

Aspectos a considerar en el cultivo de maíz para ensilaje

Rolando Demanet Filippi
Dr. Ingeniero agrónomo
Universidad de La Frontera

Webinar CIS
29 de julio de 2020



Contenido

- ✓ **Elección del híbrido**
- ✓ **Requerimientos**
- ✓ **Manejo del cultivo**
- ✓ **Ensilaje**
- ✓ **Calidad nutricional**

Elección de híbridos



- ✓ Vigor de las plantas y tolerancia a frío (*cold test*)
 - ✓ Requerimientos de temperatura
 - ✓ Rendimiento
 - ✓ Estabilidad de las plantas
 - ✓ Producción de grano
 - ✓ Contenido en almidón
 - ✓ Energía metabolizable
 - ✓ Digestibilidad y valor nutritivo
 - ✓ Inclusión en la dieta de los animales
-

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 maiceros (*corn belt*) ubicado en la región del medio oeste de los Estados Unidos

Índice FAO	Integral térmica (Grados día (°C) acumulados)	Días ¹
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

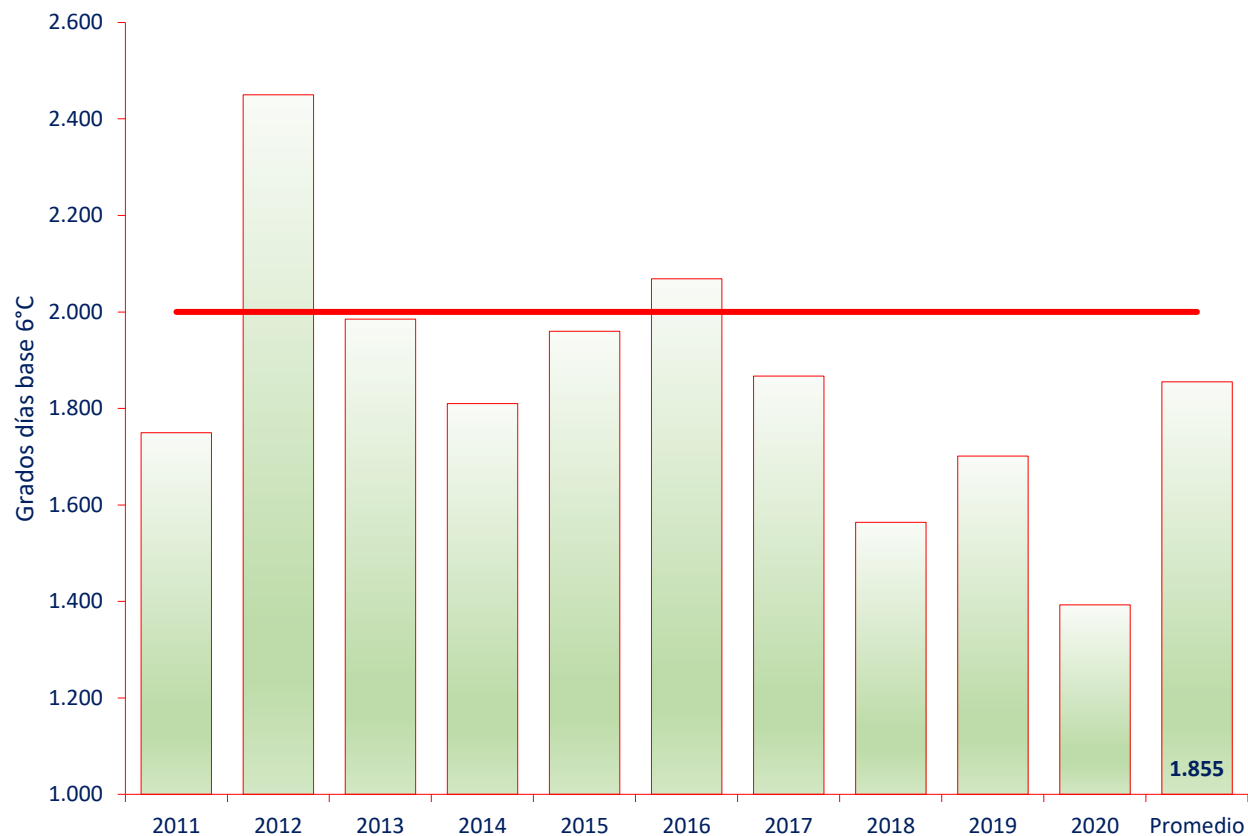
1: Días entre la siembra y la madurez fisiológica (30 a 35% humedad en el grano).

- ✓ El índice FAO 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
 - ✓ Cada híbrido tiene su propia integral térmica que está definido por la condición de humedad y temperatura del ambiente
 - ✓ En años cálidos el número de días entre la siembra y la madurez fisiológica es menor que en años húmedos
-

- ✓ En la zona templada, que en los últimos 25 años los grados día acumulados base 6°C han fluctuado entre 1.560 y 2.450 y el periodo desde la siembra a la madurez fisiológica entre 164 y 178 días
 - ✓ Esta condición ha determinado que los híbridos más estables en comportamiento productivo son aquellos que poseen un índice FAO de **180 a 240**
-

- ✓ Este amplio rango de índice FAO está definido por las condiciones climáticas, que cambian con la latitud y altitud
 - ✓ En dirección sur y a mayor altitud los híbridos utilizados son de mayor precocidad: FAO 180 a 210
 - ✓ En las zonas más cercanas a la costa y en latitud inferior se usan los híbridos de precocidad intermedia: FAO 220 a 240
-

Comparación anual de grados días base 6°C en Futrono, Región de Los Ríos. 2011 -2020.



Año	pp (mm)	Días grados base 6°C
2011	458	1.750
2012	577	2.450
2013	723	1.985
2014	524	1.810
2015	317	1.960
2016	402	2.069
2017	621	1.867
2018	495	1.564
2019	245	1.701
2020	327	1.393
Promedio	469	1.855

Solo en el 20% de los años la acumulación de grados días es superior a 2.000

- ✓ Es preocupante observar las opiniones de algunos sectores de la cadena productiva lechera de la zona sur que están promoviendo híbridos de ciclos largos para zonas con riesgo climático evidente
 - ✓ Un sistema estable es, por definición, el que menos cambia en respuesta a la variación ambiental, por tanto, no se debe introducir un elemento más de riesgo al sistema porque eso inevitablemente conducirá a una mayor inestabilidad
-

Híbridos de maíz para ensilaje disponibles para Temuco – Puerto Montt ordenados por compañía en orden alfabético 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	Katarsis	200
KWS	Koloris	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

Requerimientos del cultivo



- ✓ La producción de materia seca está supeditada a la disponibilidad de agua y al cumplimiento de los requerimientos térmicos
-

