



# MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LA INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA.



## AGRICULTURA DE PRECISIÓN EN EL CULTIVO DE MAÍZ

### INTEGRANTES:

BIGATTON, Ezequiel Darío.  
BONETTO DEMARIA, Matías.  
DE BATTISTA TOLOSA, Franco.  
OCHOA, Agustín.  
SORIA RAIMONDETTO, Francisco.

### TUTORES:

BALZARINI, Mónica.  
PACCIORETTI, Pablo.

2018

## RESUMEN

A partir de datos de rendimiento recabados por productores argentinos y estadounidenses mediante herramientas de agricultura de precisión, se puede llevar a cabo un manejo óptimo de los recursos escasos de la producción agropecuaria. Vincular datos de rendimiento geoposicionados al tipo de suelo y análisis de fertilidad de cada una de las unidades de producción; permiten al momento de la siembra ajustar la dosis de fertilizante nitrogenado y densidad de siembra en función de la aptitud micro ambiental de cada lote. A través de Modelos Lineales Mixtos se evaluó la respuesta del cultivo de maíz frente a los cambios de dosis de fertilizante nitrogenado y densidad de siembra. Para obtener la ecuación de rendimiento y realizar los cálculos económicos que determinan el margen bruto para cada situación, se ajustaron regresiones. Los resultados obtenidos indican que la generación del rendimiento en maíz depende de la interacción entre la densidad de siembra y dosis de fertilización nitrogenada. Alcanzar el óptimo de rendimiento físico, no coincide con el rendimiento que genera el mayor margen bruto; esto muestra que la importancia de conocer el óptimo económico para evitar incorporar fertilizantes en excesos que aumenten el riesgo económico y ambiental.

Palabras Claves: Maíz, Agricultura de Precisión, Dosis Variable, Nitrógeno, Margen Bruto Maíz.

## Contenido

RESUMEN .....	2
Índice de Tablas.....	4
Índice de Ilustraciones .....	6
Introducción .....	7
Objetivo General .....	9
Objetivos específicos.....	9
Materiales y Métodos .....	9
Datos .....	9
Análisis Estadísticos y Económicos.....	13
RESULTADOS .....	14
DISCUSIÓN.....	30
CONCLUSIÓN .....	31
ANEXO .....	32
BIBLIOGRAFÍA.....	34

## Índice de Tablas.

Tabla 1 Número de sitios (n) estudiados por productor, Dosis de Nitrógeno en $\text{Kg.ha}^{-1}$ y Densidad de siembra utilizada en plantas. $\text{ha}^{-1}$ (Todas las dosis de nitrógeno, fueron probadas en todas las densidades de siembra). .....	11
Tabla 2 Determinación de los tipos de suelos predominantes en cada uno de los campos de los productores estudiados con su taxonomía, aptitud de uso agrícola y limitantes principales para el crecimiento y desarrollo de los cultivos.....	11
Tabla 3 Comparación de medias ajustadas y Error Estándar (EE) de rendimiento ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) en función de Nitrógeno ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ y densidad de siembra ( $\text{pl.ha}^{-1}$ ). Productor N°1.....	16
Tabla 4 Comparación de medias ajustadas y Error Estándar (EE) de rendimiento ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) en función de Nitrógeno ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ y densidad de siembra ( $\text{pl.ha}^{-1}$ ). Productor N°2.....	16
Tabla 5 Comparación de medias ajustadas y Error Estándar (EE) de rendimiento ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) en función de Nitrógeno ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ y densidad de siembra ( $\text{pl.ha}^{-1}$ ). Productor N°3.....	17
Tabla 6 Comparación de medias ajustadas y Error Estándar (EE) de rendimiento ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) en función de Nitrógeno ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ y densidad de siembra ( $\text{pl.ha}^{-1}$ ). Productor N°4.....	18
Tabla 7 Comparación de medias ajustadas y Error Estándar (EE) de rendimiento ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) en función de Nitrógeno ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ y densidad de siembra ( $\text{pl.ha}^{-1}$ ). Productor N°5.....	18
Tabla 8 Modelos de regresión lineal para determinar el rendimiento de maíz en cada uno de los productores estudiados. La variable que se tomó como regresora es dosis de Nitrógeno ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ). ...	20
Tabla 9 Modelos de regresión lineal para determinar el rendimiento de maíz en cada uno de los productores estudiados. La variable que se tomó como regresora es densidad de siembra (plantas. $\text{ha}^{-1}$ ). Los coeficientes del término cuadrático ( $D^2$ ) para todos los casos analizados, no son significativos por presentar un p-valor $>0,05$ . .....	21
Tabla 10 Análisis de regresión no lineal; Regresoras Nitrógeno ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) y Densidad de siembra (plantas. $\text{ha}^{-1}$ ). Determinación del coeficiente gamma, que indica el óptimo estadístico o punto a partir del cual los aumentos del rendimiento ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ) no son considerables.....	24
Tabla 11 Cálculo del Margen Bruto ( $\text{\$.ha}^{-1}$ ) a partir de la dosis de nitrógeno ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ), densidad de siembra (plantas. $\text{ha}^{-1}$ ), rendimiento ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ), Costo del nitrógeno ( $\text{\$.ha}^{-1}$ ), costo de la semilla ( $\text{\$.ha}^{-1}$ ) e ingreso ( $\text{\$.ha}^{-1}$ ). Productor N°1. La línea resaltada corresponde a la dosis de Nitrógeno y densidad óptima estadística. ....	27
Tabla 12 Cálculo del Margen Bruto ( $\text{\$.ha}^{-1}$ ) a partir de la dosis de nitrógeno ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ), densidad de siembra (plantas. $\text{ha}^{-1}$ ), rendimiento ( $\text{kg.ha}^{-1}$ ), Costo del nitrógeno ( $\text{\$.ha}^{-1}$ ), costo de la semilla ( $\text{\$.ha}^{-1}$ ) e ingreso ( $\text{\$.ha}^{-1}$ ). Productor N°2. La línea resaltada corresponde a la dosis de Nitrógeno y densidad óptima estadística. ....	28

Tabla 13 Cálculo del Margen Bruto ( $\$.ha^{-1}$ ) a partir de la dosis de nitrógeno ( $kg.ha^{-1}$ ), densidad de siembra ( $plantas.ha^{-1}$ ), rendimiento ( $kg.ha^{-1}$ ), Costo del nitrógeno ( $\$.ha^{-1}$ ), costo de la semilla ( $\$.ha^{-1}$ ) e ingreso ( $\$.ha^{-1}$ ). Productor N°3. La línea resaltada corresponde a la dosis de Nitrógeno y densidad óptima estadística. .... 28

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Precio FAS en Dólares por tonelada de grano de maíz campaña 2017/2018 (Rodríguez et al., 2017).....	8
Ilustración 2 Ubicación en la República Argentina de tres productores estudiados en la Provincia de Córdoba.....	10
Ilustración 3 Ubicación en Estados Unidos de dos productores estudiados. ....	10
Ilustración 4 Mapas Básicos de suelos de los campos Argentinos (Productor N°1, N°2 y N° 3) obtenidos del Visor GeoINTA. Las líneas de color rojo delimitan tipos de suelos distintos). ....	12
Ilustración 5 Mapa Básico de suelos de los campos estadounidenses (Productor N°4 y N°5), los colores distintos indican tipos de suelos distintos.....	12
Ilustración 6 Diagramas de dispersión donde se representaron las distintas unidades experimentales de cada productor estudiado, ubicando espacialmente los puntos y particionado los gráficos por dosis de Nitrógeno ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y densidad de siembra ( $\text{plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Para el productor 4 y 5 cada punto en el plano representó un conglomerado de puntos colapsados en un solo valor promedio, dato que se utilizó para realizar los gráficos y modelos estadísticos. Productor N°4 y N°5 las coordenadas se expresaron en Latitud-Longitud.....	15
Ilustración 7 Rectas de regresión calculadas para cada uno de los productores. ....	20
Ilustración 8 Curvas de regresión no lineal. ....	23
Ilustración 9 Gráficos de superficies para determinar rendimiento ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )tomando como variables de cálculo los coeficientes de regresión de las Regresoras Dosis de Nitrógeno ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )y Densidad de siembra ( $\text{plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). ....	27

## Introducción

Las tecnologías de precisión son usadas por un número creciente de productores agrícolas (Griffin y Lowenberg DeBoer, 2005). Debido a estas tecnologías, los ensayos de dosificación variable de insumos, ejecutados en campos de productores, son cada vez más factibles. Con las maquinarias precisas se puede aplicar repetidamente en un lote distintas dosis, tanto de fertilizantes como de semillas. Al trabajar en grandes extensiones y con las maquinarias del productor, se pueden usar cosechadoras con monitores de rendimiento. Estas producen gran cantidad de datos sobre la respuesta del cultivo a las distintas dosis de insumos asociando cada dato a su posición en el terreno (georreferenciar). El manejo de la fertilización nitrogenada y la variación de la densidad de siembra afectan el rendimiento del cultivo, lo que repercute en los indicadores económicos del productor y alteraciones ambientales dado que se aplican fertilizantes nitrogenados inorgánicos al suelo. En cultivos como el maíz (*Zea mays* L.), los cuales son sensibles a la fertilización nitrogenada y a la variación en la densidad de siembra, identificar niveles óptimos de insumos aplicados implica maximizar la rentabilidad del productor y reducir el impacto ambiental originado por la pérdida provocada por la aplicación en excesos (Kablan et al., 2017). Es necesario orientar correctamente prácticas de manejo que incidan sobre los componentes que determinan el rendimiento (Eyhéabide, 2007). Encontrar la dosis de nitrógeno y la cantidad de semillas a sembrar óptima por unidad de superficie es uno de los desafíos a los que se enfrentan los sistemas agrícolas (Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo., Echeverría, Sainz Rozas, & Barbieri, 1983).

En las últimas décadas, el rendimiento del cultivo de maíz, se incrementó de forma sostenida (Eyhéabide, 2007). Las prácticas agronómicas asociadas a la agricultura de precisión permiten a los cultivos explorar completamente su capacidad de transformar la radiación solar en producción de granos y así maximizar el uso de recursos disponibles para el crecimiento (Sangoi, 2001). En la economía nacional constituye uno de los rubros productivos más importantes y su trama productiva e industrial asociada; genera valor agregado, empleo y riqueza nivel Nacional (Eyhéabide, 2007). La cantidad de nitrógeno necesario que debe estar disponible para incrementar el rendimiento en grano del cultivo, presenta gran variabilidad según el ambiente y el tipo de suelo (Kablan et al., 2017). Un aumento en la intensificación a nivel manejo sitio específico de la densidad acompañada de un adecuado nivel de fertilización permite lograr altos rendimientos en grano (Ogando *et al.*, 2017). La agricultura de precisión como herramienta agronómica a disposición de los productores, facilita el manejo de la densidad de siembra y la dosis de fertilizante nitrogenado que se aplica por unidad de área. Por esto es importante, para cada ambiente en particular, conocer las variables que afectan el rendimiento, entre ellas densidad y dosis de nitrógeno. Estas tecnologías atienden en forma diferenciada los factores de producción de acuerdo con las características específicas de cada sitio, con el fin de maximizar la eficiencia en el uso de los recursos, minimizar efectos de contaminación y propender a incrementar la rentabilidad del sistema. La agricultura de precisión permite obtener datos de rendimiento geoposicionados. El manejo de cada lote con sus características particulares necesita la recolección de información, su ordenamiento, análisis y finalmente diagramar estrategias para atender a sus limitantes. El manejo de los cultivos por lotes o secciones, es una tendencia que viene fortaleciéndose gradualmente en la mayoría de las actividades agrícolas; con un fuerte componente tecnológico en la recolección y manejo de la información (Lago González et al., 2011).

Las prácticas agropecuarias actuales y los cambios de paradigma a nivel internacional hacen mayor hincapié en el desarrollo de prácticas agronómicas orientadas en los principios agroecológicos del

desarrollo sustentable. El cultivo de maíz como cereal de importancia a nivel mundial, cumple un rol determinante en lograr el desarrollo de prácticas agronómicas orientadas en los principios de la sustentabilidad. Se deben utilizar los insumos que la producción implica en forma racional apuntando a maximizar los rendimientos, reducir el impacto ambiental y aumentar la rentabilidad global del sistema (Eyhérbide, 2007).

La situación actual del cultivo de maíz en Argentina, presenta un panorama de siembra favorable para la campaña 2017/2018 por presentar un margen bruto positivo en relación al resto de los cultivos que son implantados en Argentina un dos por ciento superior a la campaña 2016/2017 y una perspectiva de precios a nivel internacional que si bien no muestra un aumento de los mismos, se mantendrían estable a lo largo de la campaña futura (Ilustración 1). Las proyecciones de siembra en cantidad de hectáreas, aumentó entre un 5 a 13% si se concretan todas las siembras tardías; la superficie estimada ronda las 5.4-5.8 millones de hectáreas. La incorporación de tecnología al cultivo de maíz se ha incrementado en forma considerable con relación a campañas anteriores; se apunta a la utilización de híbridos con una densidad de siembra promedio a nivel nacional de 62.800 plantas por hectárea. En lo referido a fertilización nitrogenada se incrementó la cantidad de Nitrógeno aplicado al cultivo por hectárea, logrando dosis de 59 kilos de nitrógeno por hectárea, un siete por ciento más nutriente aplicado en relación a la campaña 2016/2017 (Rodríguez et al., 2017)

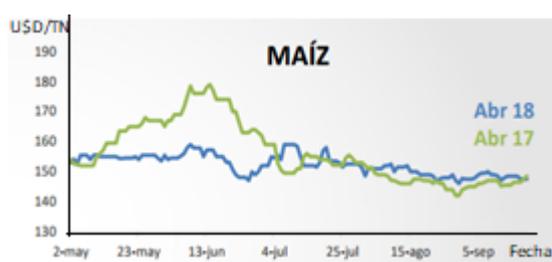


Ilustración 1 Precio FAS en Dólares por tonelada de grano de maíz campaña 2017/2018 (Rodríguez et al., 2017).

