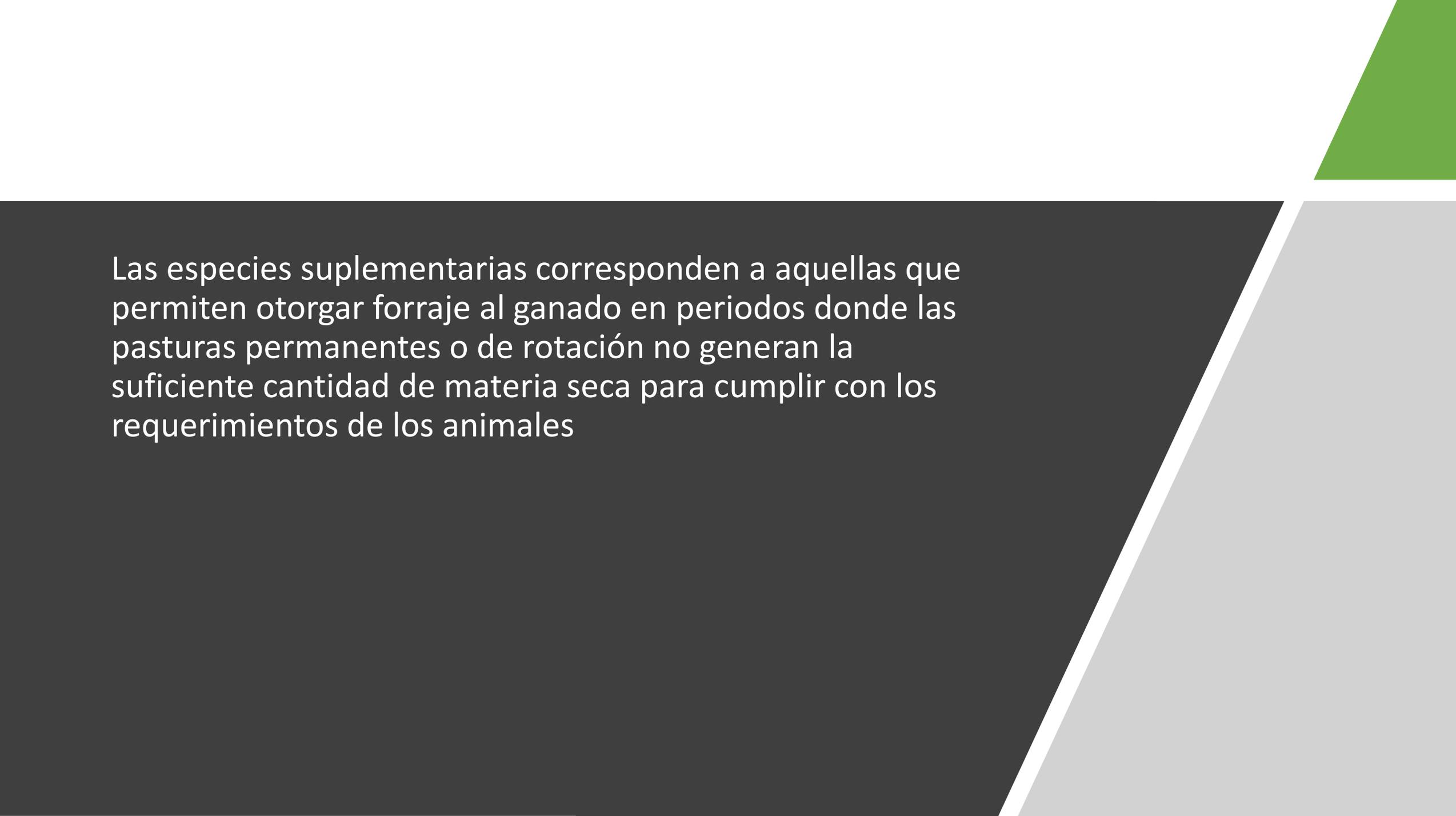




# Especies Suplementarias

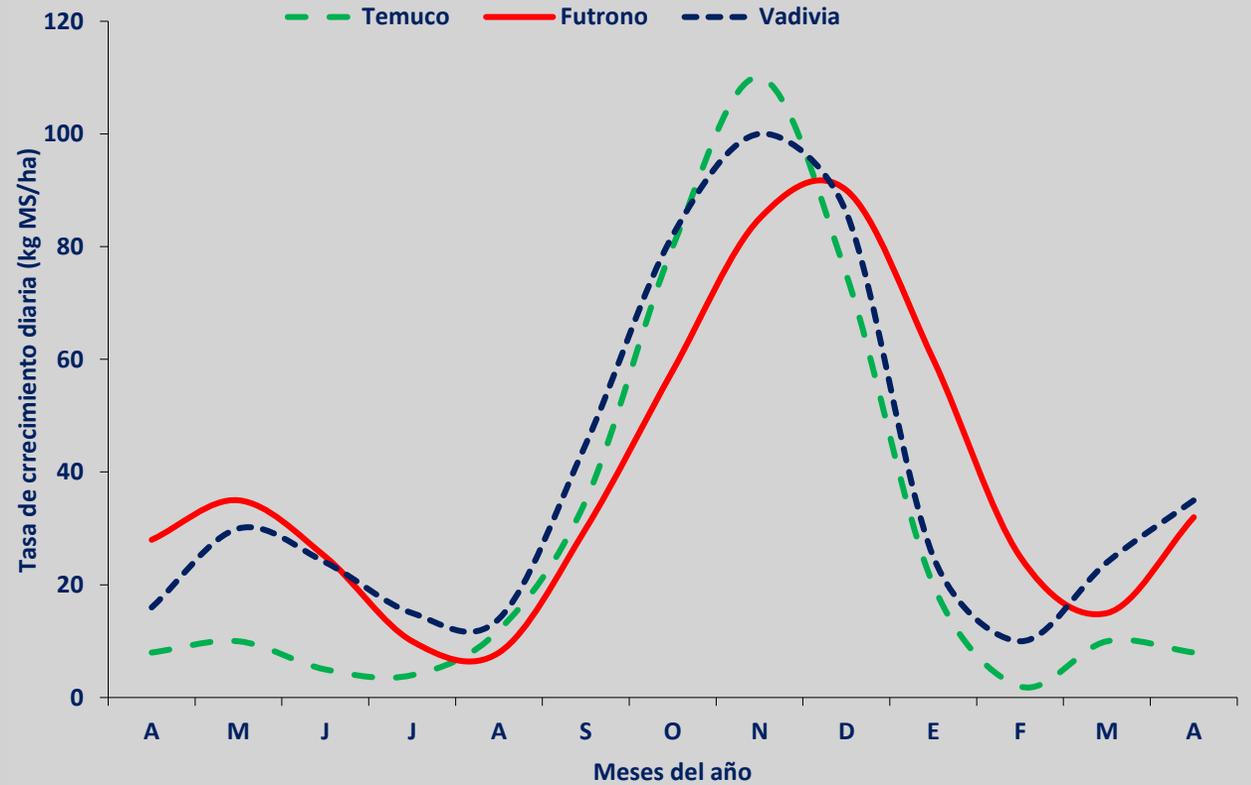
Rolando Demanet Filippi  
Dr. Ingeniero Agrónomo  
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales  
Universidad de Frontera

Praderas y Pasturas  
2022



Las especies suplementarias corresponden a aquellas que permiten otorgar forraje al ganado en periodos donde las pasturas permanentes o de rotación no generan la suficiente cantidad de materia seca para cumplir con los requerimientos de los animales

Curva de crecimiento del pastizal templado.  
Temuco, Valdivia y Futrono



---

*Avena sativa* L.

(avena)

---



Etapas del cultivo de  
avena para pastoreo  
invernal

- ✓ Es el forraje suplementario mas importante de la sur del país
- ✓ Tiene por objetivo ser utilizada para pastoreo y soiling de invierno y elaboración de ensilaje y heno
- ✓ Además se utiliza en grano seco entero o procesado en alimentación animal
- ✓ Las especies mas utilizadas como forraje suplementario son *Avena strigosa* Schreb (2n) y *Avena sativa* L. (4n)

---

# Descripción botánica

---

- ✓ La avena es una especie monocotiledónea anual perteneciente a la familia Poaceae, subfamilia Pooideae, tribu Aveneae, género *Avena*
- ✓ Corresponde a una planta hexaploide (42 cromosomas) que se cultiva en la mayor parte de las zonas templadas y mediterráneas del mundo
- ✓ Este alohexaploide natural se formó por la hibridación de dos especies diploides que formaron un tetraploide por duplicación de cromosomas y posterior hibridación de este tetraploide con una tercera especie diploide, lo que dio origen a un hexaploide estable que es el que hoy existe

- ✓ El origen de la *Avena sativa* L. es el Oriente próximo y desde ahí se diseminó hacia Europa
- ✓ La introducción en Chile se produjo en la segunda mitad del siglo XIX por los alemanes que colonizaron la zona sur del país
- ✓ Antes de la llegada de avenas cultivadas en el país existían algunas especies de avenas silvestres (*Avena fatua* L. y *Avena barbata* L.), que ingresaron como contaminantes de otros granos en el periodo de la colonización española y que hoy forman parte de los pastizales naturalizados del área mediterránea y templada

- ✓ La planta se distingue de otros cereales de grano pequeño por la presencia de una panícula, denominada panoja, donde se encuentran las diferencias morfológicas más importantes entre las especies del mismo género
- ✓ Tiene dos tipos de raíces: las seminales o primarias, formadas a partir de la radícula durante la germinación de la semilla, y las principales o adventicias que emergen de la base de los tallos y crecen desde el inicio de la macolla hasta la emergencia de la panoja

- ✓ Las hojas ubicadas a lo largo del tallo de forma alterna y opuesta son solitarias y sésiles y constan de vaina foliar, lamina y lígula
- ✓ La panoja de aspecto piramidal está formada por un raquis central que posee nudos desde donde nacen los verticilos que, a su vez, constan de varios raquis secundarios. A partir de estos nacen los pedicelos que sostienen las espiguilla
- ✓ El fruto es una carióspside que se encuentra rodeada por dos cubiertas protectoras, la lemma y la palea, que en conjunto forman la cáscara

---

---

# Cultivares

---

- ✓ La historia en Chile de los cultivares de *Avena sativa* L. es reciente
- ✓ Tras la llegada de las semillas con los alemanes colonizadores de la región templada, los agricultores importaron materiales principalmente de Europa
- ✓ A los distintos cultivares se les nombraba mediante una característica y el país de origen. Así tenemos Blanca de Polonia, Precoz de Siberia, Blanca de Hungría y Blanca de Alemania

- ✓ A partir de 1940 la investigación y creación de nuevos cultivares de avena se fue sucediendo de forma ininterrumpida a través del departamento de genética y fitotecnia del Ministerio de Agricultura y la empresa privada creada por Erick von Baer
- ✓ Desde 1964 la obtención de cultivares estuvo marcada por el desarrollo de materiales creados por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) (Beratto, 1977; Beratto, 2006) y la empresa de semillas Baer

- ✓ Los cultivares de avena disponibles en Chile son de tipo alternativo y hábito de crecimiento erecto, pudiendo ser todos ellos destinados a la producción de grano y forraje
- ✓ Establecidos en verano y otoño son utilizados para pastoreo o corte invernal
- ✓ Sembrados en primavera son destinados a la elaboración de ensilaje, heno, henilaje o cosecha de grano (doble propósito)

## Cultivares de avena

Cultivar	Hábito de desarrollo	Hábito de crecimiento	Obtentor
Llaofén	Alternativo	Erecto	INIA
Nehuén	Alternativo	Erecto	INIA
Supernova	Alternativo	Erecto	INIA
Urano	Alternativo	Erecto	INIA
Symphony	Alternativo precoz	Semi erecto	Nordsaat Saatzucht**
Harmony	Alternativo	Intermedio	Nordsaat Saatzucht**
Pituca	Alternativo	Semi rastrero	Semillas Baer

---

---

# Utilización

---

- ✓ La versatilidad de la avena viene dada por la capacidad que tiene de producir en un corto periodo, un volumen de forraje de calidad en condiciones de temperatura y humedad que otras especies son incapaces de generar
- ✓ Esto permite su uso como forraje verde en pastoreo y soiling, ensilaje o cultivo acompañante en el establecimiento de pasturas

---

# Pastoreo invernale

---

- ✓ El uso de avena en pastoreo se realiza entre los meses de abril y septiembre
- ✓ En estos meses se usa como suplemento voluminoso de alta calidad bromatológica, con niveles de proteína superiores a 30%

- ✓ El tiempo de establecimiento depende de la localidad, el sistema de preparación de suelos y los objetivos del cultivo
- ✓ En pastoreo invernal la siembra se hace entre los meses de enero y marzo para tener la opción de utilizar la pastura a inicios de otoño
- ✓ La siembra se hace en sistema de cero labranza o mínima labor para tener un piso firme apto para el pastoreo durante el invierno
- ✓ La siembra es posible realizarla en línea o al voleo, procurando en ambos casos que la semilla quede en contacto con el suelo
- ✓ Para la utilización en pastoreo la siembra se puede hacer con avena sola o en mezcla con cereales de grano pequeño, gramíneas o leguminosas forrajeras de rotación

Efecto de la época de siembra en la  
producción invernal de *Avena sativa* L.  
Estación Experimental Maquehue  
Universidad de La Frontera  
Temuco, 2016

Fecha de siembra	Número de utilizaciones	Producción (ton MS/ha)
15 febrero	4	4,6 a
1 marzo	4	3,2 b
15 marzo	3	2,2 c
30 marzo	3	1,6 c
1 abril	2	1,1 d
15 abril	1	0,8 d
2 mayo	1	0,2 e







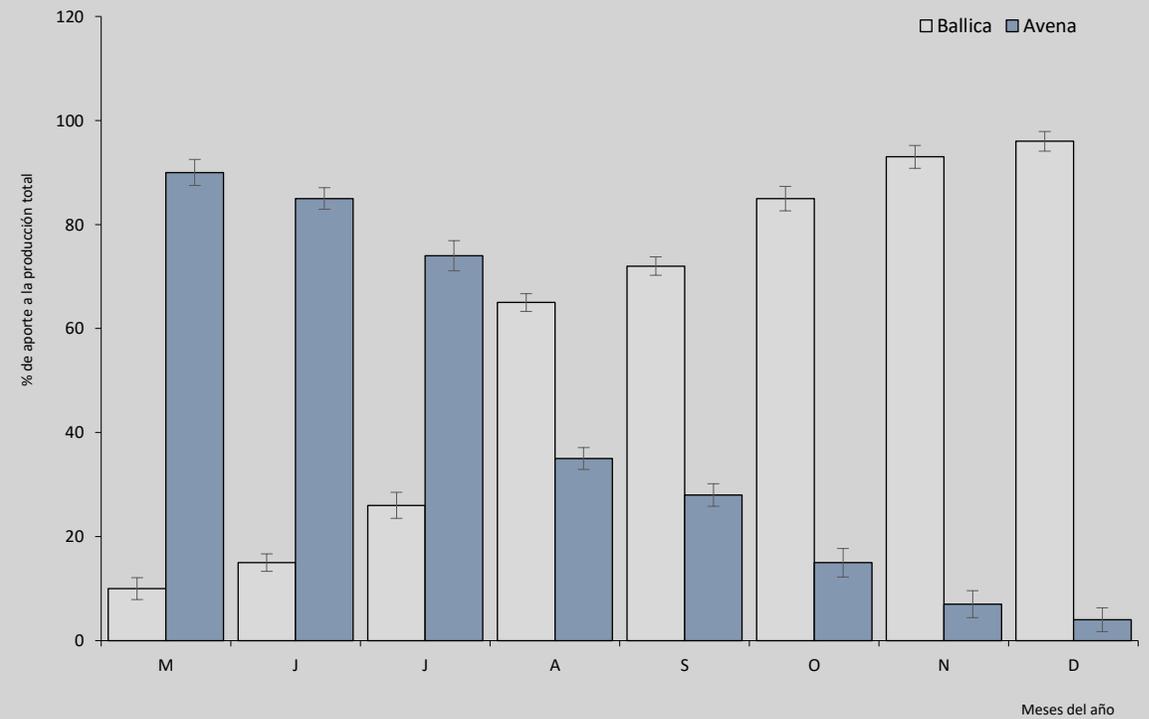
Siembra al voleo



Siembra en línea

- ✓ Los principales factores que definen la dosis de semilla son el sistema de siembra, la época de siembra y la asociación con otras especies
- ✓ Para la siembra de verano, cuyo objetivo es el pastoreo invernal, la dosis es entre 200 y 240 kg/ha, equivalente a 480 y 576 semillas/m<sup>2</sup>
- ✓ En asociación con ballicas de rotación corta, la dosis es 80 kg de avena/ha (lo que equivale a 192 semilla de avena/m<sup>2</sup>) + 25 kg/ha de ballica diploide ó 30 kg/ha de ballica tetraploide

# Aporte porcentual de los componentes de la mezcla de avena + ballica anual



- ✓ También existe la alternativa de la siembra de avena con otros cereales de grano pequeño como son el Trigo, Triticale, Cebada o Centeno, que permite un aumento de la cobertura y una reducción del tiempo que transcurre entre siembra y la primera utilización
- ✓ La competencia entre especies produce un crecimiento acelerado, cuyo resultado es el logro de una mayor altura y cubrimiento del suelo en menor tiempo que el registrado en la siembra de la especie sola
- ✓ En mezcla con cereales, la dosis de semilla de avena se reduce a 100 kg/ha.

Cobertura de siembra de  
avena sembrada sola



Cobertura de siembra de  
avena + centeno



Uso en pastoreo invernal



## Manejo de pastoreo



- ✓ El manejo de pastoreo se realiza controlando el consumo a través de cercos eléctricos ubicados en franjas largas y angostas
- ✓ Esto permite regular el residuo (no inferior a 7 cm) y evita la destrucción de las plantas por pisoteo
- ✓ Este control de ingreso y salida de los animales permite excluir del pastoreo a pasturas que son afectadas por heladas, lo que reduce la muerte de las plantas



Efecto de las heladas en las primeras etapas de desarrollo

- ✓ En suelos de alta fertilidad con fuerte presencia de nitrógeno residual (pre cultivo maíz y remolacha) es posible que los animales se intoxiquen al consumir avena debido a la presencia de altos niveles de nitritos y nitratos en la planta, que pueden llegar a causar la muerte
- ✓ Predispone la presencia de nitratos la acidez de los suelos y la deficiencia de fósforo, azufre o molibdeno

- ✓ La detección de nitritos y nitratos en plantas de avena se puede realizar con pruebas de laboratorio, o test rápidos de campo que producen la primera alerta y definen la pertinencia de uso de la pastura en pastoreo
- ✓ Algunas formas de prevención de la intoxicación son la extensión del periodo de rezago que permita una mayor acumulación de materia seca, en especial cuando se aplican fertilizantes nitrogenados
- ✓ Otra alternativa es el uso de alimentos con alta concentración de carbohidratos, pero la más importante es evitar el consumo de avena con animales hambrientos y de baja condición corporal

Medición en terreno del nivel de nitritos y nitratos en plantas de avena previo al pastoreo



- ✓ Al igual que todos los cereales de uso invernal, la avena posee una excelente palatabilidad y un buen contenido de nutrientes
- ✓ Destacan los buenos niveles de proteína y digestibilidad de su materia seca, factores que determinan que este producto sea consumido con avidez por el ganado
- ✓ Limita su consumo el contenido de humedad del follaje, que puede alcanzar valores superiores a 88%
- ✓ Esto determina que el ganado que consume este recurso, presente una muy buena condición corporal pero no logre ganancias de peso relevantes (> 600 g/cabeza/día)

## Calidad bromatológica de la avena medida en diferentes estados de desarrollo de las plantas

<b>Componente</b>	<b>Unidad</b>	<b>4 a 5 hojas</b>	<b>5 a 6 hojas</b>
Materia seca	%	11,8	12,6
Humedad	%	88,2	87,4
Proteína cruda	% MS	30,5	28,3
Proteína soluble	% PC	34,9	33,8
FDA	% MS	23,0	23,5
FDN	% MS	39,1	39,0
Lignina	% FDN	5,4	5,7
Digestibilidad FDN (30 horas)	% FDN	82,3	78,0
Carbohidratos solubles en etanol	% MS	7,9	8,7
Carbohidratos no fibrosos	% MS	16,6	17,6
Carbohidratos no estructurales	% MS	9,8	11,0
Almidón	% MS	1,9	2,3
Extracto etéreo	% MS	5,7	5,6
Cenizas	% MS	12,6	13,3
Nutrientes digestibles totales (NDT)	% MS	71,1	70,0

---

# Doble propósito

---

- ✓ La utilización en doble propósito significa que la avena es consumida en invierno por los animales en pastoreo y, posteriormente en primavera, es rezagada para la elaboración de forraje conservado (ensilaje, henilaje o heno), cosecha de grano y empaque de los residuos (paja)
- ✓ Diversos factores condicionan el rendimiento invernal y primaveral de la avena de doble propósito
- ✓ Los más destacados son la época de siembra, el cultivar, el tiempo de rezago y el estado fenológico al momento de la cosecha
- ✓ En la zona de transición de clima mediterráneo a templado, la producción anual puede ser superior a las 14 ton MS/ha y en el área templada puede alcanzar las 17 ton MS/ha

Rendimiento invernal y anual (ton MS/ha) en tres localidades de la zona de transición de mediterránea a templada de avena. Región de La Araucanía

Zona agroecológica	Localidad	Producción Invernal	Producción Anual
Precordillera	Curacautín	1,1	8,5
Secano Interior	Traiguén	1,4	8,2
Secano Costero	Hualpín	2,3	14,7