Requerimientos hídricos

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

1 mm = 30 - 40 kg MS/ha



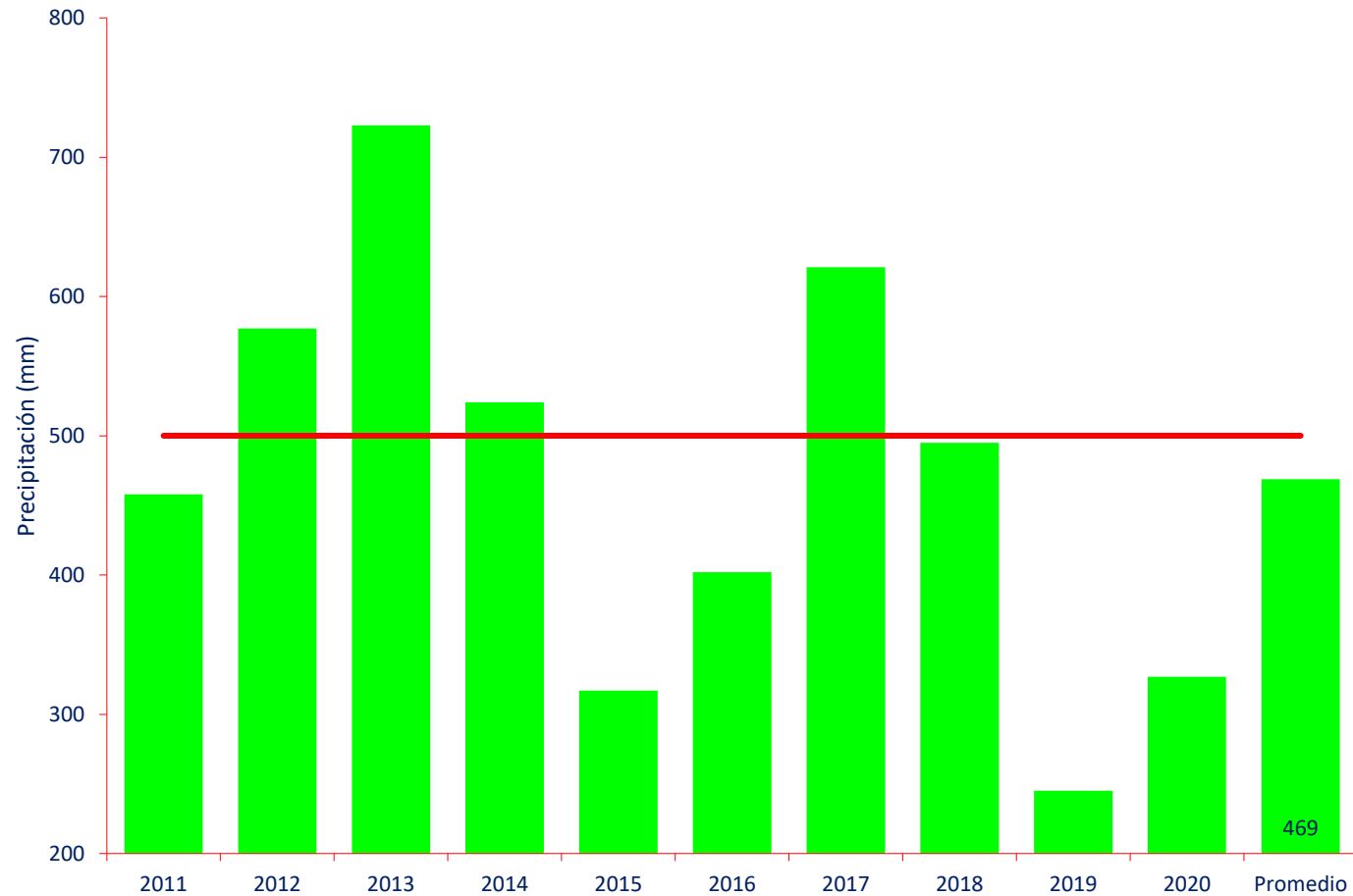


Precipitación (lluvia o riego)
entre el periodo de siembra a
madurez fisiológica

500 mm = 15 a 20 ton MS/ha

700 mm = 21 a 28 ton MS/ha

Comparación anual de precipitación en Futrono, Región de Los Ríos. 2011 -2020.



Año	pp (mm)	Días grados base 6°C
2011	458	1.750
2012	577	2.450
2013	723	1.985
2014	524	1.810
2015	317	1.960
2016	402	2.069
2017	621	1.867
2018	495	1.564
2019	245	1.701
2020	327	1.393
Promedio	469	1.855

4 de cada 10 años presentan una precipitación superior a 500 mm

Los cambios en el clima han generado eventos de sequía importantes en el área templada y esto ha obligado a los productores a implementar sistemas de riego tecnificado con el objetivo de optar en forma regular a un rendimiento adecuado para cada zona donde se establece el maíz



No siempre el agua es favorable para el cultivo. Excesos en las primeras etapas de desarrollo afectan el anclaje de las plantas al suelo y en etapas avanzadas lixivian los nutrientes (nitrógeno, potasio entre otros)



Requerimientos temperatura

- ✓ 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 de suelos ($< 10^{\circ}\text{C}$) asociadas a escasa luminosidad afectan el desarrollo inicial de las plantas limitando la absorción de nutrientes
-

En suelos de origen volcánico, es común la reducción de la absorción de fósforo donde el síntoma característico es la coloración violácea de las hojas en los primeros estados de desarrollo de las plantas



- ✓ La expresión del rendimiento de una planta es multifactorial, pero existen situaciones complejas al inicio del desarrollo del cultivo que se pueden mantener hasta la cosecha afectando a la producción y calidad
-

- ✓ Uno de estos factores contrarios a la expresión de la producción son las heladas
 - ✓ Las heladas producen en las plantas clorosis y posteriormente necrosis del tejido vegetal que se mantiene hasta la cosecha, en la que las hojas afectadas presentan hongos saprofitos oportunistas como *Cladosporium* sp., *Stemphylium* sp. y *Alternaria* sp.
-



Los efectos de las heladas están relacionados con la producción y calidad nutricional del maíz

- ✓ Temperaturas superiores a 32°C reducen la capacidad de producción de grano, provocando el enrollamiento de los estilos (pelos de los choclos) y con ello la reducción de la polinización y fecundación
-

Golpes de altas
temperaturas en
periodo de
polinización del maíz
($> 32^{\circ}\text{C}$)



- ✓ Cada híbrido tiene un requerimiento térmico necesario para su crecimiento y desarrollo, valor que es medido en horas calóricas
- ✓ En los híbridos para 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





- ✓ 1.800 horas calóricas acumuladas base 6°C
 - ✓ 500 mm de precipitación
 - ✓ Híbrido de índice FAO entre 200 y 240
 - ✓ Rendimiento esperado entre 15 y 18 ton MS/ha
-

Manejo del cultivo



Descompactación del suelo

- ✓ La descompactación del suelo es una labor que permite al sistema radical su expansión en el perfil del suelo tanto de forma lateral, como en profundidad
 - ✓ La exploración en profundidad deriva en un incremento en la absorción de nutrientes y en una mayor eficiencia en el uso del agua, lo que conlleva una mayor producción
-

-
- Paso de arado subsolador que rompe y resquebraja el perfil en profundidad, en especial, cuando esta labor se realiza con el suelo seco



Incorporación de rastros

- ✓ La incorporación de rastrojos y el uso de enmiendas orgánicas (guanos) permiten mejorar la estabilidad de los agregados del suelo, mejorando su estructura
 - ✓ Esta labor, produce un ambiente edáfico caracterizado por la presencia de macro poros que permite un mayor intercambio de aire, movimiento de agua y exploración radical
-

La incorporación reduce los procesos de erosión característicos de los suelos de la zona sur en los que este riesgo es alto como consecuencia de las condiciones climáticas y geomorfológicas