La provincia de Córdoba cuenta con indicadores para medir la sustentabilidad de las empresas agropecuarias; los IndicAGRO desarrollados por la Bolsa de Cereales de Córdoba apuntan dentro de la Responsabilidad Social Empresarial a la Gestión Responsable orientada a la Sustentabilidad. La Responsabilidad Social y Sustentabilidad (RS&S) de las prácticas agropecuarias permitiendo a las empresas del sector realizar negocios sustentables y responsables. Los indicadores desarrollados para empresas agropecuarias están estructurados en 7 Dimensiones que pretenden abarcar integralmente a una empresa: valores-transparencia y gestión; prácticas de empleo y trabajo digno; sustentabilidad de las prácticas agrícolas-ganaderas; relación con proveedores; relaciones con clientes y otros productores; relaciones con las comunidades locales; relaciones con gobierno y sociedad. A su vez se los divide en 19 temas que enfocan con detalle la operación de los temas críticos de la responsabilidad social y el compromiso con la sustentabilidad de una empresa agropecuaria, dentro de estos temas se desarrollan los 50 indicadores que en definitiva analizan el estado de avance de la empresa en materia de sustentabilidad. Se determinó dos públicos de interés, clasificándolos en directos e indirectos de acuerdo a su rol dentro de la cadena productiva del cultivo de maíz. Se considera como público directo a los productores agropecuarios, Ingenieros Agrónomos, empresas proveedoras de insumos, semilleros y mejoradores genéticos, contratistas agropecuarios, transportistas y comercializadores de granos; como público indirecto se incluye a la comunidad, sociedad y gobierno, facultades de agronomía, empresas proveedoras de servicios financieros, personal abocado a la producción agrícola y asociación de productores (Ulla et al., 2017) (Anexo N°1).

La agricultura de precisión como herramienta agronómica permite llevar a cabo un manejo óptimo de los recursos escasos de la producción agropecuaria. Vincular datos de rendimiento geoposicionados al tipo de suelo y análisis de fertilidad de cada una de las unidades de producción; permiten al momento de la siembra ajustar la dosis de fertilizante nitrogenado y densidad de siembra en función de la aptitud micro ambiental de cada lote (Lago González et al., 2011).

## Objetivo General

Determinar la densidad de siembra y dosis de nitrógeno óptima en el cultivo de maíz, que favorezca la sustentabilidad de la empresa agropecuaria.

## Objetivos específicos

- Formular la ecuación que determine dosis óptima de nitrógeno y densidad de siembra.
- Evaluar la interacción entre la dosis de nitrógeno y densidad de siembra.
- Analizar la combinación de las variables densidad de siembra y dosis de nitrógeno económicamente más rentable.
- Determinar la dosis de nitrógeno más rentable que genere el menor impacto ambiental.

## Materiales y Métodos

### Datos

Los casos estudiados provinieron de cinco productores, que recolectaron sus datos a partir de monitores de rendimiento. Tres provenientes de Argentina (Ilustración 2) y dos de Estados Unidos (Ilustración 3). Las bases de datos contaban con información de rendimiento de maíz ( $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), densidad ( $\text{N}^\circ$  de plantas. $\text{ha}^{-1}$ ) y dosis de Nitrógeno aplicado ( $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). Los diseños experimentales fueron diseños factoriales con 2 factores y 4 niveles de cada uno (

Tabla 1). Para el productor N°2 como contaba con un gran número de datos se realizó una acción de seleccionar datos al azar mediante una prueba binomial el 25% de los casos, lo que a aproximadamente arroja un resultado de 1400 observaciones.



Ilustración 2 Ubicación en la República Argentina de tres productores estudiados en la Provincia de Córdoba.

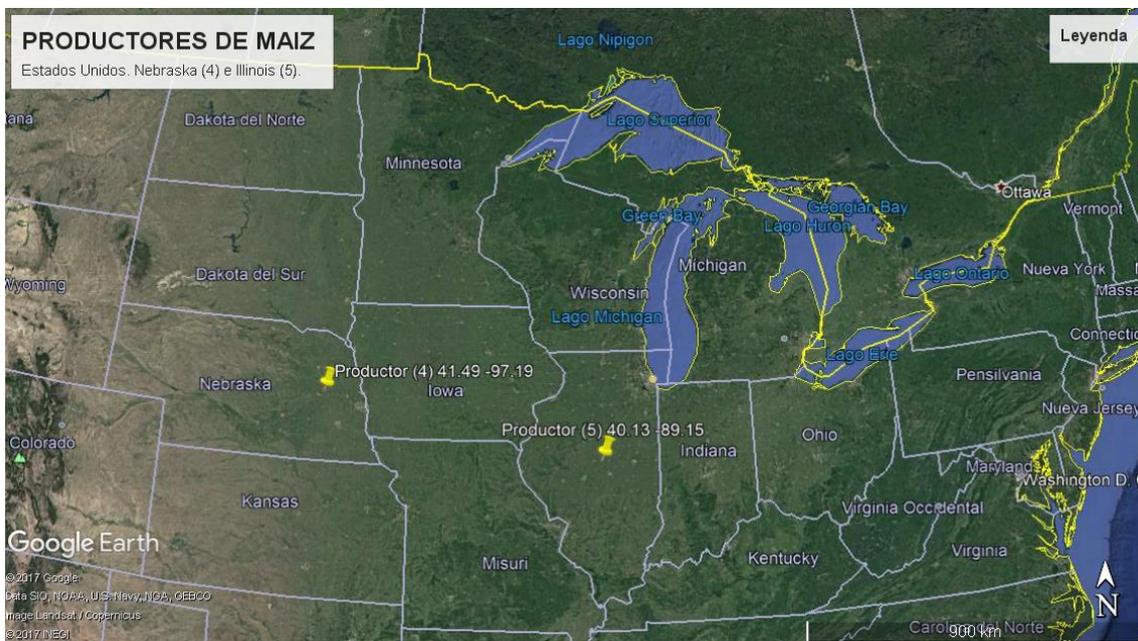


Ilustración 3 Ubicación en Estados Unidos de dos productores estudiados.

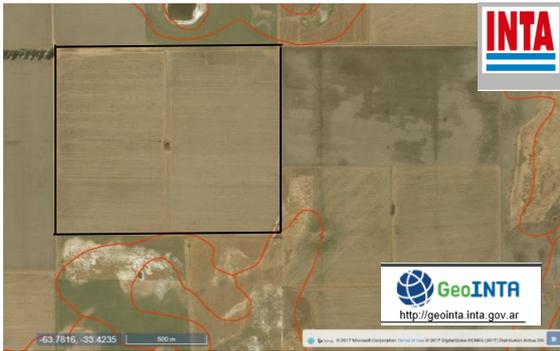
Tabla 1 Número de sitios (n) estudiados por productor, Dosis de Nitrógeno en Kg.ha<sup>-1</sup> y Densidad de siembra utilizada en plantas.ha<sup>-1</sup> (Todas las dosis de nitrógeno, fueron probadas en todas las densidades de siembra).

PRODUCTOR	n	NITRÓGENO	DENSIDAD
Productor N°1	2241	0	40.000
		100	70.000
		200	100.000
		300	130.000
Productor N°2	5450	0	30.000
		100	60.000
		200	90.000
		300	120.000
Productor N°3	1349	0	30.000
		62	60.000
		125	90.000
		187	120.000
Productor N°4	134	185	69.200
		213	74.100
		240	84.000
		260	93.900
Productor N°5	256	179	69.200
		202	79.100
		224	89.000
		247	98.850

Se utilizaron herramientas multimedia como el Visor de GeoINTA ("Visor GeoINTA - Suelos de Córdoba," n.d.) con los mapas digitales y cartas de suelos de la provincia de Córdoba para clasificar los tipos de suelos presentes en cada uno de los campos de los productores Argentinos. Para los productores de Estados Unidos la clasificación taxonómica de los suelos se determinó con el Visor Web Soil Survey del USDA("Custom Soil Resource Report for Colfax County, Nebraska," 2017)("Custom Soil Resource Report for Logan County, Illinois," 2017)(Tabla 2).

Tabla 2 Determinación de los tipos de suelos predominantes en cada uno de los campos de los productores estudiados con su taxonomía, aptitud de uso agrícola y limitantes principales para el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Productor	Tipo de Suelo Predominante.	Aptitud de Uso Agrícola.	Limitante
N°1	Haplustol éntico 70%.	IVec	Susceptible a erosión eólica, baja retención hídrica y déficit hídrico.
N°2	Haplustol éntico 60%	IVec	Susceptible a erosión eólica, baja retención hídrica y déficit hídrico.
N°3	Haplustol éntico 80%	IIIec	Déficit hídrico y moderado riesgo a erosión
N°4	Haplustol údico. 70%	IIIw	Exceso de humedad y drenaje insuficiente
N°5	Argiudol ácuico 45% Endocual típico 22%	IIIws	Exceso de humedad, drenaje insuficiente y limitaciones al crecimiento radicular.



**Productor N°1**



**Productor N°2**



**Productor N°3**

*Ilustración 4 Mapas Básicos de suelos de los campos argentinos (Productor N°1, N°2 y N° 3) obtenidos del Visor GeoINTA. Las líneas de color rojo delimitan tipos de suelos distintos).*



**Productor N°4**



**Productor N°5**

*Ilustración 5 Mapa Básico de suelos de los campos estadounidenses (Productor N°4 y N°5), los colores distintos indican tipos de suelos distintos.*

## Análisis Estadísticos y Económicos

La determinación de la dosis óptima de nitrógeno, densidad de siembra y la interacción se realizó mediante Modelos Lineales Mixtos. Se ajustaron dos modelos, A y B, para ambos modelos se ajustó el rendimiento ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) en función de la densidad de siembra (D), la dosis de nitrógeno aplicada (N) y su interacción. Ambas variables de clasificación se las ingresó como efectos fijos del modelo. El modelo "A" suponía que los errores eran independientes mientras que para el modelo B se ajustó una correlación espacial exponencial, en casos donde los datos sugerían varianzas heterogéneas, se las corrigió mediante el método VarIdent. Para la comparación de medias se utilizó DGC. A partir de los criterios de información de Akaike (AIC) y el criterio de información Bayesiano (BIC) se seleccionó el modelo que mejor ajustaba.

Para analizar la combinación de dosis y densidad económicamente más rentable para cada uno de los productores y utilizando la tabla de comparación de medias obtenida a partir del modelo seleccionado, se ajustaron dos regresiones, una regresión lineal y otra no lineal. En ambos casos se utilizó el rendimiento como variable dependiente y como variables regresoras el N, D, el término cuadrático de ambas y la interacción. Para N y D por separado se ajustó una regresión no lineal utilizando una fórmula de dos tramos con *plateau*. En base a los resultados que se obtuvieron de la regresión lineal, se escribió la función correspondiente al rendimiento utilizando los coeficientes de regresión.

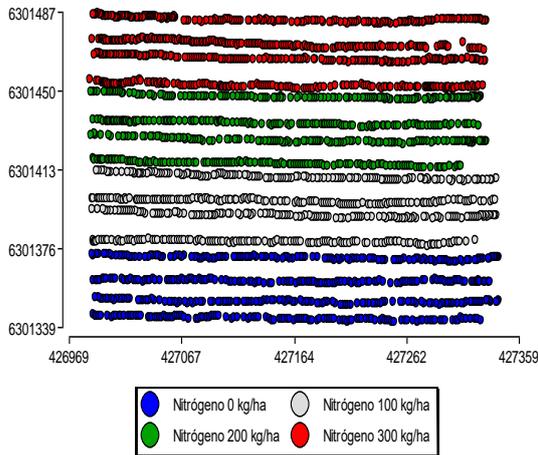
La determinación del costo de siembra se realizó calculando la equivalencia de kilogramos Nitrógeno a kilogramos de Urea y el cálculo económico utilizando el valor de Urea. El análisis del costo de la densidad de siembra se realizó en base al precio de uno de los híbridos más utilizados a nivel provincial, el Dekalb 72-10. Para calcular el valor de los insumos utilizados se consideró el valor promedio en octubre de 2017 (Márgenes Agropecuarios, 2017).

Para determinar el margen bruto por hectárea, además de los costos calculados, se procedió con el rendimiento obtenido por fórmula y el precio pizarra de la Bolsa de Cereales Rosario a calcular el Ingreso Bruto por hectárea. A su vez se realizó un análisis de sensibilidad para determinar el óptimo económico.

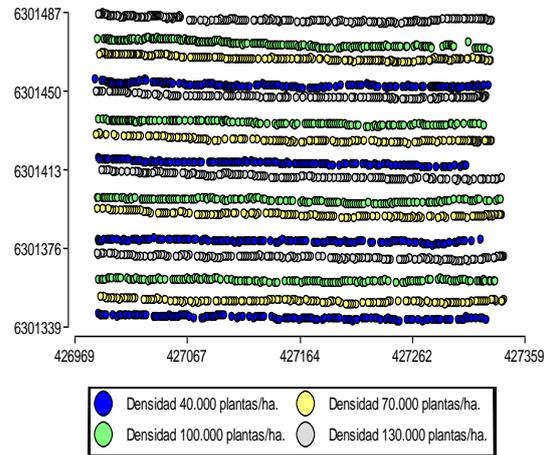
Los indicadores desarrollados por la Bolsa de Cereales de Córdoba IndicAGRO; (Ulla et al., 2017) permitió la determinación de los públicos de interés en materia de Responsabilidad Social y Gestión Sustentable (RS&S) que poseen relación directa e indirecta con la producción de maíz. Se determinó dos públicos de interés, clasificándolos en directos e indirectos. Se desarrolló una explicación detallada de la razón por la que se indica a cada uno de los públicos identificados como de interés o afectación, y la forma específica de la cierta o posible afectación positiva o negativa. Partiendo del conjunto total de los 50 indicadores que componen la Guía IARSE de RS&S para Empresas Agropecuarias –conocida como IndicAGRO y perteneciente a la Bolsa de Cereales de Córdoba (BCCBA)- se identificó y aplicó 15 de los indicadores que más injerencia presentaron sobre los resultados que se analizaron (Ulla et al., 2017).

## RESULTADOS

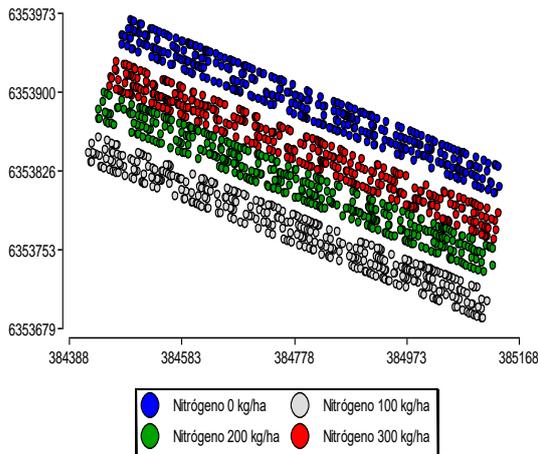
Las situaciones experimentales planteadas en cada uno de los establecimientos estudiados se representaron en diagramas de dispersión, que posicionaron cada valor de rendimiento medido en el espacio de acuerdo a sus coordenadas UTM y latitud- longitud según correspondieron. Los diagramas fueron particionados por dosis de Nitrógeno ( $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) y densidad de siembra ( $\text{plantas} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) utilizadas (Ilustración 6).