Fuente: adaptado de Demanet & García, 2000

---

# Conservación de forraje

---

- ✓ La conservación de la avena (ensilaje, henilaje o heno) es una alternativa que en los sistemas ganaderos se utiliza para la mantención del ganado durante periodos críticos de escasez de forraje
- ✓ Se siembra sola o en mezcla con leguminosas trepadoras, como vicia y arveja o con leguminosas de crecimiento erecto, como trébol rosado, trébol encarnado o trébol alejandrino

- ✓ La siembra se hace entre los meses de mayo a septiembre en sistema de siembra convencional o cero labranza y distancia entre hilera de 12 a 15 cm
- ✓ En siembras realizadas entre mayo y julio, la dosis de semilla es de 140 kg/ha, que equivale a 336 semilla/m<sup>2</sup> y en las siembras efectuadas entre los meses de agosto a septiembre, la dosis es de 160 a 180 kg/ha
- ✓ En asociación con leguminosas como trébol encarnado, trébol alejandrino, trébol rosado o vicia, la dosis es 80 kg/ha, equivalente a 192 semilla/m<sup>2</sup>

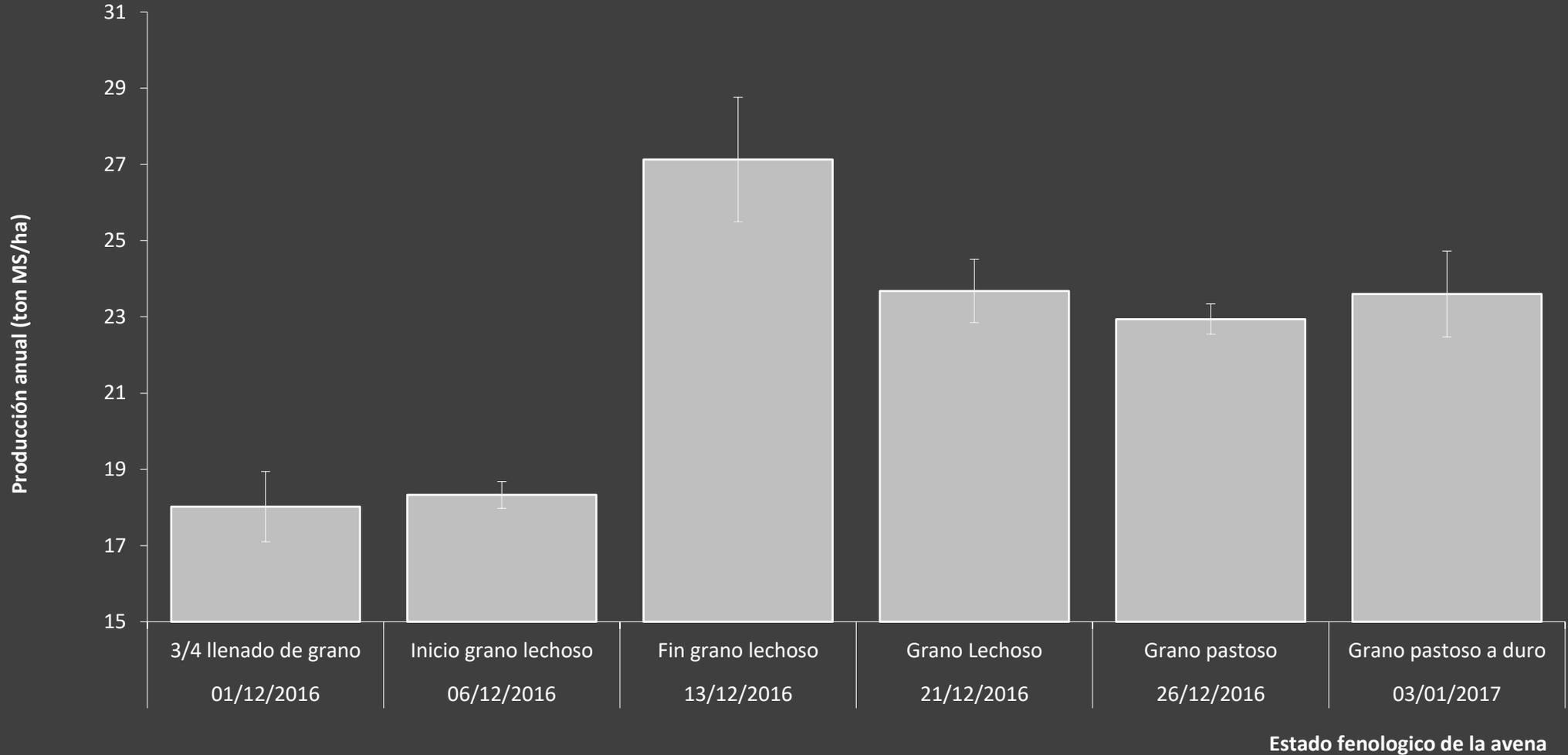
Momento de cosecha



Grano en estado pastoso

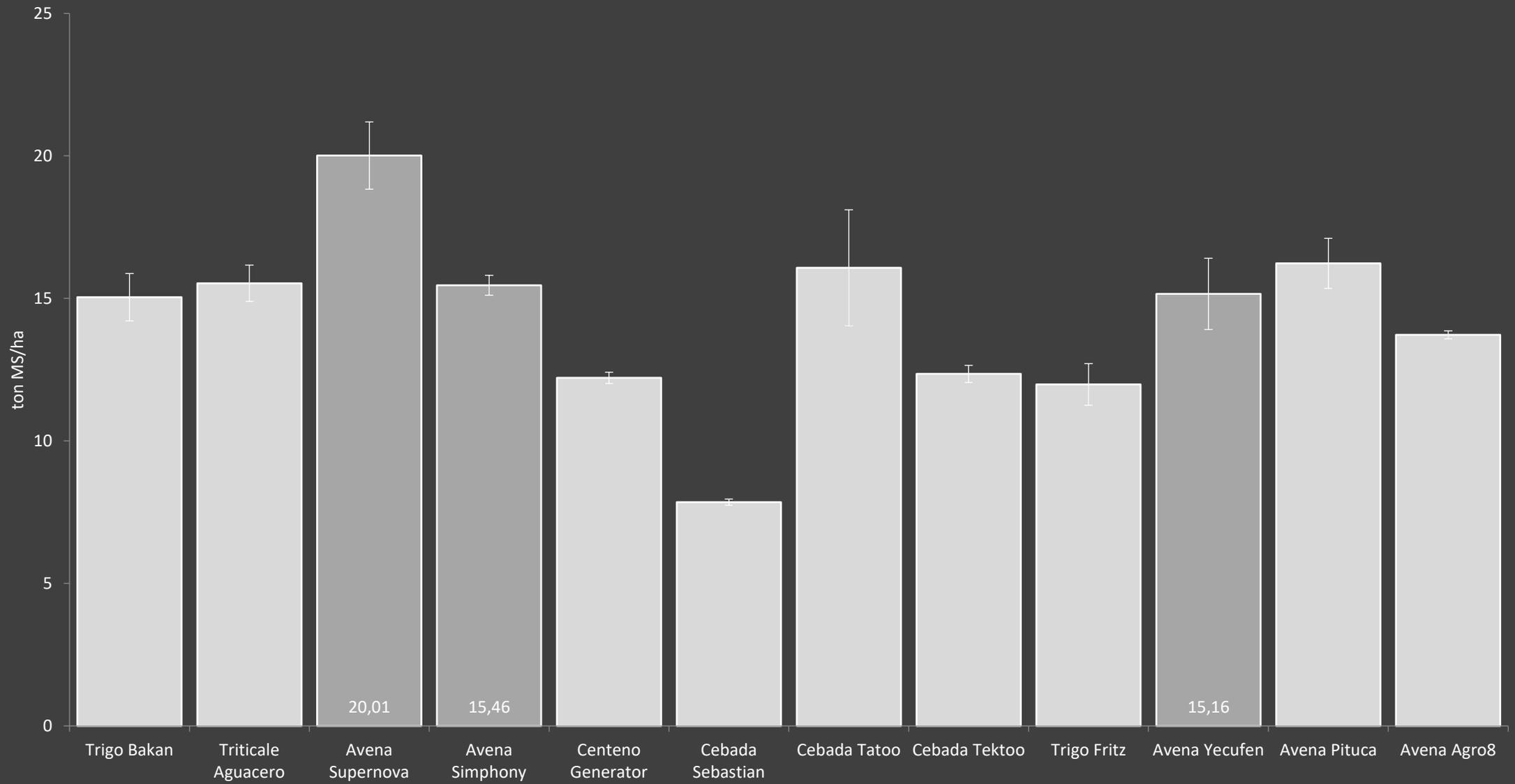


- ✓ Para la elaboración de ensilaje o henilaje, la avena se cosecha cuando tiene entre 35 y 40% de materia seca, que coincide con el estado de grano pastoso
- ✓ En esta condición de madurez, el proceso de conservación es efectivo ya que se produce una buena compactación y rápida producción de un ambiente anaeróbico en el silo
- ✓ La cosecha realizada en estados más inmaduros requiere la elaboración de ensilaje premarchito
- ✓ El corte, hilerado, colecta y transporte produce pérdidas de algunas de las estructuras de la panoja, incluyendo el grano en formación



Efecto de la época de cosecha en el porcentaje de materia seca (%MS) y la producción anual de avena

Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temuco. 2016 - 2017



Rendimiento de cereales de grano pequeño. Estación Experimental Maquehue.  
Temporada 2015/2016

---

# Consumo

---

- ✓ Mediciones realizadas con ensilajes de corte directo han demostrado que el bajo contenido de materia seca produce niveles de nitrógeno amoniacal elevados ( $> 18\%$ ) que limitan el consumo de materia seca y la ganancia de peso de los animales
- ✓ Ensilajes elaborados con plantas de avena en estados de madurez avanzada presentan una disminución del contenido de ácido láctico, una reducción del proceso fermentativo y por tanto una disminución de su calidad

Parámetros de calidad de ensilaje en distintos momentos de corte de avena, consumo y ganancia de peso de vaquillas

<b>Ensilaje de avena</b>	<b>Panoja emergida</b>	<b>Grano pastoso</b>
Materia seca (%)	15,8	29,4
Proteína (%)	9,5	7,7
pH	4,5	4,6
Nitrógeno amoniacal (%)	19,1	14,4
Consumo ensilaje (kg MS/cabeza/día)	2,3	3,0
Consumo total (kg MS/cabeza/día)	3,2	3,9
Ganancia de peso (kg PV/cabeza/día)	0,17	0,42

Fuente: Adaptado de Dumont, 1987.

---

*Avena strigosa* Schreber  
(Avena forrajera)

---



Avena strigosa post  
primera utilización

- ✓ Especie nativa de Europa pertenece a la familia Poaceae, subfamilia Pooideae, tribu Aveneae, género *Avena*
- ✓ Fue introducida a Chile en la década del 50 del siglo pasado donde se hizo popular entre los ganaderos, que apreciaron su rápido establecimiento y buen aporte de forraje en invierno
- ✓ Corresponde a una especie diploide con 14 cromosomas y de hojas finas, rápido crecimiento invernal y muy sensible a las bajas temperaturas
- ✓ En el país se comercializa semilla corriente donde a veces es posible encontrar denominaciones locales de plantas con semilla de color oscuro (strigosa negra) o semillas de color ámbar (strigosa blanca)

- ✓ Para pastoreo invernal se establece en el periodo de enero a marzo con el objetivo de tener disponibilidad de forraje temprano en otoño
- ✓ La dosis de semilla está relacionada con el sistema de siembra. En siembra de verano para pastoreo invernal la dosis de semilla debe ser entre 80 kg/ha y 120 kg/ha
- ✓ El nivel de rendimiento de esta especie está directamente relacionado con el nivel de fertilidad del suelo, condiciones climáticas, manejo de pastoreo y fecha de siembra
- ✓ Esta especie puede lograr una producción superior a 3 ton MS/ha en el periodo de invierno diferenciándose de otras especies de avena en la rápida capacidad de rebrote



Avena strigosa  
asociada a Centeno

---

*Hordeum vulgare L.*  
(Cebada)

---



- ✓ El principal objetivo de la cebada es la elaboración de ensilaje de calidad
- ✓ Es una importante opción en zonas con condiciones climáticas adversas
- ✓ Es el cereal más precoz y que permite siembras tardías en áreas con problemas de suelo y clima

- ✓ Es una de las primeras especies domesticadas para el consumo humano y se han encontrado restos de cebada de hace aproximadamente 10.500 años, equivalente a 8.481 años AC en Tell Abu Hureyra (Siria)
- ✓ La actual cebada es producto de la domesticación de la cebada silvestre (*Hordeum spontaneum* (K. Koch) Thell.), diploide (con 14 cromosomas) y originaria del oriente medio, Marruecos y las altiplanicies de China
- ✓ Su ingreso a Chile fue con la colonización europea y su difusión se produjo a través de la producción de cerveza

---

# Descripción botánica

---

- ✓ Se trata de una monocotiledónea anual perteneciente a la familia Poaceae, subfamilia Pooideae, tribu Triticeae y genero *Hordeum*
- ✓ La especie *Hordeum vulgare* L. se divide en dos subespecies: *Hordeum vulgare* L. subsp. *spontaneum* Kch. y *Hordeum vulgare* L. subsp. *vulgare*
- ✓ Esta última está representada por dos especies cultivadas: *Hordeum distichon* L., que es utilizada para la elaboración de cerveza, y *Hordeun hexastichon* L., destinada a la producción de grano para alimentación animal

- ✓ La cebada presenta un sistema radical fasciculado superficial que se concentra en los primeros 30 centímetros de profundidad
- ✓ Es de crecimiento erecto y los tallos pueden alcanzar una altura de entre 0,8 y 1,5 metros (seis a nueve inter nudos)
- ✓ Las hojas son más largas que las del trigo y poseen un par de aurículas largas y abrazadoras con cierta pigmentación proporcionada por las antocianinas. La lígula es glabra, corta y dentada
- ✓ La inflorescencia es una espiga compacta que es generalmente barbada
- ✓ El fruto es una cariósipide y sus semillas logran la madurez fisiológica cuando la cariósipide tiene entre 35% y 45% de humedad

---

---

# Cultivares

---

- ✓ Los cultivares de cebada se clasifican según su hábito de crecimiento en invernales, alternativos y primaverales
- ✓ Entre estos, los hay generados a partir de genética convencional o por hibridación
- ✓ Los cultivares se pueden clasificar también según el número de hileras que tiene la espiga

- ✓ Los cultivares utilizados para producción de forraje son habitualmente de genética convencional, de hábito de crecimiento primaveral y son principalmente destinados a la elaboración de ensilaje, en especial en aquellas zonas donde no es posible el establecimiento y producción de maíz para ensilaje
- ✓ En la última década se han introducido a Chile materiales de cebadas convencionales e híbridos con hábito de crecimiento invernal, que pueden tener un mayor potencial de crecimiento y mejor calidad nutricional

## Cultivares de cebada

Cultivar	Tipo	Hábito de desarrollo	Hábito de crecimiento
Tatoo	Híbrida	Invernal	Erecto
Tektoo	Híbrida	Invernal	Erecto
Antonella	Convencional	Invernal	Erecto

---

---

# Utilización

---

- ✓ Como forraje suplementario la principal forma de uso es la elaboración de ensilaje
- ✓ Con el ingreso de cultivares, con hábito de crecimiento invernal, se ha estudiado su uso en pastoreo invernal y doble propósito, cuyos resultados son incipientes y requieren un mayor tiempo de experimentación, especialmente en relación al manejo del pastoreo y carga animal
- ✓ Para uso invernal y doble propósito, sólo es posible utilizar cultivares de hábito de crecimiento invernal
- ✓ Los cultivares de hábito primaveral producen un gran y rápido crecimiento invernal, pero su sensibilidad a helmintosporiosis (*Helminthosporium teres*) y rinosporiosis (*Rhynchosporium secalis*) causa la pérdida del follaje y muerte de parte de las plantas

---

# Pastoreo invernal

## Doble propósito

---

- ✓ Al igual que todos los cereales de grano pequeño destinados al pastoreo de invierno y posterior rezago para elaboración de ensilaje, la cebada se establece entre los meses de enero a marzo
- ✓ Siembras tempranas permiten la utilización de la cebada en pastoreo a inicios de otoño y la posibilidad que las plantas rebroten y puedan ser pastoreadas en dos oportunidades durante el invierno

- ✓ Dependiendo del tamaño de la semilla, tipo de cebada y cultivar, la dosis es entre 140 a 180 kg/ha
- ✓ Para mejorar la densidad de plantas y acelerar el proceso productivo de otoño e invierno, es factible la asociación de la cebada con otros cereales como avena y centeno
- ✓ En mezcla la dosis de semilla se reduce a 120 kg/ha si se asocia con 100 kg semilla de avena/ha ó 80 kg de semilla de centeno/ha



Cebada sembrada sola



Mezcla de Cebada + Centeno

---

# Conservación de forraje

---

- ✓ En conservación de forraje la principal utilización de la cebada es la elaboración de ensilaje, proceso que ha sido ampliamente estudiado en Chile ya que es una alternativa más económica y flexible que la de ensilajes de maíz y sorgo
- ✓ El papel nutricional del ensilaje de cebada en los sistemas ganaderos es clave, ya que es una fuente de fibra, tanto digestible – energía metabolizable – como “efectiva” – buffer ruminal

- ✓ Para mejorar el contenido nutricional del ensilaje de cebada se ha estudiado la producción y calidad de mezclas con leguminosas trepadoras como arvejas afilas y vicias
- ✓ En cuatro localidades de la zona templada, las mediciones demostraron que la producción disminuía entre un 4 y un 18% respecto a la siembra sola, pero se produjo un aumento de entre 4 y 5% del contenido de proteína
- ✓ La principal razón de la reducción de la producción es la mala sincronía entre el crecimiento de las especies y la debilidad de los tallos de la cebada

- ✓ Para producción de ensilaje se utilizan los mismos cultivares mencionados para pastoreo invernal y doble propósito (Tatoo, Tektoo y Antonella), además de los cultivares de hábito primaveral como son Acuario y Alteza
- ✓ Los cultivares de hábito de crecimiento invernal (Tatoo, Tektoo y Antonella) se establecen entre abril y junio y los primaverales (Acuario y Alteza) entre julio y septiembre
- ✓ En ambas épocas de establecimiento se puede realizar bajo un sistema convencional, con preparación de suelo, mínima labor o cero labranza y la elección del proceso depende del pre cultivo, las características físicas del suelo y la disponibilidad de maquinaria

Siembra de cebada híbrida  
cuyo destino es la  
elaboración de ensilaje



- ✓ La dosis está determinada por la época de siembra, el tamaño de las semillas y la calidad de la preparación del suelo
- ✓ En siembras de otoño – invierno, la dosis es entre 140 y 160 kg/ha, equivalente a 280 y 320 semilla/m<sup>2</sup>
- ✓ En siembras de finales de invierno y primavera, la dosis es entre 200 y 220 kg semilla/ha que equivalen a 400 y 440 semilla/m<sup>2</sup>
- ✓ Las dosis superiores en cada época se utilizan en suelos con preparación imperfecta y sistemas de cero labranza

---

# Periodo de cosecha

---

- ✓ El estado fenológico en el que son cosechadas las plantas define la producción y calidad de la cebada destinada a la elaboración de ensilaje
- ✓ El rendimiento aumenta con el avance en la madurez de las plantas y la calidad con la disminución del aporte de los tallos

Efecto del estado fenológico en la altura, el contenido de materia seca, la producción y la proporción de espigas y tallos de cebada. Púa, 2013

Estado fenológico	Altura (cm)	% MS	ton MS/ha	% Tallos	% Espiga
Grano pastoso	104	32,0	18,5	65,8	34,2
Grano pastoso harinoso	103	37,2	18,4	52,3	47,7
Grano harinoso suave	105	44,1	22,7	44,0	56,0
Grano harinoso duro	104	58,1	21,7	38,5	61,5
Grano duro	93	87,3	19,6	35,1	64,9

