

Sellart, Ignacio

Evaluación de la respuesta a la fertilización variable nitrogenada en maíz en el norte de la provincia de Buenos Aires (Arrecifes)

**Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria
Facultad de Ciencias Agrarias**

Este documento está disponible en la Biblioteca Digital de la Universidad Católica Argentina, repositorio institucional desarrollado por la Biblioteca Central "San Benito Abad". Su objetivo es difundir y preservar la producción intelectual de la Institución.

La Biblioteca posee la autorización del autor para su divulgación en línea.

Cómo citar el documento:

Sellart, I. 2015. Evaluación de la respuesta a la fertilización variable nitrogenada en maíz en el norte de la provincia de Buenos Aires (Arrecifes) [en línea]. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina. Disponible en:
<http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacion-respuesta-maiz-arrecifes.pdf> [Fecha de consulta:.....]

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA
ARGENTINA**

Facultad de Ciencias Agrarias

Ingeniería en Producción Agropecuaria

*Evaluación de la respuesta a la fertilización variable nitrogenada en
maíz en el norte de la provincia de Buenos Aires (Arrecifes)*

**Trabajo final de graduación para optar por el título de:
Ingeniero en Producción Agropecuaria**

Autor: Ignacio Sellart.

Profesor Tutor: Gustavo Ferraris.

Fecha: Abril 2015.

Índice

➤ Resumen.....	3
➤ Introducción.....	5
➤ Objetivos.....	7
➤ Materiales y métodos.....	8
➤ Resultados y discusión.....	11
➤ Conclusiones.....	17
➤ Anexo I.....	18
➤ Anexo II.....	23
➤ Anexo III.....	27
➤ Anexo IV.....	29
➤ Anexo V.....	30
➤ Anexo VI.....	34
➤ Anexo VII.....	35
➤ Anexo VIII.....	39
➤ Bibliografía.....	43

Resumen

La necesidad de aumentar la rentabilidad en nuestro sistema agrícola actual, exige cada vez más la adopción por parte del productor de nuevas tecnologías de procesos, técnicas diferenciales de manejo en sus cultivos, diferentes a las que el mismo venía llevando en los últimos años. Todo esto como consecuencia del aumento de costos de insumos y servicios agropecuarios, como así también el escenario de precios actuales de comodities, las políticas de gobierno frente al sector, etc. Es por esto que el productor se ve obligado a ser eficiente y rentable en su negocio para poder subsistir en la actividad, de manera económica y sustentable para el medio ambiente.

La importancia y justificación del tema elegido en este ensayo nos sirve para tratar de entender cuál sería la variable adecuada (tanto en densidad de población del híbrido elegido como dosis de fertilización nitrogenada ajustada) para el ambiente productivo que tengamos en un establecimiento, para poder ser más eficientes en el uso y ahorro de insumos; y teniendo en cuenta también como venga el año para la campaña de siembra, ya sea un pronóstico de año niño, niña o neutro.

El objetivo de este ensayo fue evaluar la respuesta de rendimiento del cultivo de maíz a la fertilización nitrogenada variable, para un mismo ambiente, en dos poblaciones distintas de densidad del híbrido elegido, sobre un suelo clase II correspondiente a la serie Arrecifes.

El ensayo fue realizado en el Establecimiento San Bartolomé, en el potrero número 13, perteneciente a la firma Don Paco S.A, ubicado a 4 km de la localidad de Arrecifes, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

El sitio experimental fue preparado mediante la aplicación de un barbecho químico y posterior labor en siembra directa. La misma se realizó el 12 de Octubre de 2011, y las posteriores fertilizaciones nitrogenadas se realizaron el día 2 de Diciembre de 2011.

El diseño experimental fue un Diseño de factorial con dos factores y dos repeticiones para cada tratamiento. Los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA). El rendimiento del cultivo de maíz difirió significativamente para las densidades de poblaciones y también para las diferentes dosis de fertilización nitrogenada (p valor < 0.05).

Los datos obtenidos para las densidades de población de 60000 plantas ha^{-1} y 80000 plantas ha^{-1} fueron de 2813 $kg\ ha^{-1}$ y 3358 $kg\ ha^{-1}$, respectivamente. Mientras que para las diferentes dosis nitrogenadas los rindes por parcela fueron de 2551 $kg\ ha^{-1}$; 2867 $kg\ ha^{-1}$; 3267 $kg\ ha^{-1}$ y 3658 $kg\ ha^{-1}$, para las dosis de N de 0; 40; 80 y 120 $kg\ N\ ha^{-1}$.

Bajo este planteo de fecha de siembra, el efecto de las escasas lluvias durante los meses de diciembre y enero, afectó claramente los rendimientos del ensayo.

La sequía que atravesó la campaña 2011/12, en un año con perfil La Niña, nos sirve para explicar los bajos resultados obtenidos.

Ver Figura n°4. Precipitaciones mensuales. Figura n°5. Precipitaciones medias mensuales. Figura n°6. Temperaturas mínimas medias mensuales. Figura n°7. Temperaturas máximas medias mensuales

Introducción

El nitrógeno es quizás el más importante de los nutrientes esenciales para las plantas, debido a las elevadas cantidades en que es demandado durante el crecimiento de los cultivos.

Las plantas contienen entre 1 a 5% de N, cuando este elemento se encuentra en deficiencia las hojas cambian su coloración mostrando tonos verdes menos intensos o amarillentos, llegando a necrosarse desde el ápice en condiciones de agudas deficiencias.

El rendimiento en grano del cultivo de maíz es limitado principalmente por nitrógeno (N) (Caviglia y Melchiori, 2011; Maddonni, 2011). La disponibilidad de este recurso varía durante el ciclo del cultivo, de acuerdo al contenido de N inicial en el suelo, las vías de ganancia como la mineralización neta durante la estación de crecimiento y los aportes por fertilización. La eficiencia en el uso del N (EUN) depende principalmente de su disponibilidad, la que presenta no sólo una variabilidad temporal sino también espacial. Las variaciones espaciales de la disponibilidad de N dentro de un lote se deben fundamentalmente a diferencias en calidad de los suelos (Melchiori et al., 2009).

La aplicación de dosis de N menores a las requeridas limitan el rendimiento del cultivo en aquellos sectores del lote deficitarios por N, representando una reducción de los ingresos económicos, mientras que en aquellos sectores con alta disponibilidad de N resultan en dosis mayores a las requeridas, y generan un riesgo potencial para el ambiente (Mamo et al., 2003; Schmidt et al., 2007). En efecto, la aplicación de dosis uniformes de N genera desajustes entre la oferta y las necesidades del cultivo (Huggins y Pan, 1993).

La tecnología de fertilización variable es una propuesta alternativa para aumentar la eficiencia en el uso de los nutrientes. Numerosas evidencias muestran para el maíz una relación inversa entre las dosis de fertilización y la eficiencia de uso del nitrógeno, adonde las mayores eficiencias se observan con las dosis más bajas y a medida que aumentan el rendimiento, esa eficiencia disminuye.

Distintas áreas presentan distinto potencial de rendimiento y por lo tanto precisan distintos niveles de nitrógeno para alcanzar el óptimo económico. Así, una aplicación con una dosis uniforme de N para todo el lote supondrá que algunas áreas tendrán un exceso de N porque el cultivo no podría aprovecharlo, y otras no dispondrán de N suficiente para aprovechar el potencial de ese sitio, porque tenga por ejemplo, más agua disponible.

En base a esta heterogeneidad se propone la tecnología de aplicación de dosis variable de nitrógeno como una alternativa para aumentar la eficiencia agronómica del N, maximizar el beneficio económico del uso de fertilizantes nitrogenados, y a la vez reducir el riesgo de aumento de los nitratos en los acuíferos por lixiviación ante dosis superiores a la óptima.

Normalmente las zonas más productivas de un lote determinado exigen aplicaciones mayores de fertilizantes nitrogenados para optimizar el uso del N, y a la inversa, se deben disminuir las mismas en las zonas de menor productividad. De tal modo, se podría incrementar la eficiencia de uso del nitrógeno en el lote entero, que normalmente posee zonas de mayor y de menor potencial.

Estas zonas de distinto potencial muchas veces están relacionadas a la economía del agua. Para implementar prácticas de manejo que mejoren la productividad, deben interactuar los principales componentes, particularmente la eficiencia de utilización y absorción de N y de agua. Ambas eficiencias se definen como la cantidad producida de granos por unidad de N disponible para el cultivo y por unidad de agua consumida respectivamente.

Como la disponibilidad de agua del suelo es crítica para una producción eficiente de maíz, al aumentar la eficiencia de uso de agua afectará la del uso del N en forma conjunta, logrando así aumentar más que proporcionalmente la productividad del cultivo.

Otra característica importante a tener en cuenta es la elección de la densidad de plantas y del espaciamiento entre hileras, siendo ambas claves para optimizar la productividad de los sistemas agrícolas.

La densidad óptima para un cultivo (número mínimo de plantas que produce máximo rendimiento) depende de las condiciones ambientales, del manejo y de las particularidades fisiológicas de la especie o del genotipo.

La estabilidad del rendimiento frente a cambios en la densidad de plantas depende de la capacidad de los individuos dentro del cultivo para expresar mecanismos de compensación cuando el número de plantas por m² es bajo (plasticidad vegetativa y reproductiva) y para producir granos en situaciones de limitados recursos por planta. El número de granos por m² es el componente del rendimiento más afectado por la densidad de plantas y resulta de los efectos sobre la morfogénesis de flores (granos potenciales) y la fijación de granos (Tollenaar, 1977; Egli et al., 1985; Connor y Sadras, 1992; Andrade, 1995; Board y Tan, 1995).