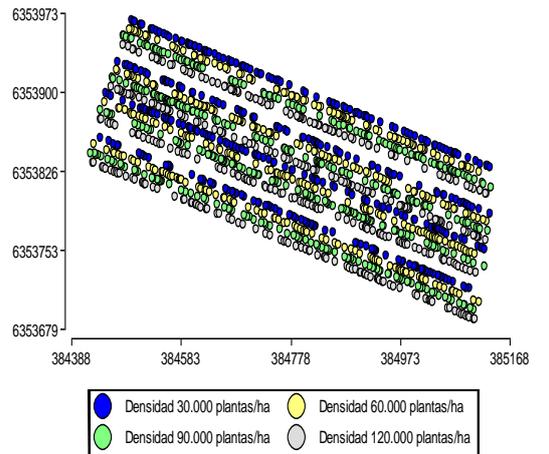
Productor N°1. Partición por dosis de Nitrógeno



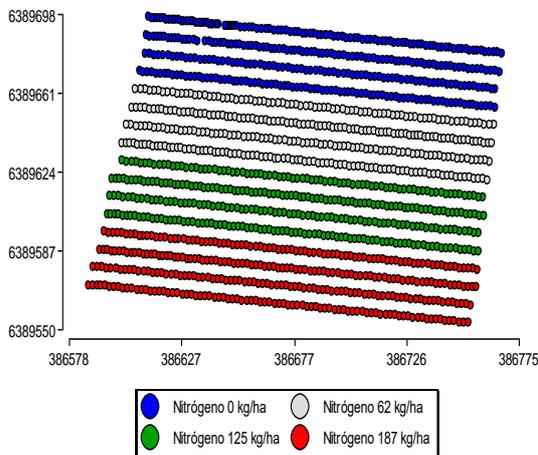
Productor N°1. Partición por densidad de siembra



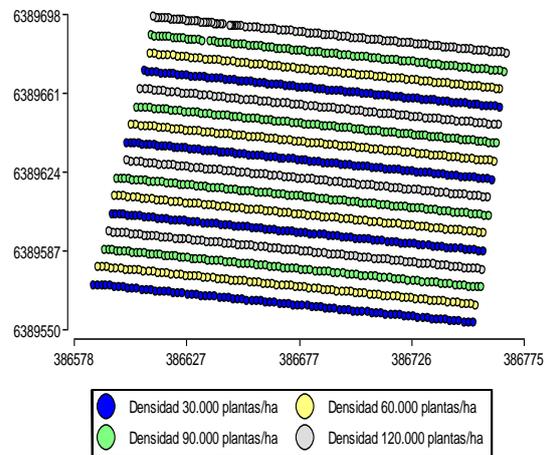
Productor N°2. Partición por dosis de Nitrógeno



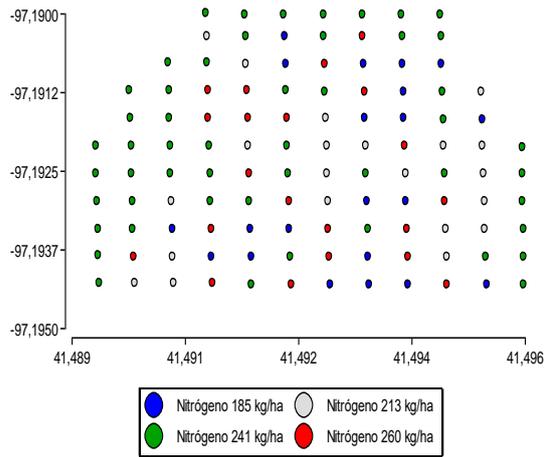
Productor N°2. Partición por densidad de siembra



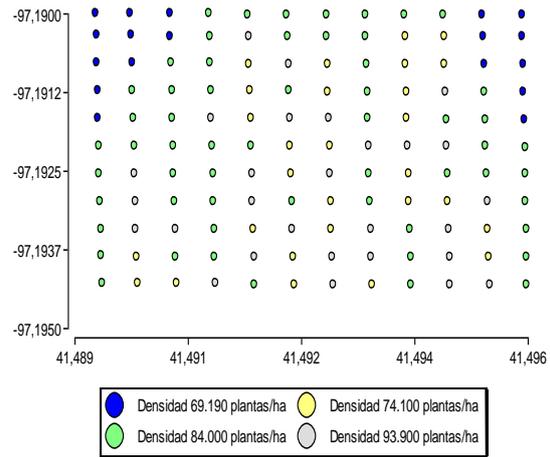
Productor N°3. Partición por dosis de Nitrógeno



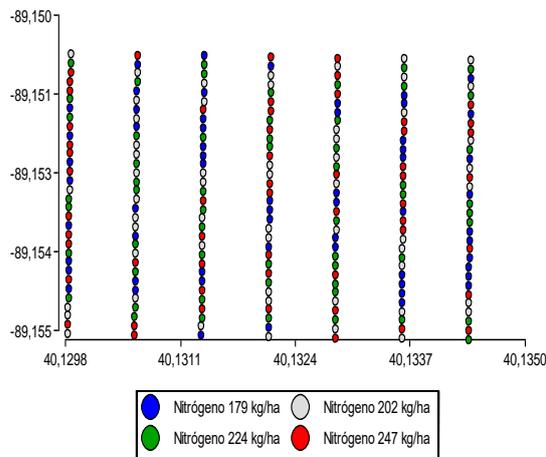
Productor N°3. Partición por densidad de siembra



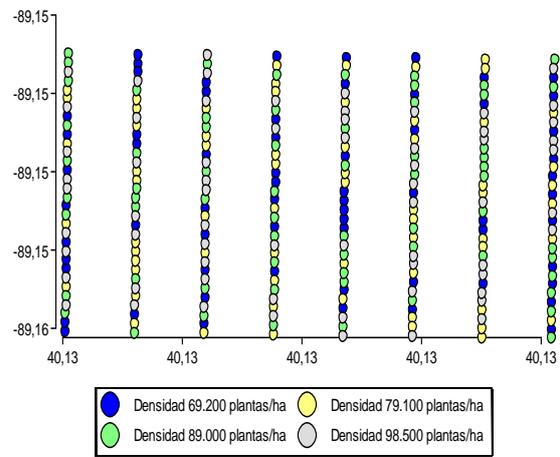
Productor N°4. Partición por dosis de Nitrógeno



Productor N°4. Partición por densidad de siembra



Productor N°5. Partición por dosis de Nitrógeno



Productor N°5. Partición por densidad de siembra

*Ilustración 6 Diagramas de dispersión donde se representaron las distintas unidades experimentales de cada productor estudiado, ubicando espacialmente los puntos y particionado los gráficos por dosis de nitrógeno ( $kg \cdot ha^{-1}$ ) y densidad de siembra ( $plantas \cdot ha^{-1}$ ). Para el productor 4 y 5 cada punto en el plano representó un conglomerado de puntos colapsados en un solo valor promedio, dato que se utilizó para realizar los gráficos y modelos estadísticos. Productor N°4 y N°5 las coordenadas se expresaron en Latitud-Longitud*

Analizando la situación de los productores N°1, N°2 y N°3; a cada una de las densidades de siembra en plantas por hectárea, se las apareó con la dosis de nitrógeno en kilogramos por hectárea utilizada y se determinó la media de rendimientos a partir de la interacción en un modelo lineal mixto. Se corrieron dos modelos: "A" y "B", que se diferencian porque el modelo "B" cuenta con el análisis por correlación espacial exponencial de los datos. Se seleccionó el modelo B dado que presentó menor valor de AIC y BIC.; indicando la importancia que presenta en el ajuste incluir efectos de correlación espacial de los datos con un análisis de la distancia euclídea.

Tabla 3 Comparación de medias ajustadas y Error Estándar (EE) de rendimiento (Kg.ha<sup>-1</sup>) en función de nitrógeno (Kg.ha<sup>-1</sup>) y densidad de siembra (pl.ha<sup>-1</sup>). Productor N°1

Nitrógeno	Densidad	Rendimiento	E.E	Significancia Estadística.
200	130000	10538	301	A
200	100000	10453	303	A
200	70000	10297	301	A
100	70000	10137	297	A
300	70000	10086	300	A
100	130000	9940	298	A
300	130000	9900	300	A
100	100000	9865	297	A
300	100000	9557	301	B
0	70000	9323	298	B
0	100000	8904	299	B
0	130000	8717	296	B
300	40000	7531	301	C
0	40000	7303	302	C
100	40000	7267	301	C
200	40000	7001	303	C

Medias con letra común no son significativamente diferentes (p<0,05)

Tabla 4 Comparación de medias ajustadas y Error Estándar (EE) de rendimiento (Kg.ha<sup>-1</sup>) en función de nitrógeno (Kg.ha<sup>-1</sup>) y densidad de siembra (pl.ha<sup>-1</sup>). Productor N°2

Nitrógeno	Densidad	Rendimiento	E.E	Significancia Estadística.
300	90000	8954	205	A
100	90000	8652	200	B
300	120000	8639	204	B
300	60000	8424	206	B
100	120000	8409	203	B
200	90000	8404	203	B
100	60000	8389	201	B
200	120000	8340	204	B
200	60000	8152	205	B
0	60000	7612	210	C
0	90000	6795	206	D
300	30000	6511	209	D
200	30000	6042	203	E
0	120000	6038	208	E
0	30000	5406	207	F
100	30000	5156	208	F

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

Tabla 5 Comparación de medias ajustadas y Error Estándar (EE) de rendimiento (Kg.ha<sup>-1</sup>) en función de nitrógeno (Kg.ha<sup>-1</sup>) y densidad de siembra (pl.ha<sup>-1</sup>). Productor N°3

Nitrógeno	Densidad	Rendimiento	E.E	Significancia Estadística.
187	60000	9582	184	A
187	90000	9334	184	A
187	120000	9217	185	A
125	60000	9162	186	A
125	90000	9023	186	A
62	90000	8897	188	A
62	60000	8777	188	A
125	30000	8776	186	A
187	30000	8771	184	A
125	120000	8670	188	A
62	120000	8139	189	B
62	30000	8067	187	B
0	60000	7751	191	B
0	30000	7632	189	B
0	90000	7234	190	C
0	120000	6763	190	D

Medias con letra común no son significativamente diferentes (p<0,05)

Analizando los tres casos de los productores argentinos se observó que los menores rendimientos se obtuvieron en aquellas situaciones experimentales donde la dosis de fertilizante nitrogenado utilizado fue menor o directamente no se aplicó Nitrógeno. La interacción entre las variables N y D evidencia que dosis bajas de N, con densidades altas no se logran rindes elevados porque existe competencia intraespecífica a nivel del cultivo por el N que limita el potencial de rendimiento. Dosis altas de N con densidades bajas no lograron altos rendimientos porque la limitante principal en el cultivo no fue nutricional, si no que existió un bajo número de plantas por metro cuadrado; componente determinante del rendimiento al fijar el número de granos por metro cuadrado. La gran disponibilidad de N y su bajo porcentaje de utilización a consecuencia de una baja densidad poblacional del cultivo de maíz propensa situaciones de pérdida de N, por volatilización, escorrentía o percolación profunda con las consecuencias ambientales que ello genera; además de no resultar económicamente viable.

En los casos estudiados de los productores estadounidenses, a cada una de las densidades de siembra en plantas por hectárea, se las apareó con la dosis de nitrógeno en kilogramos por hectárea utilizada y se determinó la media de rendimientos a partir de la interacción en un modelo lineal y mixto. Se corrieron dos modelos: "A" y "B", que se diferencian porque el modelo "B" cuenta con el análisis por correlación espacial exponencial de los datos y un criterio de agrupamiento VarIdent por la no homogeneidad de varianzas, debido al método de recolección de los datos, que un punto representa la media de varios puntos ubicados dentro de la parcela. Se seleccionó el modelo "B" que más se ajusta y mejor explica la interacción N\*D dado que presenta el menor AIC y BIC; indicando la importancia que presenta en el ajuste incluir efectos de correlación espacial de los datos con un análisis de la distancia euclídea.

Tabla 6 Comparación de medias ajustadas y Error Estándar (EE) de rendimiento (Kg.ha<sup>-1</sup>) en función de nitrógeno (Kg.ha<sup>-1</sup>) y densidad de siembra (pl.ha<sup>-1</sup>). Productor N°4

Nitrógeno	Densidad	Rendimiento	E.E	Significancia Estadística.
241	93900	12072	176	A
260	93900	11984	112	A
241	84000	11291	234	B
185	93900	11284	63	B
260	84000	11005	63	C
213	93900	10994	63	C
185	84000	10968	227	C
185	74100	10760	222	D
260	74100	10733	63	D
241	74100	10386	63	E
213	74100	10276	188	E
213	84000	10261	279	E

Medias con letra común no son significativamente diferentes (p<0,05)

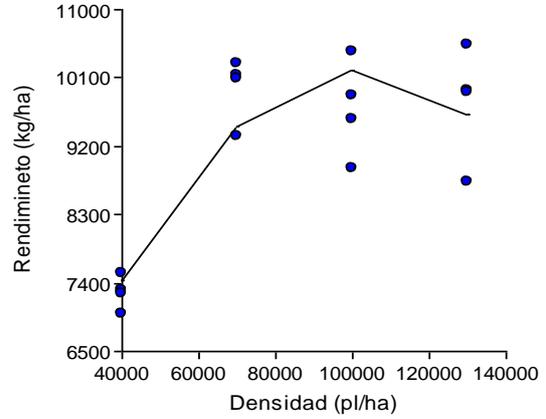
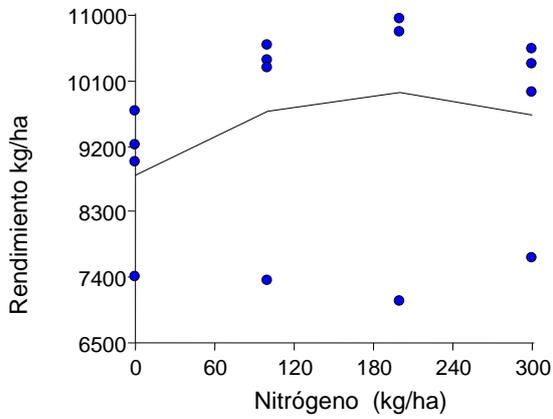
Tabla 7 Comparación de medias ajustadas y Error Estándar (EE) de rendimiento (Kg.ha<sup>-1</sup>) en función de nitrógeno (Kg.ha<sup>-1</sup>) y densidad de siembra (pl.ha<sup>-1</sup>). Productor N°5

Nitrógeno	Densidad	Rendimiento	E.E	Significancia Estadística.
224	79100	14138	19	A
247	98850	14120	19	B
179	89000	14117	45	B
247	79100	14110	19	C
247	89000	14100	24	C
179	98850	14083	19	D
224	89000	14017	41	D
202	98850	13934	19	E
224	98850	13932	19	F
247	69200	13911	36	F
179	79100	13894	53	F
202	89000	13861	51	G
202	79100	13857	19	G
224	69200	13747	36	H
202	69200	13735	38	H
179	69200	13672	19	H

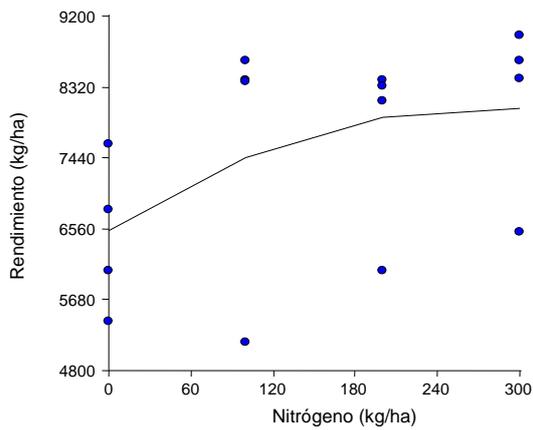
Medias con letra común no son significativamente diferentes (p<0,05)

En ambos sitios de estudios en los Estados Unidos los menores rendimientos se corresponden con las menores densidades de siembra utilizadas, no presentando mucha influencia en estos casos la dosis de fertilizante nitrogenado utilizado. Para la obtención de las fórmulas empíricas de rendimiento se ajustaron regresiones lineales para cada uno de los productores tomando N y D por separado. Sé

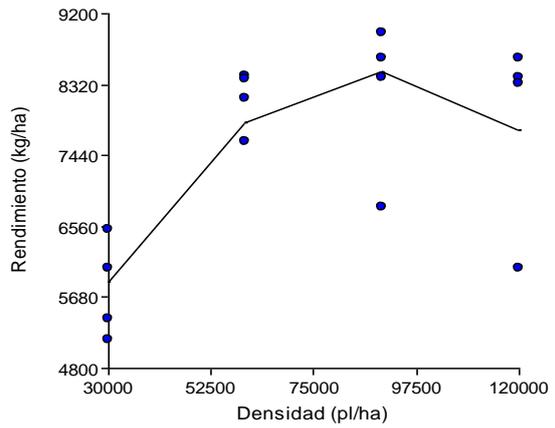
ingresó en la regresión lineal como variable dependiente el rendimiento ( $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) y como variables regresoras el N, D, y el término cuadrático de ambas regresoras y la interacción ( Ilustración 7).



