

Importancia y manejo del cultivo de maíz



Marcelo López Sabando¹, Juan Erreguerena², Ignacio Besteiro², Luis Lanzavecchia³, Aníbal Cerrudo⁴.

¹Agencia de Extensión Rural INTA Tandil sabando.marcelo@inta.gob.ar

²Agencia de Extensión Rural INTA Lobería

³Agencia de Extensión Rural INTA Necochea

⁴ INTA Balcarce

Unos puntos clave para considerar al cultivo de maíz en la rotación

Una de las propiedades de mayor relevancia de los suelos son sus niveles de **materia orgánica**. Es conocido las **ventajas** que presenta tener altos niveles de materia orgánica sobre **formación de agregados del suelo** y la **estabilidad de los agregados**, así como también sobre la **disponibilidad de agua**, disponibilidad de **nutrientes y su dinámica de ciclado**, y por consiguiente la relación positiva entre los niveles de materia orgánica y los **rendimientos de los cultivos**. Anualmente se produce pérdidas de materia orgánica por **mineralización** (o pérdidas de carbono). Estas pérdidas dependen principalmente de las **condiciones meteorológicas del año**, de los **niveles de materia orgánica inicial**, y de las **prácticas de manejo** como siembra directa o labranza convencional. En sudeste de Buenos Aires, en sistemas de siembra directa las pérdidas anuales rondan los **3,7 toneladas de carbono por ha por año**. El aporte de **residuos** de cultivos permite balancear estas pérdidas o incluso generar balances que permitan en el mediano plazo incrementar los niveles de materia orgánica. Podemos aproximar que aportes de **10 ton de materia seca de residuos** de cosecha por ha y por año permiten balancear los niveles de pérdida y aporte de carbono en los suelos. Para lograr estos aportes de residuos de cosecha debemos considerar el número de cultivos, el tipo de cultivo, y los niveles de producción por cultivo. La incorporación del **maíz de alta producción** en las rotaciones **permite aportar residuos en cantidad y calidad** (residuos con alta relación carbono nitrógeno), y junto con las gramíneas como trigo y cebada lograr sistemas con balances de carbono neutros o positivos.

Características de la zona y limitaciones para cultivo de maíz

Las características agroecológicas de la región sudeste determinan la necesidad de ajustar la tecnología de manejo de cultivo de maíz para poder lograr cultivos exitosos y de moderado riesgo. A grandes rasgos, el período libre de heladas, la distribución y cantidad de precipitaciones, la profundidad del perfil, el riesgo de anegamiento temporal y la textura de horizontes subsuperficiales, son aspectos a considerar al definir los ajustes de manejo de cultivo.

Los suelos predominantes son heterogéneos en su desarrollo, se visualiza en la figura 1 capacidad de uso variable según áreas dentro de los partidos de Tandil, Lobería y Necochea. Presenta frecuentemente un horizonte petrocálcico (tosca) a una profundidad variable y horizontes subsuperficiales con diferencias en textura (Figura 2). Cuando este horizonte petrocálcico se ubica cerca de la superficie se reduce la profundidad efectiva del suelo y con esto su capacidad de almacenar agua útil. Las limitaciones en profundidad se combinan en parte de la región con la presencia de horizontes B fuertes que también pueden condicionar la capacidad de suelo de almacenar agua útil. Otras limitantes de la región son los suelos con

anegamiento temporal o con presencia de sodio en su perfil (en algunas áreas esta combinación es frecuente), en general se asocia a zonas con drenaje limitado, ubicadas en posición de relieve de bajo, con escasa pendiente, y suelos con horizonte de textura fina y baja permeabilidad. Bajo este tipo de suelo se produce disminución de crecimiento de maíz o muerte de plantas. En las zonas donde estas condiciones son frecuentes el cultivo no es apto. Las precipitaciones de la región tienen un rango de 800 a 1100 mm anuales. En general, las precipitaciones durante el verano son bajas principalmente a medida que nos alejamos de la zona costera.

Al tomar las decisiones de estructura de cultivo (fecha de siembra, densidad, distanciamiento, cultivar) y nutrición (fertilización con nitrógeno fosforo azufre y cinc) dependen de las características del sitio.