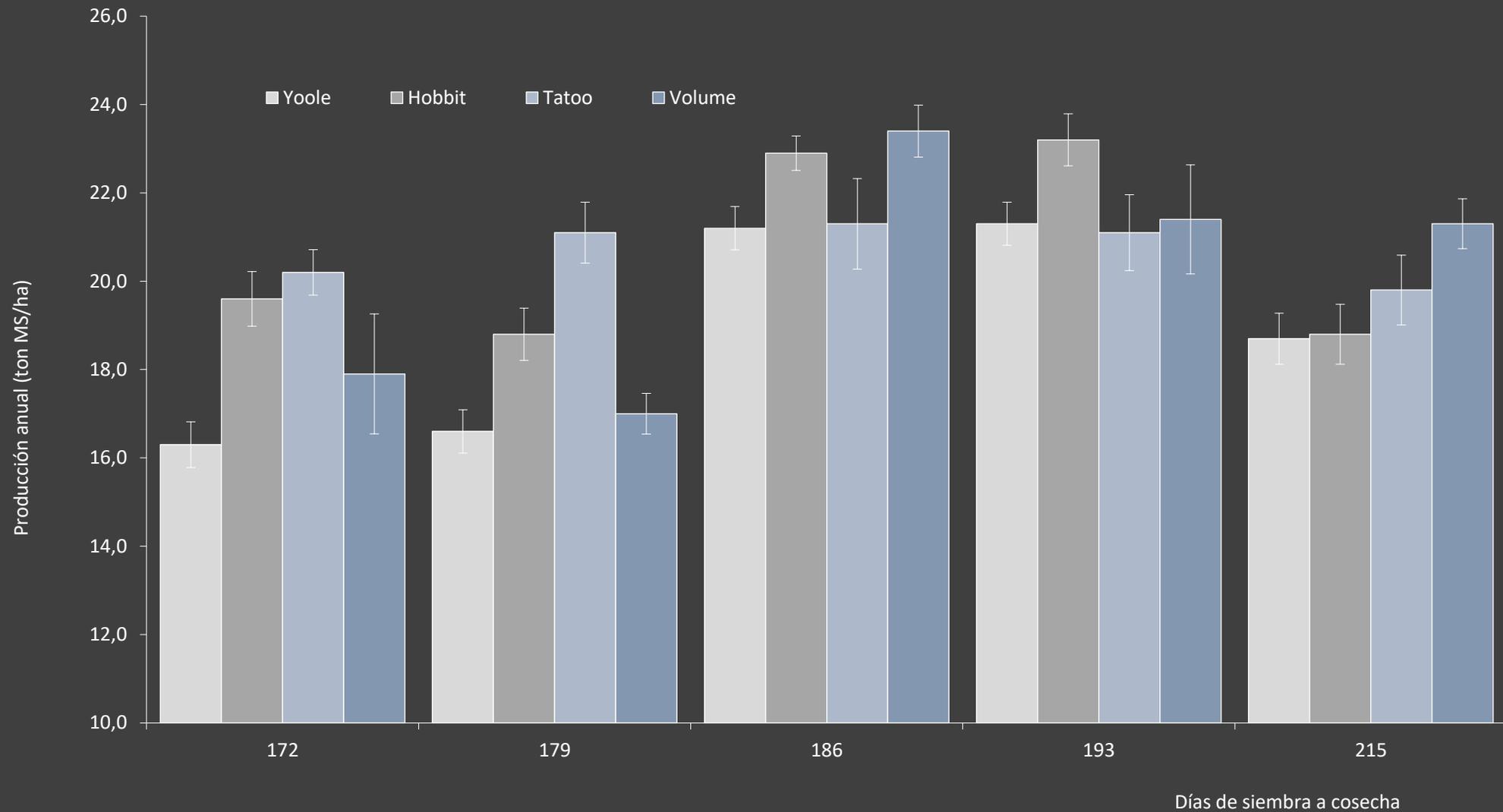
---

---

# Producción

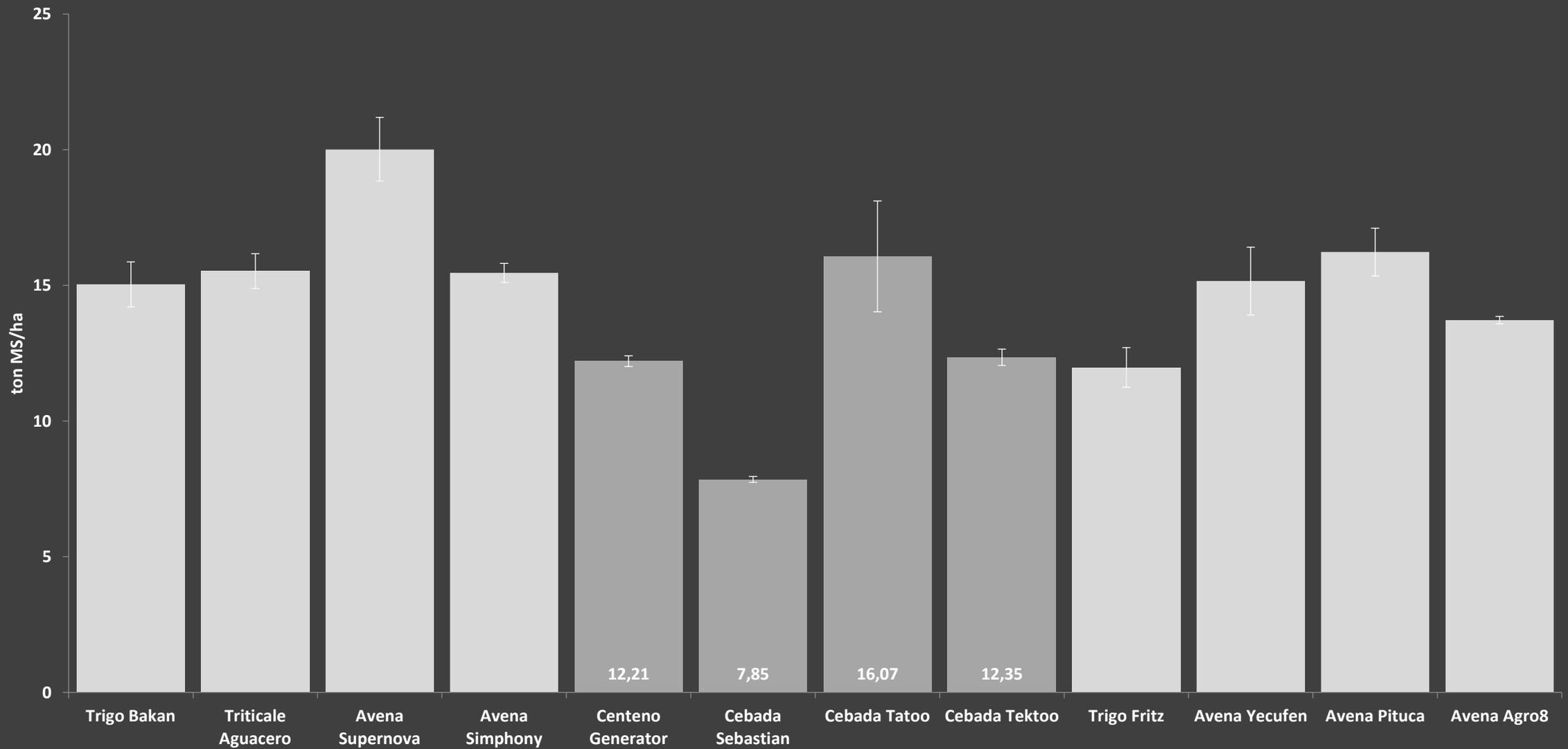
---

- ✓ El nivel de producción que se ha logrado con la incorporación de los cultivares híbridos de hábito de crecimiento invernal y que son sembrados en otoño, supera las 20 ton MS/ha
- ✓ En cultivares de hábito primaveral el rendimiento no supera las 16 ton MS/ha



Producción de cebada para ensilaje. Estación Experimental Maquehue

Universidad de La Frontera. Temuco. Temporada 2016/2017



Rendimiento de cereales de grano pequeño. Estación Experimental Maquehue.  
Temporada 2015/2016

---

---

# Ensilaje

---

- ✓ La forma de elaborar el ensilaje define la calidad del producto conservado
- ✓ En estado vegetativo o previo a la formación del grano el ensilaje se realiza pre deshidratado
- ✓ En estado pastoso, la única forma de conservar la cebada es a través del ensilaje de corte directo, ya que en el proceso de deshidratado en el campo se produce pérdida de granos que son parte importante del rendimiento y calidad del material ensilado

- ✓ La ensilabilidad de la cebada depende del estado de madurez de las plantas debido que a medida que avanza el desarrollo, los granos son más duros y los cambios estructurales de las paredes celulares del tallo producen tallos más rígidos, los que son más difíciles de compactar en el silo que el material vegetal que se cosecha en las primeras etapas de madurez
- ✓ El mayor contenido de humedad de las plantas en estados anteriores al de grano lechoso, genera procesos fermentativos más extensos en los que se producen pérdidas de materia seca y energía

Momento de cosecha de  
cebada para ensilaje



---

# Producción animal

---

- ✓ El ensilaje de cebada es una opción al ensilaje de maíz ya que, en el estado de grano harinoso produce ganancias de peso similares a las alcanzadas por el del maíz en novillos de engorde estabulados
- ✓ En producción de leche, el ensilaje de cebada supera en calidad, consumo y producción a los ensilajes de avena y trigo
- ✓ Esta mejor respuesta productiva de las vacas se debe al mayor contenido de almidón, menor concentración de fibra y mejor digestibilidad de la materia orgánica que posee el ensilaje de cebada

Consumo de henilaje de  
cebada



---

*Triticale x Triticosecale* sp.  
(Triticale)

---



El triticales, es el primer cereal creado por el hombre producto del cruzamiento artificial entre trigo y centeno

- ✓ Las características de este cereal son intermedias entre sus progenitores, tomando del trigo su elevada producción e índice de cosecha y el gran número de granos por espiga, y del centeno, su rendimiento estable, rusticidad, gran cantidad de biomasa, resistencia al frío y sequía, adaptación a suelos ácidos, mayor contenido en lisina del grano y resistencia a enfermedades
- ✓ Es utilizado principalmente para elaboración de ensilaje de calidad

- ✓ Producto del cruzamiento artificial entre trigo (*Triticum* spp.) y centeno (*Secale cereale* L.), fue el primer cereal obtenido mediante cruzamiento por el hombre. El primer híbrido fue infértil y se produjo en Escocia en el año 1875
- ✓ En Hungría, en 1968 se obtuvo el primer híbrido comercial que hizo de Europa el continente pionero en el desarrollo de este cultivo

---

---

# Cultivares

---

- ✓ Los cultivares desarrollados en las últimas décadas producen mayor cantidad de biomasa y rendimiento de grano que el trigo y su producción es comparable con la del centeno
- ✓ Los cultivares disponibles en el mercado nacional que pueden ser utilizados con objetivo forrajero son del tipo invernal, alternativo y primaveral
- ✓ Cuatro son las alternativas, todas ellas de crecimiento erecto

## Principales cultivares de triticale comercializados en el país

Cultivar	Hábito de desarrollo	Hábito de crecimiento	Obtentor
SU Agendus	Invernal	Erecto	Saaten Union
Faraón	Invernal	Erecto	INIA
Torete	Alternativo	Erecto	Semillas Baer
Aguacero	Primaveral	Erecto	INIA

---

---

# Utilización

---

- ✓ En el mundo, el principal destino es la producción de grano y el 72% se obtienen entre Polonia, Alemania, Bielorrusia y Francia
- ✓ Al igual que todos los cereales de grano pequeño, el triticale puede ser utilizado para pastoreo invernal, doble propósito y conservación de forraje

---

Uso invernala

---

- ✓ La obtención de una mayor producción temprana se logra con siembras hechas entre los meses de enero y marzo
- ✓ A diferencia de la avena y trigo, las tasas de crecimiento iniciales son bajas, lo que implica que el retraso en la fecha de siembra reduce las posibilidades de uso en invierno
- ✓ En la siembra se utilizan 240 kg/ha, equivalente a 480 semillas/m<sup>2</sup>, que permite lograr una alta densidad y cobertura del suelo, producto del efecto sinérgico creado por la competencia homotípica

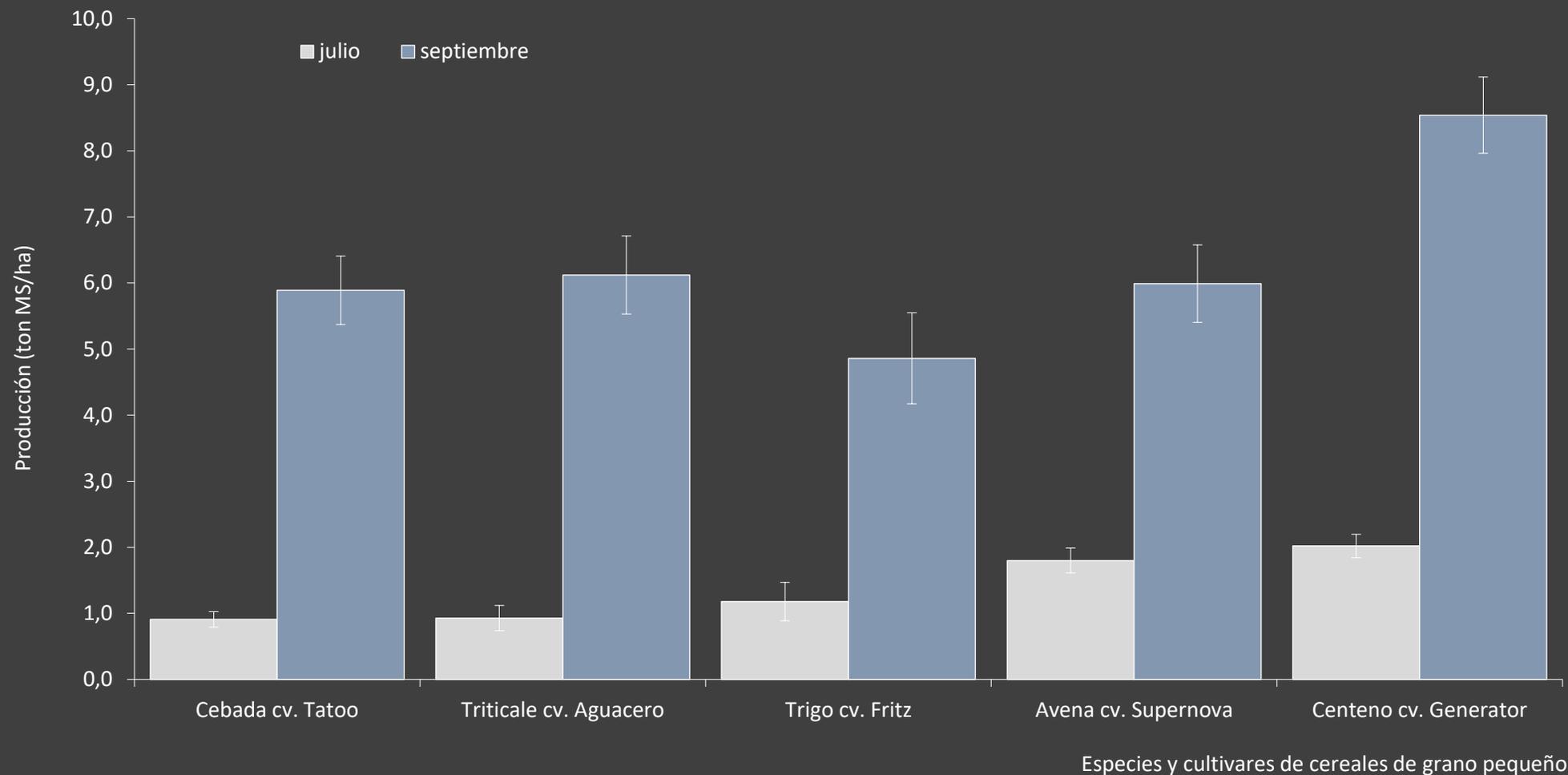
- ✓ Los cultivares de triticale no han sido seleccionados para el pastoreo, sólo se han seleccionado por su habilidad para la producción de grano y tolerancia a enfermedades
- ✓ Para uso invernal se utilizan los cultivares con hábito de crecimiento primaveral que, además, pueden ser manejados con doble propósito, es decir, pastoreo invernal y producción de ensilaje o grano en primavera
- ✓ Una alternativa es el cultivar Aguacero - INIA, que ha demostrado tener una cierta tolerancia a las condiciones habituales de estrés invernal como son las heladas, algunas inundaciones eventuales y sobrepastoreo



Cobertura alcanzada por el Triticale cv. Aguacero en menos de 30 días post siembra



Etapa inicial de la mezcla Triticale cv Aguacero + Centeno cv. Generator



Acumulación de materia seca en el periodo invernal de cereales de grano pequeño (ton MS/ha)  
Estación experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temuco. Temporada, 2017

Contenido de nutrientes de Triticale cv. Aguacero medido en dos estados de desarrollo en el periodo invernal. Estación experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temuco. Temporada 2018

<b>Componente</b>	<b>Unidad</b>	<b>2 a 4 hojas</b>	<b>4 a 6 hojas</b>
Materia seca	%	11,9	14,2
Humedad	%	87,1	86,9
Proteína cruda	% MS	32,5	30,2
Proteína soluble	% PC	35,8	36,2
Proteína ligada FDA	% PC	3,3	3,4
Proteína ligada FDN	% PC	14,5	14,8
Proteína degradable ruminal	% PC	70,2	69,2
FDA	% MS	21,8	22,6
FDN	% MS	38,9	40,5
Lignina	% FDN	5,5	5,7
Digestibilidad FDN (30 horas)	% FDN	80,2	79,4
Almidón	% MS	1,9	2,2
Total nutrientes digestibles (NDT)	% MS	70,1	69,4

---

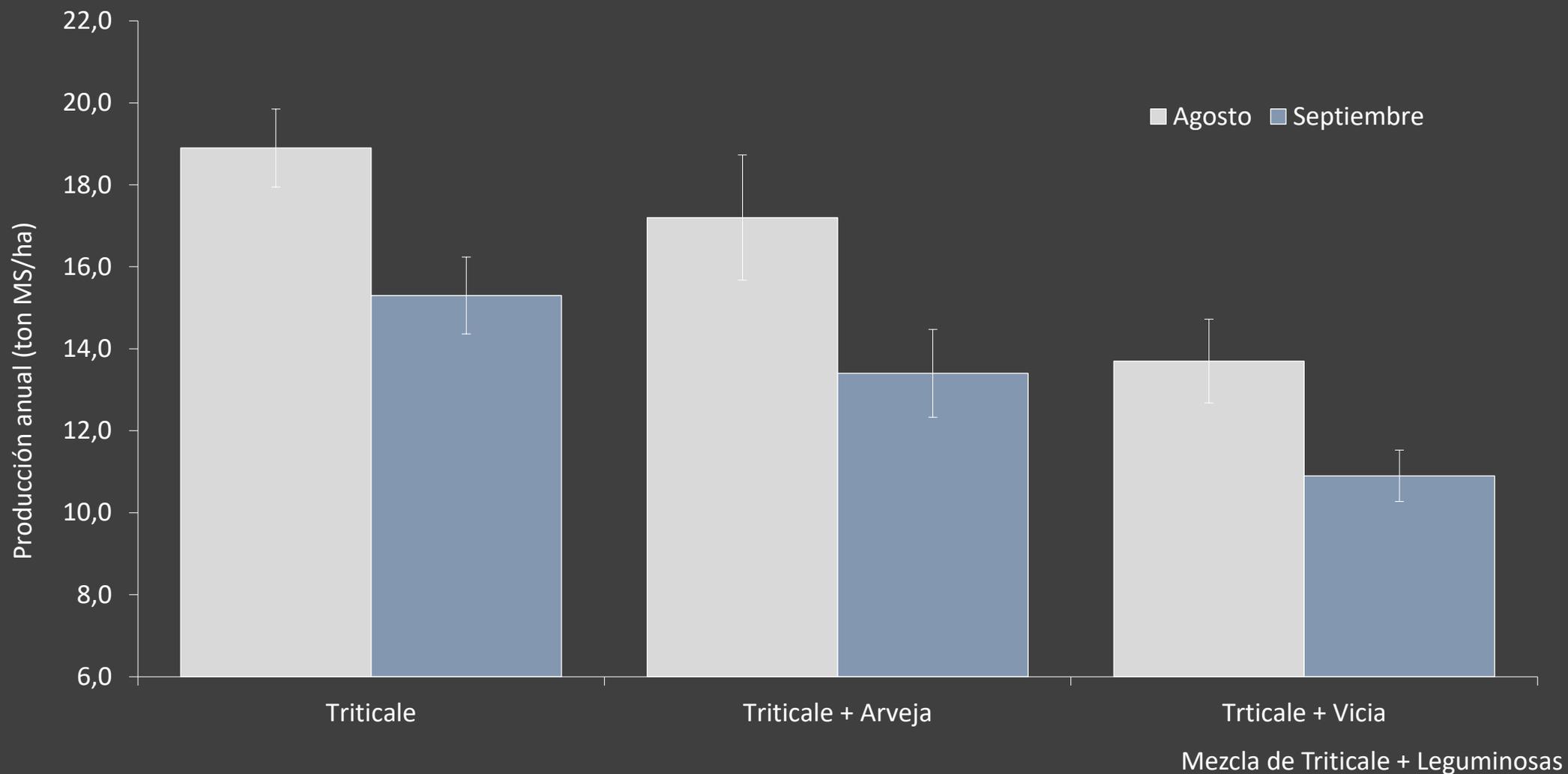
# Conservación de forraje

---

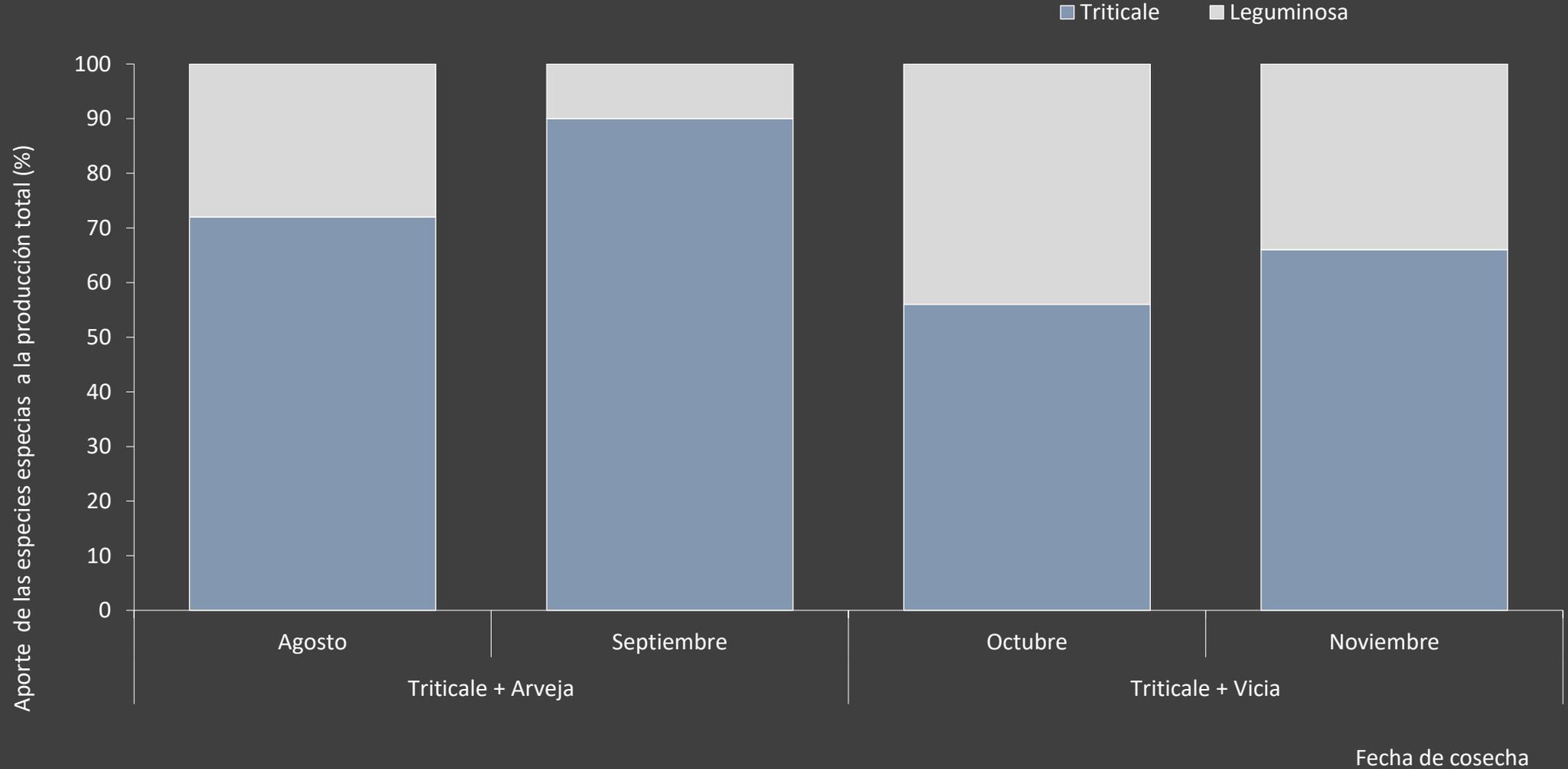
- ✓ El uso de ensilaje de triticale en los sistemas de producción animal de la zona templada tiene por objetivo aportar a los animales un alimento voluminoso, de calidad energética y con alto aporte de fibra efectiva
- ✓ Este forraje, además de alimentar al ganado, permite eliminar el uso de pajas de cereales en la ración
- ✓ El establecimiento de cultivares de hábito de crecimiento invernal se hace entre los meses de marzo a abril, los de hábito alternativos entre los meses de mayo a junio y los de primavera entre junio y agosto
- ✓ El retraso de la época de siembra produce siempre una reducción de la producción y un aumento del riesgo de daño por heladas en el periodo de floración