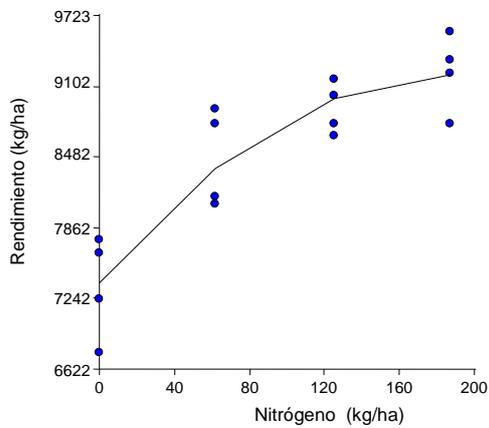
Productor N°1



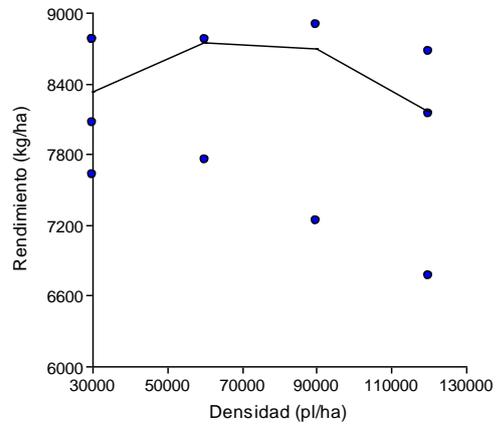
Productor N°1



Productor N°2

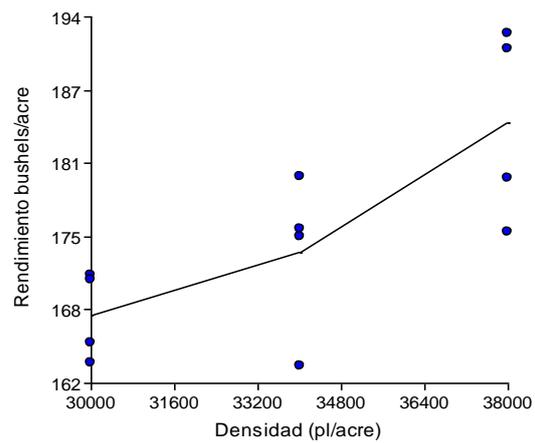
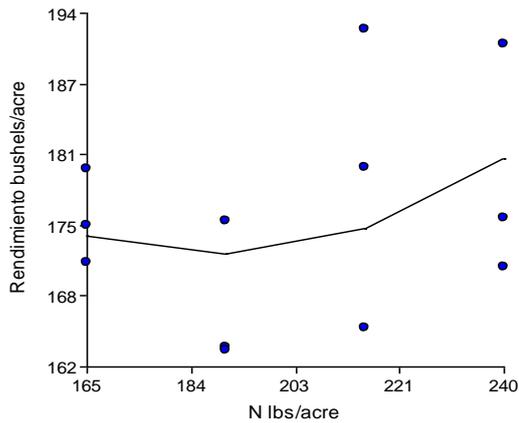


Productor N°2



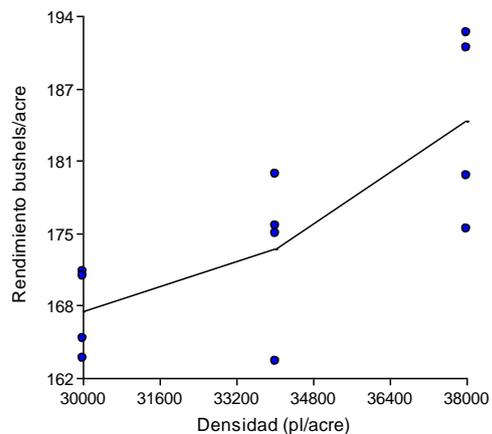
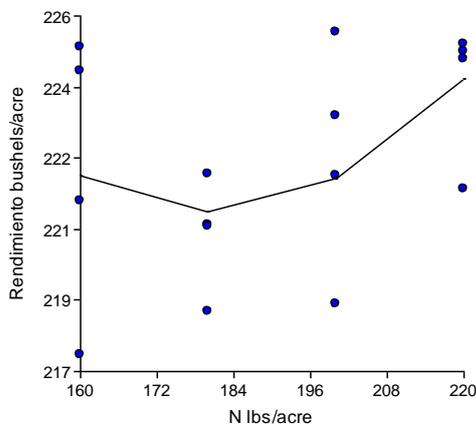
Productor N°3

Productor N°3



Productor N°4

Productor N°4



Productor N°5

Productor N°5

Ilustración 7 Rectas de regresión calculadas para cada uno de los productores.

A partir de los análisis de regresión de cada productor se pudo obtener las ecuaciones de rendimiento ( $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) de cada una de las regresoras utilizadas (Tabla 8 y

Tabla 9). Para obtener los máximos se calculó la derivada de las funciones cuadráticas a través de la función  $\left(\frac{dy}{dx}\right) = 2ax + b = 0$ . No se detectó la función de producción esperada con nitrógeno para los productores N°4 y N°5 por no presentar significancia estadística los coeficientes ( $p$ -valor  $>0,05$ ) por lo tanto no se incluyó en el trabajo la determinación de la ecuación de rendimiento en función del nitrógeno.

Tabla 8 Modelos de regresión lineal para determinar el rendimiento de maíz en cada uno de los productores estudiados. La variable que se tomó como regresora es dosis de nitrógeno ( $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

Productor	Modelo Lineal	Máximo de Nitrógeno ( $\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ).
N°1	$\text{Rendimiento} = 8.556,95 + 10,22 \times N - 0,03 \times N^2$	170,3
N°2	$\text{Rendimiento} = 6533,75 + 11,02 \times N - 0,02 \times N^2$	275,5
N°3	$\text{Rendimiento} = 7.374,65 + 19,48 \times N - 0,05 \times N^2$	389,6

El máximo de nitrógeno, es aquel que permite obtener empíricamente el máximo rendimiento ( $\text{kg} \cdot \text{ha}$ )

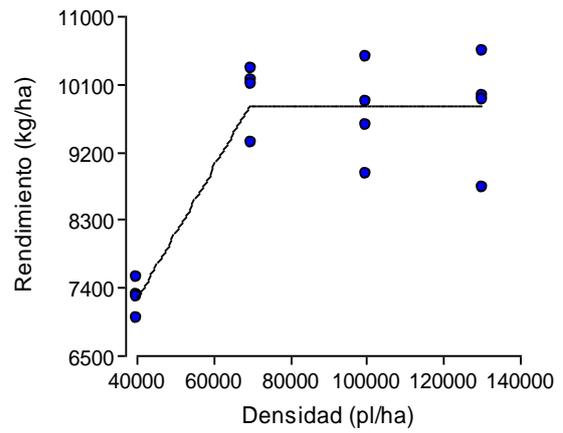
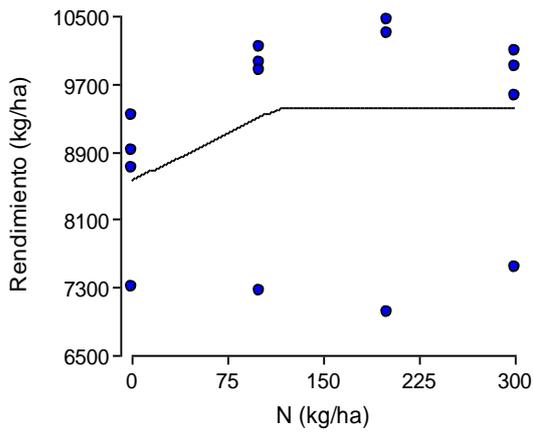
Tabla 9 Modelos de regresión lineal para determinar el rendimiento de maíz en cada uno de los productores estudiados. La variable que se tomó como regresora es densidad de siembra (plantas.ha<sup>-1</sup>). Los coeficientes del término cuadrático (D<sup>2</sup>) para todos los casos analizados, no son significativos por presentar un p-valor >0,05.

Productor	Modelo Lineal	Máximo de Densidad (plantas.ha <sup>-1</sup> )
N°1	$Rendimiento = 2.711,73 + 0,15 \times D - 7,2^{-7} \times D^2$	104.166
N°2	$Rendimiento = 2.534 + 0,13 \times D - 7,5^{-7} \times D^2$	86.667
N°3	$Rendimiento = 7.457,78 + 0,04 \times D - 2,6^{-7} \times D^2$	76.923
N°5	$Rendimiento = (9.032,47 + 0,011 \times D - 1,48^{-7} \times D^2) \div 0.404686$	91.829

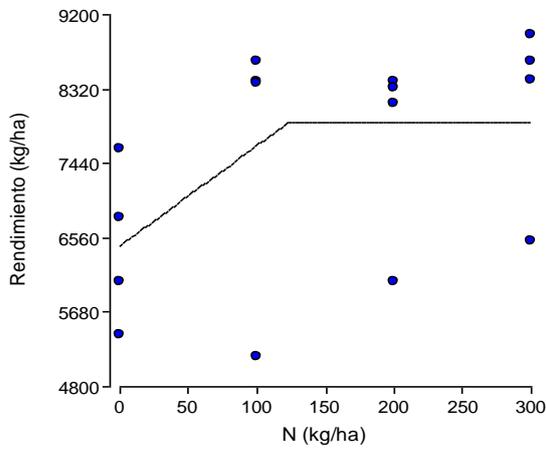
El máximo de densidad es aquel que permite obtener empíricamente el máximo rendimiento (plantas/ha)

Los análisis de regresión no lineal se realizaron para obtener el umbral en el cual la respuesta del rendimiento (kg.ha<sup>-1</sup>) al factor de manejo que se esté estudiando, cambia (coeficiente Gamma). La sintaxis de formula se realizó en dos tramos con “plateau”  $\left( Modelo\ Rendimiento\ \left( \frac{kg}{ha} \right) \alpha + (beta1 * X) * (X < gamma) + (beta1 * gamma) * (X \geq gamma) \right)$ . El coeficiente nos permitió identificar el óptimo estadístico de N y D como regresoras; es decir, el punto a partir del cual un aumento en la dosis de fertilizante nitrogenado y la densidad de siembra no generaron un aumento considerable del rendimiento. (Ilustración 8)

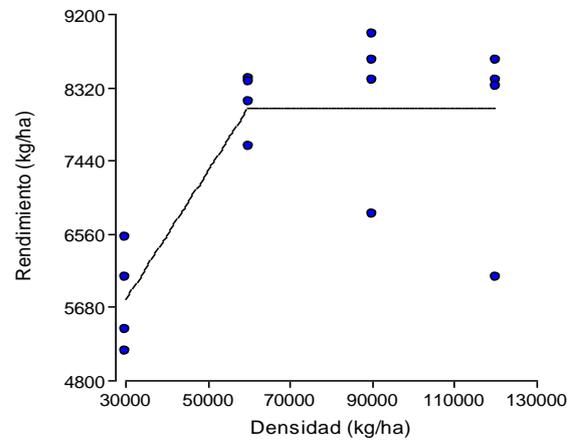
Tabla 10).