El rendimiento de maíz en ambientes que combinan este tipo de clima y suelo es, además de bajo, variable entre años. Lo anterior dificulta la incorporación de este cultivo en los planteos agrícolas. Sin embargo, la adopción de prácticas de manejo basadas en el entendimiento del funcionamiento del cultivo en interacción con el ambiente permitiría en muchos casos incrementar y estabilizar el rendimiento del cultivo de maíz convirtiéndolo en una alternativa viable.

La falta de agua impone una severa limitación para el rendimiento del cultivo de maíz. Cultivos realizados en ambientes en los que las precipitaciones no compensan a la demanda y/o en suelos con baja capacidad de almacenaje de agua tienen alta probabilidad de sufrir estrés hídrico durante la estación de crecimiento. La interacción entre momento, duración e intensidad del estrés hídrico condicionará, en última instancia, el rendimiento alcanzable en cada situación.

El rendimiento del maíz está estrechamente asociado con el estado del cultivo durante un período de alrededor de 30 días centrado en la floración (período crítico). Durante el mismo, se determina el número de granos por unidad de superficie, componente que explica la mayor parte de la variación en el rendimiento. De acuerdo con esto, en ambientes donde el rendimiento está limitado por la disponibilidad de agua, la estrategia de manejo debe estar orientada a optimizar el estado del cultivo alrededor de floración. En función de este objetivo se discuten prácticas de manejo del cultivo de maíz para dichos ambientes que incluyen la fecha de siembra, el barbecho, el sistema de labranza, la densidad plantas, el espaciamento entre hileras, la fertilización y la elección de cultivares.

Prácticas de Manejo

Fecha de Siembra y barbecho

En ambientes con restricciones hídricas, la elección de la fecha de siembra del cultivo es una de las prácticas de manejo de mayor impacto sobre el rendimiento y la estabilidad del mismo. En ambientes sin limitaciones hídricas y con temperaturas máximas moderadas, los máximos rendimientos de maíz se logran en fechas de siembra tempranas, porque en estas se maximiza la captura de radiación y la eficiencia con que la radiación es transformada en biomasa durante la etapa reproductiva. Sin embargo, cuando el factor limitante es el agua disponible, la mejor estrategia es evitar la coincidencia de la floración con períodos con alta probabilidad de ocurrencia de estrés hídrico. Esto se puede lograr en nuestra región atrasando la floración utilizando fechas de siembra tardías (Figura 3). El objetivo es ubicar la floración del cultivo de maíz en períodos con mayor probabilidad de ocurrencia de precipitaciones y menor demanda atmosférica, lo que resulta en un balance hídrico más favorable. Además, ubicar la floración en

períodos de menor temperatura, tiene la ventaja adicional de reducir la probabilidad de ocurrencia de estrés térmico que a veces acompaña al estrés hídrico.

Por otro lado, atrasos en fecha de siembra implican un mayor período de barbecho lo que frecuentemente permite incrementar el contenido de agua en el suelo a la siembra. Esto es relevante sobre todo en suelos con alta capacidad de almacenaje de agua (suelos profundos).

Por último, en ambientes con restricciones hídricas es necesario también, minimizar las pérdidas improductivas de agua por medio de: i) siembra directa o labranza reducida que mantienen rastrojo en superficie incrementando la infiltración y reduciendo las pérdidas de agua por evaporación y ii) un adecuado control de malezas desde el barbecho.

Densidad de siembra

La densidad óptima del cultivo de maíz debe ser adecuada en función de la disponibilidad hídrica del ambiente. En maíz, cuando los recursos por planta son escasos en floración además de reducirse el crecimiento, se reduce la partición de asimilados a la espiga, llegando en casos extremos a observarse plantas estériles. De esta manera, en ambientes en los que los recursos son escasos, se debe reducir la densidad de plantas para asegurar un buen crecimiento de las plantas individuales y así evitar la situación antes mencionada. Las bajas densidades de plantas pueden además reducir el consumo de agua en etapas vegetativas transfiriendo el recurso a etapas posteriores más críticas para el rendimiento. Es por esto que cuanto más pobre es el ambiente, menor es la densidad óptima del cultivo de maíz (Figura 4).

Al utilizar bajas densidades de siembra se corre el riesgo de no aprovechar la mayor productividad de algunos sectores de los lotes o aquellos años donde las condiciones hídricas sean mejores a las esperadas. Por lo tanto, es importante la elección de cultivares con alta plasticidad reproductiva (prolificidad o plasticidad de espiga), es decir que tengan capacidad de transformar en rendimiento una eventual mayor disponibilidad de recursos disponibles.