- ✓ El tamaño de la semilla y la fecha de siembra definen la dosis de siembra
- ✓ En cultivares de hábito de crecimiento invernal, la dosis es 400 semillas/m<sup>2</sup> (200 kg semilla/ha) y en los de hábito de crecimiento alternativo y primaveral 480 semillas/m<sup>2</sup> equivalentes a 240 kg semilla/ha

- ✓ La mezcla de triticale con leguminosas trepadoras como vicia y arveja mejora el contenido de proteína respecto a la del triticale solo
- ✓ Mediciones realizadas en la zona templada, demostraron que los cultivares disponibles en el mercado no tienen coincidencias en la altura y en el estado fenológico de los componentes de las mezclas, lo que produce tendedura y sobre maduración de una de las especies que conforman la asociación



Efecto de la época de siembra en la producción de triticale, triticale + arveja y triticale + vicia  
Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temuco. Promedio de años 2017 y 2018.



Efecto de la fecha de siembra en el aporte porcentual de las especies a la producción total de triticale + arveja y triticale + vicia. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temuco, 2018

---

# Periodo de cosecha

---

- ✓ El momento de la cosecha (corte) se define según la forma de conservación (ensilaje, henilaje o heno), estado fenológico de las plantas y calidad esperada del forraje
- ✓ Los cortes realizados en etapas tempranas (inmaduro) con la materia seca inferior al 25%, se hacen en forma de pre deshidratado o premarchito, con lo que se obtiene un forraje de buena digestibilidad y adecuado contenido energético y proteico, pero bajo rendimiento
- ✓ En estados avanzados de madurez, el ensilaje se puede realizar en forma de corte directo, pero cuando el porcentaje de materia seca es mayor al 25%, la fibra aumenta sobre el 45% y la proteína es inferior a 10%

Efecto del momento de cosecha en el contenido de materia seca, rendimiento, porcentaje de proteína y contenido de energía metabolizable de triticale. Vilcún. Temporada 1999/2000

Fuente: adaptado de Rojas *et al.*, 2004

Estado fenológico	Días de crecimiento	Producción (ton MS/ha)	MS (%)	PC (%)	EM (Mcal/kg)
Bota	190	11,71 e	20,2	10,6	2,56
Espiguilla visible	196	15,10 de	23,0	9,3	2,53
Antesis	203	18,57 d	26,2	7,6	2,46
Grano acuoso	217	23,92 bc	32,7	7,1	2,43
Grano lechoso	231	27,17 a	39,2	6,2	2,36
Grano harinoso	238	28,00 a	42,4	5,4	2,32
Grano duro	252	28,08 a	48,9	4,2	2,25

Momento de cosecha en  
triticale cv. Aguacero



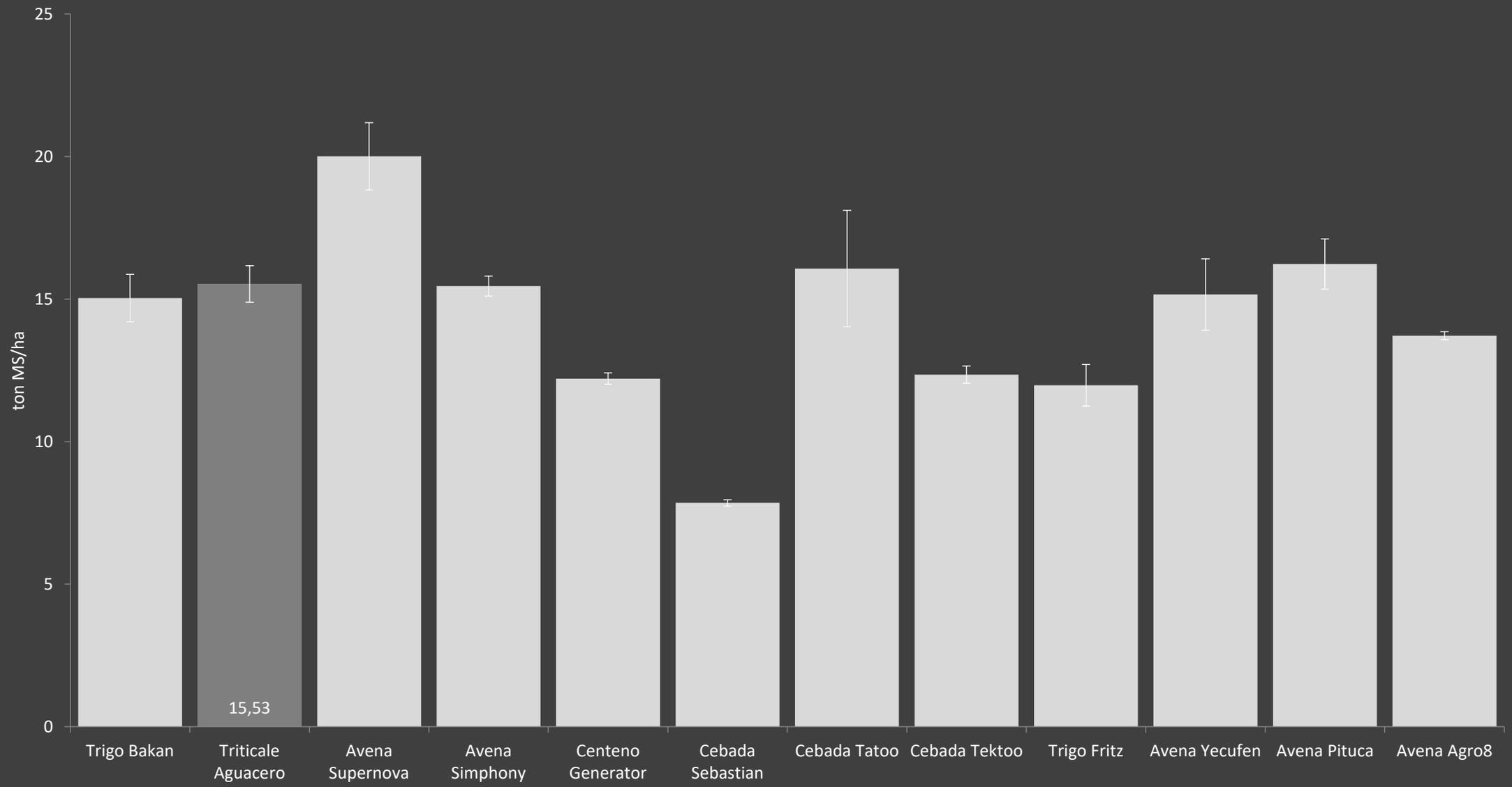
---

---

# Producción

---

- ✓ En la zona templada la producción alcanzada por el triticale ha sido superior a la del trigo, avena y cebada
- ✓ El equilibrio más favorable entre cantidad y calidad del forraje se ha conseguido cuando las plantas se cosechan en el estado de grano pastoso
- ✓ Mediciones realizadas en la localidad de Temuco, en plantas cosechadas en estado de grano pastoso, alcanzaron una producción de entre 16 y 22 ton MS/ha



Rendimiento de cereales de grano pequeño. Estación Experimental Maquehue.  
Temporada 2015/2016

Fuente: Demanet, García, 2017

---

---

# Ensilaje

---

- ✓ En los planteles lecheros y de engorde de ganado de carne, la principal fuente de energía es el maíz grano o ensilado y de proteína es el afrecho de soya o raps, todos ellos alimentos con bajo contenido de fibra
- ✓ La incorporación de ensilaje de triticale a la dieta aporta fibra efectiva que mejora la rumia y elimina el uso de residuos de cereales (pajas)
- ✓ No es correcto comparar el ensilaje de maíz con el ensilaje de triticale, ya que no tienen el mismo objetivo en la dieta

- ✓ El ensilaje de triticale aporta a las dietas la fibra efectiva y un nivel superior de proteínas que otros cereales
- ✓ El contenido de nutrientes se reduce abruptamente con el avance del estado de madurez y con ello aumenta la variabilidad en su calidad nutricional

## Contenido nutricional de ensilajes de triticale

<b>Componente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Contenido</b>
Materia seca	%	28 - 32
Proteína	%	7,5 - 9,5
FDA	%	38 - 44
FDN	%	58 - 62
Energía metabolizable	Mcal/kg	2,2 - 2,3
Cenizas	%	5 - 6

---

*Secale cereale L. ssp. Cereale*  
(Centeno)

---



El centeno es una especie utilizada para pastoreo de invierno, elaboración de ensilaje y producción de grano

Su desarrollo como opción en los planteles ganaderos de la zona sur está teniendo mayor importancia desde el ingreso al país de cultivares de alto rendimiento y calidad nutricional

- ✓ Es originaria de la península de Anatolia, en Asia menor (*Secale ancestrale*; *Secale montanum*)
- ✓ Fue reconocida como cereal (3.000 años AC) en Turquestán desde donde se extendió al norte de Europa
- ✓ A Chile, ingresó con la colonización europea y desde entonces ha sido utilizado como fuente de grano para la elaboración de harina

- ✓ Se trata de una monocotiledónea perteneciente a familia Poaceae, subfamilia Pooideae, tribu Triticeae y género Secale
- ✓ La arquitectura de la planta se caracteriza por presentar un crecimiento erecto, su inflorescencia es una espiga y el fruto una cariósida
- ✓ Posee un sistema radical fasciculado, de mayor desarrollo que otros cereales de grano pequeño, lo que le confiere una mayor rusticidad

- ✓ La polinización es cruzada y anemófila y sus cultivares no presentan homogeneidad y estabilidad como otros cereales
- ✓ La semilla es de forma alargada, desnuda, ligeramente aplastada por los lados, habitualmente de color grisáceo y presenta una ligera sutura ventral que recorre desde el embrión hasta el inicio de la arista

# Comparación de semilla de avena y centeno



Semilla de Avena

Semilla de Centeno

---

Uso invernala

---

- ✓ En Chile sólo existen cultivares con hábito de crecimiento invernal
- ✓ En siembras tempranas a finales de verano, el centeno con hábito de crecimiento invernal ha demostrado que logra una producción de invierno significativamente superior a otros cereales de grano pequeño
- ✓ En siembras realizadas entre los meses de febrero y marzo se consigue una producción invernal superior a 2 ton MS/ha

- ✓ La dosis en siembras solas es de 180 de kg semillas/ha, equivalente a 450 semillas/m<sup>2</sup>
- ✓ En asociación con avena, ballica de rotación o trébol rosado, la dosis se reduce a 120 kg de semillas/ha que corresponde a 300 semillas/m<sup>2</sup>
- ✓ Las dosis de las especies con que se asocia son en avena 100 kg/ha, en ballicas de rotación 25 kg/ha y en trébol rosado 8 kg/ha

Producción invernal y aporte de las especies a la composición botánica de centeno sembrado solo y en mezcla con dos cultivares de avena. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo abril – septiembre. Temporada 2018

Especies	cv. Centeno	cv. Avena	ton MS/ha	Avena (%)	Centeno (%)
Centeno	Generator		5,14	0	100
Avena + Centeno	Generator	Supernova	4,79	42	58
Avena + Centeno	Generator	Pituca	4,47	38	62





Centeno  
sembrado para  
pastoreo invernal



Centeno + Avena  
sembrado para  
pastoreo invernal



Centeno + Triticale  
sembrado para  
pastoreo invernal



Centeno + Trigo  
sembrado para  
pastoreo invernal

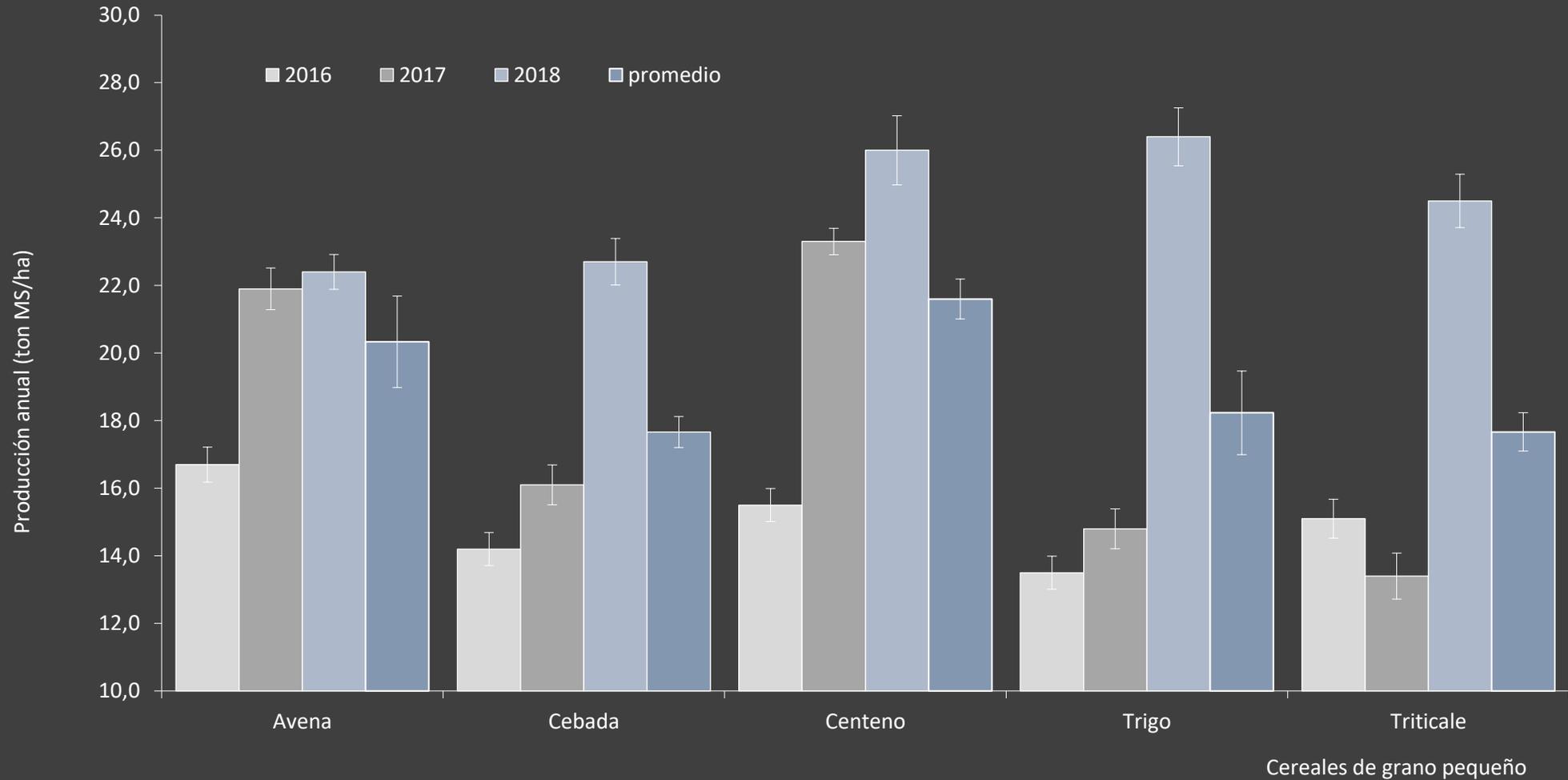
---

---

# Producción

---

- ✓ La producción para ensilaje depende de diversos factores, tales como la época de siembra, la dosis de nitrógeno, el manejo del cultivo, las condiciones del sitio y el estado fenológico de las plantas en el momento de la cosecha
- ✓ El centeno ha demostrado en la zona templada ser una interesante alternativa para la producción de forraje para ensilaje, ya que el rendimiento fue similar o superior a otras especies de cereales de grano pequeño



Producción de cinco cereales de grano pequeño para ensilaje. Estación Experimental Maquehue  
 Universidad de La Frontera. Temuco. Años 2016, 2017 y 2018.



Asociación de centeno + arveja

---

# Calidad nutricional

---

- ✓ Asumiendo que la calidad del producto generado cambia según la nutrición del cultivo y el estado fenológico de las plantas al momento de su utilización, este producto ensilado con un contenido de materia seca de entre 28 y 32% logra un nivel de proteína que fluctúa entre 7,2 y 8,1%; FDN: 55 a 58%; EM: 2,15 a 2,24 Mcal/kg

- ✓ En ensilaje premarchito donde se pueden cortar las plantas con contenido de materia seca inferior a 20% es posible lograr niveles de proteína cercanos a 16% y energía superior a 2,5 Mcal/kg, pero con la desventaja de sólo alcanzar una producción en torno a 8 ton MS/ha.

