



FACULTAD DE AGRONOMÍA  
**Universidad Nacional de La Pampa**

## **EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN, LA DENSIDAD Y LA FECHA DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAIZ Y SU CALIDAD FORRAJERA**

**Trabajo final de graduación presentado para obtener el título de Ingeniero Agrónomo**

**Autor: SANTOS, Juan José**

Director: Funaro, Daniel Oscar. Grupo Tecnología de Cultivos EEA Anguil.

Co-Director: Figueruelo Andrea Mariana. Fitopatología

Evaluadores: Pacapelo, Héctor. Genética y mejoramiento genético de plantas y animales

Fernández Miguel Angel. Agrotecnia. Cultivos II.

FACULTAD DE AGRONOMÍA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA  
Santa Rosa (La Pampa) – Argentina 2018

## INDICE

1. INTRODUCCION.....	4
2. OBJETIVOS.....	8
3. MATERIALES Y METODOS.....	9
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	18
A. Biomasa por planta y Biomasa total	
B. Indice de Cosecha	
C. Peso de grano	
D. Numero de granos por planta	
E. Rendimiento en función del número y peso de granos	
F. Biomasa por hectárea en función de la densidad (R3)	
G. Partición de los componentes morfológicos de la planta en función de la densidad	
H. Digestibilidad de los distintos componentes morfológicos	
I. Concentración de Proteína Bruta de los componentes morfológicos en R3	
J. Producción de Materia Seca y Calidad en función de la densidad de plantas	
K. Densidad óptima de maíz según su propósito	
5. CONCLUSIÓN.....	39
6. BIBLIOGRAFIA.....	40

## RESUMEN

Se estudió el rendimiento y sus componentes en el cultivo de maíz para las fechas de siembra temprana (Octubre) y tardía (Diciembre) y tres densidades de siembra. El trabajo se realizó en la E.E.A. INTA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas” durante la campaña 2014-2015 en condiciones de campo, en microparcelas experimentales. Se evaluaron 6 tratamientos de fertilización: 0 Kg de FDA y 0 Kg de urea (Testigo), 115 Kg de FDA y 0 Kg de urea, 0 Kg de FDA y 160 Kg de urea, 115 Kg de FDA y 160 Kg de urea, 0 Kg de FDA y 320 Kg de urea, 115 Kg de FDA y 320 Kg de urea. Las densidades de siembra utilizadas fueron 15000, 30000, 72000 plantas/ha, el híbrido utilizado fue el DK 72-10 VT3P de Monsanto. Luego de finalizado el ciclo del cultivo, se procedió a hacer la cosecha manual sobre la que se determinó la biomasa total por planta separándose en hojas, tallos, chalas y espigas, de las últimas se registró el número y el peso de los granos, a partir de ahí el rendimiento. Los resultados indicaron que la fecha de siembra tardía tuvo mayor rendimiento, explicado por una mayor biomasa e índice de cosecha por planta por un lado, y por otro un mayor número y peso de granos en comparación con la fecha temprana. De los últimos dos componentes de rendimiento mencionados, el que más afectó el rendimiento es el número de granos ya que, comparado al peso de los granos, es menos estable. Los resultados también indicaron que la densidad que mejor comportamiento tuvo fue la de 72.000 plantas/ha. Los diferentes tratamientos de fertilización no mostraron diferencias significativas en cuanto al rendimiento de grano para ninguna densidad ni fecha de siembra. Se llegó a la conclusión de que los mejores resultados se registraron para la fecha tardía dadas las condiciones climáticas de esa campaña. En cuanto a la densidad de maíz para silaje, la densidad de 72.000 plantas/ha fue la que más forraje produjo. Mientras que la densidad de 15.000 plantas/ha fue la que mejor valor de digestibilidad tuvo, explicado por un mayor porcentaje de representación de la espiga en la planta.

## INTRODUCCIÓN

El maíz, *Zea mays* L., es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen. Pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu Maydeas, y es la única especie cultivada de este género. Otras especies del género *Zea*, comúnmente llamadas teosinte y las especies del género *Tripsacum* conocidas como arrocillo o maicillo son formas salvajes emparentadas a *Zea mays*. Son clasificadas como del *Nuevo Mundo* porque su centro de origen está en América.

Esta planta cultivada es conocida con varios nombres comunes; el más usado dentro de los países anglófonos es maize, excepto en los Estados Unidos de América y Canadá, donde se le denomina corn. En español es llamado maíz, en francés maïs, en portugués milho y dentro de la comunidad hindú es conocido como makka o makki.

El hombre y el maíz han vivido y evolucionado juntos desde tiempos remotos. El maíz no crece en forma salvaje y no puede sobrevivir en la naturaleza, siendo completamente dependiente de los cuidados del hombre (Wilkes, 1985; Galinat, 1988; Dowswell, *et al.*, 1996).

El maíz es una de las especies cultivadas más productivas. Es una planta con metabolismo C4 con una alta tasa de actividad fotosintética. Considerada individualmente, su tasa de multiplicación es de 600 a 1000 semillas por planta (Aldritch, *et al.*, 1975), presenta un alto potencial de producción de carbohidratos por unidad de superficie por día. Fue el primer cereal a ser sometido a rápidas e importantes transformaciones tecnológicas en su forma de cultivo, tal como se pone en evidencia en la bien documentada historia del maíz híbrido en los Estados Unidos de América y posteriormente en Europa. El éxito de la tecnología basada en la ciencia para el cultivo del maíz ha estimulado una revolución agrícola generalizada en muchas partes del mundo (Paliwal, 2001).

Hoy en día, el maíz es el segundo cultivo del mundo por su producción, después del trigo, mientras que el arroz ocupa el tercer lugar. Es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea. Es de gran importancia económica a nivel mundial ya sea como alimento humano, alimento para el ganado (grano o forraje de planta entera) o fuente de un gran número de productos industriales. La diversidad de los ambientes bajo los cuales es cultivado el maíz es mucho mayor que la de cualquier otro cultivo. Habiéndose originado y evolucionado en la zona tropical como una planta de excelentes rendimientos, hoy día se cultiva hasta los 58° de latitud norte en Canadá y en Rusia y hasta los 40° de latitud sur en Argentina y Chile. La mayor parte del maíz es cultivado a altitudes medias, pero se cultiva también por debajo del nivel del mar en las planicies del Caspio y hasta los 3800 msnm en la cordillera de los Andes. Más aún, el cultivo continua expandiéndose a nuevas áreas y a nuevos ambientes (Paliwal, 2001).

Se prevé que la población mundial aumente en más de un tercio, o 2300 millones de personas, entre 2009 y 2050. Estas tendencias significan que la demanda comercial de alimentos seguiría creciendo. Se calcula que la demanda de cereales, destinados tanto al consumo humano como animal, alcanzará unos 3 mil millones de toneladas en 2050, frente a la cifra actual de cerca de 2,1 mil millones de toneladas (FAO, 2009).

La producción de maíz tendría que aumentar notablemente principalmente gracias al avance de la biotecnología y las innovaciones tecnológicas (manejo: fecha de siembra, densidad de plantas y fertilización), debido a que difícilmente se expanda el área agrícola (Andrade y Otegui, 2008).

El maíz es un cultivo muy importante en esta región como una herramienta para fijar carbono y mantener el suelo cubierto con rastrojo. Esto es beneficioso para sistemas continuos de siembra directa en La Pampa arenosa, al facilitar la acumulación y mantenimiento de materia

orgánica en el suelo, disminuyendo las pérdidas de agua por evaporación directa del suelo. (Díaz – Zorita; Grove, 2001).

La capacidad del maíz para producir altos rendimientos requiere la concurrencia de temperaturas elevadas, un alto grado de iluminación y una humedad adecuada. Este es un cultivo que necesita un buen aporte de agua (500-600 mm.) en todo su ciclo. Si dichas condiciones no lo favorecen, los rendimientos pueden disminuir sustancialmente en cualquier momento del ciclo, principalmente si esa ocurrencia se produce en el período crítico, siendo éste, 20 días antes y 15 días después de floración (Andrade y Otegui, 2008).

En la Argentina, la producción de maíz para la campaña 2013/2014 fue 33.087.165 Ton en un área cosechada de 4.836.655 ha con un rinde promedio de 6.841 Kg/ha (S.I.I.A., 2016).

En la provincia de La Pampa, la media de rendimientos para la campaña 2014/2015 fue de 6.516 Kg/ha, 325 Kg/ha menor que la media nacional. Los rendimientos más altos se registraron en los departamentos de Maracó y Chapaleufú con una media de 9.500 Kg/ha. En contrapartida, los rindes más bajos se registraron Utracàn, Hucal y Guatrachè con valores promedios de 3.000 Kg/ha. Como puede observarse, hay una gran disparidad en los rendimientos entre zonas, al igual que entre campañas. En la campaña 2008/2009, los rindes a nivel provincial rondaron en 2980 Kg/ha con máximos de 4000 Kg/ha. en los departamentos de Chapaleufu y Maraco, y con mínimos de 1160 Kg/ha en el departamento de Utracan (S.I.I.A., 2016).

En cuanto a su utilización como forraje, a nivel nacional se destinan aproximadamente 1,4 millones de hectáreas ya sea como silaje, diferido o consumo en fresco (S.I.I.A., 2016). En la provincia de La Pampa, son aproximadamente unas 30.000 hectáreas que se utilizan como forraje para la alimentación ganadera (REPAGRO, 2013).

El problema en la Región Pampeana Semiárida es la variabilidad e inestabilidad de los rendimientos de grano y forraje, entre zonas y años. Esta variabilidad está asociada a la disponibilidad de agua durante el ciclo del cultivo, dada por las condiciones edafo-climáticas (Casagrande, *et al.*, 2002).

El atraso en la fecha de siembra permitiría estabilizar los rendimientos entre años, con una disminución del techo de rendimiento pero con un incremento notable del piso. Esto se demuestra en ensayos realizados por el CREA Norte de Bs. As. durante 5 campañas entre 2009 y 2014. El rendimiento promedio de fecha temprana fue de  $7859 \pm 3553$  kg/ha (CV 45%), mientras que el rendimiento promedio de la fecha tardía fue de  $9745 \pm 1182$  kg/ha (CV 12%) (Ermacora, *et al.*, 2014).

La disponibilidad de recursos modifica marcadamente la respuesta a la densidad de maíz (Gardner y Gardner, 1983). En buenos ambientes, los mayores rendimientos de maíz se obtienen con elevadas densidades debido a la escasa plasticidad que muestra la planta en bajas densidades. En cambio, en condiciones de baja oferta ambiental, la densidad de plantas es sensiblemente menor. Cuando los recursos son limitantes, la tasa de crecimiento por planta alrededor de floración es baja y, por ende, la proporción de individuos dentro del cultivo que sufre aborto de espigas y de granos puede ser alta. Esta situación puede ser prevenida con el uso de una menor densidad de plantas que aumente la disponibilidad de recursos por individuo y, por lo tanto, el número de granos fijados (Vega y Andrade, 2000).

Según ensayos realizados en la planicie medanosa norte de La Pampa, en el establecimiento “La Barrancosa” cercano a la ciudad de General Pico, la fertilización incremento los rendimientos frente al testigo en 3371, 1023 y 1585 kg/ha para las campañas 2011/12, 2013/14 y 2014/15 respectivamente (Ghironi, *et al.*, 2015).

Ante los bajos rendimientos y alta inestabilidad interanual de los mismos es indispensable proponer distintas variables de manejo (densidad de plantas por hectárea, elección de la fecha de siembra y fertilización del cultivo) para poder mejorar estas problemáticas.

#### OBJETIVOS:

- Evaluar cómo afecta las distintas dosis de fertilización nitrogenada y fosfatada el rendimiento de maíz y sus componentes.
- Determinar cuáles son las densidades de cultivo óptimas para las dos fechas de siembra.
- Observar las variaciones rendimiento entre las dos fechas de siembra.
- Estimar las respuestas en calidad de forraje a los distintos niveles de fertilización.