El maíz presenta una limitada plasticidad vegetativa ante disminuciones en la densidad. La plasticidad reproductiva es aún menor ya que en densidad sub óptima, el número de granos en la primera espiga alcanza un plateau como resultado de limitaciones en el número potencial de granos por espiga. Híbridos prolíficos presentan mayor estabilidad del rendimiento ante reducciones en la densidad de plantas (Duvick, 1974; Andrade et al., 1996; Sarquis, 1998) por presentar mayor capacidad para fijar granos en una segunda espiga. Por otro lado a medida que la disponibilidad de recursos por planta disminuye debido a incrementos en la densidad por encima de un óptimo se pueden notar las reducciones en el número de granos por espiga ante disminuciones en el crecimiento por planta.

La densidad óptima para rendimiento en grano puede cambiar en función de la especie, del cultivar y de las variables ambientales y de manejo. Una menor densidad de plantas en condiciones de baja disponibilidad hídrica produce un uso conservativo del agua durante el periodo vegetativo al reducir la cobertura vegetal

y dirigir una mayor proporción de radiación hacia la superficie seca del suelo, más resistente a la pérdida de agua que el cultivo (Alessi y Power, 1976).

La disponibilidad de recursos modifica marcadamente la respuesta a la densidad en 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 óptima 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. Esto será beneficioso en la medida que el aumento de rendimiento por planta sea mayor en proporción que la disminución en el número de individuos por unidad de superficie.

El rendimiento de maíz muestra una estrecha relación con el número de granos producidos. El número de granos a su vez, se define mayormente en un periodo de 30 días alrededor del momento de floración, en el que la disponibilidad de asimilados para la espiga aparece como el principal factor de regulación.

Por ello, el rendimiento está fuertemente asociado al número de granos m^2 hasta las densidades óptimas. Densidades supra óptimas pueden: a) no aumentar significativamente este componente, o b) reducirlo. En el caso a), se podrían esperar reducciones en el peso del grano. En el caso b), que está asociado a una disminución de la prolificidad por esterilidad de plantas, podría ocurrir un leve aumento no compensatorio en el peso del grano.

El objetivo de este ensayo fue evaluar la respuesta de rendimiento del cultivo de maíz a la fertilización nitrogenada variable, para un mismo ambiente, en dos poblaciones distintas de densidad del híbrido elegido.

Como hipótesis de trabajo:

- La densidad de 60000 plantas ha^{-1} permite obtener un mejor rendimiento bajo condiciones de estrés, en comparación con poblaciones más altas.
- El Incremento en la dosis de N aumenta los rendimientos, cualquiera sea la densidad de siembra utilizada.
- Los factores densidad de plantas y dosis de N son independientes, no existiendo interacción estadística entre sí

Materiales y Métodos

Material vegetal.

Fue utilizada semilla del híbrido Dekalb 747 MGRR, cedidas por la firma Don Paco S.A.

Sitio experimental

El cultivo estudiado en este ensayo fue desarrollado en el potrero n° 13, del establecimiento San Bartolomé, propiedad de la firma Don Paco S.A, ubicado a 4 km de la localidad de Arrecifes, provincia de Buenos Aires, Argentina.

La serie que se presenta dentro de este ensayo es: Serie Arrecifes, clasificados según su capacidad de uso como IIe, tienen como unidad cartográfica a la Serie Arrecifes correspondientes a las unidades cartográficas Ar y Ar 4.

Este ensayo se encuentra dentro de lo que se denomina la zona Cuenca del río Arrecifes. Esta misma serie, conformada por un suelo Argiudol típico se caracteriza por ser un suelo profundo; de aptitud agrícola que se encuentra en un paisaje de lomas moderadamente onduladas y pendientes de la Cuenca del río Arrecifes; en posición de lomas de la subregión Pampa Ondulada alta, bien drenado, formado en sedimentos loessicos, franco limoso, no alcalino, no sódico, con pendientes del 1 al 3%. Su drenaje natural es bien drenado con escurrimiento medio y permeabilidad moderada. Es muy susceptible a la erosión hídrica, prácticamente toda la serie se halla erosionada por lo menos en grado ligero. Presenta un índice de productividad de 72%.

En cuanto a sus probabilidades de uso, se encuentra apto para cualquier desarrollo ganadero y entre apto y moderadamente apto para emprendimientos agrícolas.

Ver anexo III para la descripción completa del perfil modal de la serie.

Condiciones del sitio experimental

La siembra del cultivo de maíz se realizó mediante siembra directa el día 12 de octubre de 2011 adoptando 2 densidades de siembra, de 60000 plantas ha⁻¹, y 80000 plantas ha⁻¹, con una distancia entre hileras de 52,5 cm.

Sobre estas densidades de siembra fueron adoptadas diferentes dosis nitrogenadas en cada ensayo, de 0, 40, 80 y 120 kg N ha⁻¹ respectivamente. Las mismas fueron llevadas a cabo el día 2 de diciembre de 2011.

La labor de siembra se llevó a cabo con una sembradora Crucianelli y un Tractor John Deere 7500. Luego los tratamientos con las diferentes fertilizaciones nitrogenadas se llevaron a cabo con un tractor John Deere 3530 y un pulverizador de arrastre Metalfor Futur. Toda la maquinaria involucrada, es propia de la firma Don Paco S.A.

El cultivo antecesor fue soja de primera al cual se le efectuó a modo de barbecho químico un paquete de insumos formados por: atrazina al 50% (3 litros ha⁻¹), 2,4 D al 100% (0,5 litros ha⁻¹), glifosato (3 litros ha⁻¹), y aceite agrícola como coadyuvante (0,4 litros ha⁻¹).

Las condiciones climáticas al momento de la siembra no fueron óptimas, ya que tuvo que esperarse unos días para la siembra debido a la presencia de escasas precipitaciones intermitentes en la zona para esa fecha. Previo y posterior a la fecha de siembra la zona se vio afectada por falta de precipitaciones dejando como consecuencia un perfil edáfico seco con baja disponibilidad hídrica.

El ensayo fue realizado en un sector del lote, utilizándose 10 ha siendo el total del mismo 50 ha, incluyendo en estas 10 también, el sector de borduras para un aislamiento con un cultivo de sorgo que se encontraba en el mismo lote. Cada tratamiento de fertilización nitrogenada fue del ancho de una pasada de la maquina sembradora, es decir su ancho de labor (8,4 metros) x un largo total de 1200 metros de los cuales se dividían las 3 replicas de cada tratamiento correspondiente repartidas equitativamente.

La recolección de cada muestra experimental fue cosechada respetando cada una de ellas en el sitio del ensayo.

Diseño del experimento

Para evaluar la respuesta de rendimiento del cultivo de maíz a la fertilización nitrogenada variable, se utilizó un diseño factorial, donde se toma como:

- Factor A: Densidad de población, con 2 niveles (60000 y 80000 plantas ha⁻¹)
- Factor B: Dosis de fertilización N, con 4 niveles (0, 40, 80 y 120 kg ha⁻¹).

El modelo estadístico fue:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Respuesta de rendimiento a la fertilización N y_{ijk} = Media de la población de la respuesta de rendimiento a la fertilización N μ + Efecto debido al Factor Densidad de población α_i + Efecto debido al Factor Dosis de fertilización β_j + Efecto debido a la interacción entre Densidad de población y Dosis de fertilización γ_{ij} + Residuo o error aleatorio (dentro) de cada parcela.

Análisis Estadístico

Los resultados para la variable rendimiento, expresada en kg ha⁻¹ fueron analizados mediante análisis de la varianza. La comparación entre las densidades de poblaciones y las distintas dosis de fertilización nitrogenada fueron realizadas mediante la prueba de Tukey. Se consideran significativas con un p valor < 0.05.

Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el programa Infostat.

Para que las conclusiones del ANOVA sean válidas, se debe verificar una serie de supuestos:

- Las muestras deben ser aleatorias e independientes. Dentro de cada tratamiento las observaciones deben ser independientes entre sí.
- Las observaciones de cada tratamiento deben proceder de poblaciones normales.
- Los tratamientos deben tener la misma variabilidad (homocedasticidad).

Resultados y discusión

En la Tabla 1 se encuentran detalladas las condiciones climáticas en el momento que fue realizado el ensayo.

Tabla 1. Parte agro meteorológico anual año 2011 y periodo enero-mayo 2012.
Fuente: EEA INTA Pergamino.

PARTE AGROMETEOROLOGICO ANUAL - ENERO A DICIEMBRE 2011									
MESES	TEMPERATURAS MEDIAS				HELIO- FANIA EFEC- TIVA h y décimos	VIENTO A 2 m Vel. km/h	HUME- DAD RELA- TIVA Media %	PRECI- PITA- CION Total mm	EVAPO- RACION TANQUE "A" Total mm
	EN ABRIGO METEO- ROLÓGICO A 1,50 m DE ALTURA			INTEM- PERIE 5 cm Min. °C					
	Max. °C	Media °C	Min. °C	Min. °C					
ENERO	30,0	22,5	15,1	13,5	9,8	7,8	70	234,0	5,12
FEBRERO	27,0	20,6	14,2	12,2	8,9	6,6	75	193,5	0,18
MARZO	26,6	18,4	10,1	8,5	8,7	5,0	72	64,5	3,85
ABRIL	24,0	16,2	8,4	6,4	7,0	6,7	71	75,0	2,53
MAYO	18,8	12,0	5,1	2,8	6,1	6,4	76	36,5	1,60
JUNIO	14,8	9,2	3,6	1,6	4,5	7,6	82	82,0	0,91
JULIO	15,3	7,7	0,3	-2,4	6,1	7,3	75	75,0	1,42
AGOSTO	15,9	9,0	2,2	-1,0	5,6	8,9	77	77,0	1,95
SEPTIEMBRE	22,3	14,1	5,9	2,8	8,5	11,6	65	65,0	4,36
OCTUBRE	21,8	14,9	8,2	5,5	7,0	8,6	73	73,0	4,42
NOVIEMBRE	29,4	21,3	13,2	10,3	9,3	10,1	66	66,0	6,19
DICIEMBRE	30,3	21,2	12,2	10,4	9,4	9,8	62	62,0	7,27

PARTE AGROMETEOROLOGICO ANUAL - ENERO A MAYO 2012									
MESES	TEMPERATURAS MEDIAS				HELIO- FANIA EFEC- TIVA h y décimos	VIENTO A 2 m Vel. km/h	HUME- DAD RELA- TIVA Media %	PRECI- PITA- CION Total mm	EVAPO- RACION TANQUE "A" Total mm
	EN ABRIGO METEO- ROLÓGICO A 1,50 m DE ALTURA			INTEM- PERIE 5 cm Min. °C					
	Max. °C	Media °C	Min. °C	Min. °C					
ENERO	33,5	24,5	15,9	13,0	10,5	9,2	63	82,0	6,98
FEBRERO	28,3	22,1	15,8	14,2	8,2	7,3	79	273,0	4,57
MARZO	25,9	19,2	12,5	11,8	8,2	6,9	79	140,8	3,68
ABRIL	23,1	15,8	8,5	6,6	7,1	5,4	74	17,0	2,77
MAYO	20,8	15,1	9,5	7,4	4,7	8,2	81	126,6	1,70

Tabla 2. Precipitaciones caídas durante el trabajo experimental, en el establecimiento San Bartolomé. Fuente: Establecimiento San Bartolomé.