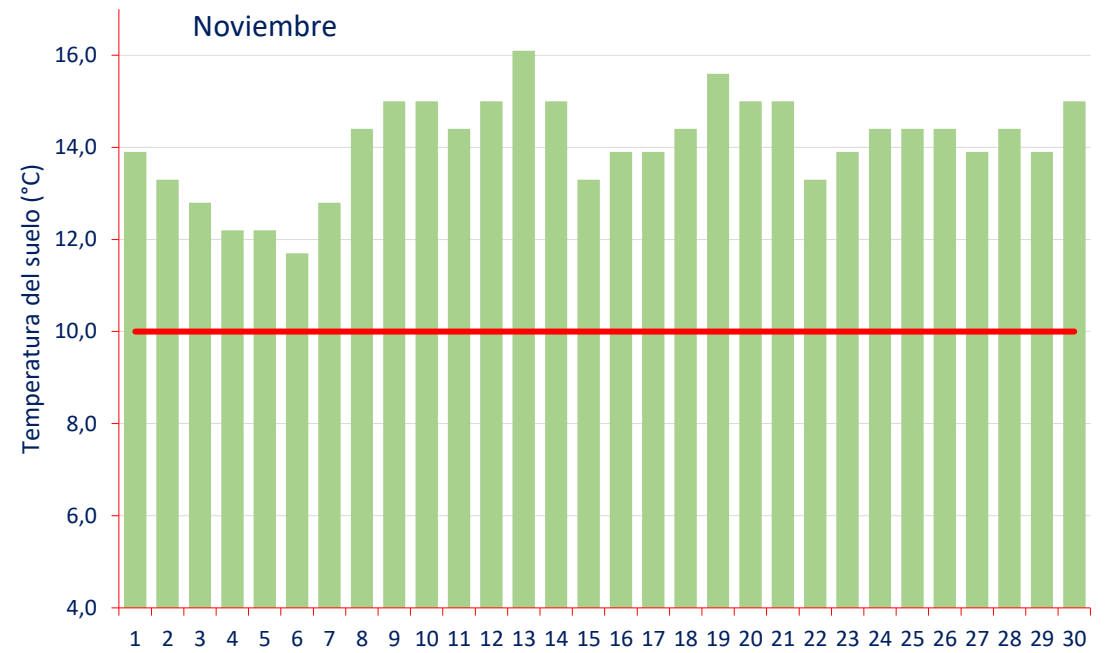
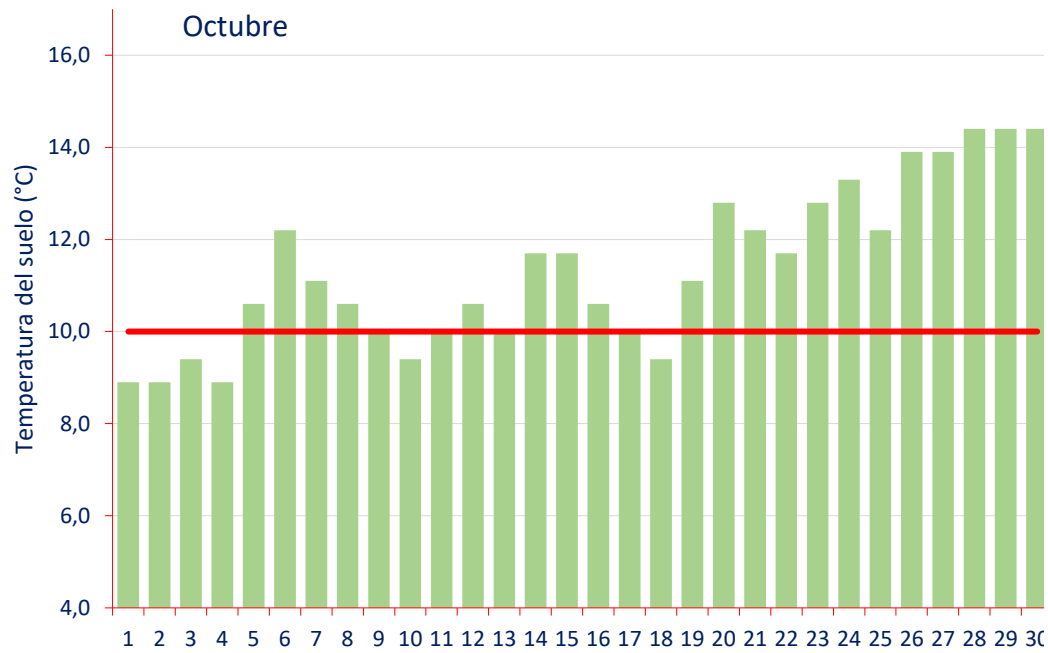
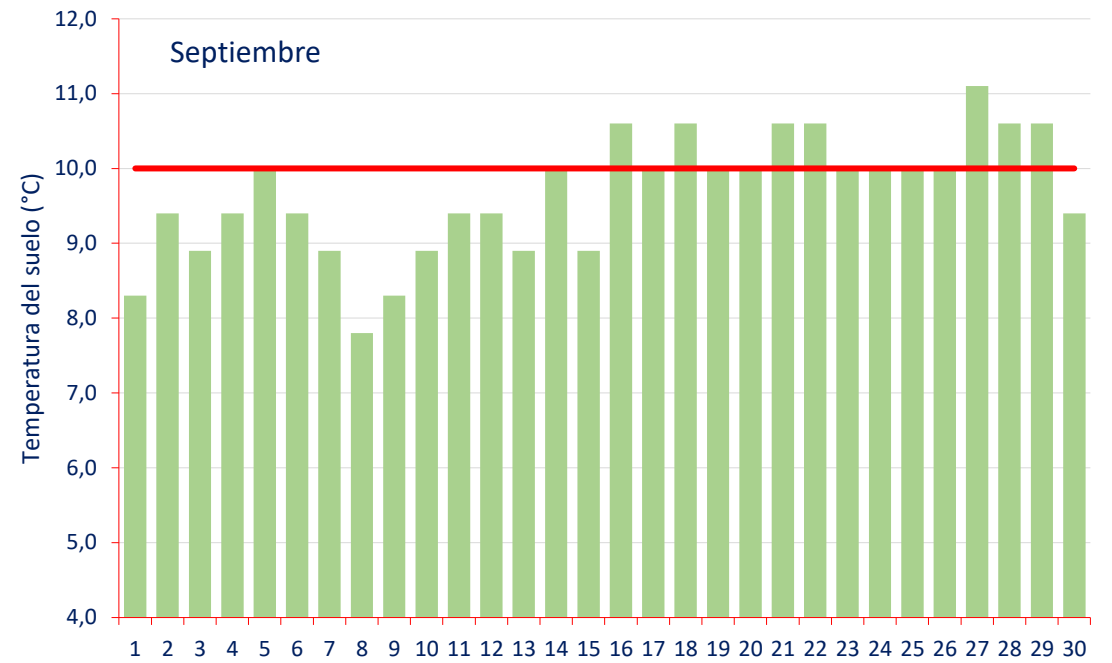
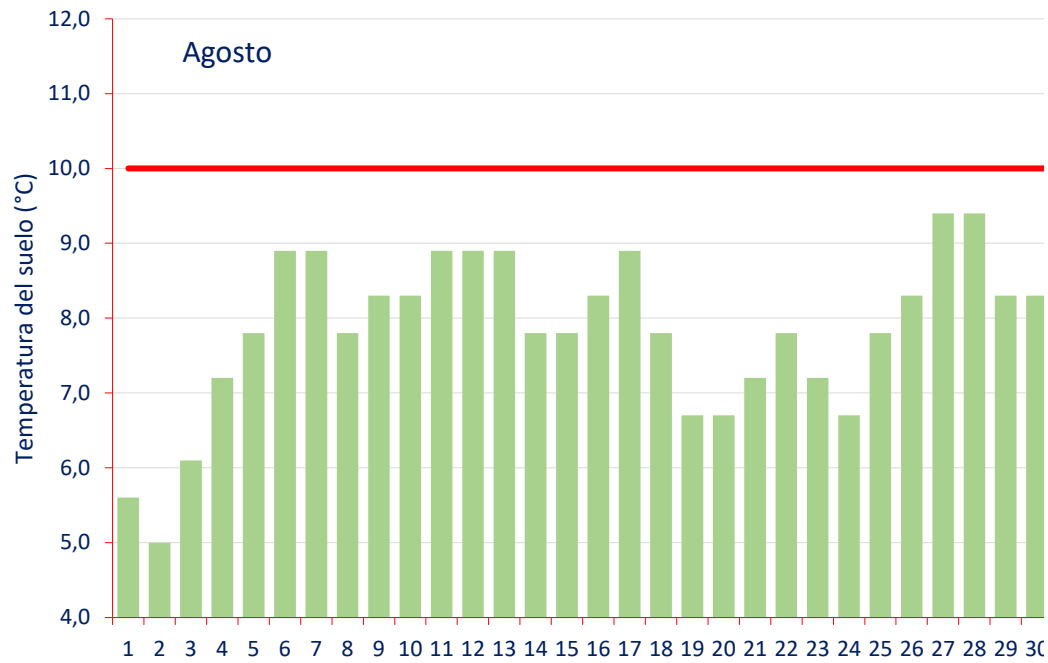