#### HIPOTESIS:

- El atraso en la fecha de siembra y baja densidad de plantas incrementan el piso de rendimiento.
- La modificación de la densidad genera cambios en los componentes de la planta y afectan la calidad forrajera.
- A bajas densidades de plantas hay menor respuesta a la fertilización.



## MATERIALES Y MÉTODOS:

El ensayo se realizó en el campo experimental de INTA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas”, ubicado en ruta nacional N° 5 Km 580.

Para realizar la caracterización edáfica del sitio experimental se determinaron las siguientes variables edáficas y climáticas:

- Espesor del suelo (ES, cm).
- Análisis granulométrico: contenidos de arcilla, limo y arena determinados por el método Bouyoucus (1962).
- Capacidad de campo (olla de presión) a 0,3 Atm. y punto de marchitez permanente (membrana de Richards) a 15 Atm. Adicionalmente se calcularon la capacidad de retención de agua total (CRA, mm) y CRA útil (mm).
- Materia orgánica (Walkley y Black).
- Índice (MO/arcilla+limo x 100) (Pieri,1995 y Quiroga *et al.*, 2006).

Variables climáticas: temperaturas (máximas, mínimas y media), radiación global y precipitaciones registradas en la EEA Anguil.

Se realizó el seguimiento de agua disponible en el suelo mediante el método gravimétrico y se determinó el uso consuntivo del cultivo. Momento de muestreo a la siembra, floración ( $V_t$ ) y madurez fisiológica ( $R_6$ ) (Ritchie y Hanway, 1982).

Para cumplir los objetivos se propusieron 36 tratamientos en bloques completamente aleatorizados con 3 repeticiones de 8 surcos y de un largo de 20 metros a una separación entre surcos de 0,52 m. El híbrido seleccionado fue DK 72-10 VT3P de Monsanto. Se realizó el análisis estadístico mediante ANOVA y multivariados propuestos por Balzarini *et al.*, (2005), las diferencias entre las medias se analizaron mediante el test de Tukey al 5 %. Para el análisis

estadístico y procesamiento de datos se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT versión 2014 (Di Rienzo *et al.*, 2014).

Los tratamientos fueron:

- Fechas de siembra: 15 de octubre (fecha temprana) y 10 de diciembre (fecha tardía).
- Densidades de plantas: 15.000 plantas/ha, 30.000 plantas/ha y 72.000 plantas/ha para cada una de las fechas de siembras.
- Fertilización en ambas fechas de siembra y en cada densidad, a saber:
  - Tratamiento 1: 0 Kg de FDA y 0 Kg de urea (Testigo).
  - Tratamiento 2: 115 Kg de FDA y 0 Kg de urea.
  - Tratamiento 3: 0 Kg de FDA y 160 Kg de urea.
  - Tratamiento 4: 115 Kg de FDA y 160 Kg de urea.
  - Tratamiento 5: 0 Kg de FDA y 320 Kg de urea.
  - Tratamiento 6: 115 Kg de FDA y 320 Kg de urea.

Cabe aclarar que la fertilización se realizó a la siembra con urea (46% de Nitrógeno) y fosfato diamónico (FDA) (18% de Nitrógeno y 46% de Fosforo).

#### VARIABLES DE CULTIVO:

- Una vez alcanzado el estado de grano pastoso (R<sub>3</sub>), se determinó la biomasa de una porción de 3,12 m<sup>2</sup> y se eligió una planta representativa para determinar el peso húmedo de los componentes de la planta (tallos, hojas y espiga). Una vez determinado el peso

húmedo de los componentes, se llevó a estufa hasta peso constante para poder determinar la humedad y el porcentaje de materia seca por diferencia de pesadas. Además, se realizó la molienda de cada uno de los componentes de la planta utilizando un tamiz de 0,8 mm para poder determinar la digestibilidad y proteína bruta.

- En el estado de madurez fisiológica se determinó la biomasa total y se seleccionó una planta tipo que se particionó en los distintos componentes (hoja, tallo y espiga) y se llevó a peso constante. A cada espiga, se le determinó el peso de los granos, el número de granos por hilera, el número de hileras y el peso del marlo.
- Al momento de la cosecha se procedió a contar las plantas y número de espigas en un área de 3,12 m<sup>2</sup> y se cosecharon las espigas. Luego, se procedió al desgranado y posterior pesaje de los granos. Además se determinó la humedad utilizando el Tesma Tester, el peso de mil granos y el peso hectolítrico.

#### Caracterización climática y edafológica del sitio:

Los principales parámetros meteorológicos utilizados para caracterización del sitio de ensayo fueron: temperatura y precipitaciones. Para estudiar la precipitación se contó con información obtenida de la EEA INTA Anguil.

La precipitación media anual para la localidad de Anguil para el periodo 1961-1997 fue de 750 mm, siendo unos 150 mm mayor al periodo precedente (1921-1960). La distribución estacional es: 36,5% verano, 26% otoño, 9% invierno y 28,5% primavera. Mediante el balance hidrológico mensual climático, se detecta que no existe ningún mes con exceso de agua, incrementándose el déficit hídrico medio anual que abarca desde noviembre a febrero, siendo los meses más críticos los de pleno verano.

La fecha media de ocurrencia de primera helada es del 20 de mayo  $\pm$  15 días. La fecha media de última helada para el sitio en cuestión es el 20 de octubre  $\pm$  15 días (Casagrande, *et al.*, 1998).

Para el período comprendido entre 1973-2011 la temperatura mínima media anual (a 1.50m sin abrigo en °C) fue de 7,8°C. La temperatura máxima media anual para el mismo periodo fue de 22,6°C. Por último, la temperatura media anual para dicho periodo fue de 15,3 °C (Casagrande, *et al.*, 2012).

Para la campaña 2014/2015, la temperatura máxima media anual fue de 25,1°C y la mínima media anual de 9,1°C, con una temperatura media anual de 17,1°C. Los valores extremos de temperaturas medias máximas mensuales tuvieron valores extremos de 33,0°C para el mes de enero y 16,0°C para el mes de julio. En cuanto a las temperaturas medias mínimas mensuales variaron de 0,9°C para el mes de junio a 15,5°C para el mes de enero (ver gráficos 4 y 5). Por otra parte, la fecha de ocurrencia de primera y última helada fueron el 24/05/15 y el 26/09/14 respectivamente. En lo que se refiere a las precipitaciones, durante el período de julio de 2014 a junio de 2015 se registraron 664,2 mm, unos 95,4 mm (12,56%) inferior al registro de la serie 1973-2011 (759,6 mm) (Figura 1). En el ciclo de cultivo, las precipitaciones para la fecha temprana fueron de 326,0 mm entre el 16/10/14 y el 8/03/15 (Figura 2), mientras que para la fecha tardía fue de 321,5 mm entre el 10/12/14 y el 8/05/15 (Figura 3). Durante el período crítico para la fecha temprana (7/12/14 al 16/01/15) las precipitaciones fueron de 26,1 mm y para la fecha tardía el periodo crítico comprendió entre el 24/01/15 y el 5/03/15 fue de 140,1 mm.

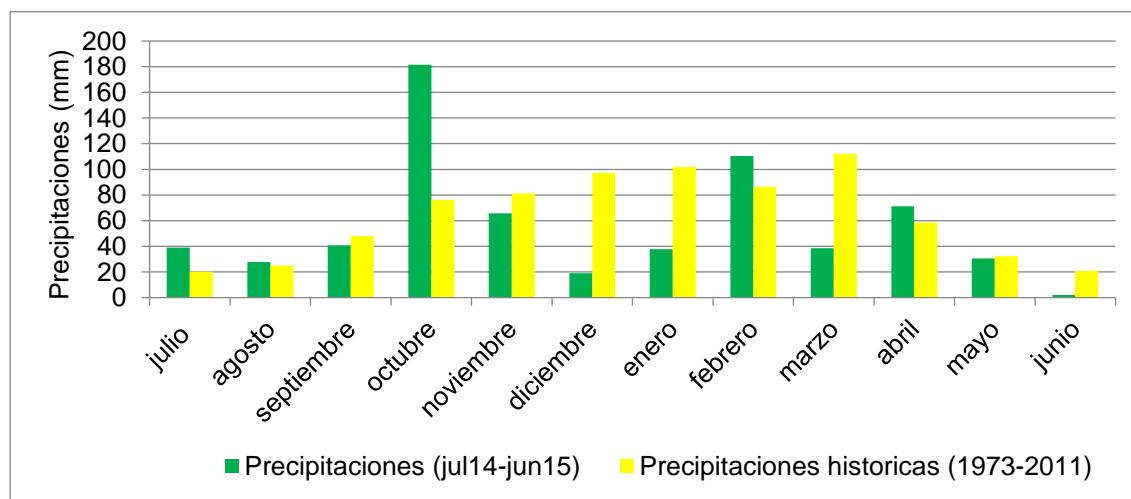
El sitio donde se realizó el ensayo se encuentra en una zona de transición entre la Planicie Medanosa Sur y la Planicie con Tosca Sur. La primera se caracteriza por poseer suelos

profundos con secuencias de horizontes A, AC y C con texturas arenosa-franca, con la arena como partícula principal en porcentajes que pueden llegar al 80%. Por su textura y por sus contenidos de Materia Orgánica (MO), de medios a bajos y muy bajos, tienen menor capacidad para la retención de humedad. Si bien poseen algunos problemas de compactación superficial y subsuperficial los mismos no son generalizados. Los sistemas radicales no tienen impedimentos para explorar el perfil en su totalidad (más de 2 metros). Los contenidos de nitrógeno son de medios a bajos y generalmente están bien provistos de fósforo. De no ocurrir déficit hídrico estos suelos responden positivamente a las prácticas de fertilización, fundamentalmente nitrogenada, ya sea a la siembra o postergada. En lo que respecta a la susceptibilidad a la erosión son afectados por ambos procesos, hídrico y eólico, siendo mayoritariamente afectados por el segundo.

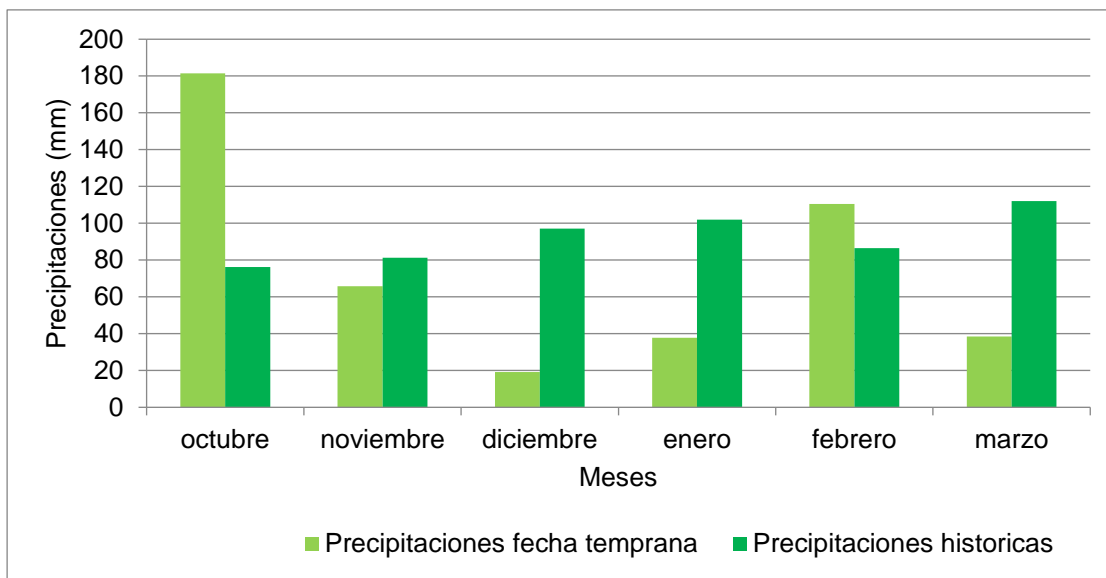
Generalmente estos suelos corresponden en la clasificación por aptitud de uso a la Clase II (en una pequeña superficie) y mayoritariamente asociaciones de Clases III y IV y Clases III y IV+VI. La segunda se caracteriza por poseer suelos de profundidad variable por la presencia de manto de tosca de espesor variable. La secuencia de horizontes es A, AC, C1, C2ca. La capa de tosca, verdadero impedimento de estos suelos aparece en un rango de profundidades desde la superficie hasta más de 1,40 m. Las texturas son de franco arenosa a franca, donde los contenidos de arena no exceden el 60% y se incrementan las fracciones de partículas menores, principalmente limo. Si bien los contenidos de Materia Orgánica son de bajos a medios, la capacidad de retención de agua duplica a los suelos de la planicie medanosa. Los contenidos de fósforo asimilable son medianos a bajos, evidenciándose los mismos procesos de degradación y/o sobreutilización del recurso. Si no existen restricciones hídricas estos suelos responden a la fertilización nitrogenada y combinada (N-P) según los casos. Por su aptitud de uso estos suelos

se clasifican como Clases III y IV y asociación de Clases III y IV + VI y en una menor superficie Clases VI y IV (Quiroga, *et al.*, 1996).