Espaciamiento entre hileras

El espaciamiento entre hileras óptimo, también varía en función del ambiente. La siembra en hileras anchas presenta ventajas cuando el estrés hídrico se presenta en la etapa vegetativa y se prolonga hacia etapas reproductivas. La siembra en hileras anchas, como las bajas densidades, retrasan la cobertura del suelo y con esto reducen la transpiración del cultivo durante las etapas vegetativas. En esta situación, la transpiración es el principal componente del consumo de agua ya que el suelo permanece seco en superficie limitando la evaporación. La estrategia de moderar el consumo de agua a través de dichas prácticas de manejo permite transferir agua hacia etapas posteriores que son más críticas para la determinación del rendimiento. Esta estrategia es válida en situaciones en las que el cultivo parte con una buena provisión de agua en el suelo y el aporte de agua de precipitación durante el ciclo del cultivo es relativamente bajo.

Por el contrario, las siembras en hileras angostas pueden ser ventajosas en situaciones que combinan estrés hídrico durante estadios vegetativos, que afecta la expansión foliar, con una mejor provisión de agua en floración. En estos ambientes, reducir la distancia entre hileras mejora la interceptación de radiación en las etapas reproductivas por incrementar la fracción de radiación interceptada por unidad de área foliar. Esta estrategia se adecua a planteos de escape en los que el período vegetativo está expuesto a condiciones de estrés hídrico.

Fertilización

En ambientes con restricciones hídricas, una correcta fertilización aumenta la eficiencia de uso del agua disponible. La dosis de nutrientes a aplicar depende del suministro del suelo y del requerimiento del cultivo que es función del rendimiento objetivo. Una baja disponibilidad de agua reduce la demanda de nutrientes del cultivo por reducir el crecimiento y rendimiento, pero también puede reducir el aporte de aquellos nutrientes que provienen de la mineralización de la materia orgánica de suelo. Una correcta evaluación de la disponibilidad de nutrientes a través de métodos de diagnóstico probados y una correcta estimación del rendimiento objetivo son indispensables para una fertilización adecuada y los sistemas con restricciones hídricas no escapan a este principio.

Mejora genética

El mejoramiento genético ha incrementado la tolerancia al estrés hídrico en maíz debido en parte a que la selección de genotipos se realiza en condiciones de alta densidad de plantas (sustituto del estrés hídrico) y a que la evaluación de los cultivares se efectúa en múltiples ambientes. Los cultivares actuales presentan igual consumo, pero mayor eficiencia de uso del agua consumida (kg grano por mm de agua consumido) que los cultivares antiguos (Figura 4). Por otro lado, trabajos recientes muestran que existe variabilidad en el comportamiento de cultivares actuales frente a condiciones de estrés hídrico, encontrándose diferencias de rendimiento superiores a 2000 kg ha⁻¹ en ambientes de 6000 kg ha⁻¹ de rendimiento promedio (Figura 5).

Por otro lado, la incorporación de genes que otorgan resistencia a herbicidas facilita y optimiza el control de malezas, factor determinante en ambientes en los que el rendimiento está severamente limitado por el agua disponible. Por otro lado, los genes que otorgan poder insecticida pueden aumentar la productividad del agua en ambientes con restricciones hídricas y ser particularmente ventajosos cuando se incorporan a estrategias de manejo que incluyan la siembra tardía.

Los factores antes mencionados deberían ser tenidos en cuenta en la elección del cultivar a sembrar en ambientes de bajo potencial productivo. Complementando, así, al precio de la semilla que actualmente es el principal determinante del cultivar elegido en estos ambientes.

Consideraciones finales

El maíz es considerado un cultivo muy susceptible a restricciones hídricas, por lo que se lo suele restringir a los mejores ambientes o lotes. No obstante, se propone que el manejo del cultivo basado en el entendimiento de su funcionamiento en interacción con el ambiente permite incrementar y estabilizar la producción de maíz, tornándolo en una alternativa rentable en estos ambientes de bajo potencial productivo, desplazando en algunos casos al cultivo de soja. La estrategia de manejo del cultivo de maíz en ambientes marginales debe estar orientada a optimizar el estado fisiológico del cultivo alrededor de floración. La adecuación de distintas prácticas de manejo al ambiente genera un sensible incremento en el rendimiento del cultivo. Sin embargo, las prácticas de manejo no deberían considerarse de manera aislada, sino como un paquete de prácticas que busca, además, explotar la sinergia entre las mismas.