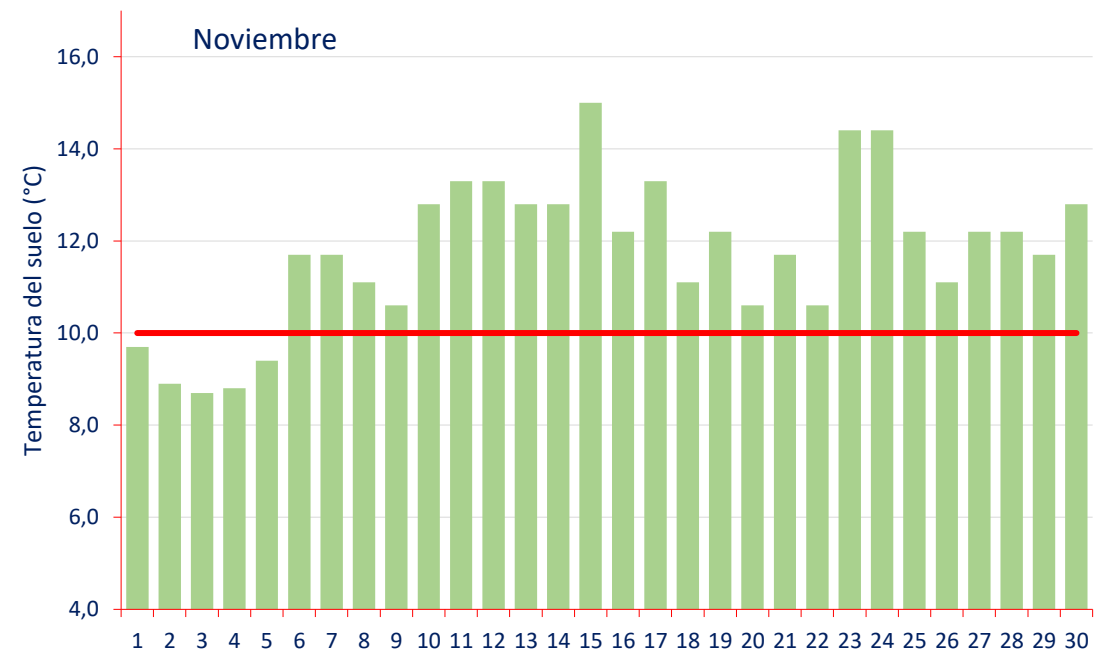
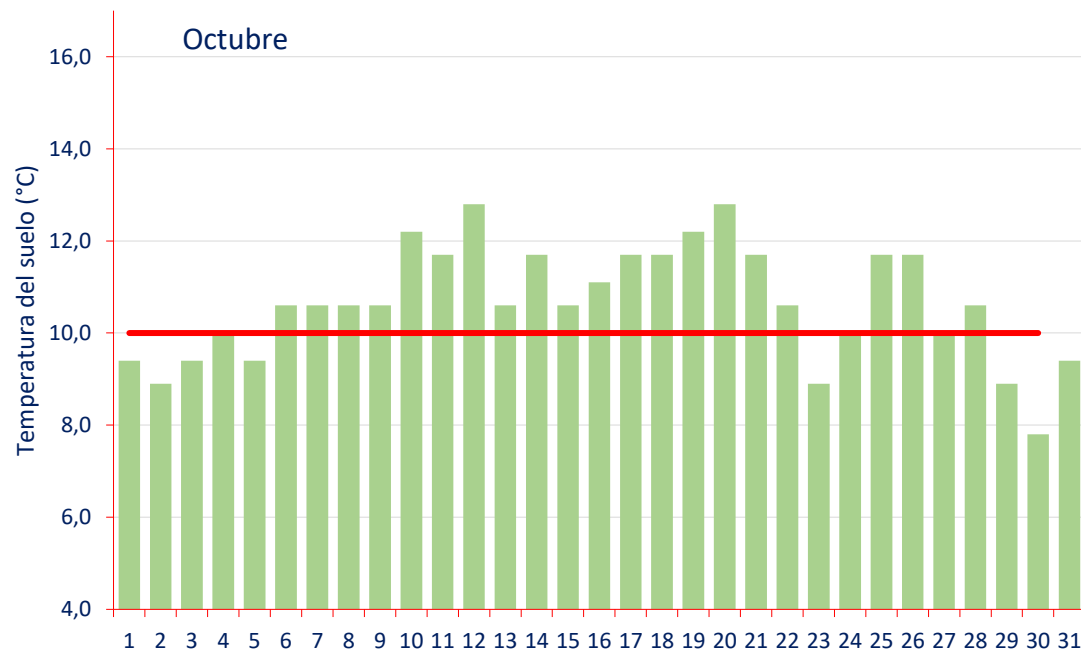
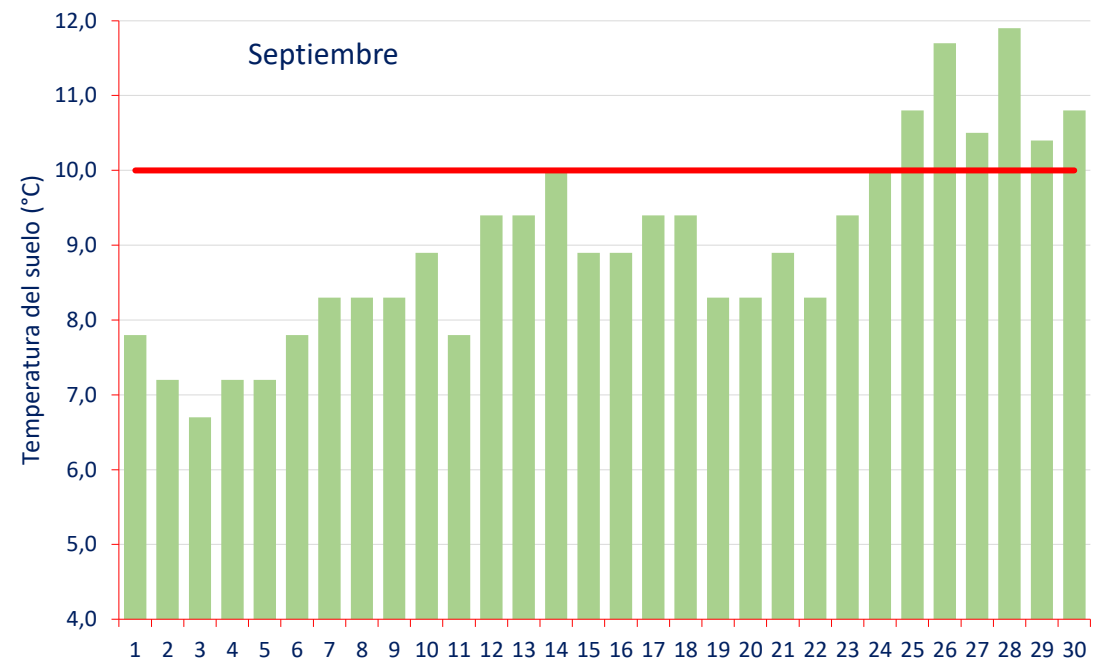
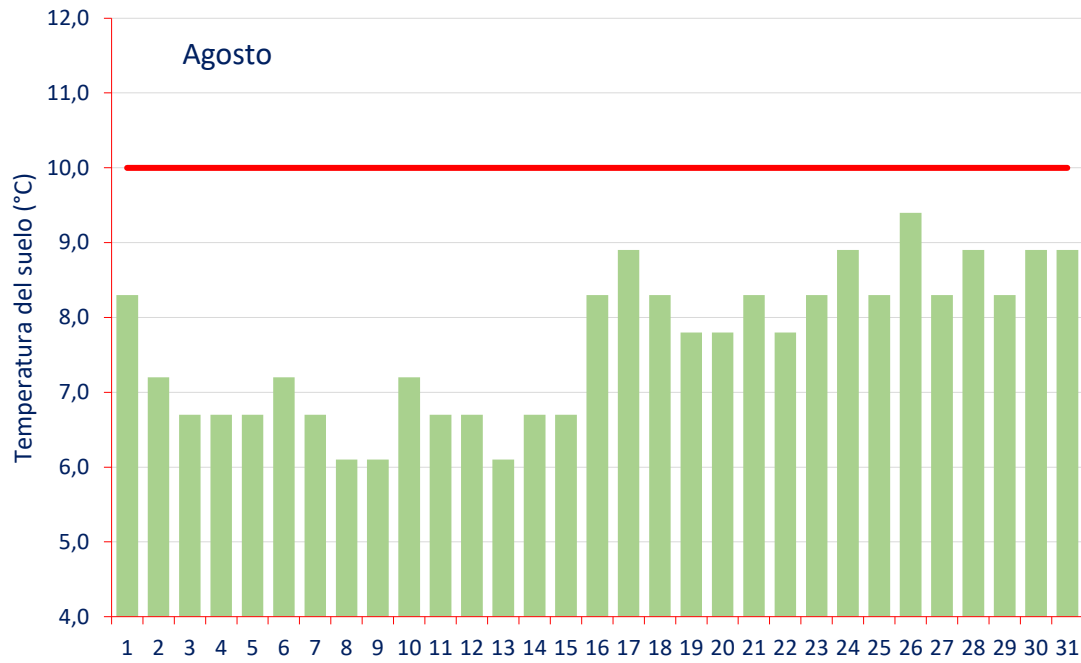
Incorporación de
guano previo a la
siembra de maíz para
ensilaje