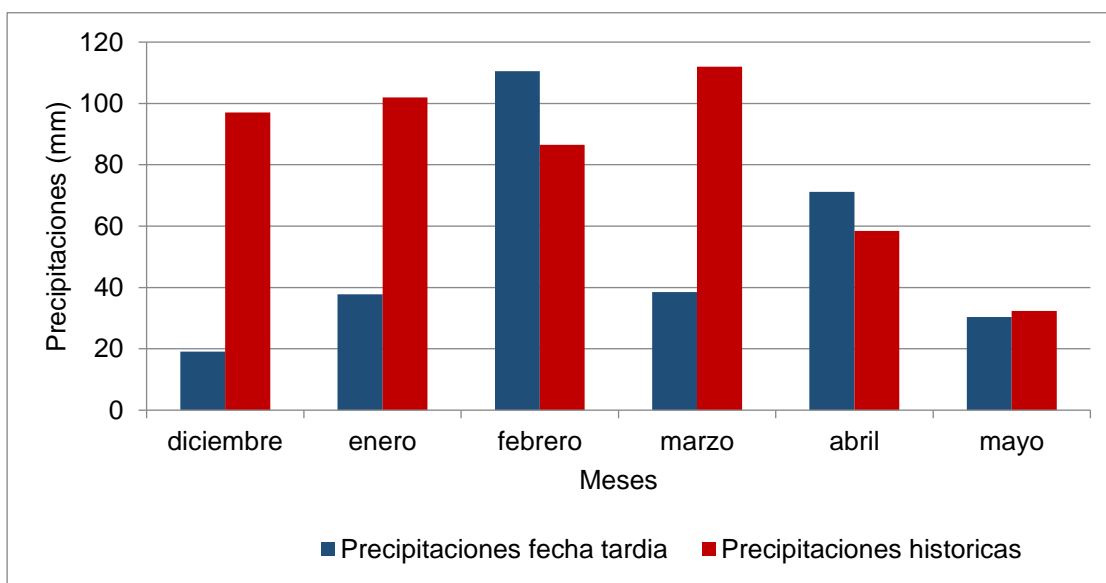
El suelo donde se realizó el ensayo es un haplustol entico que presentan una textura franco-arenosa con los siguientes valores de fracciones granulométricas: arena 57%, limo 36% y arcilla 7%. El análisis químico del suelo arrojó un contenido de Materia Orgánica del 1,7% en los primeros 20 centímetros de suelo, lo cual arrojó un IMO de 3,93 (1,7% MO/43% Ar+L). El pH del extracto de suelo es de 6,1. En cuanto a los principales nutrientes, al momento de la siembra se contaba con 17,8 ppm de Fosforo en los primeros 20 cm de suelo y 154, 55 y 65 ppm de Nitratos de 0-20, de 20-40 y de 40-60 cm respectivamente. Al momento de la siembra, la fecha temprana contaba con 141,4 mm de agua útil en 110 cm de profundidad de suelo mientras que la fecha tardía contaba con 132,1 mm de agua útil en igual espesor de suelo (Figura 6).



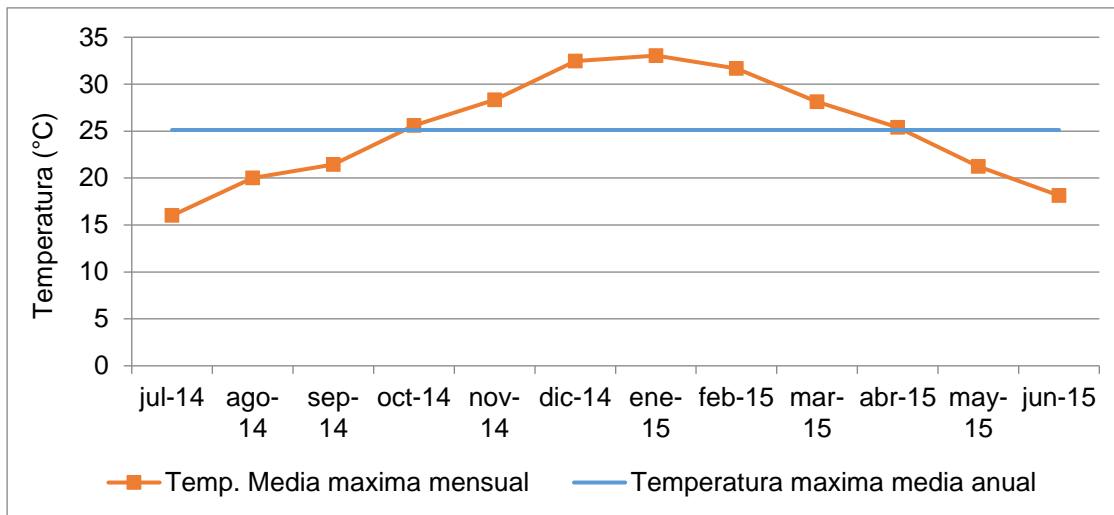
**Figura 1:** Precipitaciones en el período julio 2014-junio 2015 vs. serie 1973-2011.



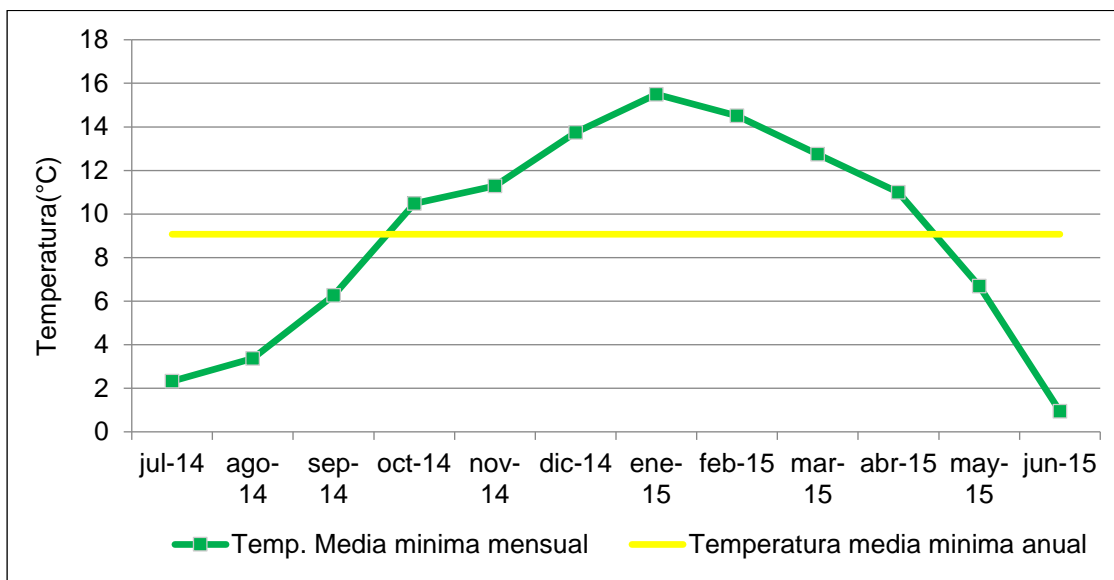
**Figura 2:** Precipitaciones durante el ciclo del cultivo (fecha temprana) vs serie 1973-2011.



**Figura 3:** Precipitaciones durante el ciclo del cultivo (fecha tardía) vs serie 1973-2011.

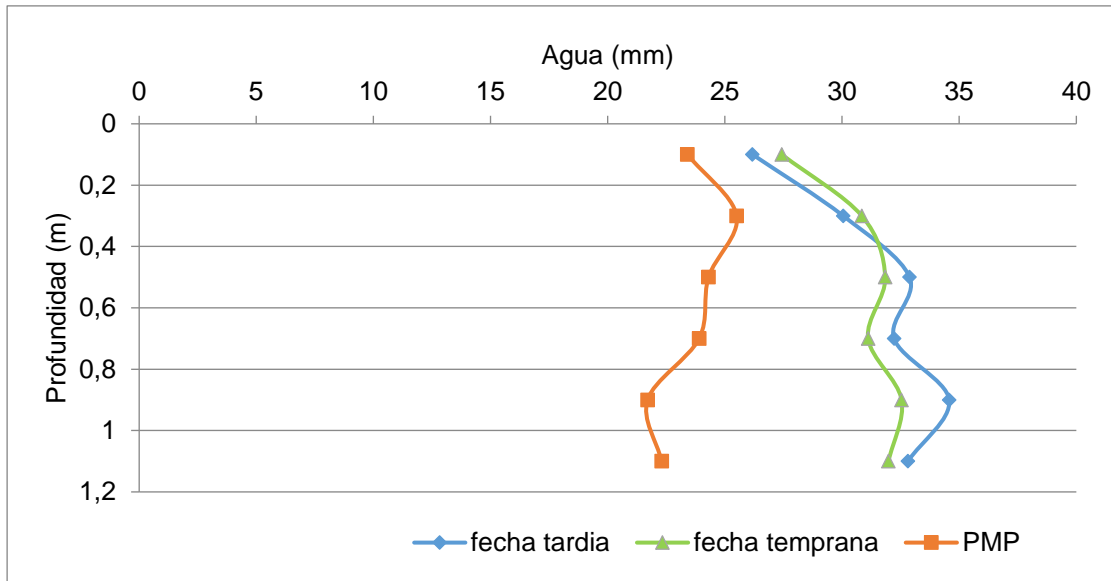


**Figura 4:** Temperatura máxima media mensual para el periodo julio 2014- junio 2015.



**Figura 5:** Temperatura mínima media mensual para el periodo julio 2014-junio 2015.





**Figura 6:** Perfil de humedad para la fecha temprana y tardía al momento de la siembra.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento en grano está determinado por la biomasa total (Bt) y por el índice de cosecha (IC), pero también puede explicarse a partir del número de granos (NG) y el peso de los granos (PG). Se podría resumir en la siguiente ecuación:

Ecuación 1: Rendimiento= Bt\*IC = NG\*PG      Adaptado de Andrade *et al.*, 1996.

### A.- Biomasa por planta y Biomasa total

El incremento en la densidad de plantas permite obtener mayor cobertura en forma anticipada dentro del ciclo del cultivo alcanzando antes el IAF crítico, lo que favorece la producción de biomasa. La producción de materia seca por unidad de área se incrementa con el aumento de la densidad de plantas, teniendo una relación inversa la biomasa total por planta respecto de la densidad (Andrade, *et al.*, 1996).