---

---

# Alelopatía

---

- ✓ El centeno se usa ampliamente como cultivo de cobertura debido a sus efectos alelopáticos y su eficacia en la supresión de malezas
- ✓ Es por esta razón, que en sistemas de rotación de cultivos es necesario tener en cuenta que los efectos alelopáticos que produce se prolongan hasta un año
- ✓ El uso de centeno como pre cultivo de alfalfa produce a la siembra una reducción en la población de plantas de entre un 35 y 64% y una disminución en la producción de forraje entre un 15 y 43% en el año de siembra que se puede prolongar a temporadas posteriores

---

*Triticum aestivum* L.  
(Trigo)

---



El Trigo como forraje  
suplementario tiene  
como principal forma  
de uso el ensilaje

- ✓ Especie monocotiledónea perteneciente a la familia Poaceae, subfamilia Pooideae, tribu Triticeae, género *Triticum*
- ✓ Tiene un sistema radical fasciculado, constituido por un conjunto de raicillas de igual grosor
- ✓ El tallo principal puede lograr una altura de 1,5 metros y su tamaño depende del cultivar y nivel de nutrición de las plantas

- ✓ Las hojas están constituidas por una vaina hendida longitudinalmente que envuelve al tallo sobre los nudos y la lámina suele ser larga, angosta y en su base tiene las aurículas cortas y entrecruzadas ligeramente
- ✓ La floración ocurre una vez que la espiga está fuera de la vaina de la hoja superior, también denominada hoja bandera
- ✓ El fruto es una carióspside de carácter indehisciente y contiene en su interior una sola semilla

---

---

# Utilización

---

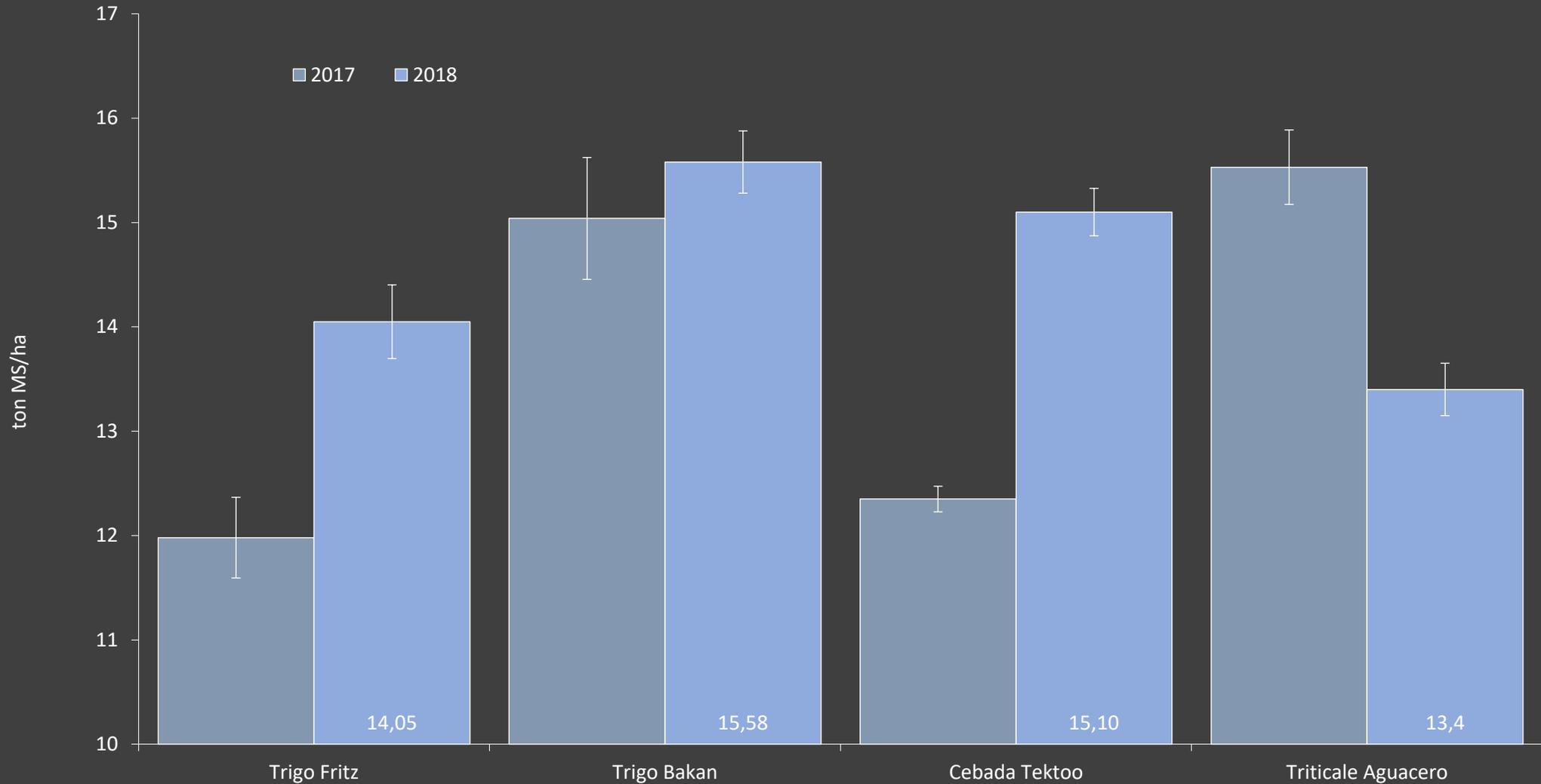
- ✓ El principal objetivo que tiene el trigo como cultivo suplementario en la zona templada es la elaboración de ensilaje
- ✓ El volumen y calidad que produce permite su inclusión en la dieta de vacas lecheras y ganado de carne
- ✓ El ensilaje de planta entera de cereales de grano pequeño se puede utilizar de forma tan eficiente como el ensilaje de maíz en dietas para ganado de carne y leche

---

---

# Producción

---



Rendimiento de cereales de grano pequeño destinado a elaboración de ensilaje  
Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temuco. Temporadas 2017 y 2018

---

---

# Ensilaje

---

- ✓ El uso de ensilaje de planta completa de cereales de grano pequeño es una práctica difundida en todo el mundo, en especial, en Europa, Norteamérica y China
- ✓ Entre estos cereales se ubica el trigo que es considerado un alimento que aporta fibra efectiva y un adecuado contenido de proteína y energía
- ✓ Esta especie puede ser ensilada bajo las modalidades de corte directo o premarchito

- ✓ El ensilaje de corte directo se realiza cuando el grano se encuentra pastoso
- ✓ Estados de mayor madurez (>35%) son difíciles de ensilar debido a que es casi imposible compactar la masa ensilada
- ✓ Esto produce un ambiente propenso para el desarrollo de hongos en el interior del ensilaje
- ✓ En ensilaje premarchito el corte se puede efectuar en estados de menor madurez, lo que supone un menor rendimiento de materia seca pero una mayor digestibilidad del producto ensilado

- ✓ El estado fenológico de las plantas en el momento del corte y almacenaje define el valor nutritivo del ensilaje de trigo
- ✓ Los ensilajes de trigo elaborados con las plantas en estado de floración y grano pastoso son de mayor estabilidad y calidad respecto a los elaborados en estados maduros
- ✓ Los ensilajes hechos con plantas en estados avanzados de madurez (grano harinoso) son difíciles de compactar e inestables bajo condiciones aeróbicas

Estado optimo de  
cosecha de Trigo para  
elaboración de ensilaje  
de corte directo



# Composición nutricional de ensilajes de trigo, maíz y pradera

Componente	Unidad	Trigo	Maíz	Pradera
Materia seca	%	40 - 60	28 - 38	18 - 32
Energía metabolizable	Mcal/kg	2,2 - 2,5	2,5 - 2,8	2,2 - 2,8
Proteína cruda	%	9 - 12	7 - 10	12 - 18
Almidón	%	10 - 20	28 - 38	0
FDN	%	50 - 55	35 - 55	44 - 55
pH	%	4,0 - 5,3	3,5 - 4,2	3,7 - 4,5
N-NH <sub>3</sub>	%	3 - 7	4 - 7	4 - 15

---

*Zea mays* L.  
(Maíz)

---



En las dietas de vacas lecheras de alta y mediana producción, el ensilaje de maíz es el perfecto complemento al consumo de pasturas permanentes

- ✓ El maíz (*Zea mays* L.) se considera que fue una de las primeras especies cultivadas hace unos 7.000 a 10.000 años
- ✓ La evidencia más antigua como alimento humano proviene de México, donde fueron encontradas pequeñas mazorcas estimadas en más de 5.000 años
- ✓ La determinación del origen de *Zea mays* L. ha sido motivo de controversia

---

# Descripción botánica

---

- ✓ Especie monocotiledónea anual perteneciente a la familia Poaceae, sub familia Panicoideae, género *Zea*
- ✓ La planta posee una raíz primaria desde donde nacen algunas raíces adventicias que le permiten mantenerse erecta
- ✓ El tallo es grueso, con epidermis exterior impermeable y transparente

- ✓ Sus hojas tienen forma alargada y se ubican enrollada al tallo
- ✓ La planta es monoica con flores unisexuales
- ✓ A partir de las yemas axilares de las hojas nacen la inflorescencia femenina, que corresponde a la mazorca
- ✓ La inflorescencia masculina es la panícula, en la que a partir de los estambres se desarrolla el polen que cae en los pistilos ubicados en la mazorca
- ✓ El grano es un fruto independiente que posee el nombre de cariósida

---

# Cultivo del maíz

---



Maíz (*Zea mays* L.) en distintos estados del cultivo

- ✓ Para la producción de ensilaje, la semilla que se utiliza es híbrida, resultado del cruzamiento controlado de líneas puras seleccionadas
- ✓ Existen diferentes tipos de cruzamiento que buscan características definidas del híbrido que se pretende producir
- ✓ Lo anterior, se logra seleccionando una línea pura que se fecunda con su propio polen, por lo menos en cinco años, para obtener el mayor porcentaje posible de homocigosis
- ✓ Según el número de líneas puras que intervienen en la producción, los híbridos se clasifican en híbridos simples, dobles y de tres líneas

# Tipos de híbridos de maíz

---

**Tipo de híbrido****Cruzamiento**

---

Simples

Cruzamiento de dos líneas puras

Dobles

Cruzamiento entre dos híbridos simples

Tres líneas

Cruzamiento entre un híbrido simple y una línea pura

---

- ✓ El tamaño, forma y color de los granos, así como la consistencia del almidón, permiten la agrupación de las semillas de maíz
- ✓ Las principales categorías corresponden a dentado, córneo, amiláceo, reventón, céreo y tunicado
- ✓ En cada uno de estos grupos hay diversos calibres que determinan el tipo de máquina y disco de siembra a emplear

# Agrupación de las semillas de maíz según sus características físicas

Tipo de grano	Características principales
Dentado	Almidón blando. Posee una hendidura en la corona del grano
Córneo o cristalino (camelia)	Grano duro, liso y posee poco almidón blando
Amiláceo harinoso	Alta proporción de almidón blando y el grano es poco dentado
Reventón ( <i>Popcorn</i> )	Endosperma con almidón córneo. El grano contiene sustancia coloidal que permite incremento de presión de vapor que al calentar revienta
Céreo	Grano de aspecto ceroso. El almidón está formado en su totalidad por amilopectina
Tunicado	Sus granos están cubiertos por una vaina



Diferencias en el tipo de grano y mazorcas  
de híbridos de maíz para ensilaje

---

---

# Híbridos

---

- ✓ A nivel mundial se acepta la clasificación de los híbridos de maíz mediante un índice establecido en el año 1952 por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) que cataloga los híbridos en 10 grupos según su precocidad
- ✓ Esta segmentación ubica a los híbridos según el índice FAO de 100 a 1.000 y se basa en los días que se requieren entre la siembra y la madurez fisiológica, medida en el área del cinturón maicero (corn belt) ubicado en la región del medio oeste de los Estados Unidos

- ✓ Este índice incorpora la integral térmica, que corresponde a la acumulación de grados día desde la siembra hasta la madurez fisiológica, momento en que el grano posee entre 30 y 35% de humedad
- ✓ Según la zona los híbridos pueden tener distinto índice ya que el comportamiento depende de la acumulación de temperatura y las condiciones ambientales específicas del sitio de producción
- ✓ Cada híbrido tiene su propia integral térmica, tanto para la floración, como para la madurez fisiológica, que se mantiene constante entre años, pero cambia según el número de días que demora la floración y la madurez fisiológica que está definido por la condición de humedad y temperatura del ambiente

## Clasificación de los híbridos de maíz según el índice de precocidad de la FAO

Índice FAO	Integral térmica (Grados día (°C) acumulados)	Días <sup>1</sup>
200	< 1.826	86 - 95
300	1.826 - 1.925	96 - 105
400	1.926 - 2.000	106 - 115
500	2.001 - 2.075	116 - 120
600	2.076 - 2.125	121 - 130
700	2.126 - 2.176	131 - 140
800	2.177 - 2.227	141 - 150
900	2.228 - 2.278	151 - 160
1.000	> 2.278	> 160

1: Días entre la siembra y la madurez fisiológica (30 a 35% humedad en el grano)

## Parámetros relevantes en la elección de un híbrido para la elaboración de ensilaje

- ✓ Vigor de las plantas y tolerancia al frío
- ✓ Rendimiento
- ✓ Estabilidad de las plantas
- ✓ Producción de grano
- ✓ Contenido de almidón
- ✓ Energía metabolizable
- ✓ Digestibilidad y valor nutritivo
- ✓ Inclusión en la dieta de los animales

Compañía	Híbrido	Índice FAO
Anasac	DK 440	350
Anasac	DK 469	400
Anasac	Río grande	630
Cis	Exxplicit	400
Cis	Exxupery	500
Cis	G8288	600
Cis	Maximo	650
Curimapu	LG30444	400
Curimapu	LG3490	450
Curimapu	LG3607	600
KWS	Kamparis	420
KWS	Kontigos	500
KWS	Cleopatras	600
KWS	KWS 2571	700
Pioneer	P9903	350
Pioneer	P9911	440
Pioneer	P0640	530
Pioneer	P0865	555
Pioneer	32B41	665
Pioneer	P1758	680
Sierra Nevada	Lagoon	400
Sierra Nevada	Zlatan	530
Tuniche	140	400
Tuniche	2770	600
Tuniche	Támesis	600
Tuniche	2775	700
Tuniche	Drava	700

Híbridos de maíz para ensilaje disponibles para **Chillán – Los Ángeles** (zona mediterránea húmeda) ordenados por compañía y precocidad (Índice FAO)

Compañía	Híbrido	Índice FAO
Cis	Oxxgood	180-200
Cis	Hubble	200-220
Cis	Caradexx	200-220
Cis	Irenoxx	225
Cis	Friboxx	230
Cis	Joker	230-240
Cis	Bombastic	240
Curimapu	Fieldstar	180
Curimapu	Assgard	190
Curimapu	LG30211	210
Curimapu	LG31211	210
Curimapu	LG30218	215-220
Curimapu	LG31218	215-220
Curimapu	Messago	220
Curimapu	LG30224	225
KWS	Autens	180
KWS	Koloris	200
KWS	Katarsis	215
KWS	Ricardinio	230
KWS	Amaroc	230
KWS	Kroissans	250
Pioneer	P7524	210
Pioneer	P7631	220
Pioneer	P7951	230
Sierra Nevada	Delphine	210
Sierra Nevada	Crossman	220
Sierra Nevada	Metronom	230
Tuniche	8080	180
Tuniche	8090	200
Tuniche	Sena	200
Tuniche	9005	220
Tuniche	Ródano	220
Tuniche	9012	230
Tuniche	9020	240
Tuniche	Tíber	240

Híbridos de maíz para ensilaje disponibles para **Temuco – Puerto Montt** (zona de transición de mediterránea a templada y templada húmeda) ordenados por compañía y precocidad (Índice FAO)

---

# Requerimientos del cultivo

---

- ✓ La producción de materia seca está supeditada a la disponibilidad de agua y al cumplimiento de los requerimientos térmicos
- ✓ En mediciones realizadas en las zonas de Temuco, Valdivia y Futrono, se ha determinado que por cada milímetro de agua que llega al maíz (mediante lluvia o riego) en el periodo de diciembre a marzo, se producen entre 30 y 40 kg de materia seca por hectárea



Plantas con estrés hídrico

Plantas sin estrés hídrico



Plantas sometidas a exceso de agua en las primeras etapas de desarrollo

- ✓ El maíz es una planta que presenta un buen crecimiento cuando la temperatura ambiente se encuentra entre 18 y 28°C
- ✓ Con temperaturas promedio entre 20 y 22°C y máximas no superiores a 30°C se logra su mejor crecimiento
- ✓ En el periodo de establecimiento las bajas temperaturas (< 8°C) asociadas a escasa luminosidad afectan el desarrollo inicial de las plantas limitando la absorción de nutrientes
- ✓ En los híbridos utilizados en la zona templada el requerimiento mínimo de horas calóricas necesario para lograr un rendimiento superior a 18 ton MS/ha es de 1.800 grados día base 6°C



Reducción de la absorción de fósforo en las plantas por efecto de las bajas temperaturas



Efecto de la helada en  
plantas de maíz para  
ensilaje



---

Catch crop

---

- ✓ En agricultura, un cultivo intermedio (*catch crop*) es un cultivo de rápido crecimiento que se produce entre siembras sucesivas de un cultivo principal
- ✓ Entre cosecha y la nueva siembra existe un periodo en que los suelos no pueden quedar desnudos y expuestos a las pérdidas por erosión
- ✓ En este periodo es habitual la siembra de un cultivo solo o asociado a una pastura anual que permite el uso de forraje entre los meses de mayo y agosto, alcanzando un nivel de producción de hasta 5 ton MS/ha
- ✓ Para obtener un buen rendimiento es clave el momento de siembra que debe ser inmediatamente después de la cosecha del maíz



Siembra al voleo de avena post cosecha de maíz ensilaje y pastoreo controlado de la avena en invierno

---

---

# Siembra

---

- ✓ El maíz se establece en el mes de octubre, cuando la temperatura del suelo es superior a 10°C
- ✓ Temperaturas inferiores producen germinaciones y emergencias defectuosas que en algunos híbridos pueden reducir la población de plantas hasta en un 60%, ocasionando una pérdida irreversible de producción
- ✓ Algunas semillas de híbridos poco tolerantes al frío germinan desarrollando sólo la radícula y no la plántula completa. Para reducir este riesgo se usan semillas con valor de cold test superior al 90%



Medición de la temperatura del suelo

- ✓ Para evitar el estrés térmico en el momento de la siembra, controlar las especies residentes y mejorar la mantención de la humedad del suelo, se utiliza un acolchado o mulching de polietileno biodegradable ubicado en franjas sobre la línea de siembra del maíz
- ✓ Esta técnica evita el paso de la luz fotosintética, reduciendo el desarrollo de malezas y el consumo de agua
- ✓ Este doble filtro actúa acumulando calor durante el día y liberándolo en la noche, lo que reduce el riesgo de bajas temperaturas y heladas

- ✓ Con esta tecnología es posible adelantar la fecha de siembra y asegurar una condición apropiada para la germinación y desarrollo de las plántulas
- ✓ Además, se mejora el control inicial de malezas, se reduce la presencia de enfermedades, mejora el ciclo del nitrógeno, disminuye la evaporación e incrementa el rendimiento en hasta un 25%



Uso de acolchado  
o mulching de  
polietileno  
biodegradable  
ubicado en franjas  
sobre la línea de  
siembra del maíz

- ✓ La forma más utilizada en la siembra es la labranza convencional, donde se incluye la incorporación de rastrojos y enmiendas orgánicas
- ✓ Además, en esta labranza se aplica el paso del arado subsolador con el objetivo de reducir la compactación de los suelos provocada por el excesivo paso de maquinaria en las labores de siembra y cosecha
- ✓ También es posible sembrar maíz en sistema de mínima labor y cero labranza

- ✓ La incorporación de rastrojos y el uso de enmiendas orgánicas (guanos) permiten mejorar la estabilidad de los agregados del suelo y mejorar su estructura
- ✓ Además, produce un ambiente edáfico caracterizado por la presencia de macro poros que permite un mayor intercambio de aire, movimiento de agua y exploración radical
- ✓ También esta incorporación aminora los procesos de erosión característicos de los suelos de la zona templada en los que este riesgo es alto como consecuencia de las condiciones climáticas y geomorfológicas
- ✓ Estos beneficios son mayores cuando se usa el paso de arado subsolador que rompe y resquebraja el perfil en profundidad, en especial cuando esta labor se realiza con el suelo seco



Paso de arado subsolador que permite la descompactación del suelo y la exploración radical del maíz en el suelo



Incorporación de rastrojos, aplicación de enmienda calcárea, preparación de cama de semilla y paso de rodón son labores que permiten un buen establecimiento del maíz



Previo al establecimiento del maíz la extracción de piedras, nivelación y elaboración de badenes son labores que permiten desarrollar una adecuada siembra

---

---

# Sistema de siembra

---



Siembra cero labranza de maíz para ensilaje



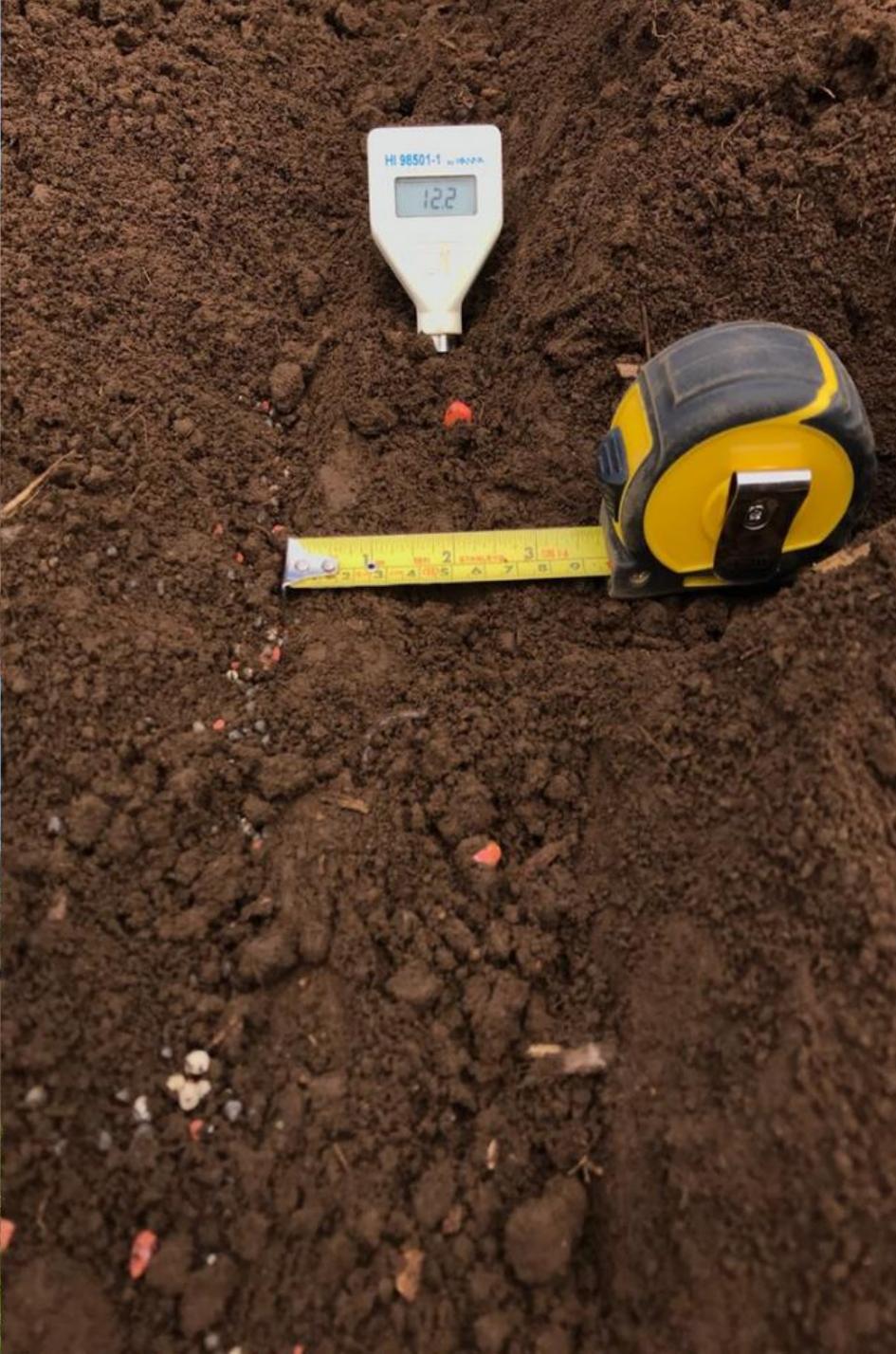
Siembra convencional con  
preparación de suelos