AÑO 2011		AÑO 2012	
MES	MM	MES	MM
ENERO	167	ENERO	96
FEBRERO	119	FEBRERO	223
MARZO	52	MARZO	159
ABRIL	108	ABRIL	14
MAYO	45	MAYO	203
JUNIO	16	JUNIO	11
JULIO	10	TOTAL	706
AGOSTO	5		
SEPTIEMBRE	0		
OCTUBRE	68		
NOVIEMBRE	35		
DICIEMBRE	26		
TOTAL	651		

- Precipitaciones caídas durante el ensayo en el establecimiento San Bartolomé. Año 2011 y de enero – junio 2012.

Mm mensuales

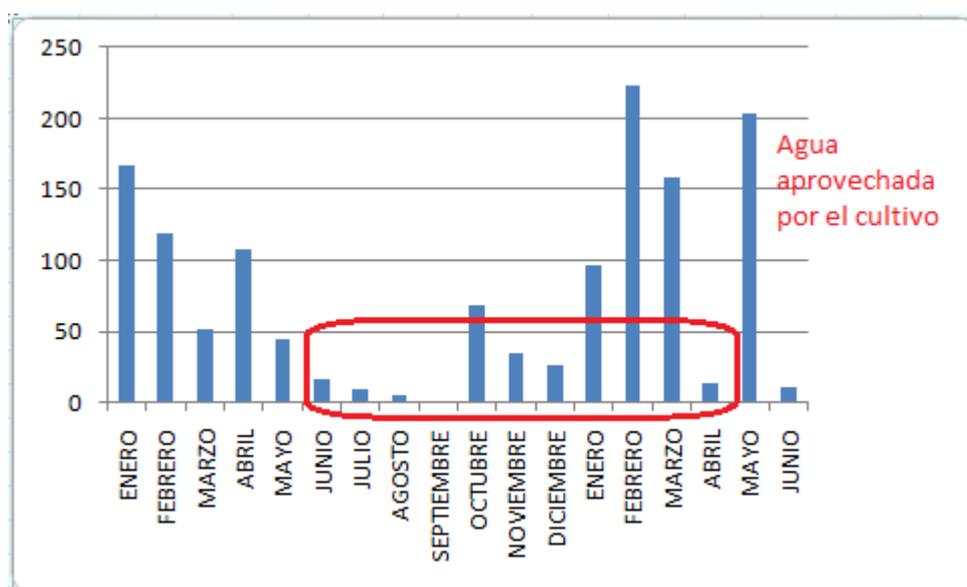


Figura n°2. Precipitaciones caídas durante el ensayo. Año 2011 y de enero – junio 2012. Fuente: establecimiento San Bartolomé.

Las precipitaciones registradas en el año 2011 y hasta junio de 2012 fueron de 651 mm y 706 mm respectivamente. Podemos observar que las precipitaciones del primer año mencionado están por debajo de la media anual histórica de la zona de 980-1000 mm, lo que deja marcado claramente el efecto “la niña” sobre los cultivos en la zona. Mientras que las precipitaciones del año siguiente estuvieron marcadamente por encima de la misma, ya que con solo llegar hasta mitad de año supero los milímetros caídos durante todo el periodo del año anterior. Y cerrando el año con un total de 1443 mm anuales.

En el gráfico n° 2 podemos notar también la escasa agua útil de precipitaciones que pudo aprovechar el cultivo para el periodo de junio a diciembre; sumando un total de 160 mm; meses en los cuales se refleja el agua que podría aprovechar este cultivo de verano, para definir su ciclo ontogénico.

Este dato de precipitación de 160 mm en su brecha de periodo de aprovechamiento hídrico, es uno de los factores principales junto con los golpes de calor del verano del bajo rendimiento en general que tuvo el ensayo. Teniendo en cuenta que maíces promedio precisan entre 500 y 600 mm de agua para cumplir su ciclo sin problemas.

N-NO₃ disponibles a la siembra

Calculo del N-NO₃ obtenido de 0-20 cm; y de 20-60 cm suelo

Profundidad N-NO₃	Calculo
N-NO ₃ 0-20 cm	26,78 Kg N ha ⁻¹
N-NO ₃ 20-60 cm	16,64 kg N ha ⁻¹

El N inicial en el suelo a partir de los análisis obtenidos fueron de 26,78 kg N ha⁻¹, para la profundidad de 0-20 cm y de 16,64 kg N ha⁻¹ para la profundidad de 20-60 cm sumando en el perfil de 43,42 kg N ha⁻¹.

Y teniendo en cuenta el aporte del fertilizante fosforado (MAP), aportando 11 kg N ha⁻¹, llegamos a un total de 54,42 Kg N ha⁻¹.

La eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN), fue limitante en el ensayo, debido a la deficiencia hídrica presente.

Comparación de la respuesta al rendimiento en kg ha⁻¹ del cultivo de maíz para las poblaciones de 60000 y 80000 plantas ha⁻¹

Se observó diferencia en el rendimiento de ambas densidades de población de plantas. En la siguiente tabla, se presenta el comportamiento de las diferentes densidades evaluadas en rinde en kg ha⁻¹.

Tabla 3. Rendimiento según densidad de población (Kg ha⁻¹).

Tratamiento	Rinde kg ha ⁻¹	
60000 plantas ha ⁻¹	2813	A
80000 plantas ha ⁻¹	3358	B

En la figura 4 los resultados muestran que la densidad de 80000 plantas ha⁻¹ es significativamente superior en rendimiento con respecto a la densidad de 60000 plantas ha⁻¹ (p-valor<0,05).

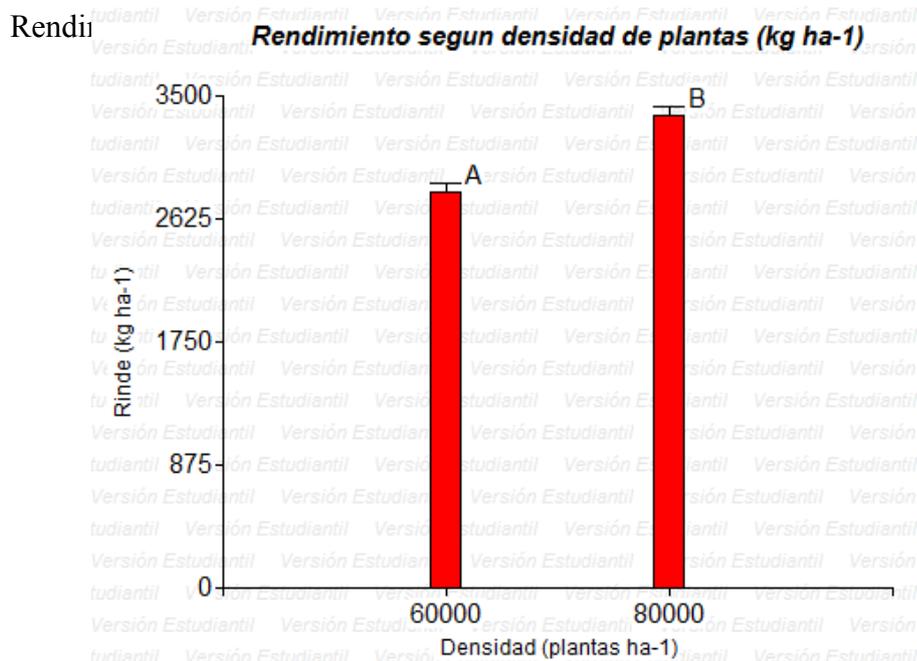


Figura 4: Efecto de la densidad de plantas en función del rendimiento (kg MS.Ha⁻¹). Letras distintas significan diferencias significativas de acuerdo al Test de Tukey (p < 0.05)

Comparación de la respuesta al rendimiento en kg ha⁻¹ del cultivo de maíz para la población de 60000 plantas ha⁻¹, con sus diferentes dosis de N.

Se observó diferencia en el rendimiento comparando las distintas dosis de nitrógeno. En la siguiente tabla, se presenta el comportamiento de las diferentes dosis nitrogenadas evaluadas en rinde en kg ha⁻¹.

Tabla 4. Rendimiento según dosis de fertilización N (kg ha⁻¹)

Tratamiento	Rinde kg ha-1	
0 kg N ha-1	2551	A
40 kg N ha-1	2868	A
80 kg N ha-1	3267	B
120 kg N ha-1	3659	C

En la figura 5 los resultados muestran que la dosis de 120 kg N ha⁻¹ es significativamente superior al resto de las dosis; teniendo esta diferencias significativas con todas las demás (p-valor<0,05). Lo mismo ocurre con la dosis de 80 kg N ha-1, frente a las dosis de 0 y 40 kg N ha-1, difiriendo significativamente. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de 0 y 40 kg N ha⁻¹.