La biomasa de materia seca por planta presento diferencias significativas entre fechas de siembra, con valores de 545,04 g. a 263,80 g. para la fecha temprana y de 586,67 g. a 335,20 g. para la fecha tardía de siembra al aumentar las densidades de 15.000 a 72.000 plantas/ha respectivamente. Se observa que ambas fechas de siembra tienen un comportamiento similar, siendo los valores de la fecha tardía mayores que los de la fecha temprana, haciéndose mayor las diferencias a altas densidades. En contrapartida, la biomasa por unidad de superficie aumenta de 1,73 Kg/m<sup>2</sup> a 2,9 Kg/m<sup>2</sup> para la primera fecha de siembra y de 1,73 Kg/m<sup>2</sup> a 4,06 Kg/m<sup>2</sup> al aumentar las densidades de 15.000 plantas/ha a 72.000 plantas/ha. En cuanto a las densidades de siembra, no hay diferencias significativas entre la fecha temprana y la fecha tardía para las densidades de 15.000 plantas/ha y 30.000 plantas/ha, observándose diferencias

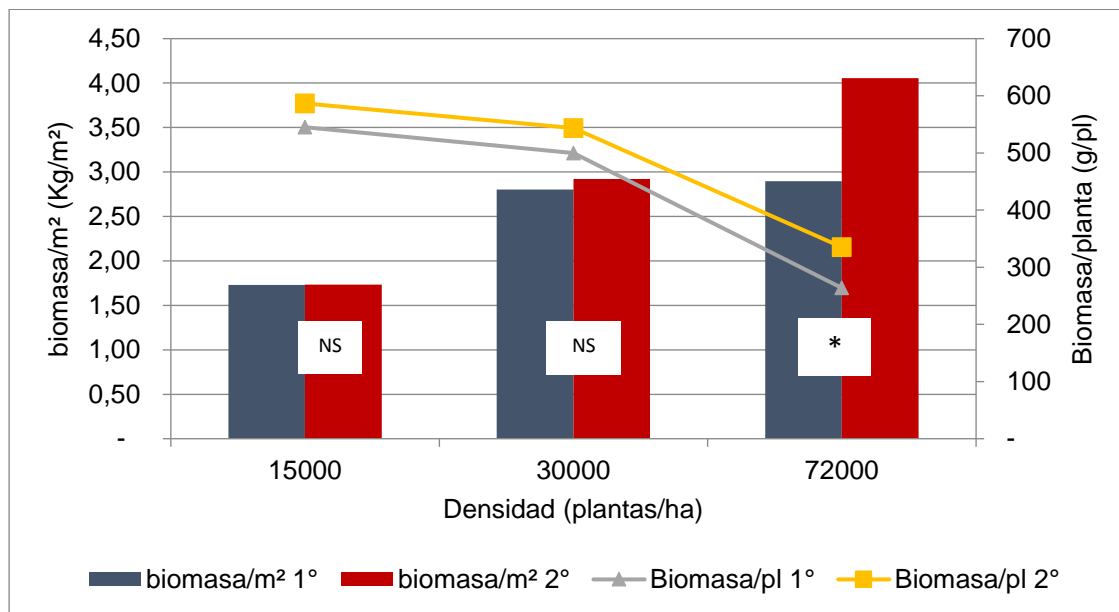
significativas para la densidad de 72.000 plantas/ha, registrándose 1,16 Kg/m<sup>2</sup> a favor de la fecha tardía (Figura 7).

Las siembras tardías en regiones de clima templado y en condiciones de falta de estrés hídrico o nutricional presentan altas tasas de crecimiento del cultivo durante su etapa vegetativa debido a la eficiencia de intercepción y utilización de los elevados valores de radiación incidente, y bajas tasas de crecimiento del cultivo durante el período reproductivo, debido a una baja eficiencia de conversión y menores niveles de radiación incidente. Por lo tanto, las siembras tardías favorecen el crecimiento vegetativo mientras que las fechas tempranas favorecen el crecimiento reproductivo, a juzgar por la cantidad de materia seca acumulada antes y después de la floración (Andrade, *et al.*, 1996).

En las fechas tardías, los menores niveles de radiación durante el período crítico implican una menor demanda atmosférica lo que conduce a una menor tasa de crecimiento potencial; por otra parte se reducen las posibilidades de que un cultivo experimente estrés hídrico y cese su crecimiento. Sumado a lo anterior y a la estacionalidad de las lluvias en la región pampeana, es probable que el suelo presente un mayor nivel de recarga a la siembra y al inicio del período crítico de los maíces tardíos. Como resultado, estos últimos presentan condiciones hídricas menos estresantes lo que se traduce en un incremento del piso de los rendimientos y a mayor estabilidad interanual (Bert, 2014).

Por otro lado, la menor cantidad de biomasa por m<sup>2</sup> a bajas densidades se atribuye a la escasa plasticidad vegetativa del maíz ya que no logra generar altos valores de área foliar (el número y el tamaño de las hojas llegan a un máximo rápidamente). Por ello, no logrará una buena intercepción de la radiación ni capacidad reproductiva. En stands de plantas pocos poblados hay mayor disponibilidad de recurso por planta pero esta no llega a generar un número

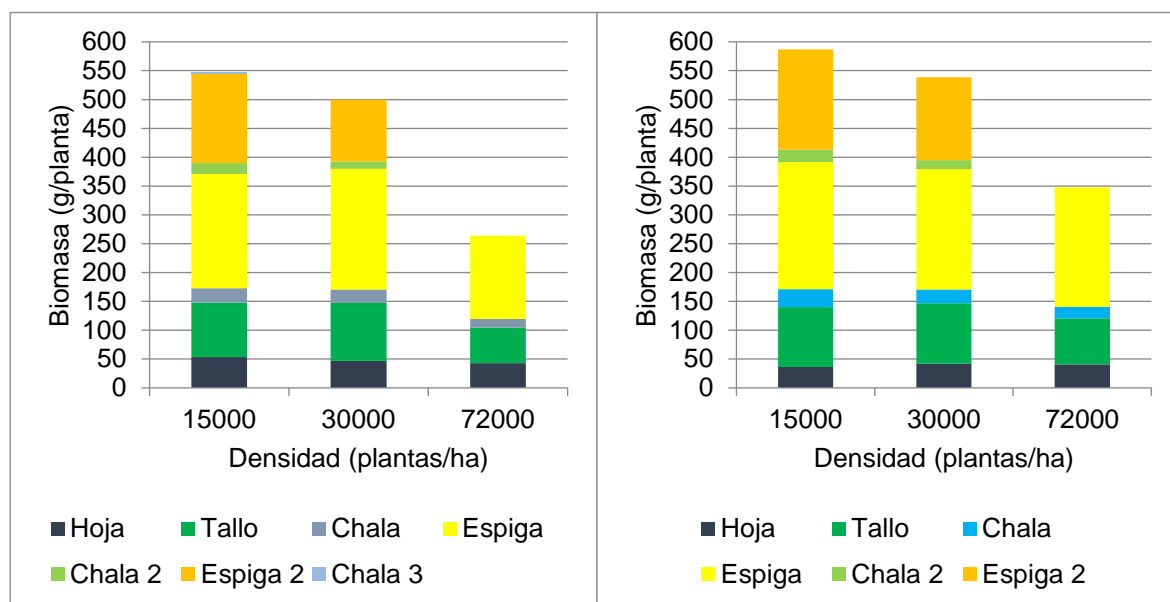
de granos acorde a dicha disponibilidad, en cambio, con altas densidades el rendimiento cae principalmente por la dominancia hormonal que ejerce la panoja sobre la espiga axilar lo que determina que al disminuir los recursos por planta durante el periodo crítico de determinación del rendimiento aumente la tasa de abortos de granos y espigas, con un aumento del número de plantas estériles y una reducción del número de granos (Satorre, 2014).



**Figura 7:** Efecto de la densidad y la fecha de siembra sobre la biomasa total por unidad de superficie (Kg/m<sup>2</sup>) y la biomasa total por planta (g/pl.).

Al analizar la partición de los componentes morfológicos de la planta, espiga, chala, tallo y hoja, se observaron diferencias significativas en el peso de hoja (g) para la variable fecha de siembra, siendo mayor en la fecha temprana. Para el componente tallo, chala y espiga se observaron diferencias significativas en las fechas de siembra y densidades. Se registró mayor peso de tallo en fechas de siembra tardía y menor densidad, 15000 y 30000 pl/ha. En el peso de chala y hoja hubo diferencias significativas entre las 3 densidades, disminuyendo el peso en

densidades bajas y en fechas de siembra tempranas (Figura 8).



**Figura 8:** Partición de la biomasa total por planta (espiga, chala, tallo y hoja) en las diferentes densidades fecha de siembra temprana (izquierda) y fecha de siembra tardía (derecha).

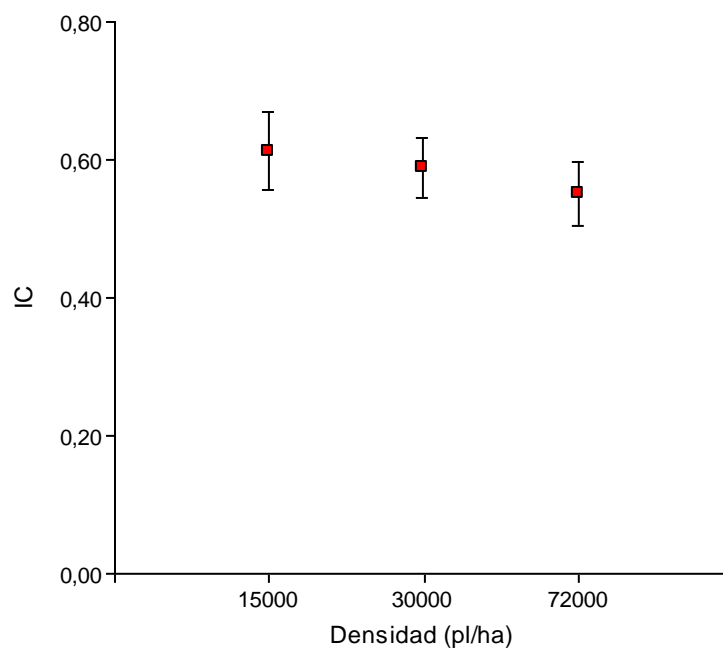
En cuanto a los tratamientos de fertilización, no hubo respuestas significativas para la biomasa total de las plantas tanto para la fertilización nitrogenada como fosfatada, en ninguna de las fechas de siembras ni densidades de plantas.

### B.-Índice de cosecha (IC)

Hasta la floración (Vt), el cultivo acumula apenas alrededor del 40 % del peso aéreo total a cosecha. Durante la etapa posterior a la floración, la planta removiliza y transloca reservas (carbohidratos y nutrientes) desde el resto de la misma hacia los granos, por lo que los órganos vegetativos sufren una pérdida neta de peso hacia el final del ciclo del cultivo. De esta manera el rendimiento queda determinado por la manera en que el cultivo particiona la biomasa

acumulada durante el crecimiento entre los órganos de cosecha y el resto de la planta, esa proporción se designa con el nombre de índice de cosecha (IC) (Eyhérbide, 2012).

En el análisis estadístico para la variable en cuestión (IC) no se encontraron diferencias significativas entre las dos fechas de siembra, con una media de IC=0,59 para la fecha temprana, un desvío estándar (D.E.) de 0,07, un mínimo de 0,32 y un máximo de 0,75. Para la fecha tardía un IC=0,58, un D.E.=0,03, un mínimo de 0,49 y un valor máximo de IC de 0,63 (Figura 9).



**Figura 9:** Medias y desvío estándar de los IC para las distintas densidades de siembra.

En cuanto a las densidades, no se encontraron diferencias significativas entre 15.000 plantas/ha y 30.000 plantas/ha para el índice de cosecha pero si hay diferencias significativas entre estas dos últimas y 72.000 plantas/ha (Figura 9).

En lo que respecta a la fertilización los tratamientos 0 Kg/ha (Testigo) y 115 Kg/ha de Fosfato Diamónico (18% Fósforo) tuvieron medias de IC de 0,60 y 0,58 respectivamente. Los tratamientos 0 Kg/ha (Testigo), 160 Kg/ha y 320 Kg/ha de urea (46% Nitrógeno) presentaron

medias de IC de 0,60, 0,58 y 0,60 respectivamente. Por lo tanto, se puede concluir que todos los tratamientos de fertilización no modificaron los índices de cosecha.