- ✓ El establecimiento se realiza en línea con máquinas de precisión a distancia definitiva
- ✓ La dosis fluctúa entre 100.000 y 105.000 semillas/ha con el objetivo de lograr una densidad de 10 plantas/m<sup>2</sup>
- ✓ El exceso de plantas produce mazorcas pequeñas y tallos débiles, lo que retrasa la madurez del grano e incrementa la susceptibilidad a la tenedura
- ✓ Poblaciones inferiores a 100.000 plantas/ha favorecen el proceso de maduración del grano y aumentan el diámetro de los tallos y las mazorcas, pero reducen la producción de forraje



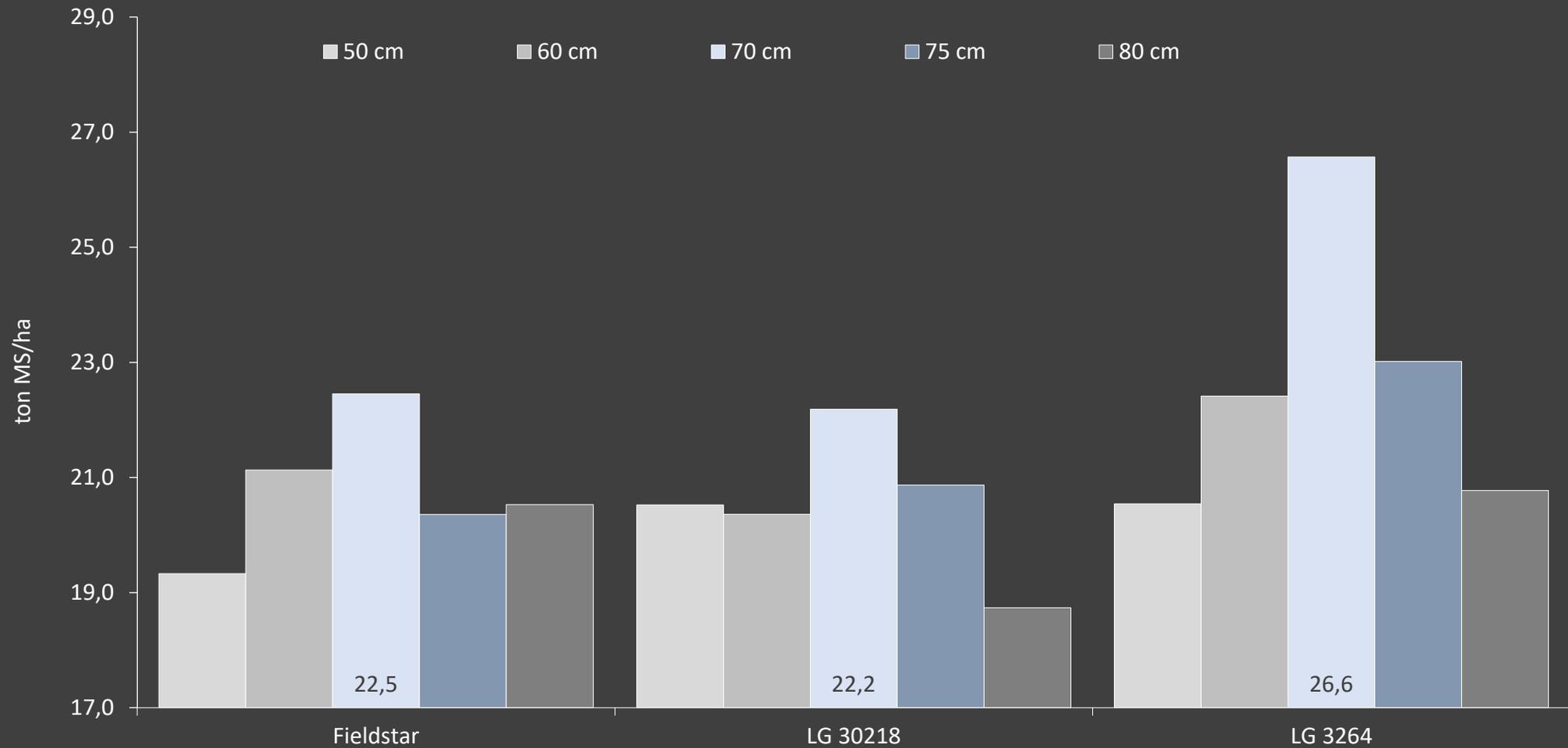
100.000 semillas por hectáreas





La siembra con máquina de precisión debe ser regulada para que el fertilizante quede a una distancia de 5 cm al lado y 1 cm bajo la semilla

- ✓ La siembra se realiza con máquinas de precisión que permiten localizar las semillas en el surco de siembra a distancia definitiva
- ✓ Existen diversas opciones de distancia entre hileras, donde las más utilizadas son: 50, 70 y 75 cm
- ✓ Para los híbridos sembrados en la zona templada, la distancia entre hilera es de 70 centímetros, que a dosis de 100.000 semillas/ha produce una distancia sobre hilera de 13 centímetros, esto es, 7 semillas por metro lineal



Efecto de la distancia entre hilera en el rendimiento de tres híbridos de maíz para ensilaje  
 Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2013/2014

- ✓ La estrategia de fertilización está definida por la extracción de nutrientes del cultivo y el contenido de nutrientes del suelo
- ✓ En el momento de la siembra, la mezcla de fertilizantes se incorpora con la máquina de precisión. La fertilización nitrogenada (220 a 260 kg N/ha), se aplica en forma secuencial: 35% pre-siembra incorporado, 30% en el momento de la siembra y 35% en la aporca o cuando las plantas tienen entre tres y cuatro hojas expandidas
- ✓ En sistemas de riego tecnificado (pivote), la fertilización post emergente se realiza a través del agua, utilizando para ello urea disuelta en los estanques de fertirrigación o mezclas completas de fertilizantes líquidos



Aplicación e incorporación  
del guano a granel y  
prensado previo a la  
siembra de maíz para  
ensilaje



La aplicación del nitrógeno se realiza al momento de la aporca incorporando el nitrógeno en el centro de la entre hilera o sobre el suelo con implementos aporcadores. Es necesario el uso de ruedas de trocha angosta para evitar pérdidas por aplastamiento de plantas

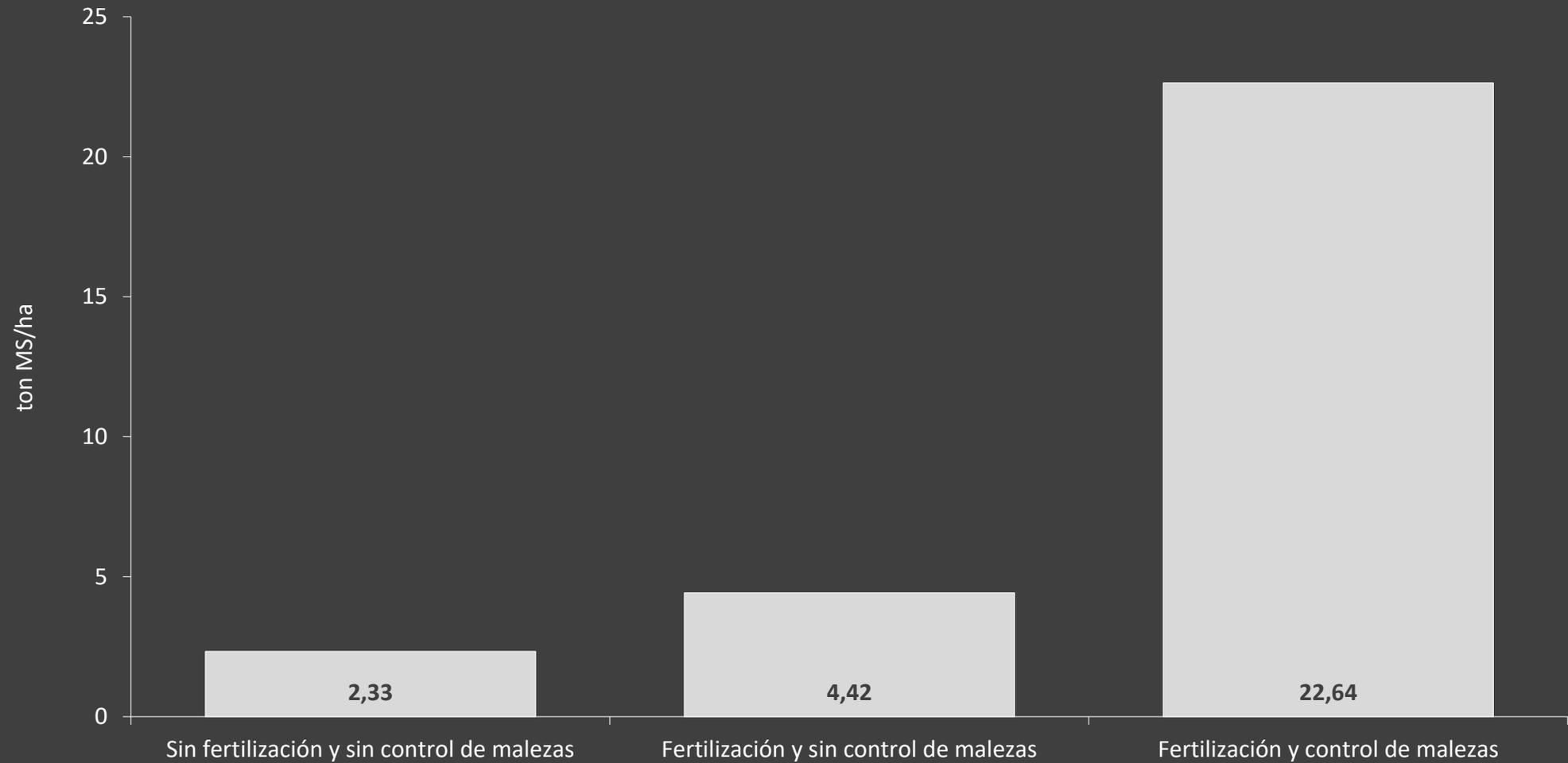
---

---

# Control de malezas

---

- ✓ El efecto que genera la competencia de las especies residentes o acompañantes en la producción y calidad del maíz es mayor al esperado que en otras especies
- ✓ Mediciones realizadas en la localidad de Futrono, demostraron que sin control de malezas en post emergencia el rendimiento del maíz para ensilaje se reduce entre el 52 y 65%
- ✓ Además, la presencia de un tapiz vegetal abundante entre hileras aumenta el efecto de las heladas, comprometiendo la viabilidad de las plantas



Efecto de la fertilización y el control de malezas en el rendimiento de maíz para ensilaje  
Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2019/2020

- ✓ El control de las especies indeseables en el cultivo se puede realizar de forma mecánica o química
- ✓ El paso de aporcadores en las primeras etapas del cultivo permite reducir la presencia de malezas entre hileras, pero no en la línea de siembra
- ✓ Esto obliga a realizar un control químico con herbicidas de pre y post emergencia
- ✓ Existen diversas opciones y fórmulas en el mercado que deben ser utilizadas según el tipo y la densidad de malezas presentes en el cultivo



La ocurrencia de heladas afecta con mayor severidad a los maíces con deficiente control de malezas



El control de malezas es el factor que más influye en el rendimiento y calidad del maíz para ensilaje

---

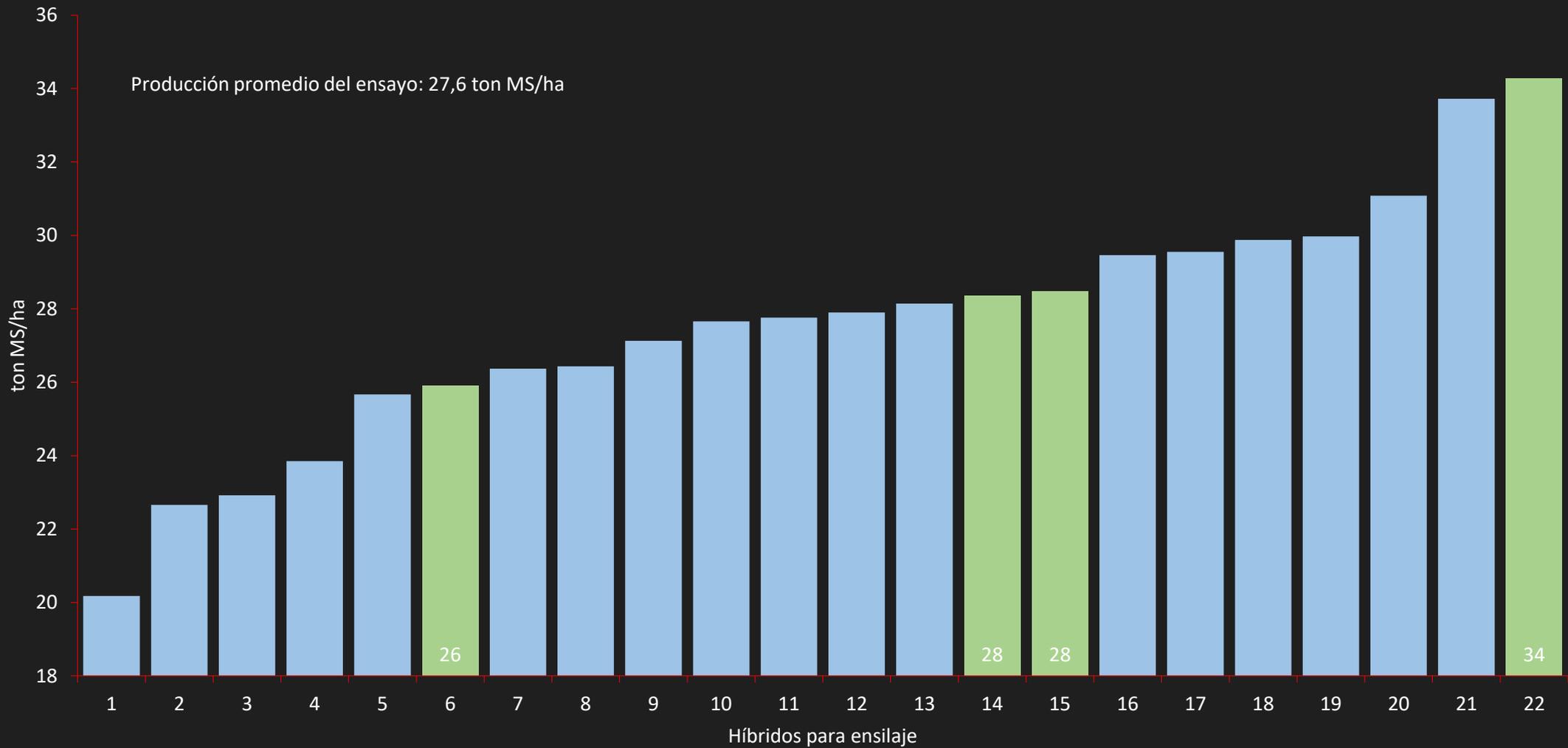
---

# Rendimiento

---



Evaluación de híbridos de  
maíz para ensilaje



Producción de materia seca de 22 híbridos de maíz para ensilaje. Predio Pozo Brujo. Futrono. Temporada 2019/2020

- ✓ Con el objetivo de alcanzar valores mayores de energía, el mejoramiento genético de esta especie ha dado importancia al incremento de la proporción de mazorca, principalmente aporte de grano, que poseen las plantas en relación con la producción de la planta entera
- ✓ En evaluaciones realizadas en el último año, los híbridos mostraron niveles que fluctuaron entre 51 y 63% de aporte de la mazorca a la producción total de la planta entera
- ✓ Estos valores son muy superiores a los que tenían los híbridos utilizados a inicios de la década del noventa en el siglo pasado, donde no superaban el 50% de aporte y los valores se ubicaban entre 42 y 48%
- ✓ Esta evolución es muy significativa dado que el grano es el más importante aportador de calidad del maíz para ensilaje



El aporte de la mazorca a la producción total de materia seca del maíz para ensilaje tiene que alcanzar valores superiores a 50%

---

---

# Ensilaje

---

- ✓ El principal objetivo del cultivo del maíz es la elaboración de ensilaje
- ✓ A diferencia de las praderas y pasturas que presentan el mayor valor nutritivo en estados vegetativos, en el maíz la calidad aumenta con el avance de la madurez
- ✓ El incremento del contenido de materia seca y madurez del grano, producen una disminución relativa de la fibra y un aumento en el contenido de almidón
- ✓ La consecuencia es un incremento de la digestibilidad y de la energía metabolizable

---

# Momento de cosecha

---

- ✓ El comienzo del periodo de cosecha está marcado por el contenido de materia seca de la planta entera
- ✓ El inicio de la cosecha no debe ser antes de que las plantas presenten como mínimo un 30% de materia seca, que coincide con la presencia de un 50% de línea de leche en el grano
- ✓ El momento óptimo es cuando la planta completa presenta entre un 33 y 35% de materia seca y el grano esta endurecido en sus tres cuartas partes
- ✓ Este estado se presenta en un corto periodo, por tanto, es necesario sembrar híbridos con diferente precocidad para sostener en el tiempo una calidad similar



**El momento óptimo de cosecha del maíz, es cuando el grano se encuentra 3/4 parte duro, con un porcentaje de materia seca de la planta entera de 33 a 35%**

Estado de madurez del grano,  
porcentaje de materia seca y  
momento óptimo para la cosecha del  
maíz para ensilaje

Madurez del Grano		% MS Planta entera	Momento de elaborar ensilaje
Lechoso		< 20	X
Semi pastoso		20 - 28	X
Pastoso		29 - 32	√√
Maduro		33 - 35	√√√
Madurez completa		36 - 45	√

X : No elaborar ensilaje  
 √√ : Inicio elaboración de ensilaje  
 √√√ : Momento óptimo de cosecha  
 √ : Maíz sobre maduro

El momento de la cosecha determina el nivel de rendimiento y la calidad del forraje conservado

En **cosechas tempranas**, es decir, cuando las plantas tienen un contenido de materia seca inferior al 28%, se producen los siguientes efectos:

- ✓ Reducción del rendimiento
- ✓ Reducción del contenido de almidón y energía metabolizable
- ✓ Aumento de problemas de fermentación en el ensilaje
- ✓ Aumento de pérdidas por presencia de hongos en la cara expuesta y bordes del ensilaje
- ✓ Incremento de las pérdidas por efluentes en el silo
- ✓ Reducción del consumo de materia seca en los animales
- ✓ Disminución de la palatabilidad generada por el mal olor del ensilaje

En cosechas tardías cuando las plantas tienen un contenido de materia seca superior al 36% el resultado es el siguiente:

- ✓ Cosecha de un material seco de difícil compactación en el silo
- ✓ Se requiere reducir el tamaño de picado para lograr una mejor compactación
- ✓ Incremento de pérdidas de forraje en el campo
- ✓ Reducción de la estabilidad en el ensilaje
- ✓ Baja digestibilidad y palatabilidad del ensilaje



Estado de cosecha temprana



Estado de cosecha tardío

---

# Proceso de cosecha

---

- ✓ El ensilaje de maíz se hace con máquinas que tienen cabezal rotativo, triturador de grano, aplicador de aditivos y velocidad acorde con el traslado, descarga y compactado del forraje
- ✓ Hay dos factores determinantes en la calidad, que son, el tamaño de picado y la trituración de los granos (corn cracking)
- ✓ En dietas que requieren fibra larga, el tamaño de picado se hace entre 20 y 25 mm y en aquellas que no tienen ese requerimiento, el tamaño del corte se regula entre 15 y 20 mm



- ✓ La trituración de los granos es un proceso mecánico que mejora el ensilaje y la digestibilidad del almidón mediante la exposición del grano de maíz a las bacterias del rumen
- ✓ La tecnología *shredlage*, considera ambos aspectos
- ✓ Con este proceso se logra una mejora significativa de la digestibilidad del almidón y la fibra al exponer las células internas de los granos, tallos y hojas a la actividad microbiana del rumen



El momento de apertura del ensilaje está relacionado con la exposición del almidón del maíz en el rumen del animal

---

# Altura de residuo

---

- ✓ Dependiendo de la estrategia que tenga el ensilaje en la dieta de los animales, así se establece la altura de residuo
- ✓ Elevar la altura de corte permite aumentar la eficiencia del trabajo, reducir el desgaste de las máquinas cosechadoras y maximizar la producción individual de los animales a través del aumento de la concentración de nutrientes y la digestibilidad de la fibra
- ✓ Mediciones realizadas por la Universidad de La Frontera en distintas localidades de la zona templada demostraron que el aumento de la altura de residuo de 20 a 40 cm redujo en un 10% la producción y aumentó en un 4% la digestibilidad de la fibra



Residuo post cosecha de maíz para ensilaje

---

---

# Aditivos

---

- ✓ La aplicación de aditivos biológicos a los ensilajes acelera el proceso de fermentación anaeróbica mediante el incremento de la concentración de las bacterias ácido lácticas en la masa ensilada
- ✓ Además, reduce las pérdidas producidas por el impacto aeróbico, que tiene lugar cuando se produce la apertura del silo
- ✓ Esta doble acción sólo se logra con aditivos que tienen en su formulación las bacterias *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus buchneri*

---

# Compactación

---

- ✓ El proceso de recolección de forraje fresco y la ubicación en las estructuras de almacenamiento tiende a oxigenar el volumen a ensilar
- ✓ La eliminación y desplazamiento del oxígeno es una labor crítica que debe ser desarrollada en forma rápida y eficiente