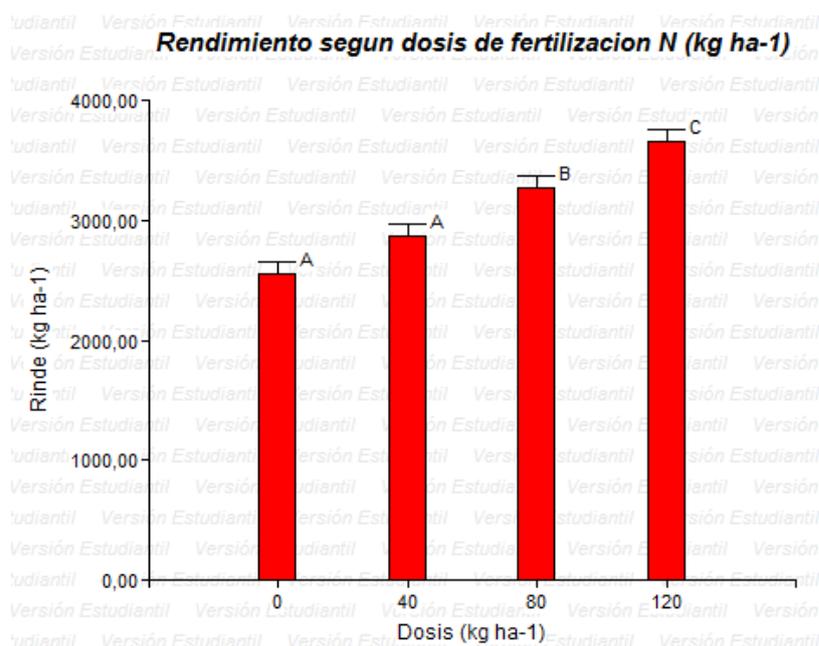


Figura 5: Efecto de la dosis de fertilización en función del rendimiento (kg MS.Ha-1). Letras distintas significan diferencias significativas de acuerdo al Test de Tukey (p < 0.05)

Los datos concluidos son similares a los reportados por Alessi y Power (1976), donde bien explica que la densidad óptima para rendimiento en grano puede cambiar en función de la especie, del cultivar y de las variables ambientales y de manejo. Si bien concuerda con el ensayo en cuanto a lo que se refiere a variable ambiental, cabe destacar que sería necesario además analizar en otros ensayos el comportamiento de este u otros híbridos frente a las demás variables en cuestión.

También se puede confirmar lo reportado por Gardner y Gardner (1983), donde hacen hincapié que 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.

Los resultados de este trabajo concuerdan con lo observado por Ermácora et al., (2012) donde los planteos comenzaron el ciclo del cultivo con un crecimiento vegetativo y un consumo de agua muy importante hasta aproximadamente V14-V15. Sin embargo, y a partir de allí, la presencia del horizonte B textural fuerte en los ensayos conducidos en S.A. de Areco y Capitán Sarmiento y la falta de reposición del agua consumida en etapas vegetativas, afectaron al cultivo en su exploración radicular y en el aprovechamiento del agua almacenada en todo el horizonte. A esta limitación en la disponibilidad hídrica se le sumó la alta demanda atmosférica (temperatura máxima y mínima muy alta, valores de radiación muy altos y baja humedad relativa) durante gran parte del período crítico del cultivo, dando como resultado rendimientos muy bajos, del orden de 3000 kg Ha⁻¹.

Conclusiones

- Podemos inferir que, el híbrido elegido para nuestro ensayo tuvo un mejor comportamiento de rendimiento con la densidad de 80000 plantas ha⁻¹, y presentando también diferencias significativas frente a la densidad de 60000 plantas ha⁻¹.
- Al no concluir con una de nuestras hipótesis en estudio, que se esperaba un mejor comportamiento en rendimiento del cultivo con la densidad de 60000 plantas ha⁻¹ en comparación con la densidad de 80000 plantas ha⁻¹; se creería conveniente realizar nuevos ensayos para ver como se comportaría esta variable en otros ambientes productivos o bien también con otros híbridos del mercado.
- Con respecto a la variable de fertilización nitrogenada, si pudimos confirmar nuestra hipótesis que la que mejor comportamiento de rendimiento tuvo fue la de 120 kg N ha⁻¹, frente a los demás tratamientos. Por lo que se recomienda aplicar esta dosis a pesar de la coyuntura climática- ambiental para la zona de Arrecifes y sus ambientes similares.
- Para generalizar, podemos decir que, cualquier variable que estudiemos en el cultivo de maíz en un escenario climático con fase “la niña” ; “el niño” o neutro; sería muy importante su estudio y replicación en diferentes zonas de producción, texturas de suelo, etc, debido a la poca plasticidad tanto vegetativa como reproductiva que tiene este cultivo frente al escenario productivo que estamos analizando.

Anexo I

Medidas de resumen

Medidas resumen

Densidad	Dosis	Variable	n	Media	D.E.	Var(n-1)	CV	Mín	Máx
60000	0	Rinde	3	780,67	45,39	2060,33	5,81	731,00	820,00
60000	40	Rinde	3	888,33	48,44	2346,33	5,45	834,00	927,00
60000	80	Rinde	3	975,67	131,86	17386,33	13,51	836,00	1098,00
60000	120	Rinde	3	1106,33	53,00	2809,33	4,79	1047,00	1149,00
80000	0	Rinde	3	920,00	101,48	10299,00	11,03	805,00	997,00
80000	40	Rinde	3	1023,33	79,61	6337,33	7,78	950,00	1108,00
80000	80	Rinde	3	1202,33	66,34	4400,33	5,52	1126,00	1246,00
80000	120	Rinde	3	1332,67	63,57	4041,33	4,77	1282,00	1404,00

Análisis de la varianza

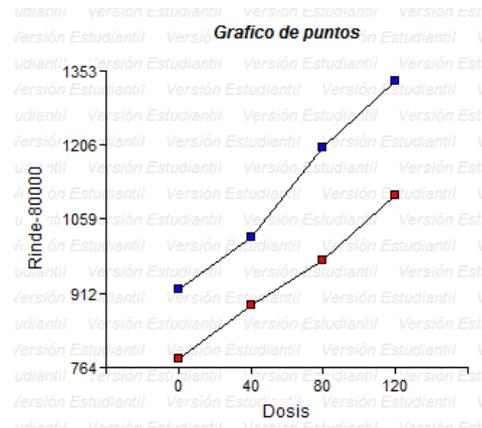
Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rinde	24	0,86	0,83	7,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	661369,83	4	165342,46	28,21	<0,0001
Densidad	198380,17	1	198380,17	33,85	<0,0001
Dosis	462989,67	3	154329,89	26,33	<0,0001
Error	111345,50	19	5860,29		
Total	772715,33	23			

Paralelismo

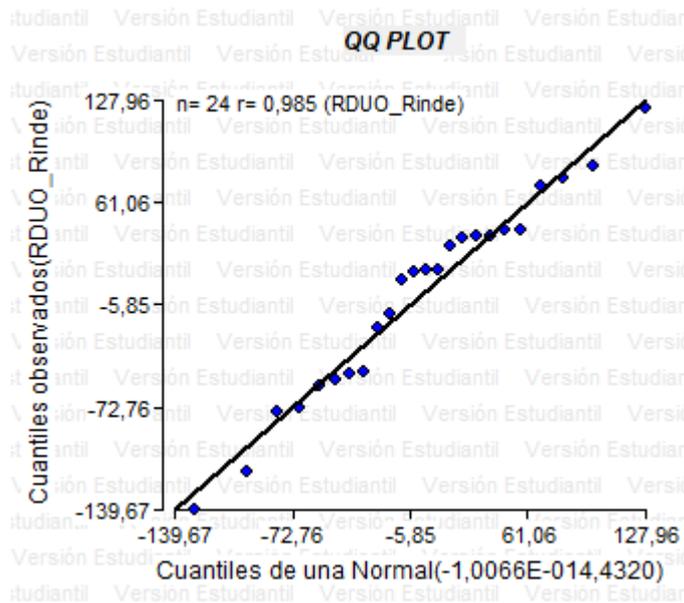


Los tratamientos parecen comportarse en forma más o menos paralela, por lo que demuestra que no hay interacción.

Supuestos de ANOVA de 2 factores del Diseño Factorial

Normalidad

QQ PLOT



Ho: Los residuos presentan una distribución normal

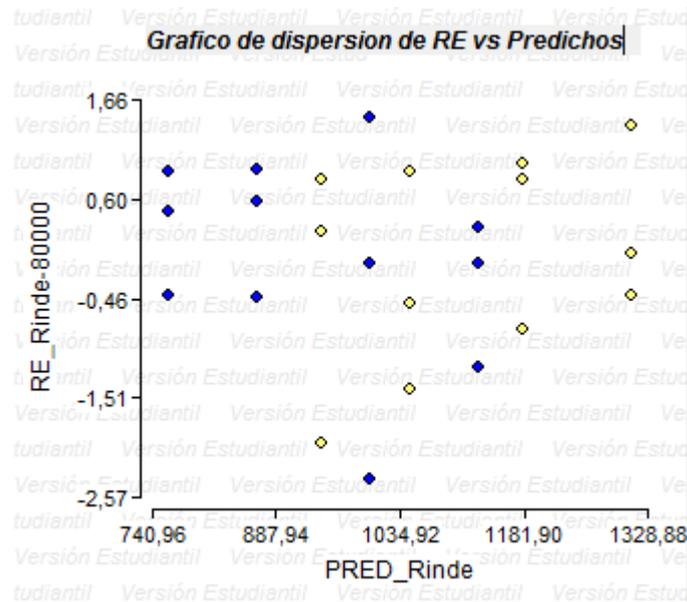
H1: Los residuos no presentan una distribución normal.

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Rinde	24	0,00	69,58	0,92	0,2004

Como $p_v > 0,05$ no rechazo Ho. No hay evidencias significativas de que los residuos no presenten una distribución normal.