Fecha de siembra

- ✓ El maíz se siembra a partir del 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%
-





- ✓ Para evitar el estrés térmico en el momento de la siembra, controlar las especies residentes y mejorar el mantenimiento 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
-



Acolchado o *mulching* de polietileno biodegradable

- ✓ 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 incrementar el rendimiento en hasta un 25%
-

Densidad y profundidad de siembra

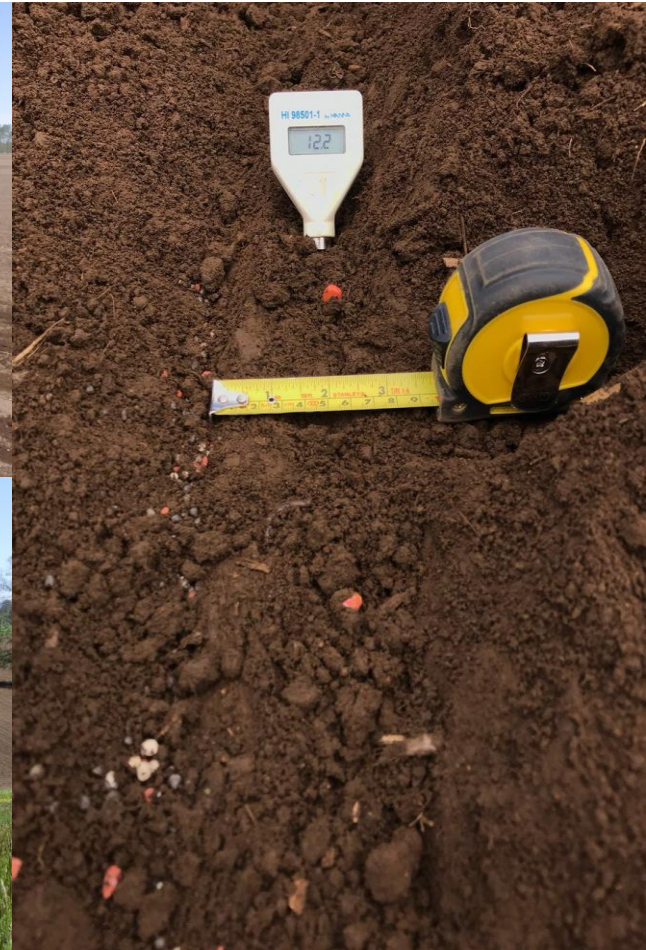
- ✓ La densidad de siembra es 100.000 semillas/ha
 - ✓ El exceso de plantas produce mazorcas pequeñas y tallos débiles, lo que retrasa la madurez del grano e incrementa la susceptibilidad a la tendadura
 - ✓ Poblaciones inferiores a 100.000 plantas/ha favorecen el proceso de maduración del grano y aumentan el diámetro de los tallos y las mazorcas, pero reducen la producción de forraje
-

Siembra realizada
con una dosis de
100.000 semilla/ha



- ✓ La profundidad de siembra depende del calibre de la semilla, la calidad de la preparación del suelo y el sistema de riego
 - ✓ El rango de profundidad en el que se localiza la semilla es de entre tres y cinco centímetros
 - ✓ La sembradora, debe ubicar el fertilizante **5 centímetros** al costado de la hilera de siembra y **1 centímetro** bajo la profundidad de la semilla
-