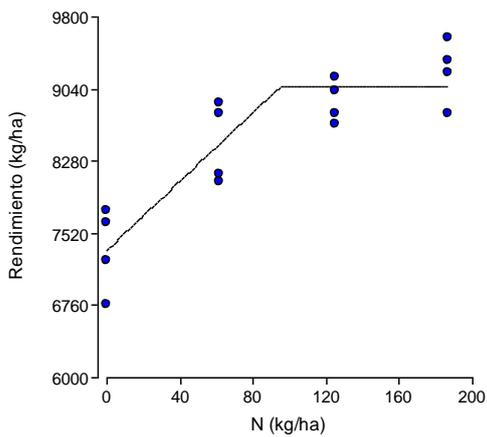
Productor N°1



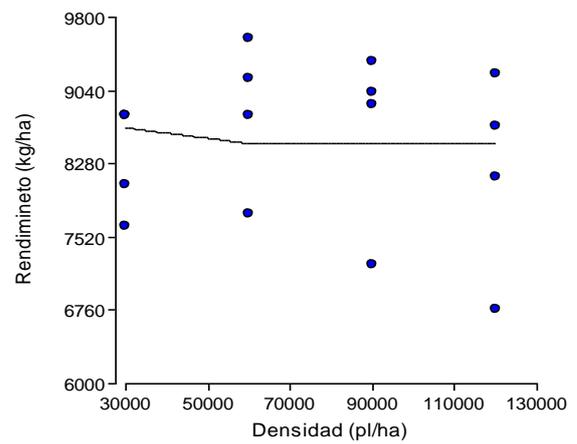
Productor N°1



Productor N°2

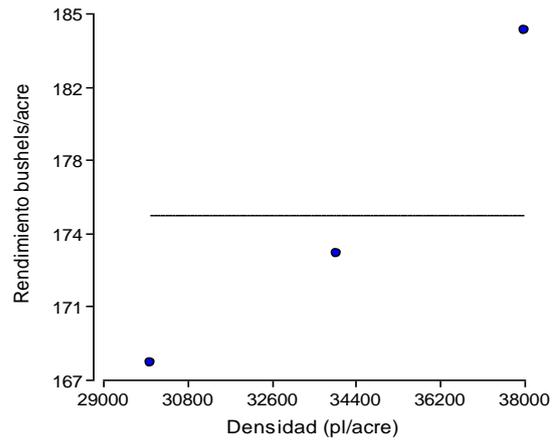
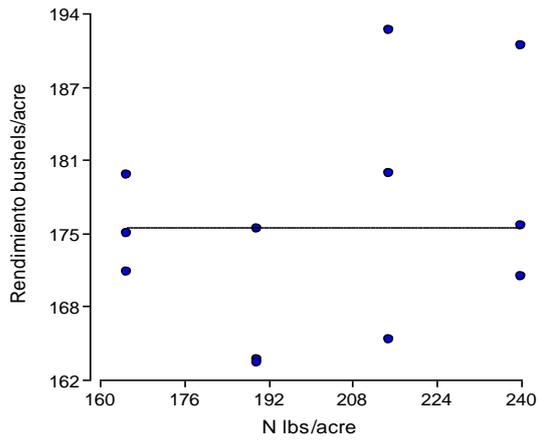


Productor N°2



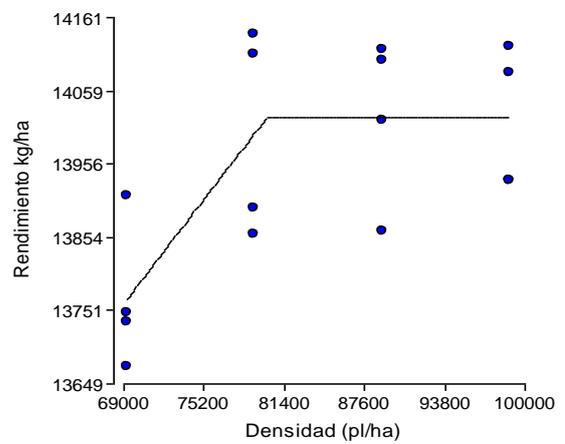
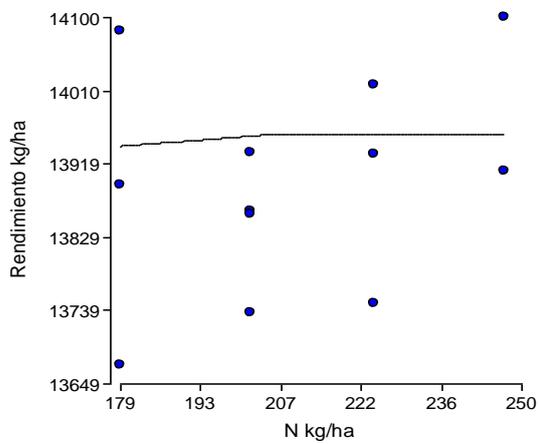
Productor N°3

Productor N°3



Productor N°4. Los coeficientes no presentan significancia por presentar un p-valor >0,05.

ProductorN°4. Los coeficientes no presentan significancia por presentar un p-valor >0,05.



Productor N°5

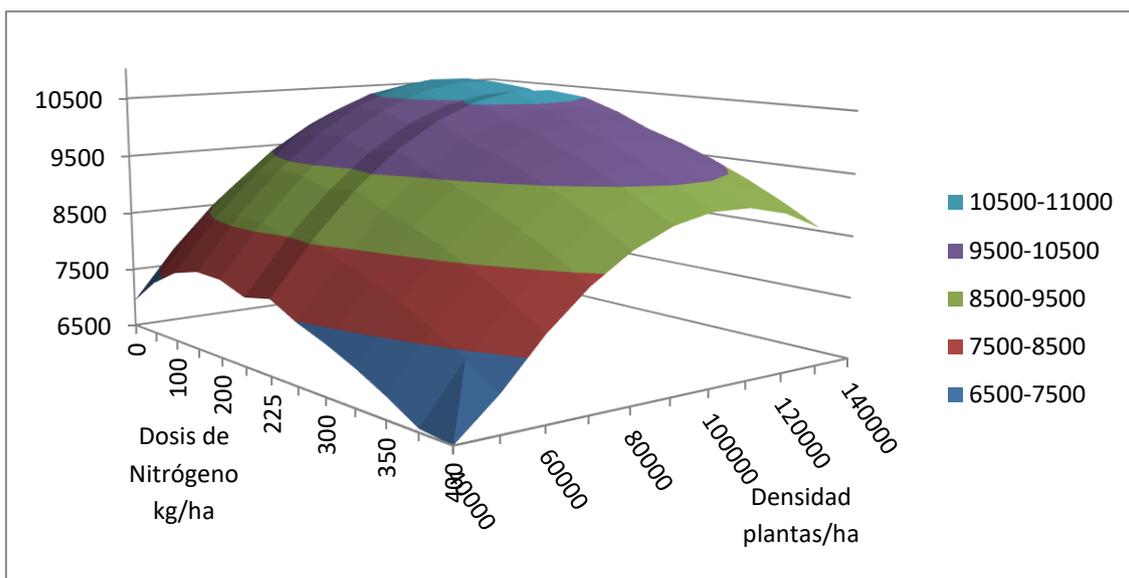
Productor N°5

Ilustración 8 Curvas de regresión no lineal.

*Tabla 10 Análisis de regresión no lineal; regresoras nitrógeno (kg.ha<sup>-1</sup>) y densidad de siembra (plantas.ha<sup>-1</sup>). Determinación del coeficiente gamma, que indica el óptimo estadístico o punto a partir del cual los aumentos del rendimiento (kg.ha<sup>-1</sup>) no son considerables.*

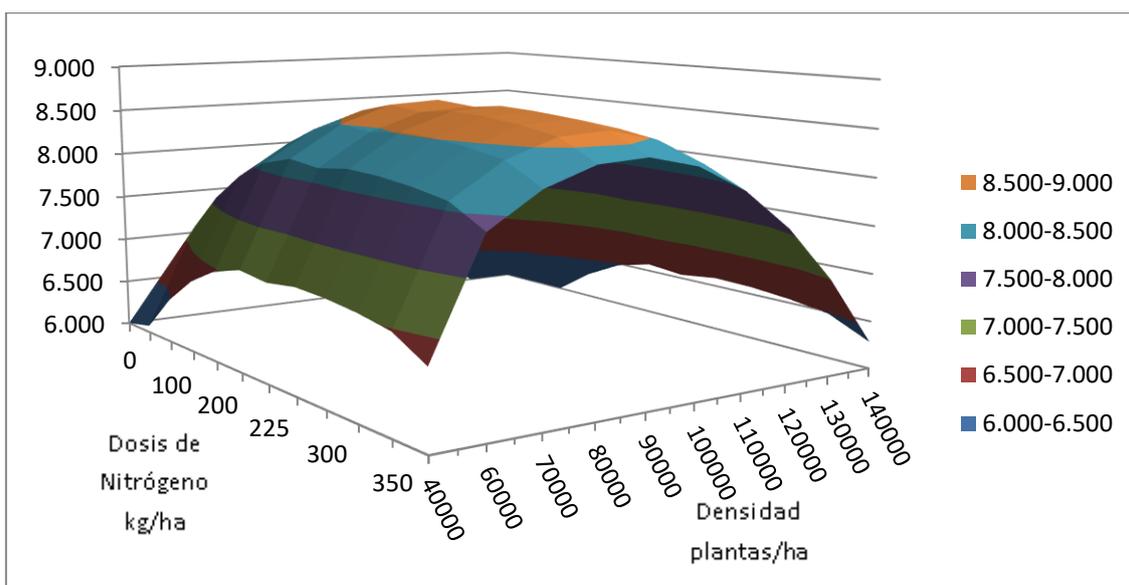
Productor	Coeficiente Gamma para nitrógeno (kg.ha <sup>-1</sup> ) como regresora	Coeficiente Gamma para densidad de siembra (plantas.ha <sup>-1</sup> ) como regresora
N°1	100	70.000
N°2	123,7	59.534
N°3	94,90	60.000
N°4	182,9	84.000
N°5	206	80.000

Se construyeron gráficos de superficies que facilitan la interpretación de la injerencia que tienen las variables estudiadas (N y D) en la determinación del rendimiento. Para la obtención del gráfico, se ingresó en un modelo de regresión lineal como variable dependiente el rendimiento (kg.ha<sup>-1</sup>) y como regresoras la densidad de siembra y el nitrógeno. A partir de los coeficientes se construyó una ecuación que conjugó las variables y permitió el cálculo del rendimiento ( Ilustración 9).



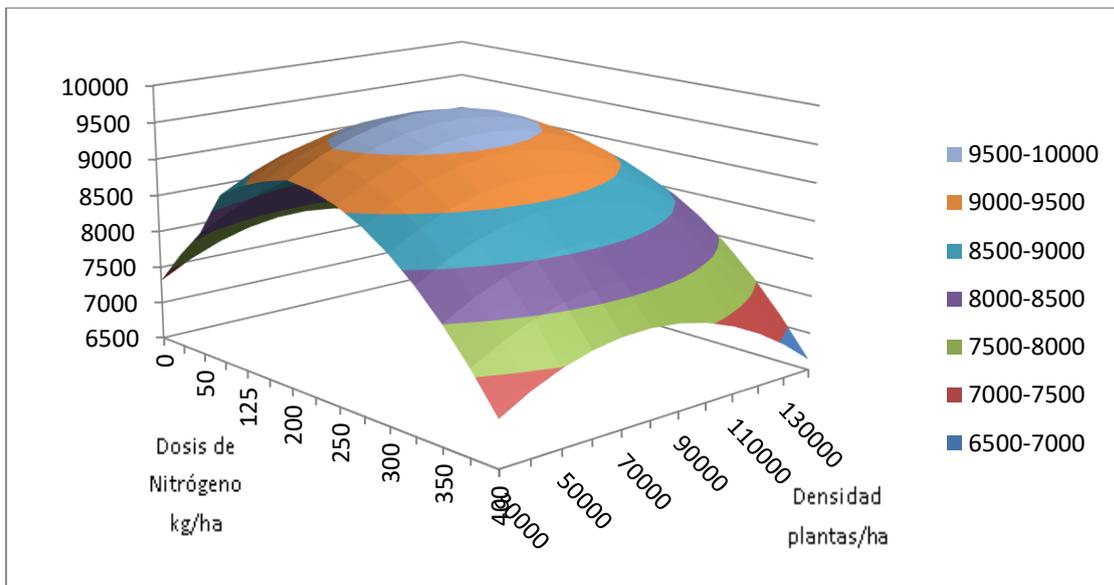
$$\text{Rendimiento} \left( \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) = 2092,30 + 0,15 \times D - 7,2^{-7} \times D^2 + 10,22 \times N - 0,03 \times N^2$$

Productor N° 1



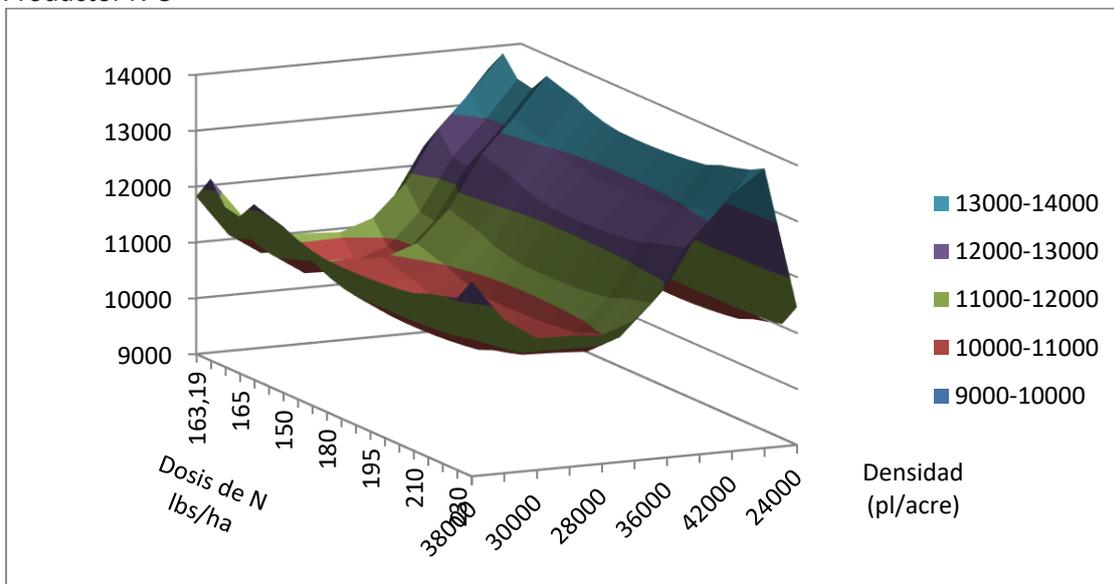
$$\text{Rendimiento} \left( \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) = 1.572,59 + 0,13 \times D - 7,5^{-7} \times D^2 + 11,02 \times N - 0,02 \times N^2$$

Productor N° 2



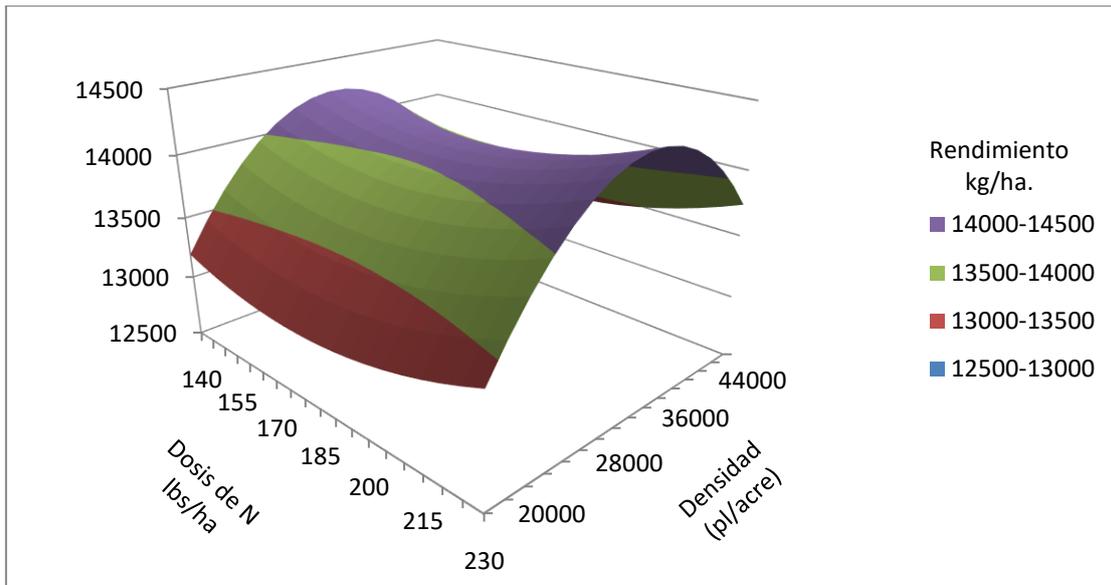
$$\text{Rendimiento} \left( \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) = 6.345,29 + 0,04 \times D - 2,6^{-7} \times D^2 + 19,48 \times N - 0,05 \times N^2$$

Productor N°3



$$\text{Rendimiento} \left( \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) = \left( 415,18 \frac{\text{bushels}}{\text{acre}} - 1,16 \times N + 0,0031 \times N^2 - 0,01 \times D + 0,00000018 \times D^2 \times 25,4 \frac{\text{kg}}{\text{bushel}} \right) \div 0,404686 \frac{\text{ha}}{\text{acre}}$$

Productor N°4. Los coeficientes de los términos cuadráticos no presentan significancia, por ser sus p-valores >0,05.



$$\begin{aligned}
 \text{Rendimiento} \left( \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) &= \left( 206,40 \frac{\text{bushels}}{\text{acre}} - 0,71 \times N + 0,002 \times N^2 - 0,004 \times D \right. \\
 &\quad \left. + 0,00000006 \times D^2 \times 25,4 \frac{\text{kg}}{\text{bushel}} \right) \div \frac{0,404686 \text{ha}}{\text{acre}}
 \end{aligned}$$

Productor N°5. Los coeficientes de los términos cuadráticos no presentan significancia, por ser sus p-valores >0,05.