### C.- Número de granos por planta

La fecha temprana tuvo menor número de granos por planta que la fecha tardía, con diferencias significativas. La media para fecha temprana fue de 910,20 granos/pl con un valor mínimo de 400 granos/pl, un máximo de 1332 granos/pl y un desvío estándar de 289,95. La fecha tardía tuvo una media de 985,89 granos/pl con un valor mínimo de 384 granos/pl, un máximo de 1412 granos/pl y un desvío estándar de 282,15. La relación entre el número de granos y la biomasa por planta es positiva, a mayores valores de biomasa mayor es el número de granos. Los datos presentan un coeficiente de regresión  $R^2 = 0,89$  (Figura 10).

Los datos obtenidos en el ensayo difieren con los citados por Cirilo y Andrade, 1994. Según ellos, cuando se atrasó la fecha de siembra de septiembre a diciembre, la floración de los cultivos sembrados tardíamente se desplaza hacia momentos de menor radiación incidente respecto de siembras anticipadas. Esto limita la producción de materia seca en el período de floración e incrementa el aborto de estructuras reproductivas en desarrollo registrándose así un notable descenso en el número de granos fijados (Cirilo y Andrade, 1994).

Las diferencias con estos autores se deben a que ellos trabajaron en condiciones sin limitaciones hídricas, ni nutricionales; y el ensayo presentado fue realizado en condiciones de campo no controladas, siendo las precipitaciones similares en ambas fechas de siembra pero con diferente distribución dentro del ciclo del cultivo.

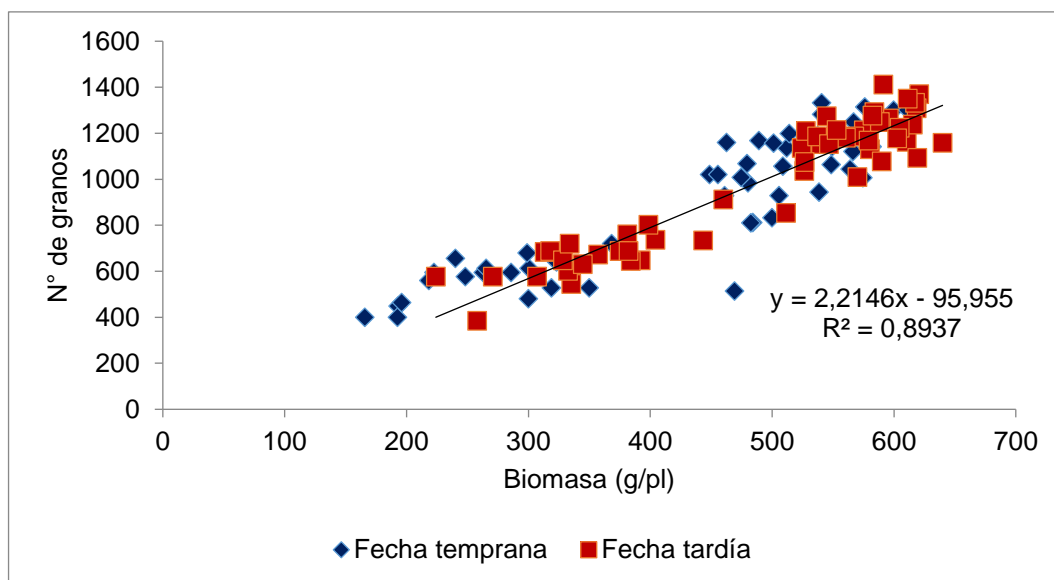
En cuanto a las densidades de siembra, se observa que a medida que se aumenta la densidad disminuye el número de granos por planta con valores medios para 15.000 plantas/ha de 1167,83 granos/planta, para 30.000 plantas/ha de 1075,86 granos/planta y para 72.000

plantas/ha valores medios de 600,44 granos/planta (Figura 11). Las diferencias entre las densidades son significativas.

Según los datos obtenidos en un experimento realizado en Balcarce, con un híbrido poco prolífico, la reducción en la densidad de 6 a 2 plantas/m<sup>2</sup>, solamente incrementó el número de granos por planta en un 21%. Además del menor aprovechamiento de la radiación incidente en densidades bajas, la escasa capacidad del cultivo para compensar el rendimiento en grano ante disminución en la densidad, responde a su ineficiencia para transformar la energía solar interceptada en destinos reproductivos (granos) por unidad de área, cuando el número de plantas es reducido (Andrade *et al.*, 1993). Por su parte, cuando las densidades son altas, el cultivo de maíz puede experimentar importantes reducciones en el rendimiento, debido a caídas en el número de granos por planta y por superficie. En esta situación, disminuciones en la tasa de crecimiento por planta alrededor de la floración, producen marcadas reducciones en el número de granos fijados por planta que no son compensados por el aumento en el número de individuos por unidad de superficie (Andrade *et al.*, 1996).

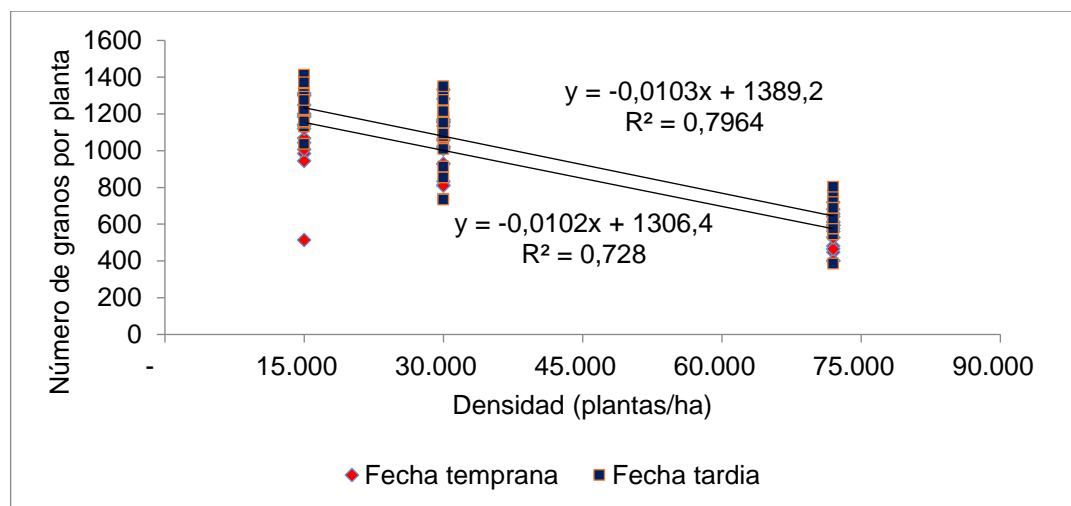
Los resultados obtenidos en el ensayo se asemejan a los obtenidos en el experimento realizado en Balcarce.





**Figura 10:** Número de granos por planta en función de la Biomasa por planta (en gramos) para las dos fechas de siembra.

No hay diferencias significativas en los distintos tratamientos de fertilización para el número de granos por planta.



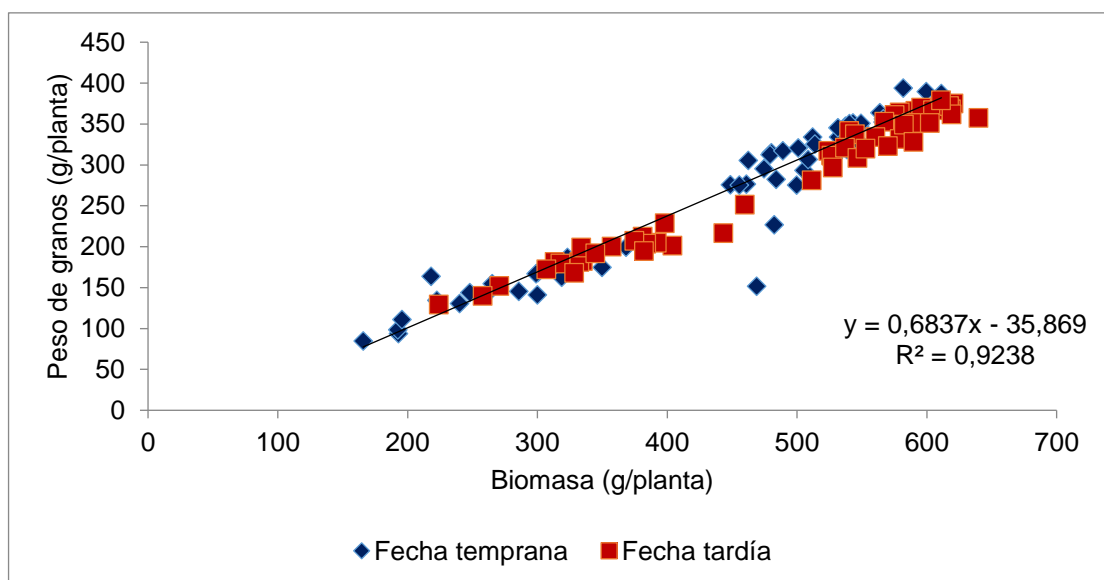
**Figura 11:** Número de granos en función de la densidad para ambas fechas de siembra.

#### D.-Peso de granos por planta

El peso de los granos se encuentra influenciado por la fecha de siembra. La media para la fecha temprana fue de 262,31 g/planta y para la fecha tardía fue de 284,06 g/planta, siendo la diferencia significativa en términos estadísticos.

Cirilo *et al.* 1996 encontraron que el retraso de la fecha de siembra reduce la tasa de llenado, la duración del período de llenado y, por lo tanto, el peso final del grano debido a que los valores de radiación y temperatura resultan progresivamente desfavorables para el crecimiento del cultivo al avanzar en su periodo reproductivo, afectando el llenado de granos.

Los resultados del ensayo no concordaron con lo descrito por Cirilo *et al.* 1996 debido a que estos últimos trabajaron con condiciones óptimas de disponibilidad hídrica y nutricional a diferencia del ensayo que se realizó en condiciones de campo no controladas. Pero si se encuentra afectado por la Biomasa/planta por la densidad y fecha de siembra (Figura 12).



**Figura 12:** Peso de los granos/planta (g) en función de la Biomasa (g/planta) para las dos fechas de siembra.

La densidad de plantas afectó significativamente el peso de los granos por planta, encontrándose que aumentó cuando se redujo la densidad de plantas. Los valores máximos se dieron en la densidad más baja: 15.000 plantas/ha. La media para dicha densidad fue de 347,28 g/planta, mientras que para 30.000 plantas/ha fue de 307,67 g/planta y para 72.000 g/planta fue de 164,61 g/planta. Los mayores valores de biomasa por planta se presentan con bajas

densidades en el cultivo, por lo tanto hay una mayor tasa de crecimiento por planta, lo que hace al mayor peso de granos por planta.

Los resultados fueron similares a los obtenidos por Andrade *et al.* 1996.

Por su parte, la fertilización nitrogenada no afectó significativamente el peso de los granos por planta. Los valores medios fueron de 259,94 g, 275,44 g y 284,17 g para 0 Kg de urea (Testigo), 160 Kg de urea y 320 Kg de urea respectivamente.