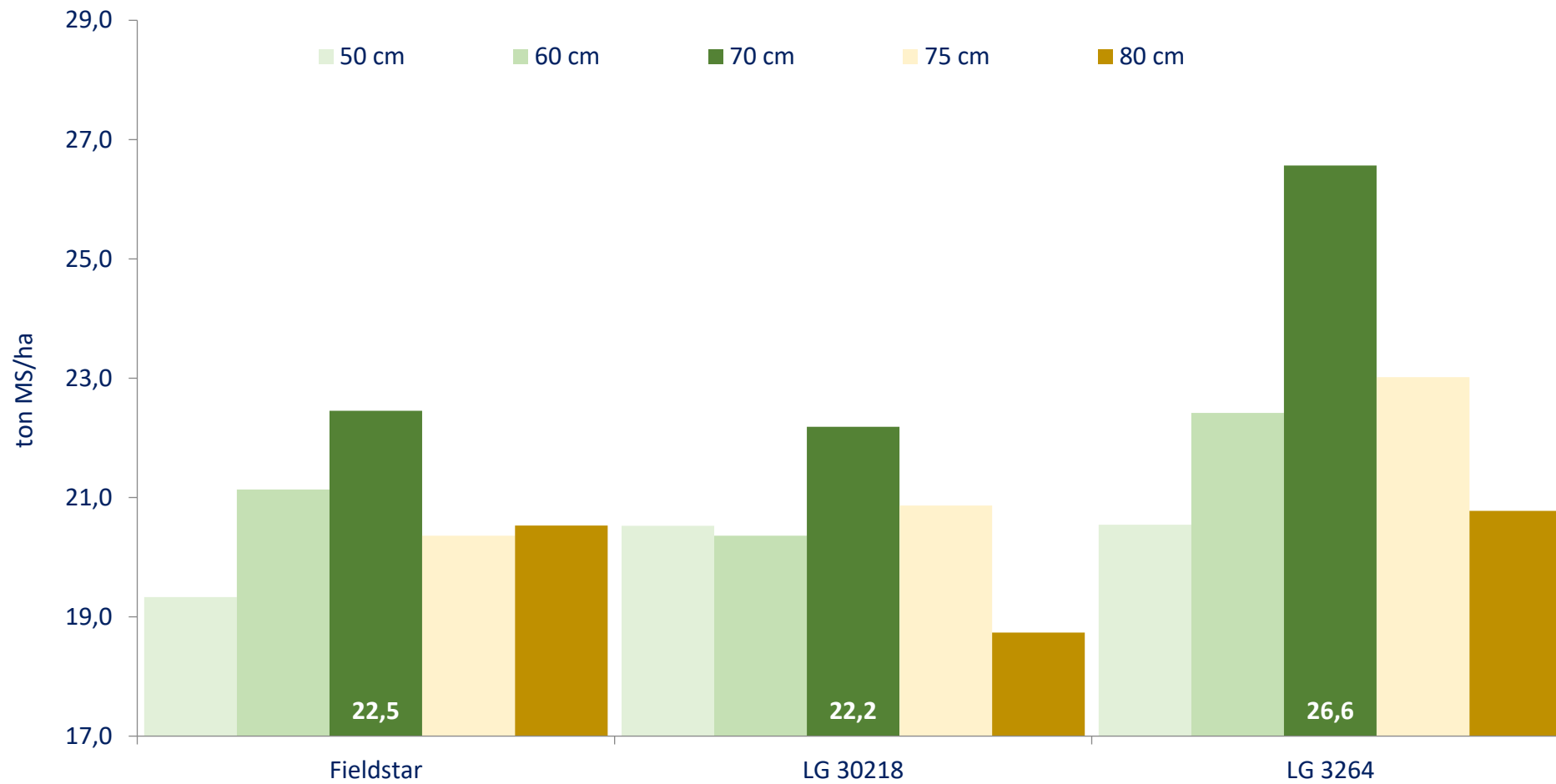
La localización del fertilizante produce la rápida absorción de los nutrientes una vez desarrollado el sistema radical





Distancia entre hilera

- ✓ Existen diversas opciones de distancia entre hileras en las que 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.

Fertilización



- ✓ La fertilización está definida por la extracción de nutrientes del cultivo y el contenido de nutrientes del suelo
-

Enmienda

- ✓ La corrección de la acidez del suelo y la neutralización es una práctica ineludible que se realiza aplicando dosis controladas de enmienda calcárea
-



- ✓ Por cada kilo de nitrógeno amoniacal que se aplique al suelo se requieren entre 4 y 6 kg cal para su neutralización
 - ✓ Para neutralizar 500 kg Urea equivalente/ha se requieren **920 kg cal/ha**
-

Nitrógeno

- ✓ En el momento de la siembra la mezcla de fertilizantes se incorpora con la máquina de precisión
-

✓ La fertilización nitrogenada (de 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

Aplicación
de nitrógeno
incorporado
en la aporca





Purines



La aplicación de purines previo a la siembra permite corregir algunos elementos que son de alta demanda en el cultivo del maíz como por ejemplo el **potasio**

Guanos

- ✓ La aplicación de enmiendas orgánicas es una práctica frecuente en las siembras de la zona templada
-

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



✓ Mediciones realizadas en dos localidades: Temuco y Futrono, durante dos temporadas demostraron que la sustitución parcial de la fertilización inorgánica por guano produce un incremento en el rendimiento, modifica los parámetros de calidad y aumenta el nivel de nutrientes del suelo, en especial, nitrógeno, fósforo, potasio, sodio, magnesio y boro

Producción (ton MS/ha) de maíz para ensilaje fertilizado con diferentes dosis de bioestabilizado de cerdo y estabilizado de pavo. Futrono. Temporada 2018/2019. Convenio Universidad de La Frontera – Plan lechero Watt´s – Empresas Pucalan.

Tratamientos	Guano	Mezcla ¹	Urea	KCL	Producción	Incremento
	kg/ha				ton MS/ha	%
Testigo	0	800	400	0	20,68 c	100
Estabilizado pavo	2000	700	400	50	23,92 ab	116
Estabilizado pavo	4000	600	350	0	21,70 bc	105
Estabilizado pavo	6000	400	300	0	24,42 a	118
Bioestabilizado cerdo	2000	700	400	100	21,00 c	102
Bioestabilizado cerdo	4000	500	400	100	22,00 bc	106
Bioestabilizado cerdo	6000	200	350	100	21,43 c	104
Promedio					22,16	107