A modo de ejemplo zonal, algunos productores de la región centro sur de la provincia de Buenos Aires, partido de Coronel Dorrego, utilizando estos conceptos ecofisiológicos han logrado estabilizar la producción de maíz en rendimientos cercanos a las 5 tn ha⁻¹. Utilizando

para esto un esquema basado en las siembras tardías (desde mediados de noviembre), densidades bajas (22000 plantas ha⁻¹) e híbridos con alta tolerancia a estrés y alta plasticidad. Si bien esto puede sorprender a muchos productores de otras zonas agrícolas, debemos considerar que esta zona cuenta con un régimen de 600 mm al año, alta demanda evaporativa (fuertes vientos y baja humedad relativa), suelos someros (60 cm) y altamente variables (+/- 35 cm).

Bibliografía consultada

- Andrade FH, Cirilo AG, Uhart SA, Otegui ME (1996)** Ecofisiología del cultivo de Maíz. Editorial La Barrosa. Dekalb Press y CERBAS-EEA INTA Balcarce (Eds) Balcarce, Argentina.
- Andrade FH, Sadras VO (2002)** Bases para el Manejo del Maíz, el Girasol y la Soja,, INTA. Balcarce, Facultad de Ciencias Agrarias, UNMP, Buenos Aires, Argentina.
- Cerrudo A, Monzón J, J Di Matteo J., Aramburu Fernando, Rizzalli R, Andrade F.** Manejo de maíz en ambientes con restricciones hídricas. 2013.. Revista Técnica AAPRESID. N 119. Maíz. Siembra Directa ISSN 18501559 (pp 15-20)
- Castro S (2013)** Estabilidad de rendimiento y mecanismos ecofisiológicos asociados con la inflación de granos en híbridos de maíz y en sus líneas parentales. Tesis de Maestría producción vegetal.
- Echeverría H, García F (2005)** Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Ediciones INTA. Balcarce, Argentina.
- Debaeke P, Aboudrare A (2004)** Adaptation of crop management to water-limited environments. European Journal of Agronomy 21, 433-446.
- Nagore ML, Echarte L, Della Maggiora A, Andrade FH (2010)** Rendimiento consumo y eficiencia de uso de agua del cultivo de maíz bajo estrés hídrico. Actas IX Congreso Argentino de Maíz. Rosario. p107.
- Rizzalli R (1998)** Siembra directa y convencional de maíz ante distintas ofertas de nitrógeno. Tesis Maestría UNMdP.
- Ross F (2012)** Densidad de plantas en maíz: ajuste por ambiente. International Plant Nutrition Institute. 29-11-2012.
- Ross F (2013)** Plasticidad y productividad de maíz en ambientes someros. Carpeta de actualización técnica de cultivos de cosecha gruesa 2012-13, INTA CEI Barrow. ISSN: 2346-9498, 83-88p.