#### E.- Rendimiento en función del número y peso de granos

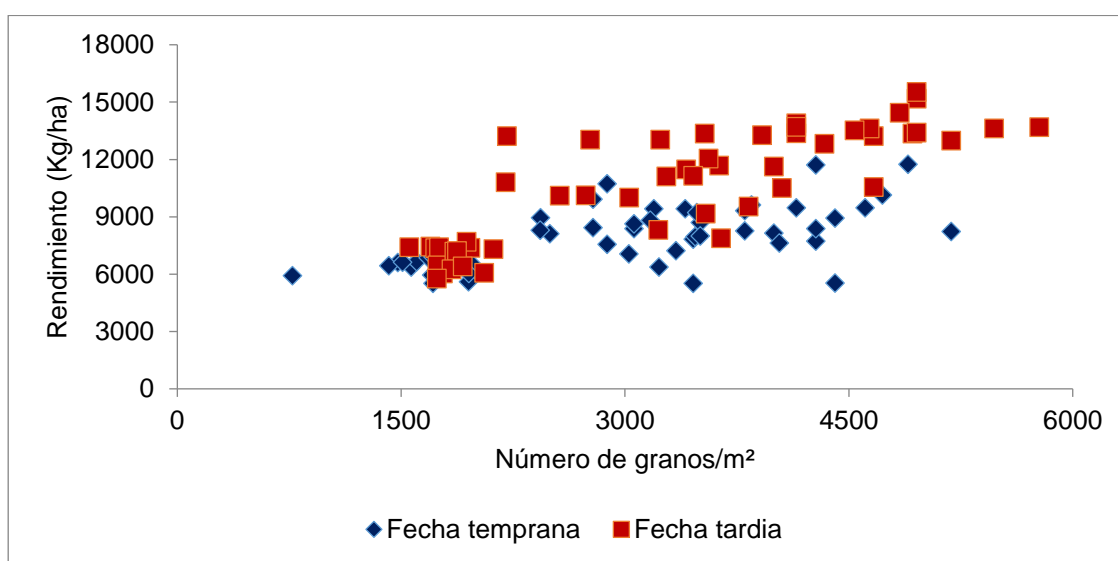
En cuanto al rinde, el potencial del maíz temprano es mayor que el del tardío, esta diferencia se asocia con los niveles de radiación y temperatura que exploran ambos sistemas durante el periodo crítico. Los niveles de radiación durante el periodo crítico de generación de rinde de maíz temprano son superiores a los del maíz tardío, mientras que las temperaturas medias pueden ser ligeramente inferiores. Estas condiciones radiactivas y térmicas implican una mayor tasa de crecimiento potencial, que se traduce en mayor número de grano por unidad de área y, finalmente, en un mayor rinde. Sumado a esto, tanto la temperatura como la radiación cae notablemente durante el llenado de los maíces tardíos lo que determina una menor tasa de llenado y por lo tanto un menor peso potencial del grano (Bert, 2014). En este ensayo el peso de los granos de la fecha tardía fue mayor que el de la primera (Figura 13).

Las diferencias del rinde alcanzable entre fechas de siembra temprana y tardía está asociado a las condiciones hídricas durante el ciclo del cultivo; y esto no solo está determinado por las lluvias que tiene lugar antes y durante el ciclo sino también por la dinámica del agua en el suelo (Bert, 2014).

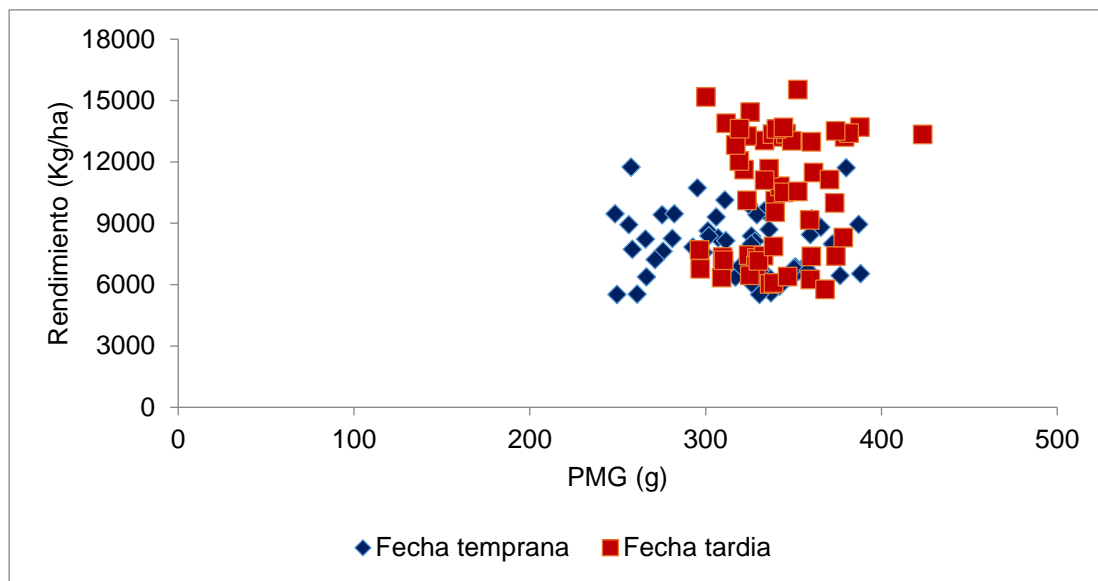
Al aumentar el número de granos/m<sup>2</sup>, el rendimiento del cultivo aumenta proporcionalmente y según la fecha de siembra el número de granos/m<sup>2</sup> también varía, siendo

mayor en la fecha tardía con una media de 3243 granos/m<sup>2</sup> con un mínimo de 1554 granos/m<sup>2</sup> y 5774 granos/m<sup>2</sup>, mientras que la fecha temprana la media fue de 2958 granos/m<sup>2</sup> con un mínimo de 771 granos/m<sup>2</sup> y un máximo de 5185 granos/m<sup>2</sup>.

El peso de los mil granos fue mayor en la fecha tardía con una media de 341,90 g, con un mínimo de 296,65 g y un máximo de 423,45 g. Para la fecha temprana la media fue de 328,28 g, con un mínimo de 248,60 g y un máximo de 423,45 g (Figura 14).

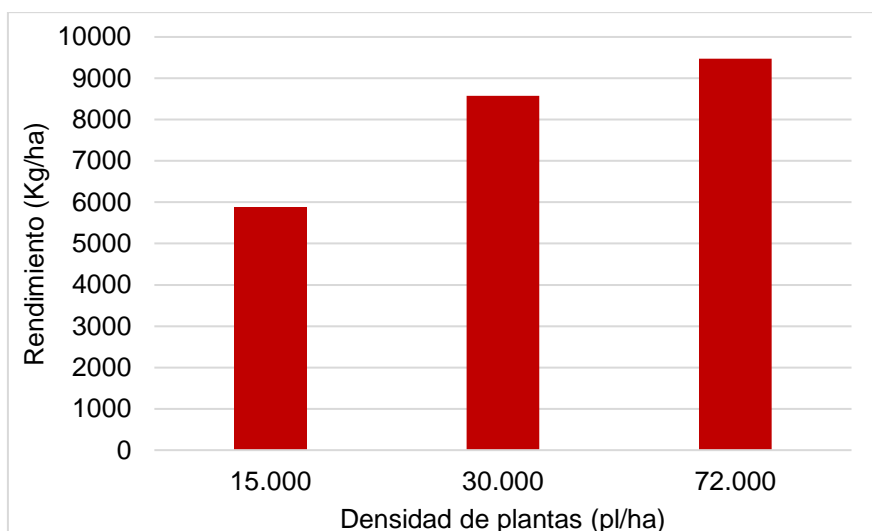


**Figura 13:** Rendimiento en función del número de granos/m<sup>2</sup> para las dos fechas de siembra.



**Figura 14:** Rendimiento en función del peso de mil granos (g) para las dos fechas de siembra.

Se registraron diferencias significativas en rendimiento en función de la fecha de siembra y la densidad. Valores de 11014 Kg/ha y 8031 Kg/ha para fecha de siembra tardía y temprana respectivamente (Figura 15). En cuanto a la densidad se encontraron diferencias significativas para las tres. Los diferentes tratamientos de fertilización no mostraron diferencias significativas en cuanto al rendimiento de grano para ninguna densidad ni fecha de siembra.

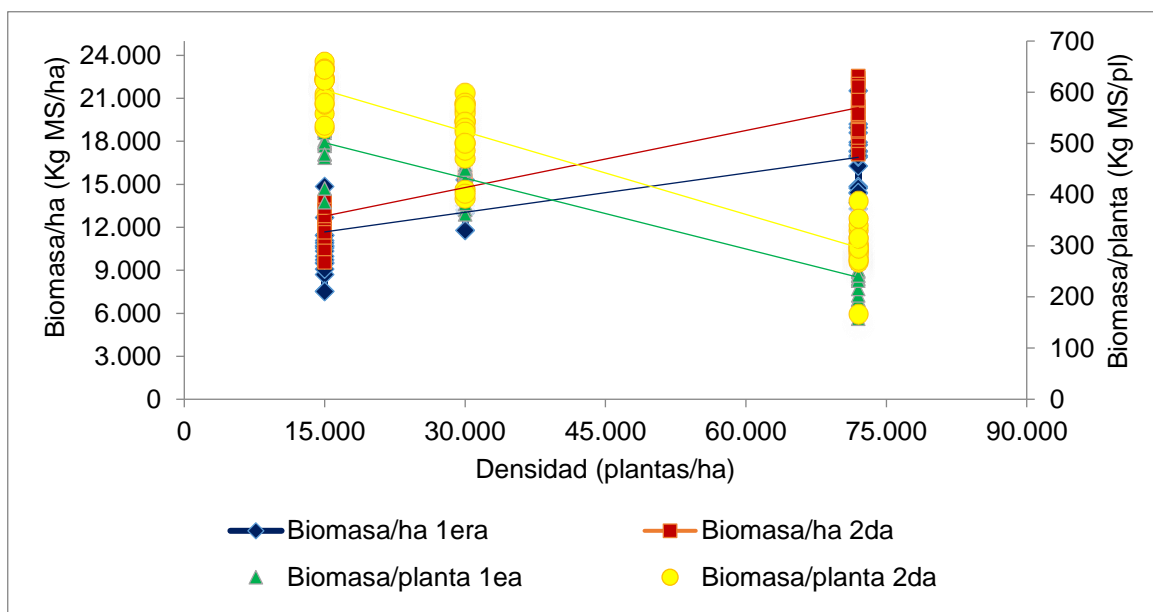


**Figura 15:** rendimiento en función de la densidad de plantas por hectárea.

Los resultados pueden deberse a que los niveles de Nitrógeno y Fósforo al momento de la siembra eran elevados.

F.- Biomasa por hectárea en función de la densidad (R3)

La biomasa por hectárea en el estado fisiológico de grano pastoso (R3) presenta diferencias significativas entre las distintas densidades de siembra. Para la densidad de siembra de 15.000 plantas/ha la media de biomasa por hectárea fue de 10.852,89Kg.MS/ha, con un valor mínimo de 7.518,86 Kg.MS/ha y un valor máximo de 14.837,86 Kg.MS/ha. Para la densidad de 30.000 plantas/ha la biomasa por hectárea presentó una media de 15.786,91 Kg.MS/ha con un mínimo de 11.772,36 Kg.MS/ha 20.154,07 KgMS/ha. Por último, para la densidad de 72.000 plantas/ha la media fue de 18.126,52 Kg.MS/ha con extremos de 11.384,23 Kg.MS/ha y 22.555,31 Kg.MS/ha (Figura 16).



**Figura 16:** Biomasa/ha (Kg MS) y biomasa por planta (Kg MS) en función de la densidad de plantas (Plantas/ha).

A medida que se aumentó la densidad de siembra aumentó significativamente la producción de materia seca en R3 hasta llegar a una densidad óptima que, por lo general, es superior a la densidad óptima de maíz para cosecha de grano. El aumento gradual del número

de plantas generó aumentos en el rendimiento, al cubrir el suelo y utilizar la energía lumínica. Cuando se llega a densidades medias comienza una competencia por recursos dentro del lote determinando que posteriores aumentos en el número de individuos tengan efectos negativos en los restantes y disminuyan sensiblemente su crecimiento individual. En estos niveles de plantas existe un segmento de equilibrio donde no hay efectos negativos en el cuaje en grano y el volumen total de materia seca aumenta por aumento en la cantidad de plantas. Pasado este segmento, el rendimiento integral se mantiene más o menos constante pero se afecta de manera muy marcada el rinde en espiga afectando negativamente la calidad del silo y la proporción de energía del mismo.