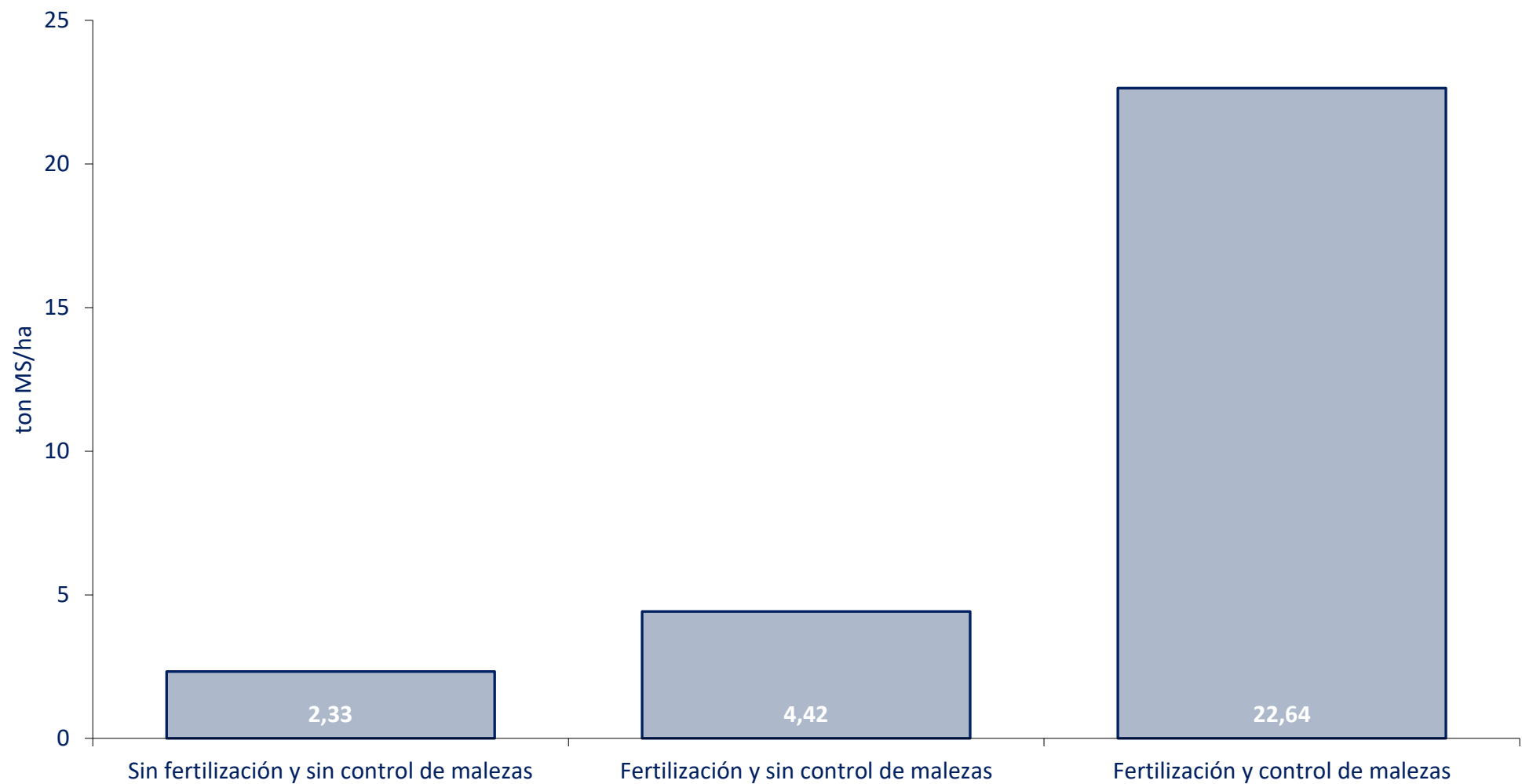
Medias que no comparten una letra en común son diferentes según Prueba de Tukey ($p > 0,05$)

1: Mezcla compuesta por 6% nitrógeno, 32% fósforo, 12% potasio, 5% magnesio, 6% azufre, 0,2% boro y 0,2% zinc.

Control de malezas



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



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.



Un buen control se inicia con un adecuado barbecho químico e identificación de las malezas que se quieren controlar



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

✓ **Pre emergentes**

- ✓ 130 g de Heat WG (*Saflufenacil*) + 1,5 L de Frontier P (*Dimethenamid*)/ha en 200 L de agua
- ✓ 0,8 L de Dinamic 70 WG (*Amicarbazona*) + 3 L de Tiger 700 EC (*Acetocloro + Diclormid*)/ha en 200 litros de agua

✓ **Post emergentes**

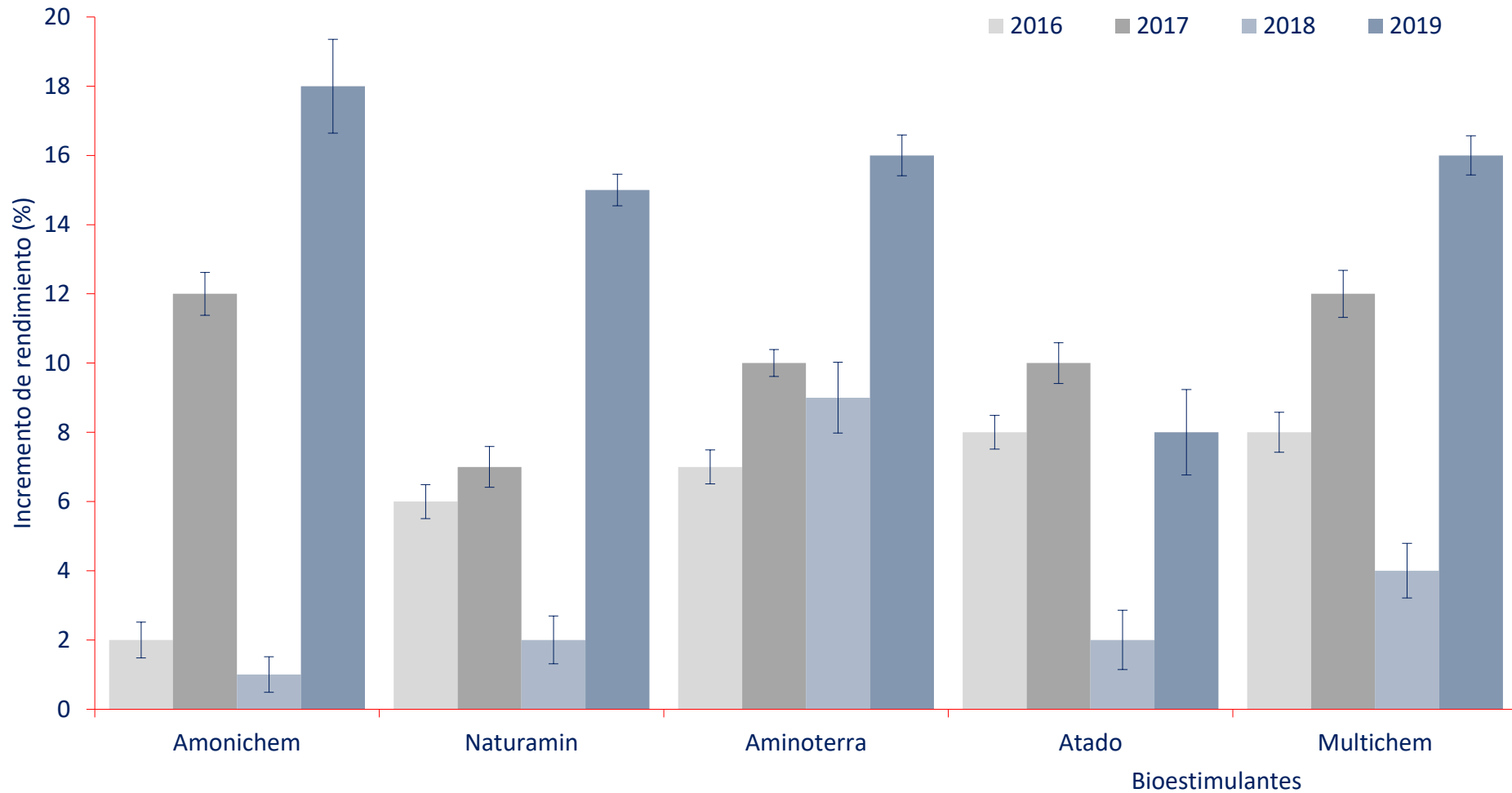
- ✓ 150 g Arrat (*Tritosulfurón + Dicamba*) + 30 g Accent (*Nicosulfuron*) + 250 cc Dash HC/ha en 200 L agua/ha
 - ✓ 150 g Arrat (*Tritosulfurón + Dicamba*) + 250 g Soberan 420 SC (*Tembotriona*) + 250 cc Dash HC/ha en 200 litros de agua
-