Homocedasticidad



Levene

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Rinde	24	0,32	0,02	64,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9184,13	7	1312,02	1,07	0,4275
Dosis_Densidad	9184,13	7	1312,02	1,07	0,4275
Error	19687,63	16	1230,48		
Total	28871,76	23			

H₀: las varianzas de los distintos tratamientos son iguales.

$$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2 = \sigma_5^2 = \sigma_6^2 = \sigma_7^2 = \sigma_8^2 = \sigma^2$$

H₁: la varianza de alguno de los tratamientos difiere del resto.

$$\sigma_i^2 \neq \sigma^2$$

Como $p_v > 0,05$, en la variable tratamientos, no rechazo H₀.

Por lo tanto no hay evidencias significativas de que las varianzas de alguno de los tratamientos sean distintas. No hay evidencias de heterocedasticidad.

Resultados de ANOVA de 2 factores del Diseño Factorial

H₀= La densidad de población no produce efecto.

$$\alpha_i=0$$

H₀= La dosis de fertilización no tiene efecto.

$$\beta_j=0$$

H₀= No existe interacción entre la densidad de población y las dosis de fertilización.

$$\gamma_{ij}=0$$

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rinde	24	0,87	0,82	7,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	673354,67	7	96193,52	15,49	<0,0001
Densidad	198380,17	1	198380,17	31,95	<0,0001
Dosis	462989,67	3	154329,89	24,85	<0,0001
Densidad*Dosis	11984,83	3	3994,94	0,64	0,5983
Error	99360,67	16	6210,04		
Total	772715,33	23			

- Como el p_v de la interacción es mayor 0,05 no rechazo H₀. No hay evidencias significativas de que existe interacción entre las densidades de población y las dosis de fertilización. Por lo tanto el efecto de la densidad no depende de la dosis.
- El p_v de la densidad es menor a 0,05, por lo tanto rechazo H₀. Hay evidencias significativas de que el densidad produce efecto.
- El p_v de la dosis es menor a 0,05, por lo tanto rechazo H₀. Hay evidencias significativas de que la dosis tiene efecto.

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=65,41210

Error: 5860,2895 gl: 19

Densidad	Medias	n	E.E.	
60000	937,75	12	22,10	A
80000	1119,58	12	22,10	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=124,27691

Error: 5860,2895 gl: 19

Dosis	Medias	n	E.E.	
0	850,33	6	31,25	A
40	955,83	6	31,25	A
80	1089,00	6	31,25	B
120	1219,50	6	31,25	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo II

➤ Tabla n°1. Histórico precipitaciones.

AÑO	MM ANUALES
2001	1343
2002	1306
2003	1060
2004	998
2005	844
2006	1113
2007	1200
2008	611
2009	1330
2010	957
2011	651
2012	1443
2013	696
PROMEDIO	1042

➤ *Figura n°1. Histórico precipitaciones. Periodo 2001-2013. Establecimiento San Bartolomé.*

➤ Precipitaciones anuales

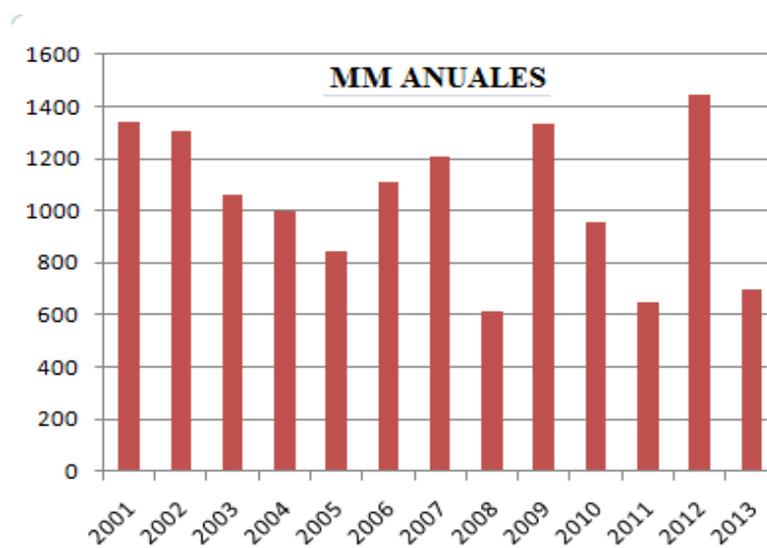
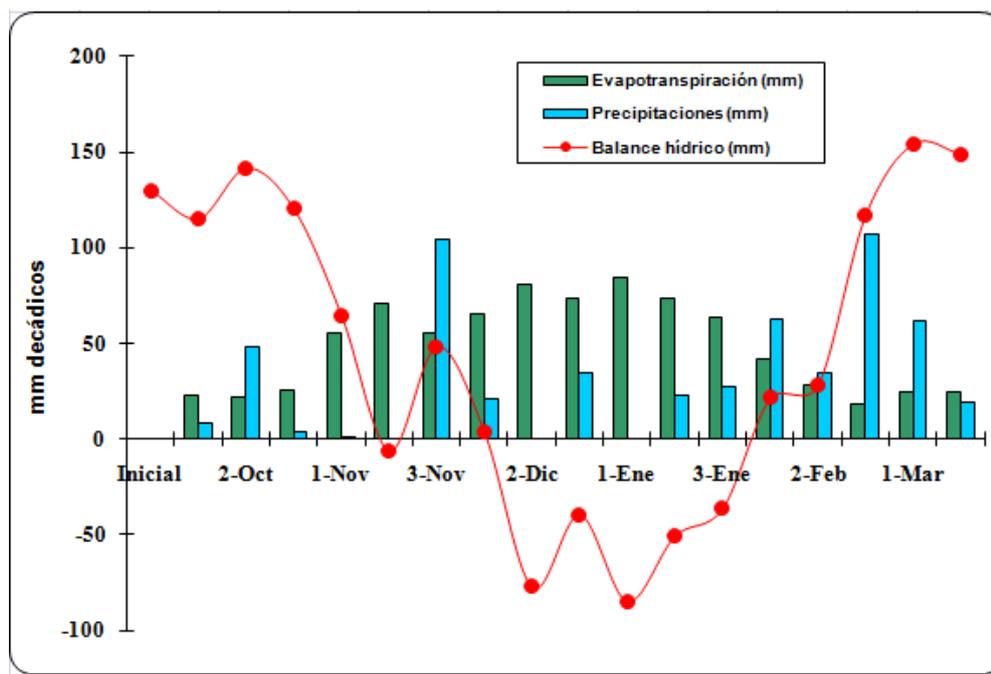


Figura n°2. Histórico precipitaciones del establecimiento San Bartolomé – 2001-2013. Fuente: Establecimiento San Bartolomé.

Evapotranspiración – Balance hídrico y precipitaciones medidos para el periodo septiembre 2011 – marzo 2012.



Pergamino 2011/12	Inicial	2-Set	3-Set	1-Oct	2-Oct	3-Oct	1-Nov	2-Nov	3-Nov	1-Dic	2-Dic	3-Dic	1-Ene	2-Ene	3-Ene	1-Feb	2-Feb	3-Feb	1-Mar	2-Mar	
Et. potencial=mm/10 días		39	41	49	40	42	62	62	56	81	71	67	96	70	47	55	38	39	1		
Et. maíz=(mm/mes)		13,6	20,7	24,5	33,7	35,7	53,0	74,9	67,0	96,8	84,6	63,4	91,6	66,1	28,0	33,1	22,9	23,5	43,1		
Precipitaciones		32,0	4,0	39,9	26,5	9,5	30,0	7,0	11,0	0,0	1,0	13,0	0,0	30,0	52,0	156,9	32,1	89,0	76,5	610,4	
Balance Hídrico	140	158	142	157	150	124	101	33	-23	-97	-84	-50	-92	-36	24	148	157	222	256		
																					Total Deficit ==> -382

Figura n°3. Evapotranspiración – Balance hídrico y precipitaciones medidos para el periodo septiembre 2011 – marzo 2012(Pergamino). Fuente: EEA INTA Pergamino.

➤ Precipitaciones mensuales.

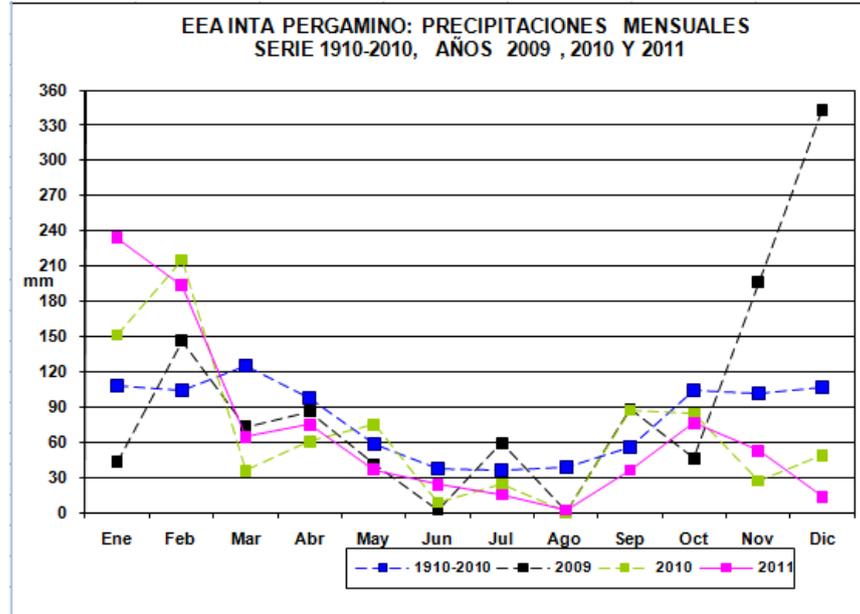


Figura n°4. Precipitaciones mensuales. Serie 1910-2010, años 2009, 2010 y 2011. Fuente: EEA INTA Pergamino.

➤ Precipitaciones medias mensuales.