*Ilustración 9 Gráficos de superficies para determinar rendimiento (kg.ha<sup>-1</sup>) tomando como variables de cálculo los coeficientes de regresión de las regresoras dosis de nitrógeno (kg.ha<sup>-1</sup>) y densidad de siembra (plantas.ha<sup>-1</sup>).*

El análisis económico para la determinación del Margen Bruto (\$·ha<sup>-1</sup>) (Ecuación 1) se realizó calculando los ingresos (\$·ha<sup>-1</sup>) (Ecuación 2) y los costos totales (\$·ha<sup>-1</sup>) (Ecuación 3). El ingreso dependió del rendimiento y el precio (\$·kg<sup>-1</sup>) del maíz que se extrajo de la pizarra de la Bolsa de cereales de Rosario (\$2,3·kg<sup>-1</sup>; precio de octubre de 2017). Los costos totales se encontraban conformados en los casos estudiados por el costo de fertilización Nitrogenada (Ecuación 4) y el costo de la semilla (Ecuación 5). Para el costo de fertilización (\$·ha<sup>-1</sup>) se transformó el nitrógeno (kg·ha<sup>-1</sup>) en urea (46%N) y su precio se obtuvo de la revista márgenes agropecuarios (\$5.50/kg; Octubre de 2017) (Márgenes Agropecuarios, 2017). El costo de la semilla (\$·ha<sup>-1</sup>) se calculó en función del precio de la bolsa de semilla fiscalizada de maíz (\$5000/bolsa; Octubre de 2017) y la densidad utilizada (plantas·ha<sup>-1</sup>). (Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13).

*Tabla 11 Calculo del Margen Bruto (\$·ha<sup>-1</sup>) a partir de la dosis de nitrógeno (kg·ha<sup>-1</sup>), densidad de siembra (plantas·ha<sup>-1</sup>), rendimiento (kg·ha<sup>-1</sup>), costo del nitrógeno (\$·ha<sup>-1</sup>), costo de la semilla (\$·ha<sup>-1</sup>) e ingreso (\$·ha<sup>-1</sup>). Productor N°1. La línea resaltada corresponde a la dosis de nitrógeno y densidad óptima estadística.*

NITROGENO	DENSIDAD	RENDIMIENTO	COSTO DEL NITRÓGENO	COSTO SEMILLA.	COSTO TOTAL	INGRESO	MB
100	70000	9786	1196	4375	5571	22508	16938
100	100000	10614	1196	6250	7446	24413	16967
100	130000	10146	1196	8125	9321	23336	14016
200	70000	9908	2391	4375	6766	22789	16023
200	100000	10736	2391	6250	8641	24693	16052
200	130000	10268	2391	8125	10516	23617	13101
300	70000	9430	3587	4375	7962	21690	13728

300	100000	10258	3587	6250	9837	23594	13757
300	130000	9790	3587	8125	11712	22518	10806

Tabla 12 Cálculo del Margen Bruto ( $\$.ha^{-1}$ ) a partir de la dosis de nitrógeno ( $kg.ha^{-1}$ ), densidad de siembra ( $plantas.ha^{-1}$ ), rendimiento ( $kg.ha^{-1}$ ), Costo del nitrógeno ( $\$.ha^{-1}$ ), costo de la semilla ( $\$.ha^{-1}$ ) e ingreso ( $\$.ha^{-1}$ ). Productor N°2. La línea resaltada corresponde a la dosis de Nitrógeno y densidad óptima estadística.

NITROGENO	DENSIDAD	RENDIMIENTO	COSTO DEL NITRÓGENO	COSTO SEMILLA	COSTO TOTAL	INGRESO	MB
123,7	59534	7711	1479	3721	5200	17735	12535
123,7	90000	8255	1479	5625	7104	18986	11882
123,7	120000	7430	1479	7500	8979	17088	8109
123,7	60000	7730	1479	3750	5229	17778	12549
300	90000	8704	3587	5625	9212	20018	10806
300	120000	7879	3587	7500	11087	18121	7034
300	60000	8179	3587	3750	7337	18811	11474
100	90000	8100	1196	5625	6821	18629	11808
100	60000	7575	1196	3750	4946	17422	12476
100	120000	7275	1196	7500	8696	16732	8036
200	90000	8602	2391	5625	8016	19784	11767
200	120000	7777	2391	7500	9891	17886	7995
200	60000	8077	2391	3750	6141	18576	12435

Tabla 13 Cálculo del Margen Bruto ( $\$.ha^{-1}$ ) a partir de la dosis de nitrógeno ( $kg.ha^{-1}$ ), densidad de siembra ( $plantas.ha^{-1}$ ), rendimiento ( $kg.ha^{-1}$ ), Costo del nitrógeno ( $\$.ha^{-1}$ ), costo de la semilla ( $\$.ha^{-1}$ ) e ingreso ( $\$.ha^{-1}$ ). Productor N°3. La línea resaltada corresponde a la dosis de Nitrógeno y densidad óptima estadística.

NITROGENO	DENSIDAD	RENDIMIENTO	COSTO DEL NITRÓGENO	COSTO SEMILLA.	COSTO TOTAL	INGRESO	MB
94,9	60000	9208	1135	3750	4885	21178	16293
94,9	90000	9238	1135	5625	6760	21247	14487
94,9	120000	8800	1135	7500	8635	20239	11605
94,9	30000	8710	1135	1875	3010	20032	17023
187	60000	9704	2236	3750	5986	22318	16332
187	90000	9734	2236	5625	7861	22387	14526
187	120000	9296	2236	7500	9736	21380	11644
187	30000	9206	2236	1875	4111	21173	17062
125	60000	9463	1495	3750	5245	21765	16520
125	90000	9493	1495	5625	7120	21834	14714
125	120000	9055	1495	7500	8995	20827	11832
125	30000	8965	1495	1875	3370	20620	17250
62	60000	8825	741	3750	4491	20297	15806
62	90000	8855	741	5625	6366	20366	14000
62	120000	8417	741	7500	8241	19359	11117
62	30000	8327	741	1875	2616	19152	16535

*Ecuación 1 Determinación del Margen Bruto (\$/ha)*

$$\text{Margen Bruto} \left( \frac{\$}{\text{ha}} \right) = \text{Ingreso} \left( \frac{\$}{\text{ha}} \right) - \text{Costo total} \left( \frac{\$}{\text{ha}} \right)$$

*Ecuación 2 Determinación del Ingreso (\$/ha)*

$$\text{Ingreso} = \text{Rendimiento} \left( \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) \times \text{Precio Pizarra del Maiz} \left( \frac{\$}{\text{kg}} \right)$$

*Ecuación 3 Determinación del Costo Total (\$/ha)*

$$\text{Costo total} = \text{Costo del Nitrógeno} \left( \frac{\$}{\text{ha}} \right) + \text{Costo de la semilla} \left( \frac{\$}{\text{ha}} \right)$$

*Ecuación 4 Determinación del Costo del Nitrógeno (\$/ha)*

$$\text{Costo del Nitrógeno} = \text{Nitrógeno} \left( \frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right) \times \text{Precio del Nitrógeno} \left( \frac{\$}{\text{kg}} \right)$$

*Ecuación 5 Determinación del Costo Semilla (\$/ha)*

$$\text{Costo Semilla} \left( \frac{\$}{\text{ha}} \right) = \text{Densidad de siembra} \left( \frac{\text{plantas}}{\text{ha}} \right) \times \text{Precio de la semilla} \left( \frac{\$}{\text{planta}} \right)$$

La obtención del máximo rendimiento físico en grano, no representó el mejor Margen Bruto, lo que demuestra que no es proporcional la relación entre las dos variables. La utilización de las mayores dosis de nitrógeno no significaron la obtención del mayor rendimiento ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) ni la obtención del mayor margen bruto; a su vez con esas cantidades de nitrógeno se generó un impacto ambiental importante porque quedó nitrógeno disponible para volatilización, escorrentía y/o percolación profunda. El óptimo de densidad de siembra ( $\text{plantas} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) y dosis de nitrógeno ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) estadístico presentó un Margen Bruto conveniente en comparación con el resto de los tratamientos; la utilización esos niveles de nitrógeno y densidad de siembra generan una disminución del riesgo económico para el productor porque la inversión inicial requerida al momento de la siembra fue menor.

## DISCUSIÓN

Concordando con Kablan et al., (2017) la respuesta del maíz a la fertilización nitrogenada es positiva, ya que aumenta significativamente el rendimiento; hasta llegar a un óptimo físico por encima del cual ya no se justifica continuar agregando nitrógeno. Se observó que la cantidad de nitrógeno necesaria para incrementar el rendimiento en grano del cultivo, presenta gran variabilidad según el ambiente y el tipo de suelo (Kablan et al., 2017). Alcanzar el óptimo de rendimiento físico en todos los casos de estudio no coincidió con el rendimiento que genera el mayor margen bruto; esto muestra que la importancia de conocer el óptimo económico para evitar incorporar fertilizantes en excesos que aumenten el riesgo económico y ambiental como establece Kablan et al., (2017).

Se analizó la cantidad de nitrógeno utilizado en los ensayos conducidos en la República Argentina y se lo comparó con los establecido en las perspectivas para la campaña 2017/2018 (Rodríguez et al., 2017), las dosis aplicadas son entre un 70% (dosis de nitrógeno  $100\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) y un 200% (dosis de nitrógeno de  $180\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) superiores al promedio de incorporación a nivel Nacional, lo que refuerza aún más con evidencias que los rendimientos potenciales que se pueden alcanzar son mayores y se diferencian con los logrados como media nacional ("Informe especial sobre cultivos GEA – Guía Estratégica para el Agro," 2016). En lo que respecta a la densidad de siembra, la media nacional (Rodríguez et al., 2017) responde a las densidades utilizadas en cada una de las experiencias, tanto a nivel de la República Argentina, como así también extrapolando a los Estados Unidos las cantidades utilizadas. Esto evidencia que la tecnología disponible en híbridos en ambos países es similar y que responden de manera semejante en ambientes diferentes a las mismas densidades de siembra.

La densidad de siembra es un componente determinante del rendimiento como establece Eyhérbide, (2007) porque las densidades bajas en todos los casos estudiados, obtienen los menores rendimientos sin importar cuál sea la dosis de Nitrógeno utilizada. Sin embargo a densidades altas, el rendimiento únicamente presenta un incremento considerable si es acompañado con dosis de Nitrógeno altas para satisfacer los requerimientos del cultivo (Kablan et al., 2017); hasta un punto en que la competencia intraespecífica disminuye el rendimiento (Eyhérbide, 2007). Las densidades de siembra bajas no permiten interceptar altos niveles de radiación fotosintéticamente activa y como el maíz tiene fijado genéticamente el número total de granos a alcanzar por espiga, las bajas densidades no se compensan con un mayor número y peso de granos y ello limita el rendimiento.

La agricultura de precisión como herramienta agronómica es fundamental para obtener información precisa a nivel de los sitios específicos de siembra y así determinar densidad y la dosis de fertilizante a aplicar por unidad de área. Como establece Lago González et al., (2011) es importante conocer las características específicas de cada sitio con el fin de maximizar la eficiencia en el uso de los recursos, minimizar efectos de contaminación y garantizar rentabilidad. Actualmente a nivel de la República Argentina hay un avance notable y cada año se evidencia una mayor adopción de tecnología y sobre todo tecnologías de procesos, en donde se analizan y estudian todas las variables para encontrar la mejor combinación que garantice la sustentabilidad económica, ambiental y social del sistema (Rodríguez et al., 2017).

Analizando la situación entre los productores de la Provincia de Córdoba en la República Argentina, los tres productores presentan similares tipos de suelos y condiciones climáticas a nivel regional, la variabilidad en los resultados se debe a que cada densidad y dosis se corresponde con un ambiente específico, coincidiendo con Kablan et al., (2017) que existe un componente micro ambiental de cada lote en particular que ejerce un fuerte impacto en los rendimientos alcanzados. Los casos estudiados

en los Estados Unidos, obtuvieron rendimientos que también responden a la densidad y a las dosis de fertilizantes utilizadas (Assefa et al., 2016). En el caso de la dosis de Nitrógeno encontrada como óptima por las regresiones no lineales, fueron superiores a las obtenidas en la República Argentina, demostrando que los suelos y el ambiente del “Corn Belt” (Kablan et al., 2017) responden con altos rendimientos al agregado de fertilizantes nitrogenados.

## CONCLUSIÓN

Consideramos a la Agricultura de Precisión como herramienta fundamental para el manejo de la densidad de siembra óptima y dosis de fertilización nitrogenada óptima. El manejo específico de los lotes por ambientes permite eficientizar el uso de los insumos en la producción y evitar excesos que alteren la sustentabilidad ambiental y económica del sistema.

La agricultura moderna es más que una agricultura que requiere tecnología de insumos, es una agricultura con tecnologías de procesos, donde los insumos sean una pieza fundamental para lograr el incremento de la producción y satisfacción las demandas crecientes de alimentos. Donde el ingenio y la capacidad de entender al sistema desde cada una de sus variables apunten a conseguir un funcionamiento integral; respaldado en las bases de la sustentabilidad económica, ecológica y social. Reforzando los ejes social y ambiental que en la agricultura de años pasados se habían dejado de lado y buscar integrar la producción como un capital social generado para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la nación y que se preocupa por el equilibrio ambiental, disminuyendo el impacto que se genera sobre el agro ecosistema.