Cuidado con la mezcla de productos
puede ser negativo para un buen
control químico de malezas

Protección y bioestimulantes

- ✓ La aplicación de bioestimulantes y protectores de plantas es una práctica que se ha incorporado al programa de siembra y producción de maíz para ensilaje
 - ✓ Los riesgos de pérdida de rendimiento provocados por estrés de temperatura e hídricos han conducido al uso de productos que tienen como base aminoácidos orgánicos y sintéticos quelados
-

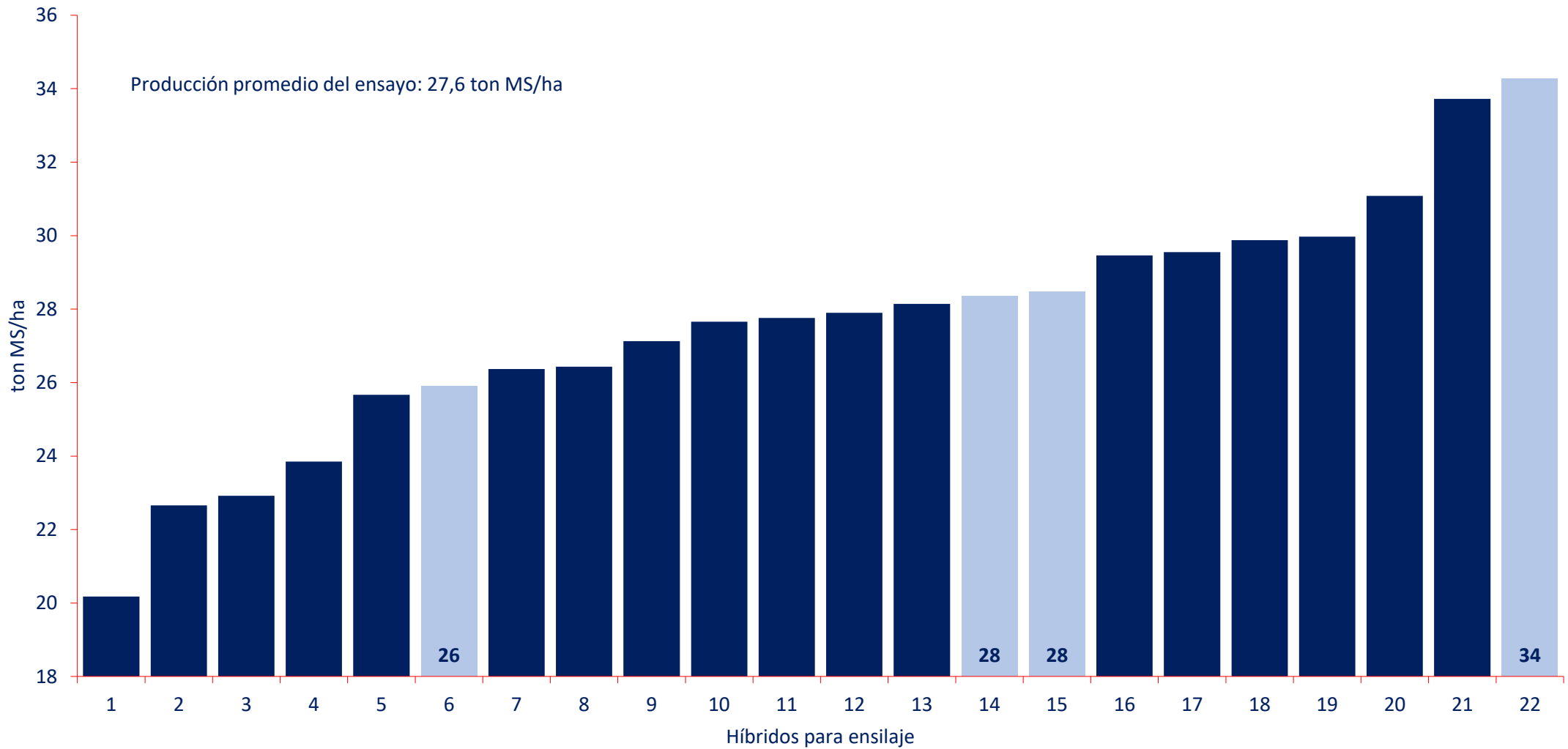


Incremento de rendimiento porcentual respecto al testigo de la aplicación de bioestimulantes foliares en maíz para ensilaje. Estación experimental Maquehue. Universidad de La Frontera. Periodo 2016 – 2019.

Ensilaje



Producción de materia seca








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

Evaluación
de híbridos
de maíz para
ensilaje



Momento de cosecha

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	vV
Maduro		33 - 35	vVV
Madurez completa		36 - 45	v

X : No elaborar ensilaje
vV : Inicio elaboración de ensilaje
vVV : Momento óptimo de cosecha
v : Maíz sobre maduro



La cosecha en estado óptimo genera un ensilaje de calidad



La cosecha tardía
reduce la calidad
y aumenta las
pérdidas

Altura de corte

- ✓ 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
-

El aumento de la altura de corte de 20 a 40 cm reduce en un 10% la producción y aumenta en un 4% la digestibilidad de la fibra



Compactación

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



En la compactación se busca lograr una densidad superior a 250 kg MS/m^3

Sellado

- ✓ El sellado es considerado un momento crítico ya que corresponde al proceso con el que se impide el paso de oxígeno a la masa ensilada
-

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



Apertura del silo

- ✓ 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
-

- ✓ La matriz de almidón y proteínas en el maíz es un impedimento fisicoquímico para la digestión del almidón en rumiantes
 - ✓ En los ensilajes, la proteólisis producida por la fermentación degrada las proteínas y permite el acceso a los gránulos de almidón de los microorganismos del rumen, una vez que el animal consume el ensilaje
 - ✓ La apertura temprana de los ensilajes de maíz reduce las posibilidades de aprovechar de forma eficiente los nutrientes, en especial el almidón
-

Calidad nutricional



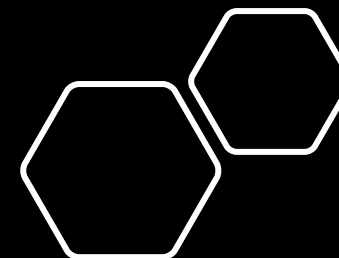


- ✓ La calidad de un ensilaje de maíz depende de la composición nutricional de las plantas y de la eficiencia del proceso de elaboración
-



- ✓ Tamaño de picado
- ✓ Craqueado
- ✓ Proporción de granos

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





Consumo de
ensilaje de
calidad

Aspectos a considerar en el cultivo de maíz para ensilaje

Rolando Demanet Filippi
Dr. Ingeniero agrónomo
Universidad de La Frontera

29 de julio de 2020