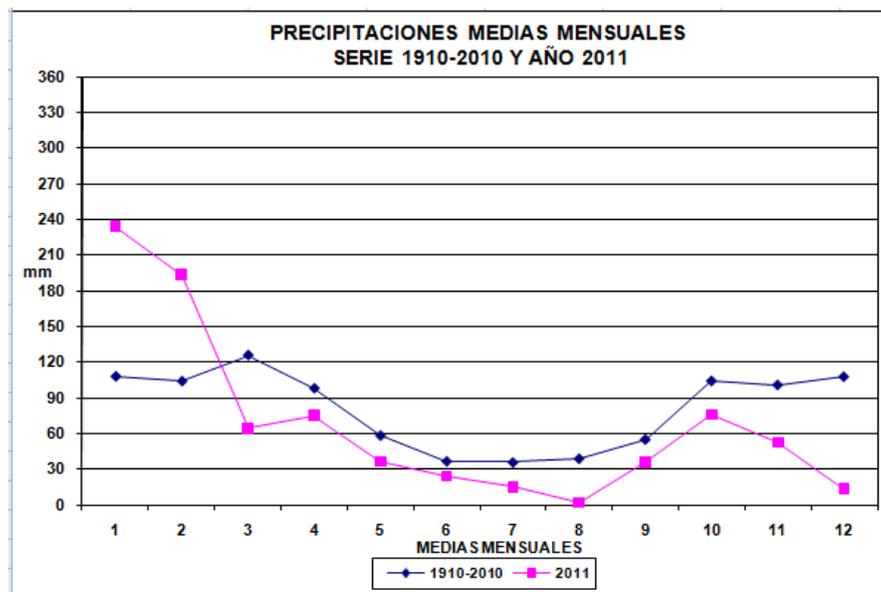


Figura n°5. Precipitaciones medias mensuales. Serie 1910-2010 y año 2011. Fuente: EEA INTA Pergamino.

➤ Temperaturas mínimas medias mensuales.

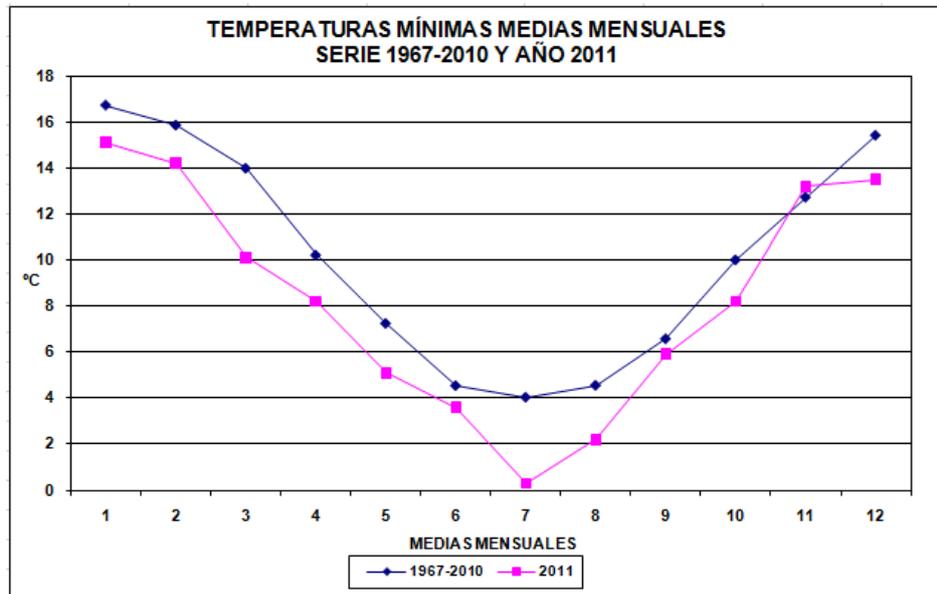


Figura n°6. Temperaturas mínimas medias mensuales. Serie 1967-2010. Fuente: EEA INTA Pergamino.

➤ Temperaturas máximas medias mensuales.

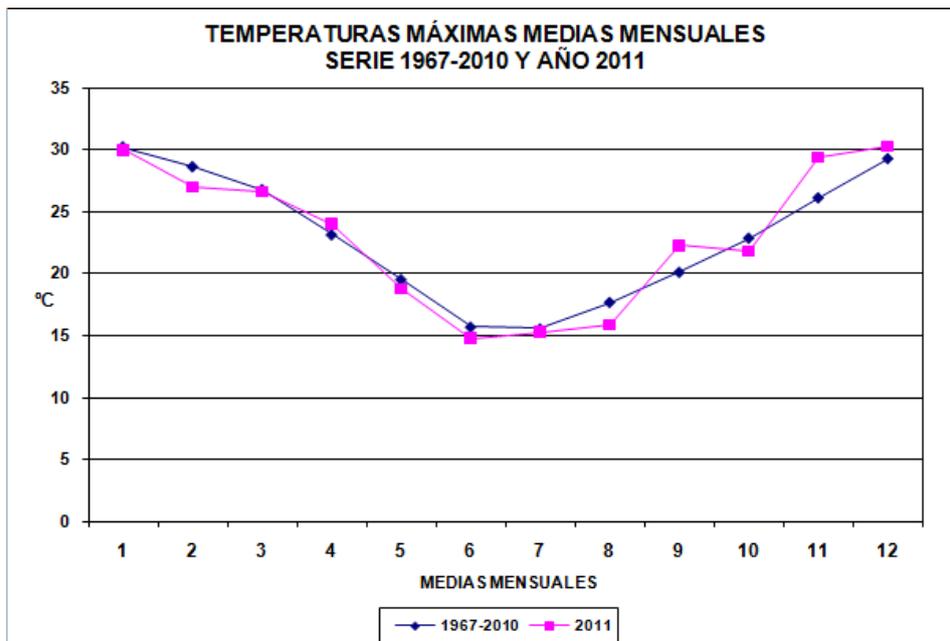


Figura n°7. Temperaturas máximas medias mensuales. Serie 1967-2010. Fuente: EEA INTA Pergamino.

Anexo III

Descripción del perfil modal de las series analizadas en el trabajo experimental.

Suelo clase IIe

Serie Arrecifes

- ✓ SNM relieve: paisaje de lomas moderadamente onduladas y pendientes de la Cuenca del Arroyo Arrecifes, en posición de lomas de la Subregión Pampa Ondulada Alta
- ✓ pendiente: del 1 al 3%.
- ✓ escurrimiento: medio
- ✓ permeabilidad: moderada
- ✓ drenaje natural: bien drenado
- ✓ peligro de anegamiento: poco
- ✓ peligro de erosión: si (hídrica)
- ✓ alcalinidad: no alcalino
- ✓ salinidad: no salino
- ✓ vegetación: agrícola.

Ap: 0-18 cm.

Pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco; franco limoso; granular fina débil; muy friable; raíces abundantes; límite claro suave.

ABt: 18

-27 cm.

Pardo oscuro (10YR 3/3) en húmedo; pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco; franco arcillo limoso; bloques subangulares medios moderados; muy friable; moteados comunes, finos, precisos; raíces abundantes; límite claro suave.

Bt: 27-60 cm.

Pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; pardo (7.5YR 5/2) en seco; arcillo limoso; prismas compuestos irregulares gruesos fuertes que rompe en bloques angulares y subangulares medios; ligeramente duro; firme; muy plástico y muy adhesivo; moteados comunes, finos, precisos; raíces abundantes; barnices "clay skins" abundantes; límite claro suave.

Bt: 60-80 cm.

Pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; pardo (7,5YR 5/4) en seco; franco arcillo limoso; moteados escasos débiles finos; prismas compuestos irregulares medios moderados que rompe en bloques subangulares; firme; muy plástico y muy adhesivo; moteados escasos finos y débiles; raíces abundantes; barnices "clay skins" comunes; límite gradual suave.

BC1: 80-105 cm.

Pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo, amarillo rojizo (7,5YR 6/6) en seco; franco arcillo limoso; moteados escasos, débiles, finos; bloques angulares irregulares medios fuertes; muy friable; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; moteados escasos finos y débiles; barnices "clay skins" escasos; límite gradual, suave.

BC2: 105-135 cm.

Pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo; franco limoso; bloques subangulares débiles; muy friable; no plástico y no adhesivo; barnices "clay skins" muy escasos; límite difuso.

2Ck: 135-170 cm.

Pardo a pardo oscuro (7,5YR 4/4) en húmedo; pardo (7,5YR 5/4) en seco; franco limoso; masivo; no plástico y no adhesivo; concreciones calcáreas abundantes; fuerte efervescencia.

Anexo IV

Análisis de suelo a la siembra

DATOS DE LA MUESTRA	
Fecha Recepción: 06/09/2011	Profundidad (cm): 0-20 cm
Lote: SB 13	Nº Análisis: 512011
Muestra: ALTA	

RESULTADOS			
Determinación	Metodología	Valor	Interpretación
Carbono Orgánico	Walkley & Black	1,67%	Moderado
Materia Orgánica	Cálculo	2,88%	Moderado
N-NO ₃	Diazotación con SNEDD	10,3 ppm	Bajo
NO ₃	Cálculo	45,6 ppm	Bajo
Fósforo disponible	Bray I	13,1 ppm	Moderado
pH	Rel. Suelo:Agua 12,5	6,45	Levemente ácido

DATOS DE LA MUESTRA	
Fecha Recepción: 06/09/2011	Profundidad (cm): 20-60 cm
Lote: SB 13	Nº Análisis: 522011
Muestra: ALTA	

RESULTADOS			
Determinación	Metodología	Valor	Interpretación
N-NO ₃	Diazotación con SNEDD	3,2 ppm	Muy bajo
NO ₃	Cálculo	14,2 ppm	Muy bajo

Anexo V

Control de siembra

Tabla n°2. Conteo de semillas a la siembra para el ambiente con 60000 semillas ha⁻¹ (en 5m lineales de surco).