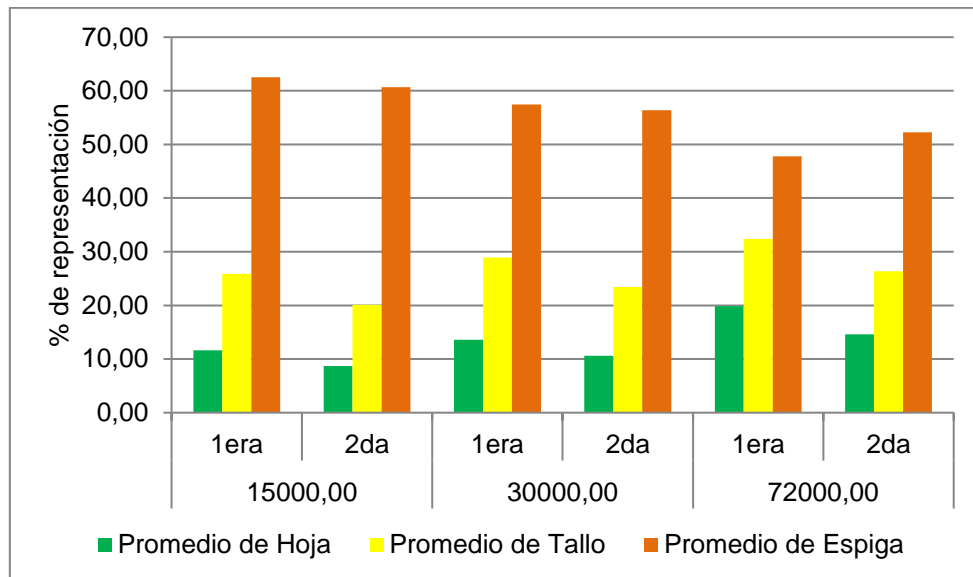
#### G.- Partición de los componentes morfológicos de la planta en función de la densidad

Las proporciones de los componentes morfológicos de la planta se vieron influenciados significativamente por la variación en la densidad de plantas y la fecha de siembra para los componentes hoja y tallo. Los promedios de cada uno de los componentes para las distintas densidades se resumen en la Tabla 1. El componente espiga presenta diferencias significativas con respecto a la densidad, la proporción de la espiga disminuye a medida que se incrementa la densidad de plantas por hectárea.

**Tabla 1:** Porcentaje de los componentes morfológicos para las distintas densidades y fechas de siembra.

Densidad	Fecha	Promedio de Hoja	Promedio de Tallo	Promedio de Espiga
15000	1era	11,60 c	25,89 bc	62,51 a
	2da	8,67 d	20,07 d	60,64 ab
30000	1era	13,61 b	28,95 ab	57,44 bc
	2da	10,63 c	23,44 cd	56,35 cd
72000	1era	19,84 a	32,40 a	47,76 e
	2da	14,58 b	26,36 bc	52,26 d

Caso contrario ocurre con las hojas y el tallo, que aumentan su proporción cuando se incrementa la densidad de plantas por hectárea (Figura 17).



**Figura 17:** Porcentaje de los componentes morfológicos para las distintas densidades y fechas de siembra.

Funaro, *et al.*, (2005) encontraron resultados similares trabajando con tres densidades: 5 plantas/m<sup>2</sup>, 6,5 plantas/m<sup>2</sup> y 8 plantas/m<sup>2</sup>. La proporción de espiga en la planta disminuyó a medida que se aumentó la densidad de plantas, sin encontrarse diferencias significativas con los demás componentes morfológicos de la planta.

#### H.- Digestibilidad de los distintos componentes morfológicos

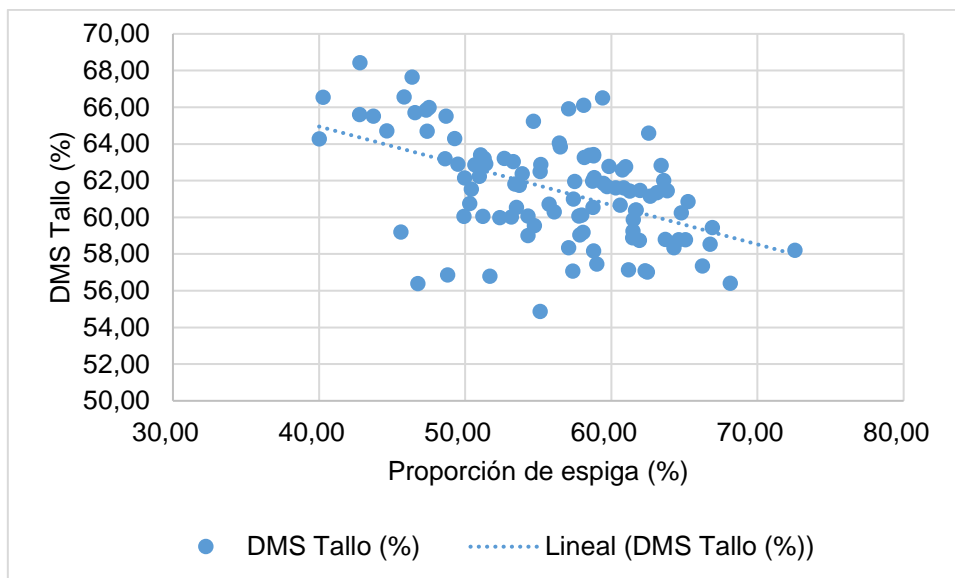
La digestibilidad de la hoja no se vio afectada significativamente por la densidad y fecha de siembra. Se registraron diferencias significativas para la digestibilidad del tallo entre densidad y fechas de siembra. En cuanto a la espiga hubo diferencias significativas para la variable fecha de siembra. Al analizar la digestibilidad de la planta entera se observaron diferencias significativas con la densidad de siembra. (Tabla 2)



Tabla 2: Porcentaje de digestibilidad de materia seca de los componentes morfológicos para las distintas densidades y fechas de siembra.

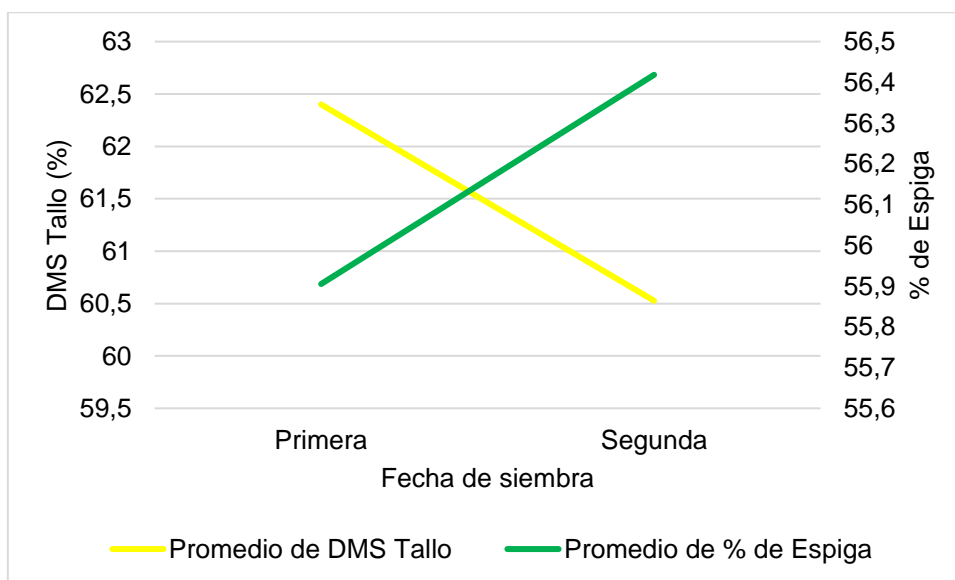
		Digestibilidad de materia seca (%)			
Densidad	Fecha	Hoja	Tallo	Espiga	Planta entera
15000	1era	60,9 a	60,0 c	81,3 c	73,6 a
	2da	60,9 a	60,7 bc	82,9 ab	74,3 a
30000	1era	60,9 a	62,8 ab	82,4 abc	73,9 a
	2da	61,1 a	60,6 c	83,2 a	73,5 a
72000	1era	60,9 a	64,3 a	81,7 bc	72,1 b
	2da	60,7 a	60,4 c	83,1 a	72,3 b

Según Van Olphen *et al.* (2004), la variación de la digestibilidad del tallo en función de la densidad se puede explicar por los cambios en la representación porcentual de espiga en la planta. Si, por diversas situaciones climáticas o de manejo se reduce la cantidad de granos, la calidad del tallo resulta proporcionalmente más importante para el valor nutritivo (Figura 18). Cuando el rendimiento en grano es elevado hay una importante removilización de azúcares del tallo hacia la espiga durante el llenado del grano, esta situación incrementa el contenido relativo de pared celular y por lo tanto la calidad del tallo podría disminuir sensiblemente. En síntesis: la variación en el número de granos altera la relación fuente/destino durante el llenado, por lo tanto se obtendrán diferentes relaciones carbohidratos solubles – almidón.



**Figura 18:** Digestibilidad del tallo (%) en función de la proporción de espiga (%).

Los resultados concuerdan con lo anteriormente descrito. Ante un incremento en el número de granos debido a la implementación de distintas técnicas de manejo, en este caso la fecha de siembra, se produce una caída en la digestibilidad del tallo como resultado de una mayor removilización de azúcares del tallo hacia la espiga (Figura 19).

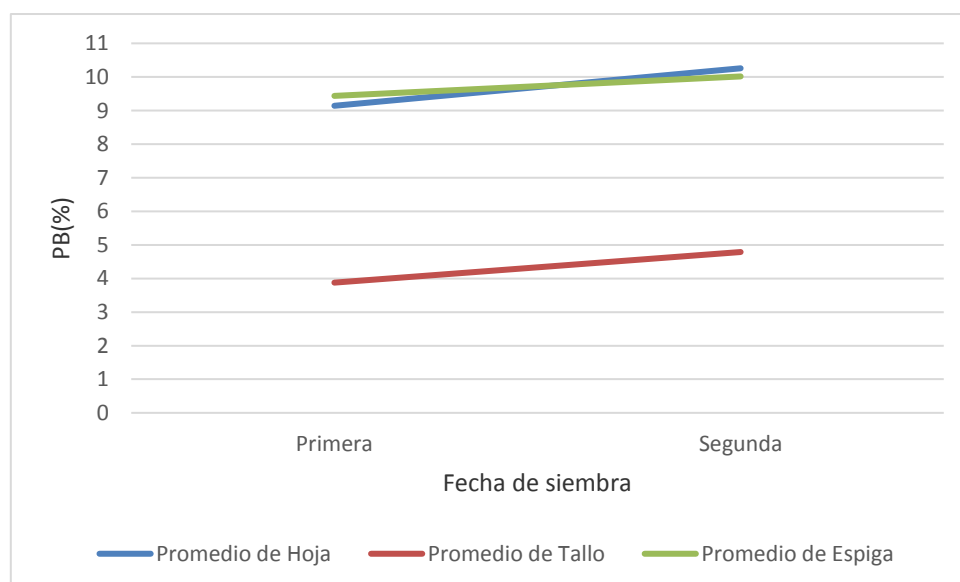


**Figura 19:** Digestibilidad del tallo y porcentaje de espiga en función de la fecha.

I.- Concentración de Proteína Bruta de los componentes morfológicos en R3

La concentración de Proteína Bruta no vario entre las distintas densidades de siembra en el tallo y en la espiga pero si hubo diferencias significativas entre la densidad de 15.000 plantas/ha y 72.000 plantas/ha en los contenidos de proteína en hoja. El contenido de P.B. (%) para la densidad mas baja fue de 10,10%, mientras que para la densidad mas alta fue de 9,13%.

En cuanto a la fecha de siembra, hubo diferencias significativas para todos los componententes morfologicos. En todos los casos la segunda fecha de siembra presento mayores contenidos de proteína. El contenido de proteína bruta en la hoja para la primera fue de 9,14% mientras que para la segunda fecha fue de 10,26%. En cuanto al tallo, los contenidos de proteína bruta fueron de 3,88% y 4,79% para la primera y segunda fecha respectivamente. Y por último, para la espiga el contenido de proteína para la fecha temprana fue de 9,44%, mientras que para la fecha tardia fue de 10,02% (Figura 20). Los contenidos de proteína bruta en los distintos componentes de la planta no variaron en función de la fertilización.