Figuras

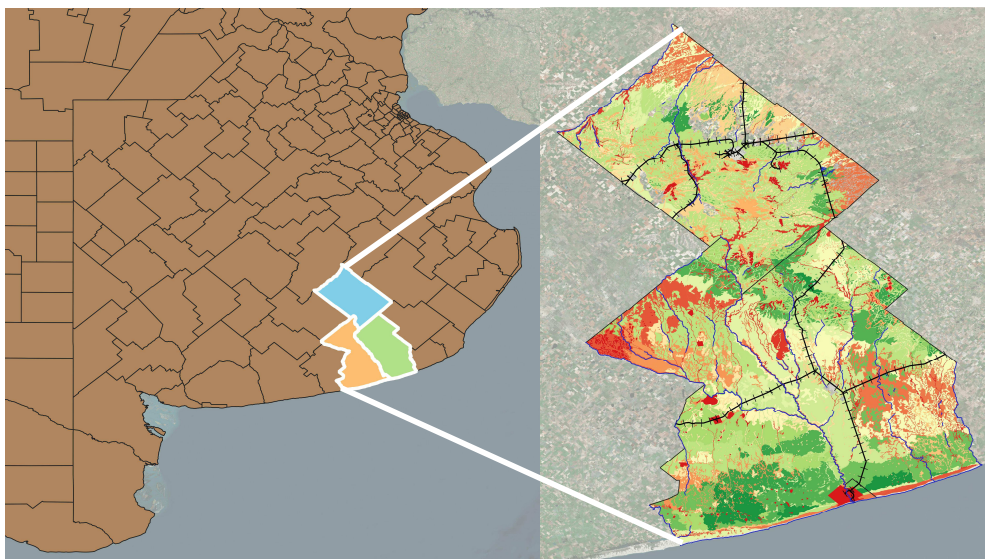


Figura 1: Ubicación general (izquierda) y capacidad de uso (derecha) según mapa de suelo de partidos de Tandil Lobería y Necochea. Todos verdes amarillos y rojos según capacidad de uso de suelos alta, media y baja, respectivamente.

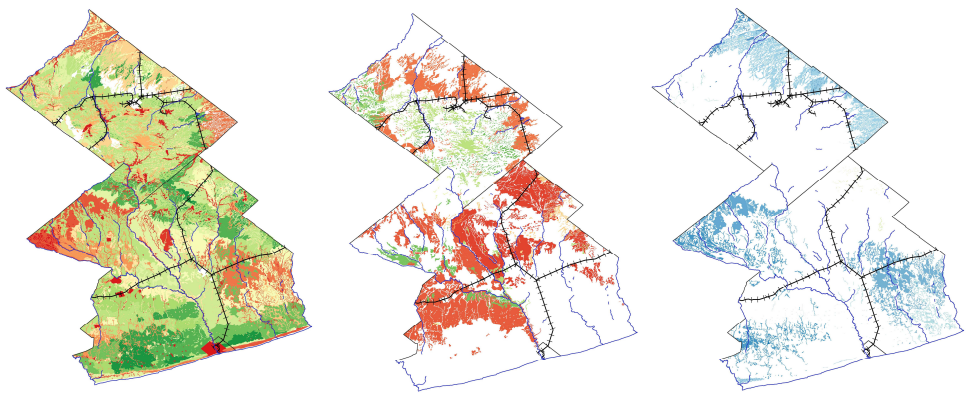


Figura 2: Distribución espacial de capacidad de uso (izquierda) y principales limitaciones para cultivo de maíz: profundidad de suelo (centro) y anegamiento y salino sódico para los partidos de Tandil, Lobería y Necochea. Capacidad de uso de suelos: todos verdes amarillos y rojos según capacidad de uso de suelos alta, media y baja, respectivamente. Distribución de suelos con limitaciones de profundidad (someros) en colores marrones y verdes. Riesgo de anegamiento y suelos sódicos en coloración tonos de azul.

Figura 1.

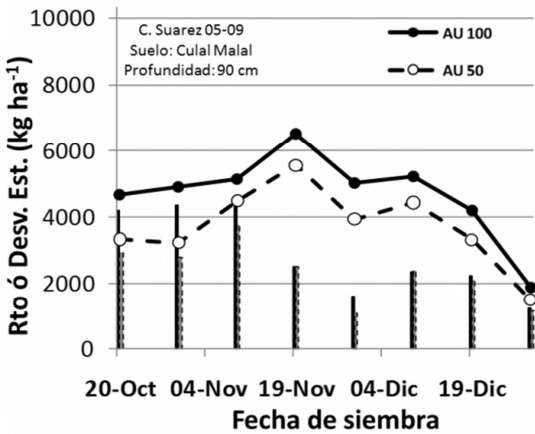


Figura 1: Rendimiento de maíz en función de la fecha de siembra promedio para 4 campañas y para dos condiciones de agua útil a la siembra: i) 50% (AU 50) y ii) 100% (AU 100): sobre suelo serie Culal Malal (profundidad efectiva: 90 cm y 130 mm de agua útil a capacidad de campo) en Coronel Suarez. Bs. As. Se presenta, además, el desvío estándar como indicador de la variación entre años. Los datos fueron generados con el modelo de simulación CERES Maíz versión 4.5. Se pudo observar que atrasos en fecha de siembra hasta mediados de noviembre incrementaron y estabilizaron el rendimiento en el periodo analizado. Este resultado se sustenta en la coincidencia de la floración con períodos con menor deficiencia hídrica en estas fechas de siembra respecto a fechas de siembra más tempranas.