N° PLANTA	SURCO 1	SURCO 2	SURCO 3	SURCO 4
1	0	0	0	0
2	30	25	32	41
3	63	64	60	73
4	94	86	120	128
5	130	127	132	156
6	178	160	170	188
7	190	165	215	223
8	255	241	258	248
9	287	276	294	284
10	322	306	306	334
11	328	331	360	340
12	387	370	400	403
13	415	410	428	438
14	448	430	460	480
15	470	470	498	515
16	492	504	524	
17	525			

Expresado en mts	5,13	5,04	5,24	5,15
Plantas contadas	17	16	16	15
Expresado en pl/m.	3,314	3,175	3,053	2,913
Promedio en 20 mts	3,114		19047	
Semillas/ha	59305			

Control de siembra

Tabla n°3. Conteo de semillas a la siembra para el ambiente con 80000 semillas ha⁻¹ (en 5m lineales de surco).

N° PLANTA	SURCO 1	SURCO 2	SURCO 3	SURCO 4
1	0	0	0	0
2	22	20	25	26
3	49	46	30	47
4	73	70	55	52
5	79	106	87	95
6	121	130	123	118
7	142	158	152	143
8	163	183	185	171
9	198	205	215	201
10	233	223	257	243
11	261	252	263	279
12	286	278	291	307
13	324	304	316	332
14	360	334	345	360
15	366	370	371	389
16	408	400	398	418
17	431	429	427	443
18	442	450	439	465
19	458	468	450	480
20	480	494	477	492
21	495	522	491	515
22	528		510	
Expresado en mts	5,3	5,22	5,02	5,15
Plantas contadas	22	21	22	21
Expresado en pl/m.	4,151	4,023	4,382	4,078
Promedio en 20 mts	4,159			
Semillas/ha	79207			

Control de logros

Tabla n°4. Conteo de semillas logradas para el ambiente con 60000 plantas ha⁻¹ (en 5 m lineales de surco).

DENSIDAD 60000 PLANTAS				
N° PLANTA	SURCO 1	SURCO 2	SURCO 3	SURCO 4
1	0	0	0	0
2	30	25	32	41
3	63	64	60	73
4	94	127	120	128
5	130	160	132	156
6	178	241	170	188
7	190	276	215	223
8	255	306	258	248
9	287	331	294	284
10	322	370	306	334
11	328	410	360	403
12	387	430	400	438
13	477	455	460	480
14	496	478	498	491
15	517	495	525	502
16		513		
Expresado en mts	5,17	5,13	5,25	5,02
Plantas contadas	15	16	15	15
Expresado en pl/m.	2,901	3,119	2,857	2,988
Promedio en 20 mts	2,966		19047	
Plantas/ha	56500			
Densidad obj.	60000			
Logros (%)	0,942			

Control de logros

Tabla n°5. Conteo de semillas logradas para el ambiente con 80000 plantas ha⁻¹ (en 5 m lineales de surco).

DENSIDAD 80000 PLANTAS				
N° PLANTA	SURCO 1	SURCO 2	SURCO 3	SURCO 4
1	0	0	0	0
2	22	20	25	26
3	49	46	55	47
4	73	70	87	52
5	121	106	123	95
6	142	130	152	143
7	163	183	185	171
8	198	205	215	201
9	233	252	257	243
10	261	278	263	307
11	286	304	291	332
12	324	334	316	360
13	360	370	345	389
14	408	400	398	418
15	431	429	427	443
16	456	450	455	465
17	468	468	479	477
18	482	480	488	485
19	498	494	497	494
20	508	505	512	507

Expresado en mts	5,08	5,05	5,12	5,07
Plantas contadas	20	20	20	20
Expresado en pl/m.	3,937	3,960	3,906	3,945
Promedio en 20 mts	3,937			
Plantas/ha	74990			
Densidad obj.	80000			
Logros (%)	0,937			

Anexo VI

➤ Plano del ensayo.

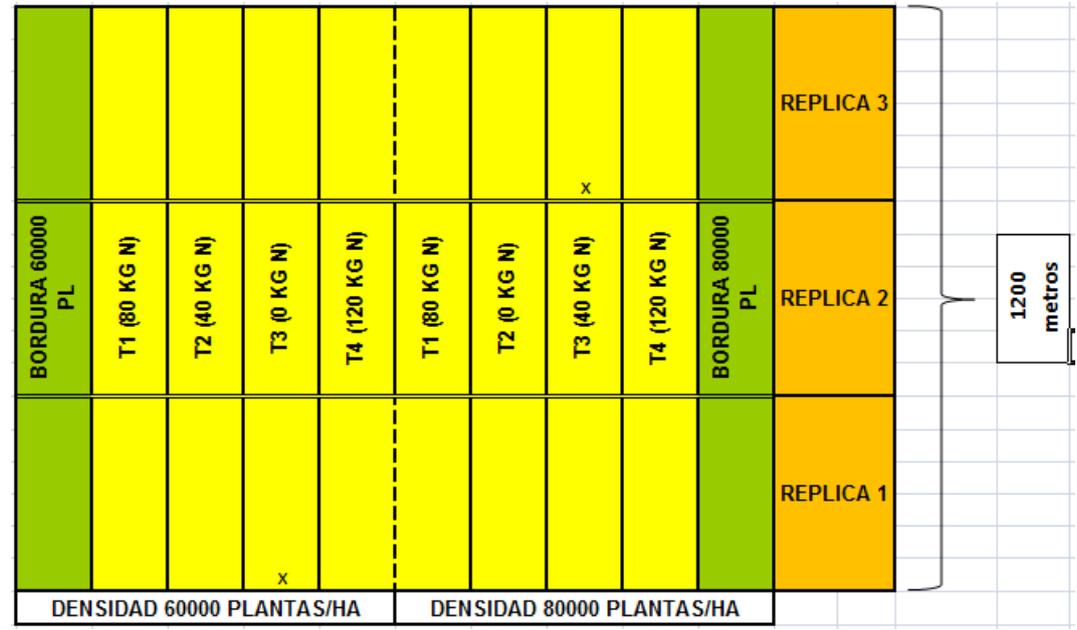


Figura n°8. Plano del ensayo. Establecimiento San Bartolomé

➤ Tabla n°6. Rendimiento por parcela para ambas densidades de plantas. Establecimiento San Bartolomé

	DENSIDAD 60000 PLANTAS HA-1				DENSIDAD 80000 PLANTAS HA-1			
	80 Kg N	40 Kg N	0 Kg N	120 Kg N	80 Kg N	0 Kg N	40 Kg N	120 Kg N
	993	927	731	1123	1235	805	950	1312
	1098	834	820	1047	1246	997	1108	1404
	836	904	791	1149	1126	958	1012	1282
Promedio 3 parcelas	976	888	781	1106	1202	920	1023	1333
Rinde prom. Ha-1	2927	2665	2342	3319	3607	2760	3070	3998

Anexo VII



Figura n°10. Siembra del ensayo. Octubre 2011



Figura n°11. Germinación de la plántula. Octubre 2011



Figura n° 12. Avance del cultivo – 12 de noviembre de 2011.



Figura n°13. Avance del cultivo – 2 de diciembre de 2011.



Figura n° 14. Stress hídrico por golpe de calor y falta de precipitaciones. Diciembre 2012



Figura n° 15. Periodo de floración para ambas densidades. Enero 2012.



Figura n°16. Stress hídrico por golpe de calor y falta de precipitaciones. Marzo 2012



Figura n° 17. Materiales utilizados para el análisis de suelo.

Anexo VIII

El fenómeno El Niño

Gran parte de la predictibilidad depende de la circulación en la atmósfera tropical. El Niño – Oscilación del Sur (ENSO): interacción océano/atmósfera en el pacífico tropical.

Una forma de clasificación: 3 fases

- El Niño
- Neutro
- La Niña

Maíz – El Niño

Predomina en este caso la tendencia hacia rindes altos o hacia rindes normales a altos. Éstos se concentran en el sudoeste de Chaco, gran parte de Córdoba y departamentos del centro y sur de Santa Fe. También se hallaron tendencias hacia rindes normales a altos en departamentos dispersos de Entre Ríos y del noreste de Buenos Aires. Sobre el sudoeste de Buenos Aires (zona marginal para el maíz) se hallaron algunos resultados contradictorios, posiblemente por la decisión tomada de calcular los rendimientos en función de la superficie sembrada y no de la superficie cosechada.

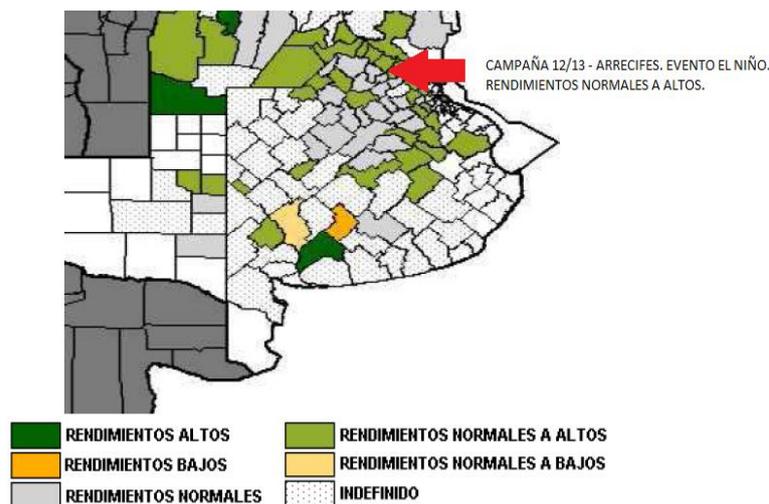


Figura n°14. Campaña 12/13 – Arrecifes. Evento “El niño”. Rendimientos normales a altos. Fuente: AACREA

Maíz – La Niña

Predomina en este caso la tendencia hacia rindes bajos o hacia rindes normales a bajos. Éstos se concentran en Córdoba, centro y sur de Santa Fe y La Pampa. También se hallaron tendencias hacia rindes normales a bajos en varios departamentos de Entre Ríos.