El cultivo de maíz es sensible a la variación de la densidad de siembra y la dosis de fertilizante nitrogenado utilizada siendo responsables en gran parte del rendimiento obtenido; por ello consideramos importante realizar un manejo óptimo del cultivo para alcanzar rindes compatibles con las condiciones actuales del mercado y las demandas ambientales que el consumidor exige a la producción. Los análisis que realizamos demuestran que la generación del rendimiento en maíz depende de la interacción entre la densidad de siembra y dosis de fertilización nitrogenada; por lo cual analizar las variables de forma independiente genera ineficiencias en el sistema porque no se pondera la interacción entre la densidad y a dosis. Para disminuir la brecha entre el rendimiento real y potencial del cultivo, es necesario incorporar tecnologías de procesos que analicen la necesidad de incorporar los insumos, previo análisis de cada ambiente en particular. La producción de granos, no implica solo alcanzar el máximo rendimiento, si no un rendimiento que garantice la sustentabilidad económica y ambiental del sistema a través de la obtención de márgenes de ganancia positivos y evitar la contaminación del ambiental por el uso excesivo de nitrógeno.

Planilla General de Ordenamiento de Contenidos de Ética, Desarrollo Personal, Responsabilidad Social y Profesional									
Nº	Públicos de Interés relacionados con el TAI	Oportunidad / Afectación Positiva	Riesgo / Afectación Negativa	Respuesta de Gestión de RS&S	Indicador de RS&S Nº / Justificación	Tipo de Valor Generado para los Públicos de Interés			
						Ético-Cultural	Social	Ambiental	Económico
De afectación directa									
1	Productores Agropecuarios	Contar con planes, programas y proyectos que justifiquen las decisiones técnico-emprendedoras tomadas al momento de la siembra del cultivo. Adopción del Programa de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y buenas prácticas de gestión y gerenciamiento. Capacitar al personal en el manejo de tecnología asociada a la agricultura de precisión.	Trabajar con elementos biológicos como las semillas y utilizar fertilizantes Nitrogenados durante el ciclo del cultivo, sin un correcto asesoramiento y sin tener en claro el horizonte productivo genera impactos ambientales por contaminación, económicos porque se incrementa el riesgo y disminuyen los márgenes. Impactos sociales por se genera el rechazo de la sociedad a este tipo de prácticas que no se realizan correctamente y que afectan a la salud e integridad de los habitantes.	L a planificación y Programación de la empresa agropecuaria momentos previos a la siembra, es fundamental. Promover a la adopción de las buenas prácticas, para garantizar el aval de la producción y construir vínculos sólidos con la comunidad para que disponga de información fidedigna sobre lo que a sus alrededores se realiza. Fomentar el uso de Agricultura de precisión para aumentar la eficiencia del cultivo ambiental, capacitando continuamente al personal que trabaja en la empresa para utilizarlos al 100%.	1'Misión-Visión-Valores: importante para planificar y gestionar en dirección correcta al éxito global de la empresa. 47' Gerenciamiento del Impacto de la Empresa en la Comunidad de Entorno: Atender a las demandas actuales de la sociedad y adoptar prácticas avaladas por las BPA que garanticen que la producción se realiza dentro de estándares que no afectan a la sociedad ni el ambiente. 28' 29'Uso Sustentable de Insumos: Semillas. Uso responsable, sustentable y seguro de: Insumos de síntesis química y natural: en base a las recomendaciones ajustar la densidad de siembra y dosis de fertilizante por ambientes; previa elección correcta del híbrido adaptado a ese ambiente y el fertilizante que el suelo requiere. 30' Compromiso con el Desarrollo Profesional y la Empleabilidad: Capacitación continua e integral a los trabajadores.	El trabajo en equipo, responsabilidad, honestidad y respeto	Posicionar a la empresa agropecuaria como parte de la comunidad sociedad. Poner a disposición de quien lo solicite los planes de producción del establecimiento para demostrar con sustento científico y técnico que las actividades se realizan dentro del marco legal y ambiental.	Se planifica un conciente de los recursos e insumos para reducir su impacto sobre los agroecosistemas.	Buscamos maximizar el ingreso del productor, reduciendo el riesgo que enfrenta al momento de planificar una siembra como el cultivo de Maíz, para que ese ingreso se revierta en el sistema y la comunidad.
2	Empresas Proveedores de Insumos	Suministrar información correcta y con aval científico sobre los productos comercializados. Exigir a sus proveedores sus planes y programas que avallen prácticas socioambientales de reducción de impactos y generación de valor. Promover el uso conciente de los insumos y apuntar a productos biológicos mas amigables con el ambiente.	Venta de productos sin certificación, relación con proveedores que no cumplen las normativas ambientales vigentes y no apuntan a técnicas que reducan el impacto ambiental. Comercializar productos fuera de la ley de ambiente.	Mediante la vinculación de empresas proveedoras de servicios de asesoramiento y proveedores, brindar al productor el asesoramiento correcto sobre que insumos utilizar, que dosis y como aplicarlos. La exigencia a proveedores del cumplimiento de las normativas ambientales y compromiso de reducción de emisiones, los obliga a adaptar sus programas de producción y apuntar a la sustentabilidad global de la empresa.	42' Criterios de Selección y Evaluación de Proveedores: seleccionar proveedores que brinden garantías del cumplimiento de legislaciones y acuerdos. 44' Apoyo al Desarrollo de Proveedores: para que las buenas prácticas manufactureras sean adoptadas por los proveedores confiables hace confiables los productos que se comercializan y los productores utilizan; se refuerzan lazos comerciales.	Transparencia, la honestidad en las operaciones, evitar la corrupción	Las empresas deben adecuarse a la ley de productos fitosanitarios y evitar la venta de productos o agentes que alteren el ecosistema y la salud.	Se generan más fuentes de empleo.	
3	Contratistas Agropecuarios	Contratar personas en base a modelos formales y legales de trabajo cumpliendo la legislación laboral vigente. Garantizar el adecuado mantenimiento y estado general de las maquinarias para reforzar la seguridad y calidad de las labores. Capacitación del Personal en Tecnologías de Agricultura de Precisión.	El mercado laboral de los contratistas agropecuarios está cargado de informalidad y falta de garantía de los derechos de los trabajadores. No se le brinda seguridad adecuada en el uso y operación de la maquinaria. No se inscriben y con ello no se habilitan las maquinarias relacionadas a la aplicación de productos fitosanitarios al programa de BPA.	Exigir al momento de contratar un servicio que se demuestren por contratos de trabajo, la formalidad de los puestos laborales. Contratar aquellos que presenten la maquinaria habilitada y en condiciones para realizar un trabajo de calidad y seguro para el operario y el ambiente. Retribuir económicamente y con el trabajo a quien así presente mínimamente su empresa proveedora de servicios.	14' Relaciones con Trabajadores tercerizados / subcontratados / estacionales. Respeto a empleados tercerizados, temporarios o a tiempo parcial y a la legislación que los beneficia: Garantizar trabajo digno, formal y el respeto de todos los derechos laborales. 16' Compromiso con el Desarrollo Profesional y la Empleabilidad: favorecer el desarrollo de las capacidades laborales de los trabajadores aumentando la eficiencia y calidad de los trabajos; manteniendo al trabajador a la vanguardia tecnológica y conciente sobre la tarea que realiza. 19' Seguridad en el uso y operación de maquinarias agrícolas: maquinaria en condiciones para evitar accidentes y garantizar comodidad para que el trabajador se sienta a gusto con la actividad que realiza.	Responsabilidad por el trabajo realizado, para brindar calidad y respeto con el personal a cargo para garantizarles condiciones dignas de trabajo.	Brindar servicios de calidad, en forma rápida manteniendo a la empresa en la vanguardia tecnológica garantiza mantener el vínculo y las relaciones con los Productores agropecuarios y la sociedad porque se habilitan sus equipos a través de los programas de BPA.	Adoptar tecnología de precisión aumenta la calidad y el valor monetario del servicio prestado, mejorando la rentabilidad de la empresa y permite mejorar la posición económica de sus trabajadores	
4	Semilleros y Mejoradores Genéticos.	Acecar a la comunidad al campo y reducir el temor sobre el uso de las semillas híbridas y transgénicas, brindando información clara y abriendo a la sociedad. Promover el cumplimiento de la ley de semillas, proteger la tecnología obligando al productor a comprar el equivalente al 10% de las bolsas totales a sembrar como refugio.	Generar alteraciones en los agroecosistemas por no seleccionar materiales adaptados a cada región fitogeográfica en particular, ya que se alteran las relaciones naturales, rompen resistencias adquiridas por estos materiales, y desperdician años de mejora genética. El no considerar el uso correcto de los fitosanitarios para el tratamiento de la semilla genera riesgos graves para la salud humana y ambiental e impide la certificación de las Buenas Prácticas Agropecuarias.	Concientizar al productor sobre la importancia que tiene la protección de la tecnología con el uso correcto de los refugios la importancia económica y ambiental que presenta la preservación de los materiales. Obligar en caso que no se tome conciencia la siembra del material entregando el equivalente en bolsas de refugio. Promover que se realicen las declaraciones juradas como usuarios de semillas a los productores, para proteger la propiedad intelectual de la tecnología.	28' Uso sustentable de las semillas: Adaptar cultivares específicos para cada región en particular y evitar problemas de aclimatación, sanitarios y de manejo. Promover la protección de la tecnología con el uso de refugios. 29' Uso responsable, sustentable y seguro de: Insumos de síntesis química y natural: deben respetarse las normativas ambientales sobre la utilización de fitosanitarios utilizados en la protección de las semillas, informar correctamente droga y concentración utilizada; como así también indicaciones para la manipulación segura. Comenzar a incluir en el portafolio de productos, productos biofertilizantes y controladores biológicos como cura semillas.	Honestidad de los datos publicados y reconocimiento de la propiedad intelectual.	Generar espacios de difusión y abrir las puertas a la comunidad para destigmatizar el uso de semillas transgénicas.	Adecuación de los genotipos acá uno de los ambientes productivos buscando potenciar la expresión de todos los genes y a su vez reducir el impacto de estos cultivares sobre el agroecosistema.	Aumento del ingreso y generación de puestos de trabajo a nivel local para el desarrollo de los nuevos cultivares
5	Ingenieros Agrónomos y Técnicos Agropecuarios	Mejorar la productividad e incentivar la profesionalización de la empresa aumentando su empleabilidad, independientemente de su cargo o función. Actuar como facilitadores de información y promover el aprendizaje en el productor. Motivar e incentivar la adopción del Programa BPA. Certificar la producción. Manejar correctamente dosis de fertilizantes, densidades de siembra reduciendo los riesgos ambientales y económicos.	Ingenieros corruptos que primen su interés económico, por sobre los principios y normas que rigen a la sociedad; y que generen impactos ambientales y sociales graves por llevar adelante malas prácticas agropecuarias.	Contratar o recomendar Profesionales que estén a la vanguardia tecnológica y científica, promoviendo el buen uso de las nuevas tecnologías de producción. Profundización de conocimientos sobre las legislaciones ambientales y productivas. No dar lugar a acciones corruptas que violen la ley o no aspiren al bienestar social. Sentar las bases de la sustentabilidad como premisa en la empresa y que no sea el fin económico el único fin.	16' Compromiso con el Desarrollo Profesional y la Empleabilidad: favorecer y estimular la capacitación continua de nuestros profesionales para que estén a la vanguardia tecnológica, sepan comprender las necesidades del productor, la sociedad y el ambiente; tomando como eje la sustentabilidad (económica, ecológica y social). El crecimiento debe ser personal para que la persona adquiera una actitud más crítica y participativa en la construcción del conocimiento.	Responsabilidad y honestidad para desarrollar su tarea lo más fiel a sus principios sin corromper su integridad ante situaciones que violen las leyes o implique generar un daño a la sociedad.	Concientizar sobre el buen uso de las tecnologías y adecuarse para reducir el impacto negativo sobre el agroecosistema. Hacer respetar y cumplir la ley de semillas N°20247 y la ley provincial de Apl. De productos fitosanitarios N°9164.	Un nuevo nicho de mercados, porque asesoran en agricultura de precisión y agricultura por ambientes.	
6	Transportistas	Respetar las normativas legales de tránsito reduce considerablemente el número de accidentes y reduce el número de muertes que ocurren cada año en las rutas. La utilización de camiones con nuevos motores que disponen de dispositivos par captar carbono y reducir las emisiones es un paso importante en la lucha contra el cambio climático. Contar con personal entrenado y habilitado para	Cómo consecuencia del aumento de la producción en kilos de los cultivos de Maíz, se genera un mayor número de camiones circulando y con ello mayores emisiones de CO <sub>2</sub> , por más que se utilicen los nuevos motores que reducen las emisiones. Al incrementar la demanda de camiones circulando se aumenta el riesgo a accidentes cuando no se encuentran en condiciones mecánicas óptimas. Otro riesgo es que operen para el mercado informal de	Impulsar a las empresas especializadas en el transporte a la adecuación primeramente de las unidades a las normativas viales, para generar seguridad en las rutas, desalentar el mercado informal, exigir que todos sus trabajadores estén registrados y capacitados.	41' Impactos del Transporte, Logística y Distribución: buscar la reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> la utilización de motores que se adaptan a las nuevas legislaciones ambientales de atenuación del cambio climático.	Responsabilidad y honestidad.	Tomar medidas en la utilización de motores que ayuden a disminuir las emisiones y accionar a favor de reducir el cambio climático	Como apuntamos a incrementar la producción en cantidad de toneladas, se generarían nuevos puestos de trabajo y mayores ingresos al sector.	
7	Comercializadores y Acopiadores de Granos	Tomar medidas de seguridad y garantizar un ambiente de trabajo saludable. Reducir la cantidad de polvillo generado mediante la inversión en equipos que se instalan en silos y norias para captar el polvo. Exigir a los municipios y gobiernos de turno la creación de espacios y facilidades económicas para trasladar plantas fuera del égido municipal.	El conflicto entre las cerealeras y las comunidades ha tomado impulso en los últimos años por lo que las empresas deben atender las quejas de la comunidad en materia ambiental y adecuarse a las normativas. Si la cerealera apoya y practica el comercio legal de granos, afecta a la comunidad, al productor y a la misma empresa en caso de cierre por clausura.	Disponer de canales de quejas, reclamos y sugerencias para establecer un vínculo fructífero con la comunidad. La construcción del vínculo se logra realizando operaciones con clientes que respeten las leyes, regulaciones vigentes y se comercialicen productos de origen responsable y sustentable.	47' Gerenciamiento del Impacto de la Empresa en la Comunidad de Entorno: como la mayoría de las plantas de acopio se encuentran en las zonas urbanas o en sus proximidades es importante atender a los reclamos de los vecinos para reducir el impacto y mantener buenas relaciones. 45' Otros de las Relaciones con Clientes y otros Productores: generar el vínculo comercial justo preservando la honestidad y la responsabilidad delegada en la comercialización del cereal. 18' Cuidados de Salud, Seguridad y Condiciones de Trabajo: los trabajadores se encuentran expuestos al ruido, polvo, productos fitosanitarios y maquinaria pesada y peligrosa; por ello brindarles protección es prioridad. 7' Prevención de la Contaminación: Residuos, Polvo, Ruido y	Assumir responsabilidades y se respetan las opiniones y quejas de la comunidad. Honestidad.	Reducir los riesgos a la salud de la población y trabajadores.	Disminuir la cantidad de polvillo emitido al ambiente. Buscar alternativas energéticas limpias para accionar plantas de secado de los granos.	Reducción de los mercados informales de granos e incremento de la capacidad de almacenaje por mayor volumen comercializado.