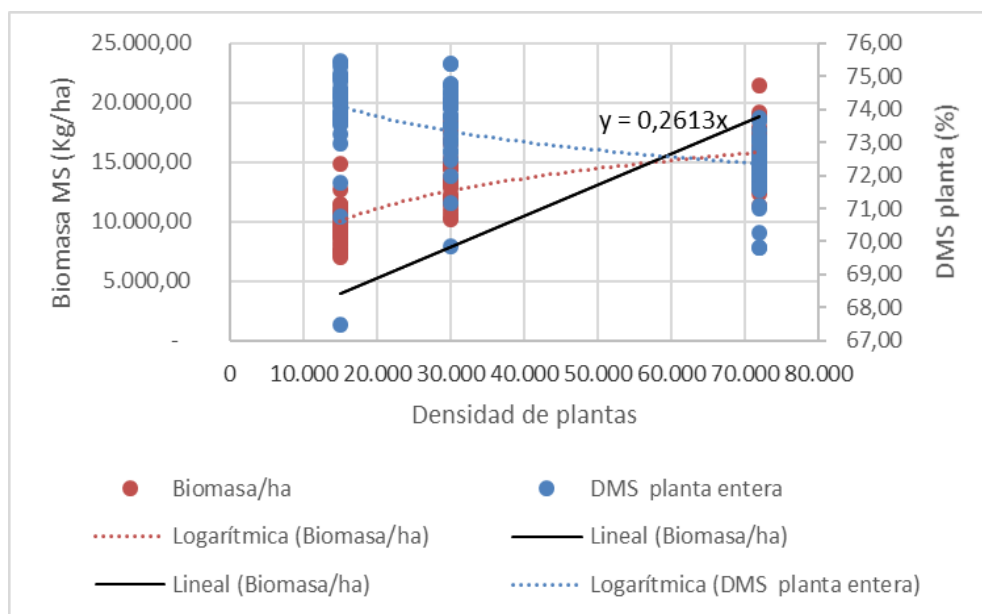


**Figura 20:** Porcentaje de Proteína Bruta de los distintos componentes morfológicos para las dos fechas de siembra.

## J.- Producción de Materia Seca y Calidad en función de la densidad de plantas

La acumulación de Materia Seca en función de la densidad de plantas por hectárea presentó una correlación positiva, es decir, en que a medida que aumentó la densidad, aumentó la biomasa por hectárea. Como se describió anteriormente, la densidad de 72.000 plantas/ha presentó la mayor acumulación de materia seca con un valor de 18.126 Kg/ha, mientras que la densidad 15.000 plantas/ha presentó el valor mínimo de 10.852 Kg/ha.

Contrariamente se comporta la digestibilidad de las plantas en función de la densidad. La densidad de 15.000 plantas/ha presentó la digestibilidad más alta (73,90%) mientras que la densidad de 72.000 plantas/ha presentó el valor más bajo (72,20%) (Figura 21).



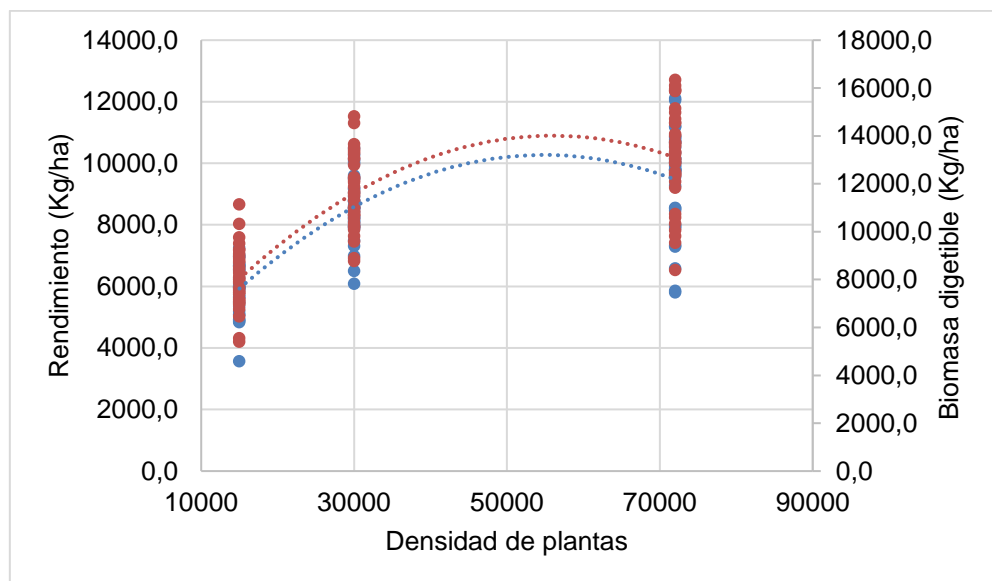
**Figura 21:** Biomasa/ha y Digestibilidad de la planta en función de la densidad.

Como se puede apreciar en el gráfico, la densidad óptima de maíz para silaje es aproximadamente 60.000 plantas/ha, superior a la densidad óptima para la producción de granos.

Los resultados concuerdan con los descritos por Scheneiter y Carrete (1999). Al aumentar la densidad, aumenta la producción de materia seca por hectarea pero se reduce el diámetro del tallo y como consecuencia disminuye la digestibilidad debido a que el tallo aporta una gran cantidad de azucares.

#### K.- Densidad óptima de maíz según su propósito

La densidad de plantas por hectarea óptima de maíz para silaje fue superior a la densidad de maíz para grano. La densidad óptima para silaje ya se mencionó anteriormente que fue de aproximadamente 60.000 plantas/ha, mientras que para grano la densidad óptima fue de 50.000 plantas/ha. (Figura 22).



**Figura 22:** Densidad óptima de maíz para silaje en comparación con maíz para grano.

El maíz tiene poca capacidad de compensación cuando se lo siembra a densidades sub-óptimas o supra-óptimas. Esta poca plasticidad se debe a que en bajas densidades, no logra desarrollar un índice de área foliar adecuado para la captación de luz, y en excesivas densidades

a la aparición de individuos estériles y aborto de granos. Todo esto determina una densidad “Óptima” en el cultivo, por encima o por debajo de la cual el resultado en términos productivos resulta no ser el esperado. Es bien conocida este tipo de respuesta en maíces para grano. El manejo en cultivos para silo pueden encuadrarse con el mismo criterio, pero al ser el componente total de la planta cosechada (Vegetativo + Reproductivo) es posible un manejo más plástico de la densidad de siembra donde aumentos de 10 al 30 % de los valores utilizados para grano generan los mayores rendimientos en materia seca sin afectar la partición a espigas (Sciarretta, 2014).

Según Bertoia, si el destino del cultivo es el ensilado la planta completa se genera una curva de producción muy diferente. En este caso la densidad óptima debe tener en cuenta el rendimiento del grano y del resto de los componentes del vegetal. Este comportamiento explica porque la densidad poblacional en un híbrido destinado a ensilar debe ser mayor que en un híbrido para grano.

## CONCLUSIÓN

Los cambios en la densidad de plantas y fecha de siembra determinaron variaciones en los componentes de rendimiento. El número de granos por planta fue el componente que más varió y más influyó el rendimiento del cultivo, siendo la fecha tardía la que mayores valores obtuvo.

La calidad forrajera se vio afectada por la densidad de plantas, encontrándose los mayores valores de digestibilidad en la densidad más baja y los valores más bajos de digestibilidad en la densidad más alta. Contrariamente, la acumulación de materia seca fue mayor en la densidad más alta y menor en la densidad más baja.

La baja de densidad de plantas y el atraso en la fecha de siembra incrementan los pisos de rendimientos y elevan el promedio de rendimientos.

No hay respuesta a la fertilización tanto nitrogenada como fosfatada, en particular en las densidades bajas, por mayor cantidad de recursos por planta. Tampoco hay respuestas a la fertilización en las otras densidades, por poseer niveles adecuados al momento de la siembra.

## BIBLIOGRAFÍA

Aldrich, S.R., Scott, W.O. & Leng, E.R. 1975. *Modern corn production*, 2nd ed. Champaign, IL, USA, A & L Publications.

Andrade, F; Otegui, M. 2008. Producción de maíz. Libro CREA. Coordinador: Emilio Satorre. pp; 15-22.

Bertoía L.M. Híbridos de maíz para silaje. Boletín técnico. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad nacional de Lomas de Zamora.

Casagrande G., E. M. Sierra, G. Vergara, S. Pérez, E. Brevedan. 2002. “Comportamiento de las precipitaciones en el este de la provincia de La Pampa”. ¿Dónde se encuentra?

Diaz Zorita, M y Grove, J. H. 2001. Rotaciones de cultivos ensiembra directa y las propiedades de los suelos de La Pampa arenosa. Libro Siembra directa II, J.L. Panigatti, D. Buschiazzo, H. Marelli (Editores) Ediciones INTA.

Di Rienzo, J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, C. W. Robledo. 2014. “Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina”. (<http://www.infostat.com.ar>)

Dowswell, C.D., Paliwal, R.L. & Cantrell, R.P. 1996. *Maize in the third world*. Boulder, CO, USA, Westview Press.

Ermacora C.M.; Gandino E. y Máximo Reyes 2014. AACREA, Zona Norte Bs. As. Junín, Bs.As. Argentina. Caracterización del planteo de maíz temprano y tardío y su relación con el ambiente productivo en la zona norte de Bs. As.



FAO. 2009. Foro de expertos de alto nivel. Como alimentar al mundo 2050. ([http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues\\_papers/Issues\\_papers\\_SP/La\\_agricultura\\_mundial.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf))

Funaro D. O. & H. A. Paccapelo, 2005. Efecto de la densidad de plantas y distancia entre surcos sobre el rendimiento de materia seca de maíces forrajeros en Santa Rosa, La Pampa.

Galinat, W.C. 1988. The origin of corn. In G.F. Sprague & J.W. Dudley, eds. Corn and corn improvement, 3rd ed., p. 1-31. Madison, WI, USA, American Society of Agronomy.

Gardner, W.R. y H.R. Gardner. 1983. Principles of water management under drought conditions. Agric. Water Manag. 7: 143-155.

Ghironi, E.M.; Corró Molas, A.; Farrell, M.; Martinez, D.; Mieza, S. 2015. Efecto de la Fertilización Nitrogenada Sitio-Específico de maíz tardío en la región semiarida pampeana.

Paliwal R. L. 2001. Introducción al maíz y su importancia. El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal N° 28. (<http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s02.htm>)

RePagro. Estadísticas agropecuarias. Dirección General de Estadística y Censo. <http://www.estadistica.lapampa.gov.ar/index.php/estadisticas-agropecuarias/repagro/111-repagro-2013>

Ritchie y Hanway, 1982. How a corn plant develops. Iowa State Univ. Technol. Spec. Rep., 48 p.

Scheneiter y Carrete, 2004. “Aspectos Agronomicos del Maíz para Silaje”.  
<http://www.biblioteca.org.ar/libros/210725.pdf>

Sciarretta, 2014. “Correcta elección de la densidad de siembra de maices para silo”.  
<http://www.forrateg.com.ar/manuales/pdfs/113-20160624182851-pdfEs.pdf>

Sistema Integrado de Información Agropecuario. Consulta: enero 2016.  
(<http://www.siaa.gov.ar>)

Van Olphen, P., Dalla Valle, D., Ferrero, J., Gutiérrez, L.M., Viviani Rossi, E.; (2004) “Maíz: contenido de granos y calidad del silaje”  
[http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_reservas/reservas\\_silos/147maiz.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/147maiz.pdf).

Vega, C.R. y Andrade, F.H. 2000. Densidad de plantas y espaciamiento entre hileras. En “Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja”. Fernando H. Andrade – Victor O. Sadras. EEA INTA Balcarce- Facultad de Ciencias Agrarias UNMDP. pp: 113.

Wilkes, H.G. 1985. Teosinte: the closest relative of maize revisited. *Maydica*, 30: 209-223.