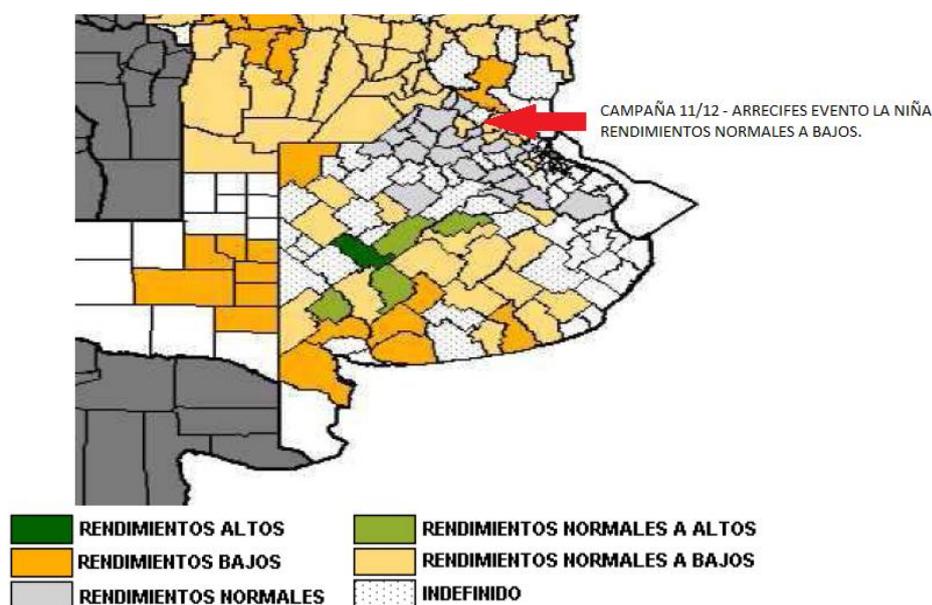


Figura n°15. Campaña 11/12 – Arrecifes evento “La niña” rendimientos normales a bajos. Fuente: AACREA

- Tabla n°7. Probabilidad de ocurrencia evento “El niño” o “La niña” en base a rendimientos

MAÍZ			EL NIÑO			LA NIÑA		
			RENDIMIENTOS					
PROVINCIA	DEPARTAMENTO	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	BAJO	NORMAL	ALTO	BAJO	NORMAL	ALTO
Buenos Aires	25 de Mayo	0,877	10,0%	90,0%	10,0%	10,0%	80,0%	10,0%
Buenos Aires	9 de Julio	0,871	10,0%	90,0%	0,0%	0,0%	90,0%	10,0%
Buenos Aires	Adolfo Alsina	0,707	10,0%	40,0%	40,0%	40,0%	40,0%	30,0%
Buenos Aires	Adolfo González Chaves	0,714	20,0%	40,0%	40,0%	40,0%	30,0%	30,0%
Buenos Aires	Alberti	0,792	0,0%	90,0%	10,0%	10,0%	80,0%	10,0%
Buenos Aires	Ayacucho	0,697	20,0%	50,0%	30,0%	30,0%	40,0%	30,0%
Buenos Aires	Azul	0,765	10,0%	60,0%	20,0%	30,0%	60,0%	10,0%
Buenos Aires	Balcarce	0,564	20,0%	60,0%	20,0%	30,0%	60,0%	10,0%
Buenos Aires	Baradero	0,708	10,0%	60,0%	30,0%	30,0%	60,0%	10,0%
Buenos Aires	Bartolomé Mitre	0,730	10,0%	80,0%	10,0%	30,0%	60,0%	10,0%
Buenos Aires	Benito Juárez	0,827	10,0%	80,0%	10,0%	30,0%	60,0%	10,0%
Buenos Aires	Bolívar	0,721	20,0%	60,0%	20,0%	10,0%	60,0%	30,0%
Buenos Aires	Bragado	0,825	0,0%	90,0%	10,0%	10,0%	80,0%	10,0%
Buenos Aires	Cañuelas	0,797	10,0%	60,0%	30,0%	30,0%	40,0%	30,0%
Buenos Aires	Campana	0,697	0,0%	90,0%	10,0%	30,0%	80,0%	0,0%

Lluvias mensuales medias en las fases del ENSO

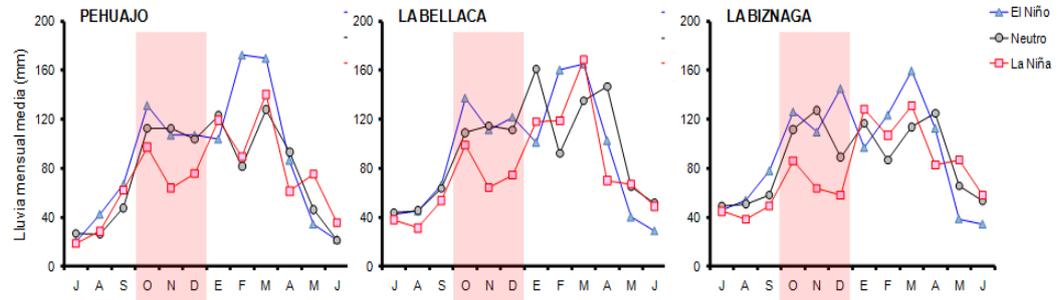


Figura n°16. Lluvias mensuales medias Pehuajo (1971-2008), La Bellaca (1971-2009) y La Biznaga (1971-2009).

Hasta 40% de la variabilidad de lluvias (en los meses marcados) se explica por las fases del ENSO

Impactos del ENSO en los cultivos

- Relación entre el ENSO y el rinde de los cultivos:
 - Lluvias durante el ciclo del cultivo
 - Lluvias previas a la siembra del cultivo
 - Desarrollo de enfermedades y plagas
- Heterogeneidad espacial de los impactos
 - Diferencias en las señales climáticas entre regiones
 - Diferencias en condiciones agroecológicas
 - Diferencias en los modelos de producción

Impactos del ENSO en el maíz

Rindes de maíz del CREA

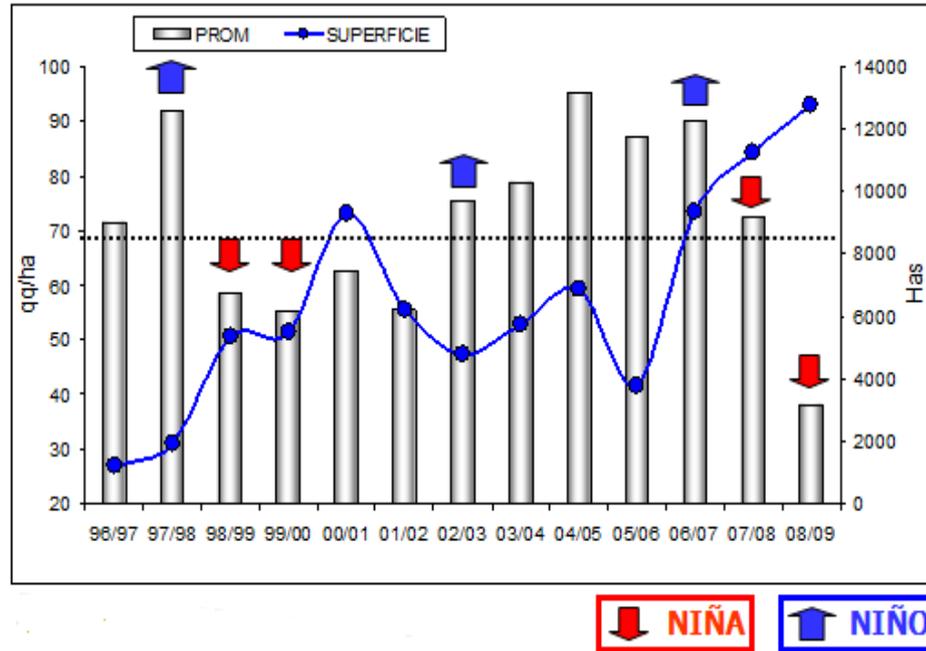


Figura n° 17. Rinde de maíz del CREA. Años “Niña” “Niño” y “Neutro. Fuente: AACREA.

Bibliografía

- Albarenque S.M. ; Caviglia O.P; Melchiori R.J.M. (2012). Evaluación de la eficiencia en el uso de Nitrógeno y respuesta a la fertilización Nitrogenada por ambiente en cultivo de maíz. Publicación INTA EEA Paraná, CONICET, FCA-UNER. 1.
- Satorre, E. Kruk, B. Densidad y arreglo espacial del cultivo. En Pascale, A.J (ed.). producción de granos, Buenos Aires, Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires, 1º edición, 2003, pag.288.
- Andrade F.H; Vega C.R. Densidad de plantas y espaciamiento entre hileras. En Andrade, F.H; Sadras V.O (eds). Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. Buenos Aires, EEA INTA Balcarce – Facultad de Ciencias Agrarias UNMP, 2da edición, 2002 pag.97, 108, 110, 111, 113, 114.
- Heinzenknecht, G.M (2005). Subproyecto Riesgo y seguro agropecuario – Impacto de “el niño” y “la niña” sobre los rendimientos de los principales cultivos de las provincias de la región pampeana. 9-11, 42.
- Bert F. (2005). Información climática y estrategias de cultivo. FAUBA, CONICET, AACREA, CULTIVAR.
- www.webdelcampo.com/agricultura/1104-fertilizacion-con-dosis-variable-optimizando-la-eficiencia-de-uso-del-agua-y-del-nitrogeno-de-maiz.html. Fecha de consulta: Agosto, 2013.
- www.agriculturadeprecision.org/articulos/dosisvariable.asp?tit=Dosis%20Variable. Fecha de consulta: Julio, 2013.
- Ermacora, M. (2011). Ensayos comparativos de planteos productivos e híbridos: fecha de siembra convencional vs tardía. Publicación Red CREA Norte de Buenos Aires.7,10.