Figura 2

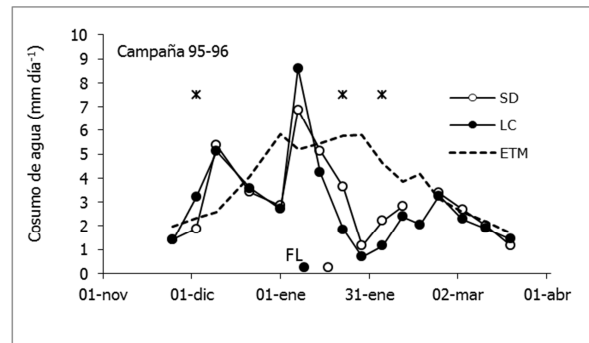


Figura 2: Evapotranspiración máxima (ETM) y consumo de agua del cultivo de maíz con siembra directa (SD) y labranza convencional (LC) para un año con bajas precipitaciones en Balcarce. Los símbolos junto al eje indican la fecha de floración (FL). * indica diferencias significativas ($p < 0,05$). El consumo para cada periodo se calculó como contenido de agua inicial - final + precipitaciones. Consumos superiores a la ETM pueden atribuirse a pérdidas por escurrimiento o drenaje. Bajo siembra directa se observa mayor consumo de agua post floración. Adaptado de Rizzalli (1998).

Figura 3.

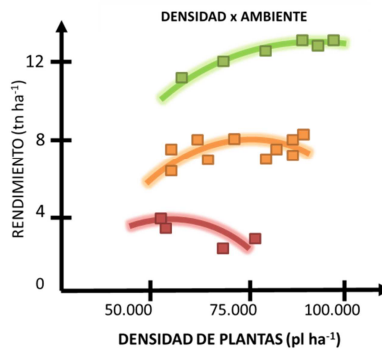


Figura 3: Rendimiento de maíz en función de la densidad de plantas para tres ambientes que difieren en el nivel de restricción hídrica alrededor de floración: i) restricción severa (rojo), restricción media (naranja) y restricción leve (verde). Adaptado de Andrade et al., 1996.

Figura 4.

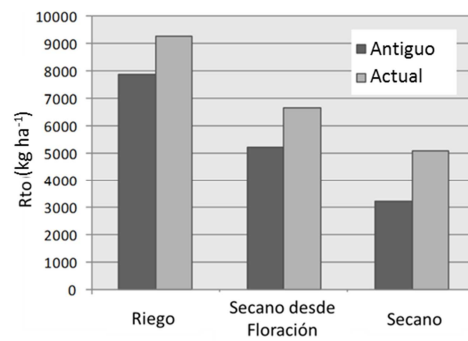


Figura 4: Rendimiento de maíz (kg ha^{-1}) en un híbrido actual (barras claras) y un híbrido antiguo (barras oscuras) para tres diferentes ambientes: i) Riego desde durante todo el ciclo; ii) Secano desde floración y iii) Secano durante todo el ciclo). El rendimiento fue significativamente mayor para el híbrido actual en los tres ambientes. En cada ambiente hídrico, el consumo de agua no fue distinto entre híbridos, por lo que la eficiencia en el uso del agua fue mayor en el híbrido actual. Adaptado de Nagore et al., 2010.

Figura 5.

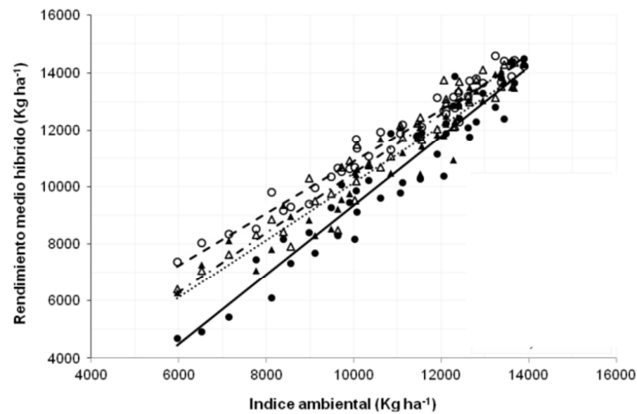


Figura 5: Rendimiento de distintos cuatro cultivares de Maíz (distintos símbolos) en función del índice ambiental para distintos ambientes de la región Pampeana. El índice ambiental se estimó como la media de rendimiento de todos los cultivares en cada ambiente. Adaptado de Castro, 2013.