- ✓ La baja densidad de ensilaje disminuye la velocidad de reducción de pH e incrementa la probabilidad de presencia de hongos y levaduras al momento de la apertura de los silos, es por esta razón que el objetivo de la compactación es eliminar la máxima cantidad de aire con el mayor peso y fuerza posible para proporcionar el mejor entorno y rápida fermentación, donde la capa de compactación debe ser de una altura inferior a 10 centímetros
- ✓ En la compactación se busca lograr una densidad superior a  $250 \text{ kg MS/m}^3$
- ✓ La mala compactación genera importantes pérdidas en la parte superior de los ensilajes donde un factor determinante en el logro de un buen compactado del ensilaje, es el tamaño de picado del forraje



La compactación permite la extracción del aire y la obtención de un ambiente anaeróbico en el ensilaje

---

# Sellado

---

- ✓ La etapa final del proceso de elaboración del ensilaje es el sellado
- ✓ Es considerado un momento crítico ya que corresponde al proceso con el cual se impide el paso de oxígeno a la masa ensilada
- ✓ Antes de poner una doble capa de plástico en la superficie superior del silo, se rocía ácido propiónico para evitar la proliferación de microorganismos, reducir la formación de micotoxinas y disminuir las pérdidas de nutrientes
- ✓ El tiempo mínimo entre el sellado de un ensilaje de maíz y su apertura es de 60 días y está relacionado con la digestibilidad de la materia seca y del almidón



Independiente del tipo de plástico utilizado en el sellado del ensilaje, el ingreso de aire puede ocasionar importantes pérdidas en la capa superior

---

# Ensilaje en bolo

---

- ✓ Para realizar el ensilaje en bolos perfectamente prensados y envueltos se utiliza la prensadora y envolvedora de alta densidad que permite una compresión elevada y una rápida exclusión del aire
- ✓ Con este tipo de maquinaria se logra la máxima eficiencia de ensilado de diversos productos entre los cuales está el maíz
- ✓ Dependiendo del diámetro y el porcentaje de materia seca de maíz ensilado es el peso de los bolos
- ✓ Con diámetro de 1,15 m y porcentaje de materia seca entre 35 y 38% el peso del bolo debe ubicarse entre 800 y 850 kg equivalente a 240 a 300 kg MS/bolo



Cosecha y descarga del material que será prensado y empacado



Proceso de sellado y medición del peso de cada bolo de ensilaje de maíz

---

# Calidad nutricional

---

- ✓ La calidad de un ensilaje de maíz depende de la eficiencia del proceso de elaboración y la composición nutricional de las plantas
- ✓ En el proceso, los factores más importantes son el sistema de cosecha, tamaño de picado, uso de aditivos, compactación y sellado
- ✓ En la composición nutricional de las plantas, influyen la nutrición del cultivo, características del híbrido y el estado fenológico que se encuentran las plantas al momento de la cosecha, que es un indicador del contenido de materia seca, carbohidratos solubles, capacidad buffer entre otros
- ✓ Respecto al proceso de elaboración de ensilaje, las actividades que se desarrollan tienen por objetivo reducir las pérdidas ocasionadas por la respiración celular, actividades proteolíticas de enzimas y desarrollo de microorganismos aeróbicos

## Parámetros de calidad en ensilajes de maíz

Parámetro	Nivel esperado en el Ensilaje
Materia seca (%)	33 - 35
pH	4,0- 4,2
N amoniacal (%)	< 5
FDN (%)	35 - 40
EM (Mcal/kg)	2,80 - 3,20
Digestibilidad de FDN (%)	65 - 75
Contenido de Almidón (%)	35 - 40
Digestibilidad del Almidón (%)	80 - 85



Determinación de  
parámetros de calidad  
del ensilaje en terreno



Consumo de  
ensilaje de  
calidad

---

---

# Pastoreo y Soling

---

- ✓ El maíz es una planta que no tiene la capacidad de rebrotar y producir muchos tallos
- ✓ Su utilización en pastoreo está supeditada a utilizaciones tempranas en verano dado que con el avance del estado fenológico las plantas rápidamente se encañan y su consumo es rechazado por los animales
- ✓ En sistemas que optan por el uso de esta alternativa, el maíz es sembrado en alta densidad con distancia entre hilera de 30 a 45 cm
- ✓ La siembra se hace con sembradora cerealera a chorro continuo que supone el uso de una dosis de semilla superior a 40 kg/ha





---

*Sorghum bicolor* (L.)

(Sorgo)

*Sorghum bicolor* x *S. bicolor* var. *Sudanese*

(Pasto sudan)

---

- ✓ En Chile, el sorgo está presente como planta destinada a la producción de forraje desde la década del cincuenta en el siglo pasado
- ✓ Su presencia en los predios de productores ganaderos ha sido muy errática y su uso ha estado relacionado con el entusiasmo de algunas empresas que han importado materiales a Chile, probándolos en algunos sistemas productivos, en los cuales rápidamente fueron reemplazados por maíz u otra alternativa
- ✓ Paralelo a esto, algunos investigadores viendo las ventajas de esta especie, han evaluado algunos materiales cuyos resultados no han trascendido

- ✓ Como especie forrajera, el sorgo presenta diversos aspectos positivos. Entre ellos, destaca la versatilidad de utilización: pastoreo, ensilaje, heno y grano, facilidad de siembra, buena tolerancia a condiciones de estrés hídrico y su adecuada calidad nutricional
- ✓ Entre los factores limitantes para su utilización, se encuentran los problemas derivados de la presencia de ácido prúsico en estados juveniles, lo cual limita su consumo en pastoreo o soiling en etapas tempranas del desarrollo de las plantas



- ✓ El sorgo es una especie que en Chile ha sido utilizada en forma esporádica en producción animal y ha estado circunscrita a la zona mediterránea para pastoreo de verano y conservación de forraje
- ✓ Publicaciones divulgativas del siglo pasado lo incluían como alternativa de producción de forraje para el secano costero mediterráneo y mediterráneo húmedo regado



- ✓ El centro de origen es la sabana oriental de Sudán y su distribución se atribuye a los cazadores recolectores del Sahara (8000 años a.C.). El sorgo domesticado más antiguo (2000 años a.C.) tuvo su origen en la India
- ✓ En Chile se conoce desde inicios del siglo pasado y su cultivo nunca ha tenido relevancia y las siembras se han realizado en pequeñas superficies

---

---

# Tipos de sorgos

---

- ✓ Se distinguen dos tipos de sorgos para la producción de forraje
- ✓ Para la elaboración de ensilaje se utilizan los sorgos graníferos pertenecientes a la especie *Sorghum bicolor* (L.) Moench, híbridos que en su mayoría tienen un crecimiento erecto que en el momento de la cosecha pueden alcanzar una altura de unos tres metros
- ✓ Otros tipos de sorgo son los utilizados para pastoreo o soiling de verano, que en su mayoría son el resultado del cruzamiento entre *Sorghum drummondii* (Steud.) Millsp. & Chase (pasto sudan) y *Sorghum bicolor* x *S. bicolor* var. *sudanese* (pasto sudan híbrido) y se denominan pasto sudan o sudangrass



Sorgos graníferos de la especie *Sorghum bicolor* (L.) Moench destinado a la elaboración de ensilaje



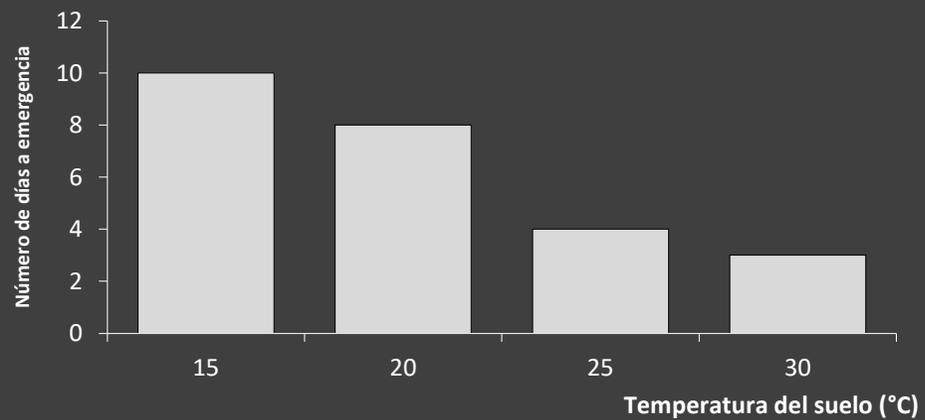
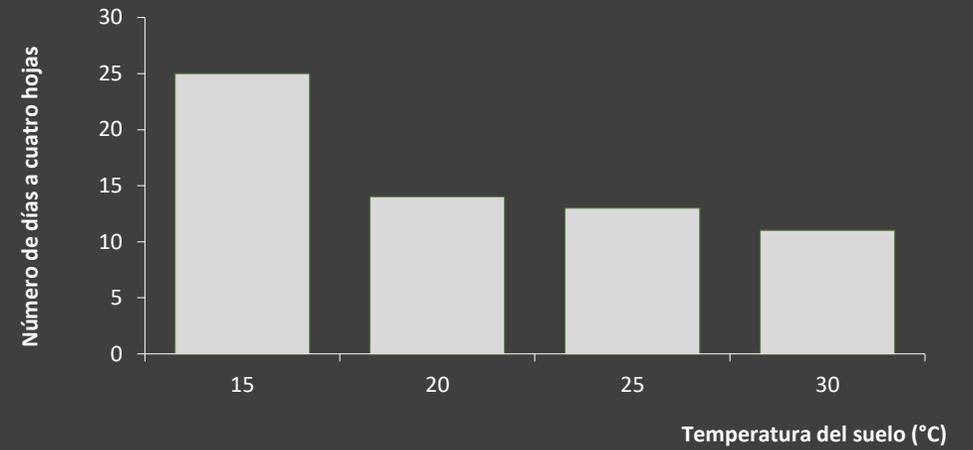
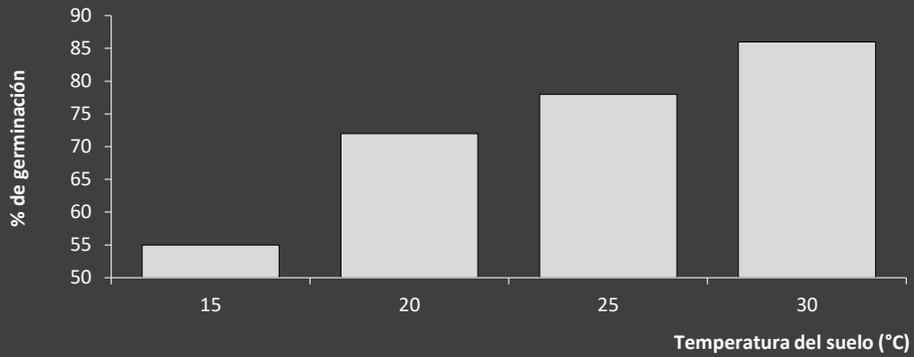
Sorgos pastoreo a la especie  
*Sorghum drummondii* (Steud.)  
Millsp. & Chase (pasto sudan) y  
*Sorghum bicolor* x *S. bicolor* var.  
*sudanese* (pasto sudan híbrido)

---

# Requerimientos del cultivo

---

- ✓ El sorgo es una especie que se cultiva en una amplia gama de sistemas y se caracteriza por presentar una gran tolerancia a enfermedades y plagas (estrés biótico), déficit hídrico y altas temperaturas (estrés abiótico)
- ✓ Su germinación en el suelo se produce con temperaturas superiores a 7°C, pero para que ocurra en menos de cuatro días requiere una temperatura superior a 18°C



Efecto de la temperatura de suelo en la germinación de las semillas, emergencia y crecimiento inicial de las plantas de sorgo

Fuente: adaptado de Carrasco *et al.*, 2011

- ✓ La temperatura mínima para el crecimiento del sorgo es de 15 °C y los rendimientos más altos ocurren cuando las temperaturas medias durante la temporada de crecimiento están entre 24 y 27 °C
- ✓ A diferencia del maíz, es capaz de soportar periodos prolongados de sequía y logra una rápida recuperación ante la presencia de agua
- ✓ Los requerimientos de agua son entre uno y dos tercios de los necesarios para el cultivo de maíz

- ✓ Las plantas de sorgo son más eficientes que las de otros cereales en la absorción de agua y nutrientes, ya que tienen un sistema radical fibroso, ramificado y profundizador, que puede ser hasta dos veces más grande respecto al cultivo del maíz
- ✓ Además, las hojas tienen una cubierta cerosa con estomas pequeños, abundantes y un mecanismo de enrollamiento foliar que protege a las plantas de la deshidratación



Estados iniciales de  
desarrollo del cultivo  
del sorgo

---

# Cultivo del sorgo

---

- ✓ El sorgo es una especie que en la zona templada (Temuco al sur) y mediterránea húmeda (Chillán – Los Ángeles), se debe sembrar entre mediados de octubre y primera quincena de diciembre
- ✓ Un factor limitante en la siembra es la temperatura del suelo
- ✓ El sorgo requiere temperaturas superiores al maíz para germinar
- ✓ La temperatura ideal de suelo es de 16 °C, donde se espera que germine sin dificultad el 75% de las semillas

- ✓ El establecimiento se realiza en línea con máquina cerealera convencional a chorro continuo
- ✓ También es posible realizar la siembra con máquinas de precisión utilizadas en maíz y remolacha, pero que deben tener discos especiales para sorgo
- ✓ La dosis óptima de semilla es entre 8 y 14 kg semilla/ha
- ✓ Esta densidad permite alcanzar poblaciones entre 200.000 y 300.000 semilla/ha, ya que en la mayoría de los híbridos el número de semillas por kilo es de aproximadamente 30.000 y la emergencia de las plántulas 75%

Peso de mil semillas, número de semillas por kilo, densidad de siembra y kilos de semillas sembrados por hectárea. Estación Experimental Maquehue, Región de La Araucanía. 2019/2020

Híbrido	PMS (g)	N° Semillas/kilo	Densidad de siembra (N° semillas/ha)	kg semilla/ha
RGT Anggy	39,3 a	25.430 d	280.000	<b>11,01</b>
RGT Ggolden	33,3 b	30.010 c	280.000	<b>9,33</b>
RGT Iceberg	31,3 b	31.960 c	280.000	<b>8,76</b>
RGT Swingg	26,1 c	38.286 a	200.000	<b>5,22</b>
RGT Vegga	27,3 c	36.602 b	200.000	<b>5,46</b>
<b>Promedio</b>	<b>31,46</b>	<b>32.458</b>	<b>248.000</b>	<b>7,96</b>

Letra en común son diferentes según Prueba de Tukey ( $p > 0,05$ )



30 cm



50 cm

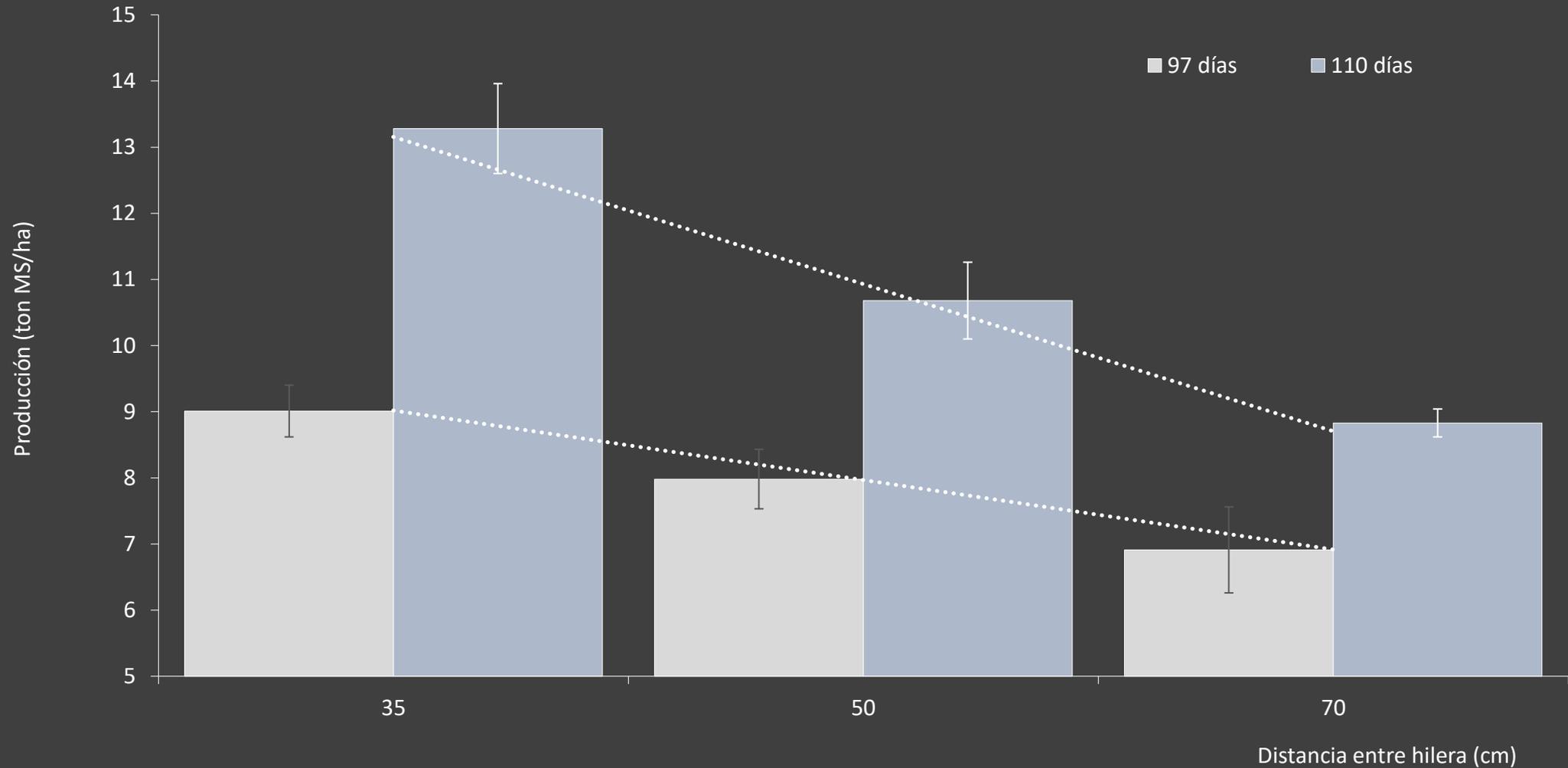


60 cm



70 cm

Efecto de la distancia  
entre hilera en la  
densidad y cobertura de  
sorgo 96 días post  
siembra



Efecto de la distancia entre hilera en el rendimiento estival de sorgo de multicorte destinado a la producción de forraje. Cosecha a 97 y 110 días post siembra. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2019/2020. Convenio Universidad de La Frontera – Compañía Internacional de Semillas

---

---

# Utilización

---



Para pastoreo o soiling de verano en su mayoría son el resultado del cruzamiento entre *Sorghum drummondii* (Steud.) Millsp. & Chase (pasto sudan) y *Sorghum bicolor* x *S. bicolor* var. Sudanese (pasto sudan híbrido) y se denominan pasto sudan o sudangrass

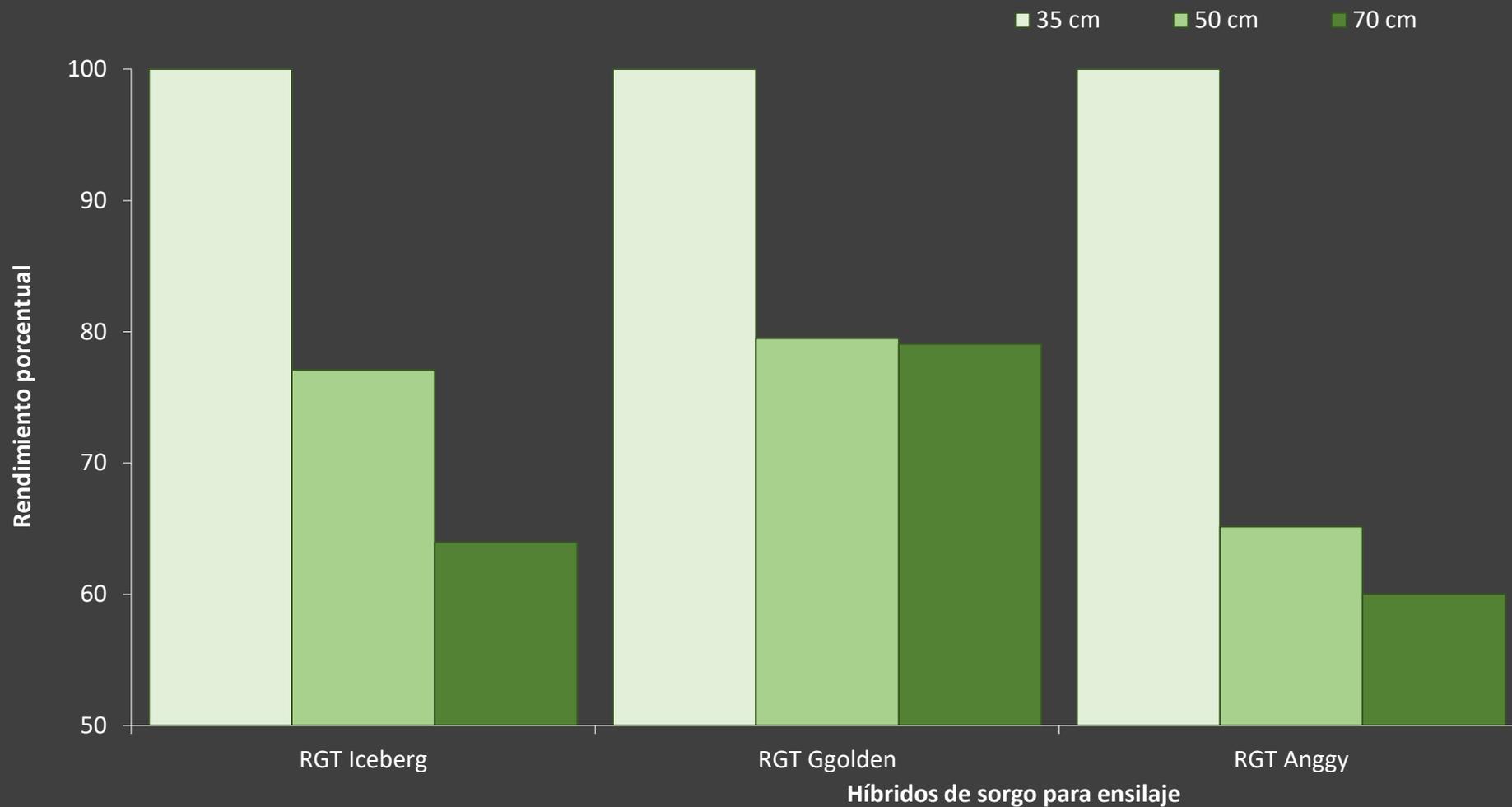


Para elaboración de ensilaje se utilizan los sorgos graníferos pertenecientes a la especie *Sorghum bicolor* (L.) Moench que en su mayoría son híbridos y tienen un crecimiento erecto y al momento de la cosecha pueden alcanzar una altura de sobre tres metros