	De afectación indirecta								
8	Comunidad	Valora el conocimiento y las expectativas de sus principales públicos de interés. Considerar en los procesos de toma de decisiones el diálogo y la participación de toda la cadena de valor; procurando disminuir los riesgos e identificar oportunidades de innovación y crecimiento.	Grupos de la comunidad que no accedan al diálogo y no permitan realizar las explotaciones de los sistemas productivos con todas las normativas ambientales, económicas y legales cumplidas.	Desarrollar programas para el agro donde la empresa tiene en cuenta las expectativas de sus trabajadores y futuros miembros de la organización que pertenecen a la comunidad donde se encuentra inserta.	<b>4° Diálogo y Participación de los Grupos de Interés. Consideración de los impactos sobre distintos grupos de la sociedad:</b> es importante el diálogo y el compromiso con los públicos de interés para el éxito de los negocios porque debemos tener en cuenta las necesidades y expectativas de la sociedad sobre el sector productivo, como el hecho de generar alimentos.	Se asumen las responsabilidades como sujetos de derecho y miembros de una sociedad en donde hacemos valer nuestros derechos y asumimos las responsabilidades que cada miembro cumple en la producción.	Se procura mantener los canales de diálogo y buena relación con los sectores productivos.		
9	Sociedad y Gobierno	Participar en el desarrollo de políticas públicas llevando en consideración el interés general de la sociedad y de los beneficios que necesitan generalizarse.	Un aumento en la productividad de los campos agrícolas en este caso implantados con maíz, genera un mayor nivel de ingresos al productor lo que significa que debe tributar a título de impuestos sobre una base imponible más grande. Este hecho suele generar rechazos por parte de los productores orque no ve desde el estado retribución en obras por los impuestos que paga, si no al contrario cada vez es mayor la presión impositiva y mas deteriorado está el sistema vial argentino por donde se traslada la producción.	Desde el estado se debe mejorar la relación entre campo y estado para potenciar el desarrollo incluyendo al campo como pieza clave del progreso nacional. Es por ello que la participación de las empresas e involucrarse con el desarrollo de políticas, es la clave para el éxito de la empresa integrada a la sociedad y parte de un estado que funciona.	<b>50° Participación en el Desarrollo de Políticas Públicas:</b> como la producción agropecuaria involucra a gran parte de la sociedad, es importante planificar e impulsar el desarrollo de tecnologías de insumos y procesos que apuntan a incrementar la sustentabilidad de los sistemas productivos y que cada eslabón de la cadena de valor refuerza la actividad con sus aportes.	Justicia y respeto porque se hace respetar las legislaciones en todos sus niveles, procurando resguardar los intereses del sector productivo y la sociedad, penando la infracción a la ley, otros valores son la asunción de responsabilidades.	Potenciar las economías regionales para generar valor agregado y empleos genuinos.	Mantener los agroecosistemas productivos para las futuras generaciones.	Potenciar las economías regionales para generar valor agregado y empleos genuinos.
10	Empresas Proveedoras de Servicios Financieros	Recuperar el recurso suelo, invertir en prácticas de conservación. Brindar información y planes de fertilización acorde a los manejos propuestos con la agricultura de precisión, para tomar decisiones a nivel sitio-específico. Impulsar desde el gobierno políticas públicas de acceso al crédito para inversiones en la recuperación de suelos y a su vez otorgar créditos a aquellos productores que presenten planes productivos que tiendan a conservar los recursos.	Problemas en el mercado financiero y económico que obliguen al Estado a retirar los créditos del mercado o eleven las tasas a valores imposibles de afrontar. A nivel productor, que no presente la adecuación correspondiente para acceder al crédito y se desaliente la inversión en fertilizantes.	Con los planes de fertilización y modelos de producción de maíz propuestos, brindar herramientas que le permitan al productor adecuar sus planes de producción y presentar proyectos para tomar créditos que le permitan invertir el recurso suelo. A las entidades financieras brindar asesoramiento en cuestiones productivas y diseñar planes regionales de conservación	<b>27° Uso Sustentable de los Recursos: Suelo:</b> motivar a los productores agropecuarios a invertir en la cosevación de la fertilidad de sus suelos y asegurar su capacidad productiva, otorgándole estabilidad al sistema y a la comunidad que sustenta porque mantiene el caudal de ingresos generados. <b>50° Participación en el Desarrollo de Políticas Públicas:</b> importante contar con herramientas de financiación y créditos que impulsen al productor a invertir en el suelo con el fin de mantener su capacidad productiva y asegurar un suministro de alimentos constante a la población. No solo tiene que ser una política de empresas crediticias privadas, sino que conjuntamente e involucrando a todos los actores se deben diseñar políticas públicas orientadas a tal fin.	Evitar la corrupción y entrega de préstamos a quienes no cumplen con los requisitos.		Se invierte en la conservación del recurso suelo.	
11	Facultades de Agronomía	Como centro de generación de conocimientos las facultades de agronomía deben potenciar el desarrollo de nuevos materiales genéticos que se adapten a cada uno de los ambientes productivos. Desarrollo de ensayos de aplicación de fertilizantes para encontrar dosis óptimas que garanticen una estabilidad económica y ambiental. A su vez desarrollar en conjunto protocolos de aplicación para el uso seguro de los productos fitosanitarios y fertilizantes.		La trazabilidad de los alimentos es una materia que debe ser desarrollada desde los centros de generación del conocimiento como las facultades y así generar la certificación que las empresas necesitan para garantizar la inocuidad de los alimentos. Los protocolos desarrollados y certificados por las universidades aumentan la confianza de la comunidad a las prácticas agrícolas; por eso es importantes que empresa de asesoría avalen sus trabajos con las facultades. A su con los programas sociales se destinan recursos para canalizar las demandas sociales y convertirlas en soluciones factibles para todo el sector.	<b>46° Cuidado de la Inocuidad de los Alimentos y de las Prácticas Productivas que podrían afectarlos:</b> Desarrollar protocolos de buenas practicas que orienten la producción primaria, garantizando la trazabilidad del producto, inocuidad e integridad. Aportar conocimientos a las BPA, <b>48° Compromiso con el Desarrollo de la Comunidad y Gestión de las Acciones Sociales:</b> para integrar al campo y la comunidad, generar espacios donde se den a conocer los adelantos y poner a disposición de la comunidad un canal donde puedan materializar sus reclamos directos con investigadores del sector.	Responsabilidad por los datos e investigaciones publicadas, respeto por el ambiente y honestidad.	Generación de protocolos que certifiquen la producción y aseguren la inocuidad y trazabilidad de los alimentos.	Medición de impactos de las prácticas agrónomas sobre el agroecosistema.	
12	Personal de las Empresas Agropecuarias	Brindar asesoramiento y capacitación por intermedio de la empresa agropecuaria a sus empleados, en temas referidos a la fertilización, utilización de la tecnología e información necesaria para desarrollar las prácticas de agricultura de precisión. El empleado que entiende el fundamento de lo que hace, se siente motivado a hacer bien las tareas.	Personal que no presenta estudios primarios y secundarios completos, que no pueda llegar a interpretar la información que se le suministra. Complicaciones en la capacitación. Encontrar gerentes y directivos de empresas donde el mando es verticalista y la empresa no es flexible a escuchar demandas de los empleados y hace caso omiso a los aportes que estos realizan.	Proponer a las empresas agropecuarias programas de capacitación a los empleados y en aquellos casos donde la no escolarización es alta, impulsar a las empresas a que brinden oportunidades a sus trabajadores de completar los estudios. Brindar herramientas a los trabajadores para que con fundamentos técnicos sus ideas sean escuchadas.	<b>13° Relaciones con Trabajadores Propios: Respeto a empleados propios y a la legislación que los asegura:</b> es importante que el personal de la empresa se encuentre motivado a realizar las tareas y a gusto con su trabajo. La capacitación continua en el manejo de las nuevas tecnologías y la generación de canales de diálogo donde el personal comunique sus propuestas de mejora y sus reclamos; hace una relación de trabajo saludable. Importante también velar por el cumplimiento de la legislación laboral.	Fomentar el respeto, la asunción de responsabilidades, justicia para hacer cumplir las legislaciones y honestidad en todas sus acciones.	Construir de canales de diálogo para atender a inquietudes y comunicar propuestas de mejora de ambas partes (empleador empleado).		
13	Asociaciones de Productores	Los productores asociados y agrupados tienen una mirada mucho más profunda de la realidad y de los impactos que la actividad productiva genera en la comunidad. Generando información y conocimiento en conjunto con estas organizaciones, será mucho más fácil llegar a los productores con estas nuevas herramientas que aumentan la eficiencia del proceso productivo y apuntan a mejorar la comunidad.	Como cada unidad de producción presentar una situación en particular, se corre el riesgo que las extrapolaciones directas de lo investigado no presenten los mismos resultados y pueda perder credibilidad los resultados.	Desarrollar ensayos e investigaciones que tengan como premisa el progreso regional, comunicando de manera correcta los resultados y asesorando al mayor número posible de productores dispuestos a incorporar las tecnologías para que adapten las mismas a sus sistemas. A partir de ello realizar evaluaciones de impacto económico social y ambiental de las posibles soluciones encontradas.	<b>47° Gerenciamiento del Impacto de la Empresa en la Comunidad de Entorno:</b> evaluar a nivel regional los impactos positivos y negativos que tendría la utilización masiva de la tecnología de Agricultura de Precisión en desarrollo de las economías regionales.	Fomentar el respeto, la igualdad, solidaridad, compromiso, cooperación entre todos los miembros y con la comunidad donde se constituyen como grupo.	Comunicar resultados y atender reclamos sociales		Apuntar a mejorar la rentabilidad de sus empresas sin olvidar los pilares ambientales y sociales de la sustentabilidad, entendiendo que el personal y la comunidad deben crecer al ritmo de la empresa.

## BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo., A., Echeverría, H., Sainz Rozas, H., & Barbieri, P. (1983). *Ciencia del suelo. Ciencia del suelo* (Vol. 26). Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Retrieved from [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-20672008000200009](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-20672008000200009)
- Assefa, Y., Vara Prasad, P. V., Carter, P., Hinds, M., Bhalla, G., Schon, R., ... Ciampitti, I. A. (2016). Yield Responses to Planting Density for US Modern Corn Hybrids: A Synthesis-Analysis. *Crop Science*, 56(5), 2802. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.04.0215>
- Custom Soil Resource Report for Colfax County, Nebraska. (2017). Retrieved from <http://www.nrcs.usda.gov/wps/>
- Custom Soil Resource Report for Logan County, Illinois. (2017). Retrieved from <http://www.nrcs.usda.gov/wps/>
- Eyhérabide, G. H. (2007). Manejo del Cultivo de Maíz. *INTA PERGAMINO*, 298.
- Griffin, T. W., & Lowenberg-DeBoer, J. (2005). Worldwide adoption and profitability of precision agriculture Implications for Brazil. *Revista de Política Agrícola*, 14(4), 20-37.
- Informe especial sobre cultivos GEA – Guía Estratégica para el Agro. (2016). Retrieved from [https://www.bcr.com.ar/GEA Archivos Diarios/Informes/Informe especial 072 2016\\_01\\_13.pdf](https://www.bcr.com.ar/GEA Archivos Diarios/Informes/Informe especial 072 2016_01_13.pdf)
- Kablan, L. A., Chabot, V., Mailloux, A., Bouchard, M.-É., Fontaine, D., & Bruulsema, T. (2017). Variability in Corn Yield Response to Nitrogen Fertilizer in Eastern Canada. *Agronomy Journal*, 109(5), 2231. <https://doi.org/10.2134/agronj2016.09.0511>
- Lago González, C., Sepúlveda Peña, J. C., Barroso Abreu, R., Fernández Peña, F. Ó., Maciá Pérez, F., & Lorenzo, J. (2011). Sistema para la generación automática de mapas de rendimiento. Aplicación en la agricultura de precisión. *Idesia (Arica)*, 29(1), 59–69. <https://doi.org/10.4067/S0718-3429201100010000>
- Estadísticas. Márgenes Agropecuarios. (2017). Retrieved October 14, 2017, from <http://margenes.com/estadistica>.
- Ogando, F. A., Raspa, F. A., Pita, M., Alvarez, C., & Vega, C. R. C. (2017). INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN ENTRE LA DENSIDAD POBLACIONAL Y LA DISPONIBILIDAD DE NITRÓGENO SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAÍZ SEMBRADO EN VERANO. Retrieved from [http://www.ecofisiovegetal.com.ar/sema\\_papers\\_ecofis/1.28 RENOgando - 2.pdf](http://www.ecofisiovegetal.com.ar/sema_papers_ecofis/1.28 RENOgando - 2.pdf)
- Rodriguez, A. T., Económicos, E., Copati, E., Agrícolas, E., Investigación, J. B., & Tecnológica, P. (2017). PERSPECTIVAS PARA LA CAMPAÑA AGRÍCOLA 2017/18 EN ARGENTINA. Retrieved from [http://www.bolsadecereales.com/imagenes/documentos/2017-09/Lanzamiento\\_Gruesa\\_Bloque\\_Bolsa\\_-\\_27-09.pdf](http://www.bolsadecereales.com/imagenes/documentos/2017-09/Lanzamiento_Gruesa_Bloque_Bolsa_-_27-09.pdf)
- Sangoi, L. (2001). UNDERSTANDING PLANT DENSITY EFFECTS ON MAIZE GROWTH AND DEVELOPMENT: AN IMPORTANT ISSUE TO MAXIMIZE GRAIN YIELD. *Ciência Rural*, 31(1), 159–168. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000100027>
- Visor GeoINTA - Suelos de Córdoba. (n.d.). Retrieved November 15, 2017, from [http://visor.geointa.inta.gob.ar/?p=857#searchkeytitle\\_0](http://visor.geointa.inta.gob.ar/?p=857#searchkeytitle_0)