- ✓ Para pastoreo o soiling de verano se utilizan sorgos de multi corte, que son híbridos de sorgo con pasto sudan
- ✓ Estos rebrotan tras su utilización y según la fecha de siembra, la disponibilidad de agua y fertilidad del suelo es posible tener dos o tres utilidades en el periodo estival
- ✓ La frecuencia e intensidad de uso son determinantes en la producción y calidad del forraje
- ✓ La mejor relación rendimiento - calidad del forraje en verano se produce cuando las plantas se utilizan a una altura de 60 cm y se deja un residuo de 10 cm

- ✓ La utilización en pastoreo durante el periodo estival tiene restricciones relacionadas con la presencia del glucósido durrina en estados juveniles de las plantas (< 50 cm de altura)
- ✓ Este compuesto por desdoblamiento se transforma en ácido hidrocianico, cianhídrico o prúsico, compuesto tóxico de rápida acción que al ingresar en el torrente sanguíneo inicia un proceso de inhibición del consumo de oxígeno provocando la muerte de los animales por asfixia
- ✓ El riesgo de intoxicación por ácido prúsico en el ganado aumenta durante los períodos de sequía, cuando las plantas se encuentran estresadas

- ✓ Los sorgos destinados a la producción de ensilaje son los mismos utilizados para la producción de grano (híbridos) y la diferencia se encuentra en la fecha de cosecha
- ✓ Para ensilaje las plantas se cosechan con la panoja formada y un porcentaje de materia seca de la planta completa entre 32 y 35%
- ✓ La ventaja que tiene esta alternativa respecto a la producción de maíz para ensilaje es su menor requerimiento hídrico y mayor tolerancia a condiciones de estrés
- ✓ La calidad y la producción son estables en el periodo de cosecha y se tiene un buen equilibrio entre el contenido de azúcar en el tallo y el rendimiento de grano



Efecto de la distancia entre hilera (35, 50 y 70 cm) en el rendimiento de tres híbridos de sorgo granífero destinado a la producción de ensilaje. Estación Experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Temporada 2019/2020. Convenio Universidad de La Frontera – Compañía Internacional de Semillas.

- ✓ El sorgo es una alternativa atractiva al maíz porque tiene una mejor adaptación a las condiciones de estrés hídrico y baja fertilidad del suelo
- ✓ Entre los tipos de sorgo hay diferencias en el valor nutricional
- ✓ El sorgo forrajero de un corte que no logra la producción de grano tiene un mayor contenido de carbohidratos solubles que el sorgo granífero
- ✓ En los sorgos de grano, que son utilizados principalmente para la elaboración de ensilaje, su valor nutricional es proporcionado por el grano, que aporta entre un 48 y 55% a la producción total de materia seca



# Especies Suplementarias

Rolando Demanet Filippi  
Dr. Ingeniero Agrónomo  
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales  
Universidad de Frontera

Praderas y Pasturas  
2022

---

*Pisum sativum* L.  
(Arveja)

---





Planta de tipo afila que le permite permanecer erecta hasta cosecha



Pastoreo y  
conservación de  
forraje: heno y  
henilaje

---

*Lupinus albus* L.  
(Lupino)

---

A close-up photograph of a cluster of blue lupine flowers. The flowers are in various stages of bloom, with some fully open and others as buds. The petals are a vibrant blue color. The background is a soft, out-of-focus green, suggesting a natural outdoor setting. The lighting is bright, highlighting the texture of the petals.

Se utiliza para pastoreo o soiling  
de verano y ensilaje



Siembra de *Lupinus albus* L.  
para elaboración de soiling de  
verano

Momento de  
cosecha



---

*Vicia spp.*  
(Vicia o Arvejilla)

---

Forraje que se utiliza para la elaboración de ensilaje o heno, por tanto es cosechado en primavera cuando las vainas basales de la vicia presentan el grano formado





---

---

# Brassicas

---



### Periodo de siembra y utilización de Brassicas

Especie	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
Nabos	■	■	■		■	■	■	■				
Rutabagas		■	■	■			■	■	■	■	■	■
Raps		■	■	■		■	■	■	■	■	■	■
Coles	■	■	■				■	■	■	■	■	■



---

*Brassica rapa* subsp. *rapa*  
(Nabos forrajeros)

---

# Plantas de nabos forrajeros





Consumo de nabos  
utilizando franjas largas y  
angostas

Consumo en pastoreo de nabos durante el periodo estival

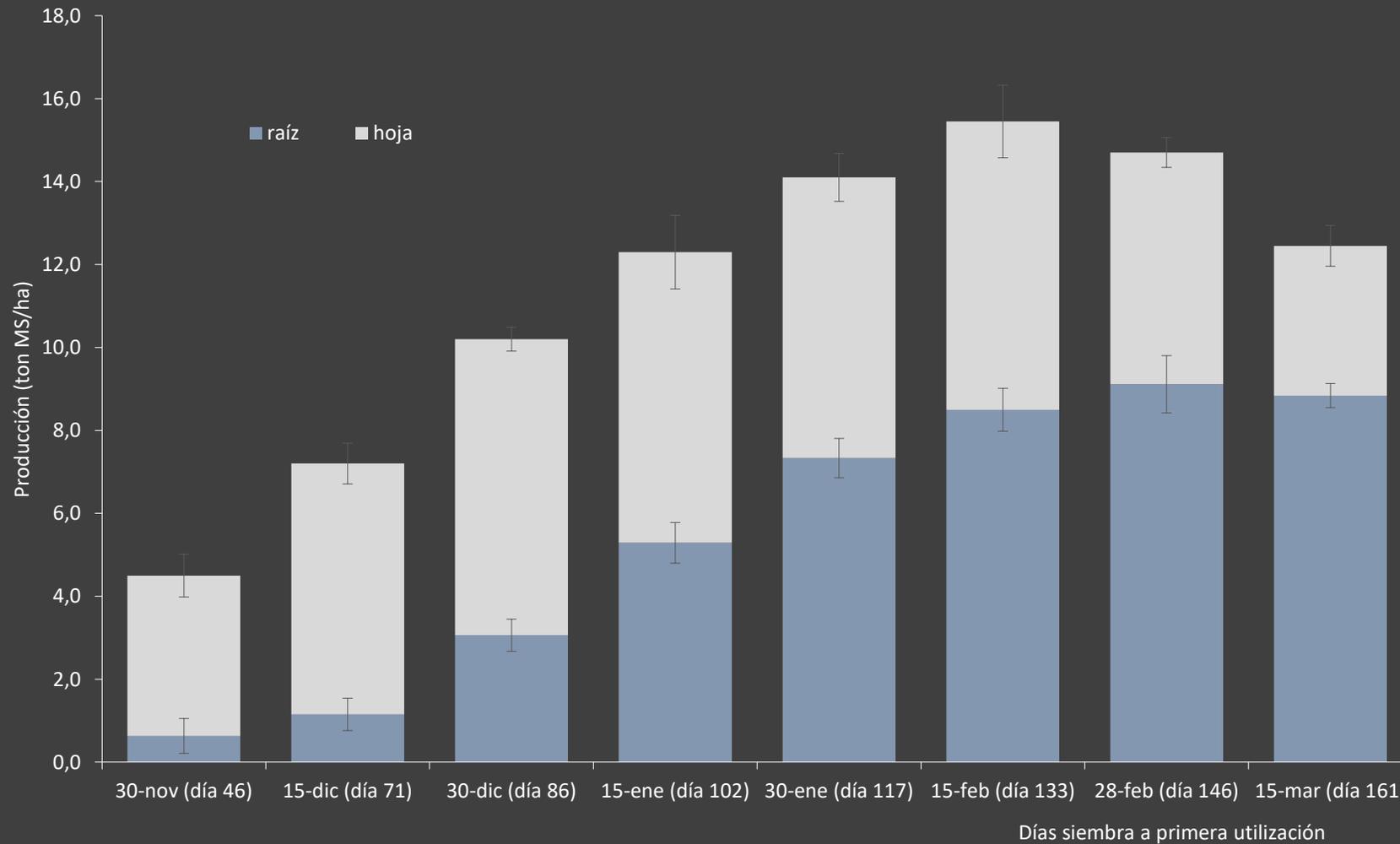




Los animales  
consumen  
bajo el cerco  
eléctrico al  
menos 80 cm  
de ancho

Los animales  
consumen las  
hojas y raíces de  
las plantas





Rendimiento acumulado y aporte de hojas y raíces desde la siembra a la cosecha de *Brassica rapa* subsp. *rapa* L.. Promedio de 110 predios lecheros. Plan lechero Watt's. Loncoche – Frutillar. Periodo 2010 – 2014.

---

*Brassica olearacea* L.  
(Coles forrajeras)

---



Coles forrajeras en  
los primeros  
estados de  
desarrollo



Estructura de  
las plantas de  
coles forrajeras



La col forrajera es una especie suculenta de alta calidad bromatológica que es utilizada en pastoreo durante el periodo de otoño e invierno

---

*Brassica napus* var. *Napobrassica*  
(Rutabaga o Colinabos)

---



Este cultivo es una opción para pastoreo de verano, otoño e invierno



En siembras de baja densidad los bulbos son grandes muy lignificados y de difícil consumo

Se usa en pastoreo con franjas angostas y largas que permitan al ganado hacer un uso eficiente del forraje disponible

Pérdidas en el campo post consumo de rutabaga



---

*Brassica napus* L. var. *Napus*  
(Raps forrajero)

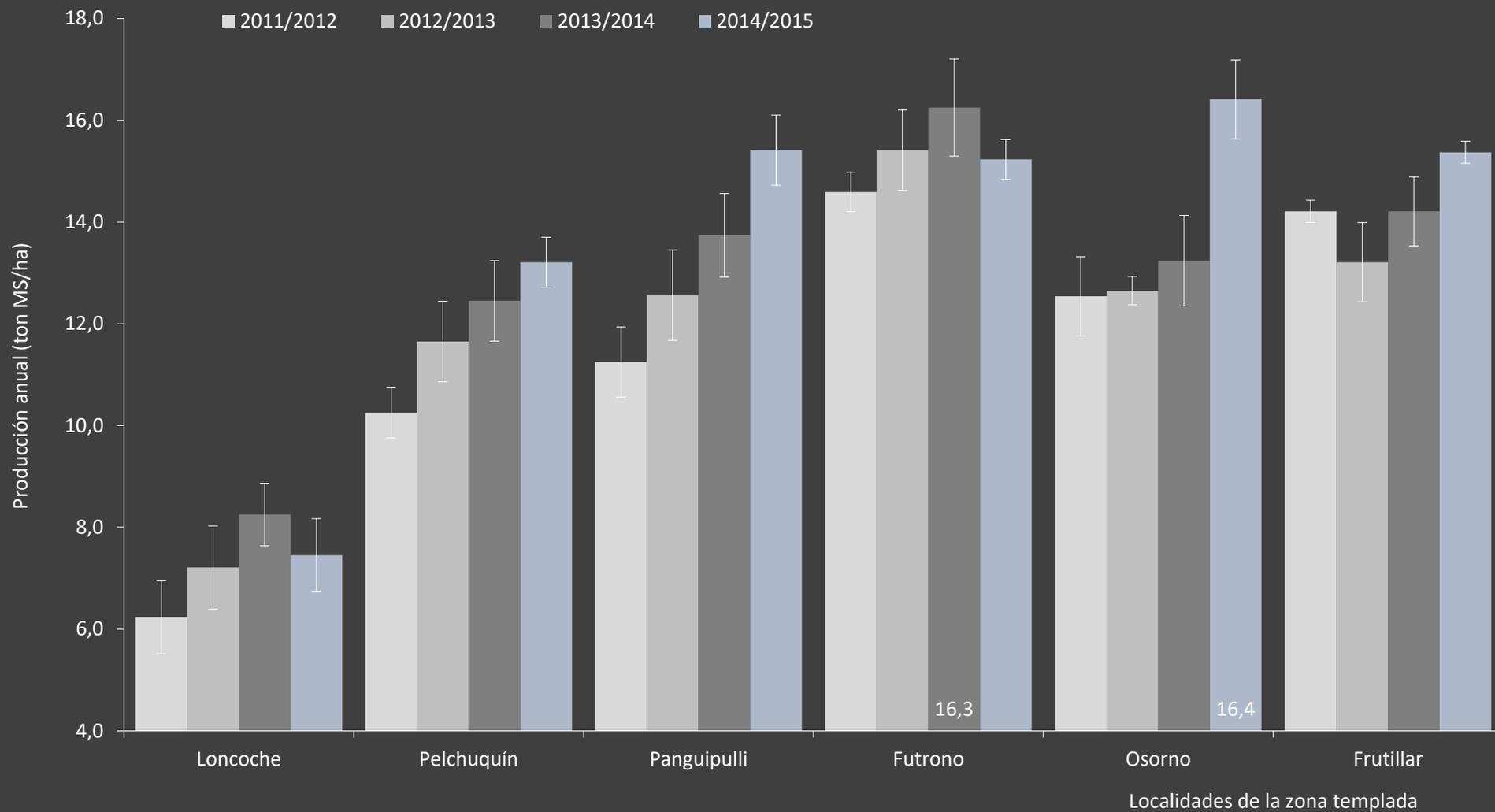
---



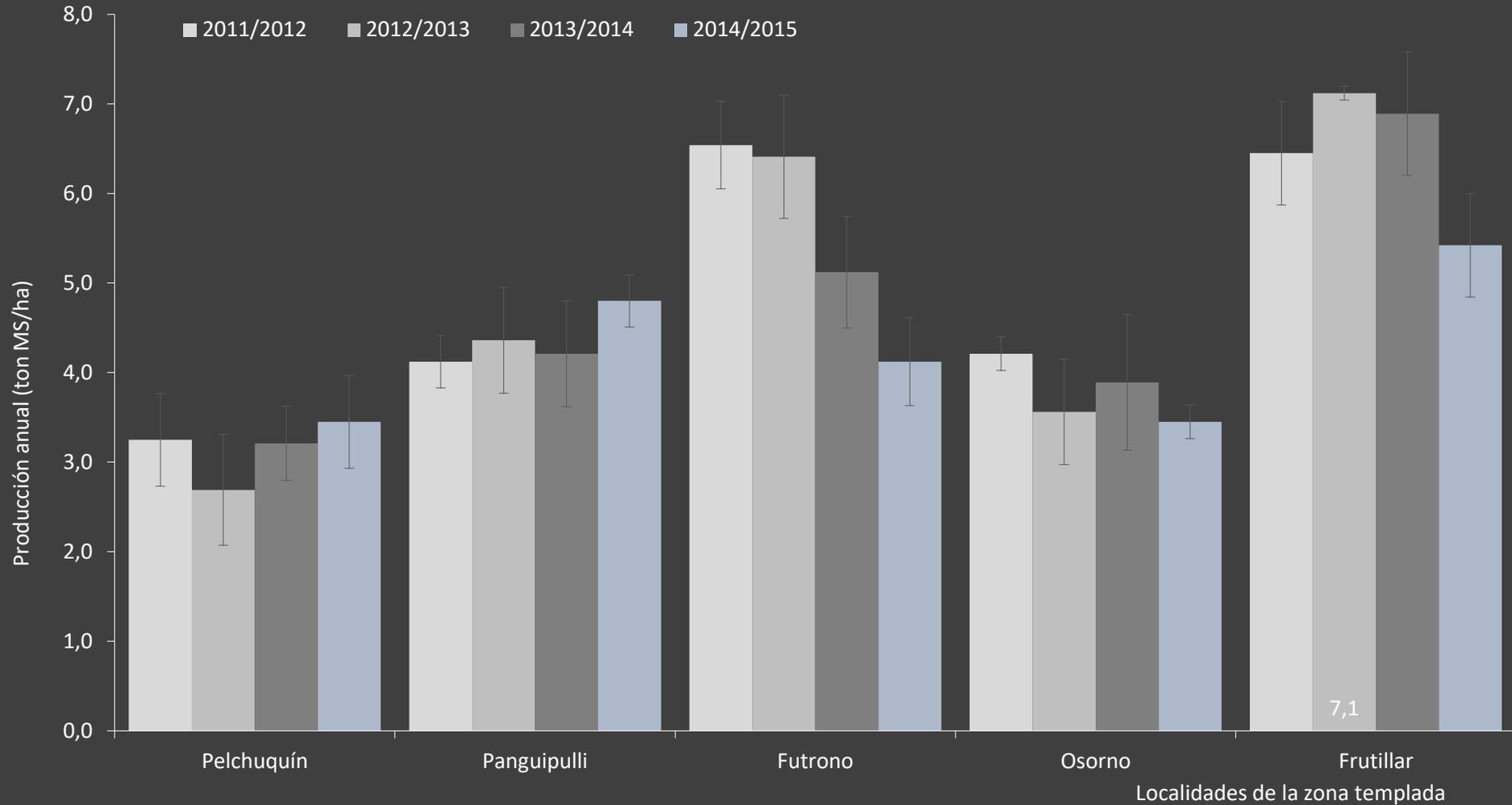
Este cultivo es una  
opción para pastoreo  
de verano, otoño e  
invierno



Consumo en pastoreo  
de raps forrajero en  
plena época invernal



Producción de *Brassica napus* subsp. *biennis* L. sembrado en **primavera** en seis localidades de la zona templada. Periodo 2011-2015.



Producción de *Brassica napus* subsp. *biennis* L. sembrado en **verano** en cinco localidades de la zona templada. Periodo 2011-2015.

---

*Beta vulgaris* L.  
(Remolacha forrajera)

---



El objetivo de esta especie es generar forraje para el periodo de abril a septiembre donde los animales la consumen en pastoreo o soiling



Primeros estadios de desarrollo



En la etapa inicial las plantas forman hojas en forma profusa



Después de 120 días la raíz esta completamente formada



Raíz de remolacha forrajera que es consumida por los animales



Consumo de remolacha en invierno  
utilizando franjas largas y angostas



Estado en que queda el suelo post consumo  
de remolacha en el periodo invernal

Cultivar	Tipo de semilla	Color de la raíz	Tipo de planta
Brigadier	Monogérmica*	Anaranjada	Mangel beet
Cerice	Monogérmica**	Amarilla	Fooder beet
Feldherr	Monogérmica**	Anaranjada	Fooder beet
Gerónimo	Monogérmica**	Anaranjada	Fooder beet
Kyros	Monogérmica**	Anaranjada	Fooder beet
Rivage	Monogérmica**	Anaranjada	Fooder beet
Fortimo	Monogérmica**	Roja	Fooder beet
Lipari	Monogérmica**	Roja	Fooder beet
Monro	Monogérmica**	Roja	Fooder beet
Gitty	Monogérmica**	Roja/Blanca	Fooder beet



## Parámetros productivos de Remolacha forrajera y Brassicas

Espece	Dosis semilla/ha	EM (Mcal/kg MS)	PC (%)	ton MS/ha
Remolacha forrajera	100.000 sem/ha	2,9 a 3,0	12 a 15	20 a 40
Col forrajera	4 a 5 kg/ha	2,4 a 2,6	16 a 17	18 a 20
Nabos forrajero	3 a 4 kg/ha	2,6 a 2,7	17 a 18	16 a 18
Raps forrajero	5 a 6 kg/ha	2,4 a 2,6	19 a 20	10 a 12

---

*Cichorium intybus* L.  
(Achicoria)

---





Achicoria es un planta que se caracteriza por presentar una alta tolerancia a la sequía, buen contenido de minerales en sus hojas y alta capacidad de penetrar sus raíces en el suelo

Mezcla polifítica que  
incluye achicoria



Desde el punto de vista de la salud animal, la disminución de los efectos provocados por la acción de los parásitos y el mejoramiento del estado general de los individuos han demostrado que la presencia de taninos condensados en las plantas genera un efecto antihelmíntico en los animales



---

*Plantago lanceolata* L.  
(Siete venas)

---



La persistencia de esta pastura es entre 4 a 5 años y la longevidad tiene directa relación con el manejo de pastoreo



**El tamaño de la semilla es pequeño  
500.000 semillas/kilo. La dosis de  
siembra es 8 a 10 kg/ha**

**Es factible mezclar este especie con  
gramíneas y leguminosa y en ese caso la  
dosis de semilla se reduce a 4 a 5 kg/ha**



# Especies Suplementarias

Rolando Demanet Filippi  
Dr. Ingeniero Agrónomo  
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales  
Universidad de Frontera

Praderas y Pasturas  
2022