



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

**“Uso de mapa de rendimiento como metodología para evaluar
distintas dosis de fertilización nitrogenada en girasol”**

FEDERICO A. BERNDT

Lugar de Trabajo: INTA E.E.A. Las Breñas

DIRECTOR: Ing. Agr. Ulises Loizaga

MODALIDAD: TESINA

Carga horaria 600hs.

Año: 2017

Uso de mapa de rendimiento como metodología para evaluar distintas dosis de fertilización nitrogenada en girasol

RESUMEN

La producción de girasol en la provincia de Chaco se ubica en el tercer lugar a nivel nacional, con un rendimiento promedio para la campaña 2015/2016 de 1.696 kg ha^{-1} . En este trabajo se evalúa la respuesta a la fertilización nitrogenada con urea, efectuada durante la siembra, de un híbrido comercial de girasol, en labranza cero, utilizándose un material perteneciente a la empresa Sursem sembrado a 0,52 m. Los tratamientos fueron: testigo (sin fertilizar); 50; 100 y 150 kg ha^{-1} de urea y la variable respuesta fue rendimiento; los valores de esta variable se relevaron con un sistema de mapeo que recaba datos a partir de la información generada por una placa de impacto, los cuales fueron filtrados en el mapa de rendimiento extraídos del mismo y procesados como un conjunto de datos. Los resultados se analizaron con el software INFOSTAT Versión. 2011/P. Se logró un stand de plantas promedio de 2,60 plantas por metro lineal y un rendimiento promedio de $2.124,56 \text{ kg ha}^{-1}$. Existieron diferencias estadísticas significativas en el rendimiento entre el testigo ($2.005,81 \text{ kg ha}^{-1}$) y las dos dosis más altas de urea ($2.244,53 \text{ kg ha}^{-1}$ y $2228.37 \text{ kg ha}^{-1}$ para 100 y 150 kg/ha de urea respectivamente), mientras que el tratamiento de 50 kg/ha de fertilizante no presentó diferencias estadísticamente significativas con el testigo. Conclusiones: 1) La eficiencia de uso de fertilizante fue de 0,20 kg de grano producido por kg de urea aplicado para la dosis de 50 kg ha^{-1} ; 2,24 kg de grano producido por kg de fertilizante nitrogenado aplicado para 100 kg ha^{-1} y 2,22 kg de grano logrado por kg de urea aplicada para la dosis de 150 kg ha^{-1} . 2) El mapa de rendimiento resultó ser una herramienta muy útil no solo para evaluar respuestas a la fertilización nitrogenada, sino también para determinar superficies que se encontraron por debajo del rendimiento de referencia y posibilitar a futuro realizar análisis que permitan manejar distintos sitios con dosis variables con el objetivo de lograr una mayor uniformidad en los rindes aproximándolo al rendimiento potencial.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES:

El girasol (*Helianthus annuus* L.) originario de América del Norte (Asagir ,2008) es un cultivo que puede desarrollarse satisfactoriamente en diversos ambientes de la República Argentina, desde el sudeste de la Región Pampeana (39° S) hasta la Región Chaqueña (27° S) (Satorre *et al.*, 2004)

La producción de girasol en la provincia del Chaco se ubica en el tercer lugar a nivel nacional con un sostenido crecimiento en los últimos años. En la campaña 2.015/16 se sembraron: 304.087 ha con un rendimiento promedio de 1.696kg/ha (Ministerio de Agroindustria 2016). En la región Suroeste del Chaco se produce el 60%del girasol de la provincia. (Parra y Sosa, 2002).El mercado argentino comercializa girasol para aceite, girasol confitero y tiene historia como proveedor de aceite linoleico y harinas proteicas con destino a forraje. (SAGPyA 2016)

Las condiciones ambientales sitúan al Suroeste de Chaco como una región adecuada para la producción de girasol con rendimientos óptimos, considerando las escasas precipitaciones invernales promedio normales que están en el orden de los 383 mm en el ciclo del cultivo de julio a diciembre. Estudios realizados por (Halvorson *et al.* 1999) mencionan que una cantidad total de agua disponible o precipitaciones de pluviometría menor a 300 mm afectan el rendimiento potencial del girasol, cantidades entre 300 y 500 mm definen los rendimientos potenciales y precipitaciones superiores a 500 mm, no afectan los rendimientos potenciales del girasol como respuesta a la labranza y la fertilización nitrogenada.

El patrón de crecimiento y desarrollo fenológico de esta oleaginosa está regulado por la disponibilidad de agua y nutrientes en interacción con los factores ambientales (Andrade *et al.*, 2002). El girasol es una especie de ciclo estival, en la cual el nitrógeno juega un rol preponderante. Este nutriente es el motor principal del rendimiento, junto con el agua y la luz solar. La especie requiere casi 10 veces más nitrógeno (N) que fosforo (P): 40 kg de N por cada tonelada de grano producido. (International Plant Nutrition Institute IPNI). Coincidentes con estudios realizados por Díaz-Zorita, (2002) en Argentina, estos señalan al nitrógeno como el nutriente que en mayor medida limita la producción nacional, de ahí la importancia de conocer los requerimientos nutricionales. Otros investigadores, tales como Aguirrezábal *et al.*, (1996) indican que el girasol requiere un alto nivel de nutrición con N durante el crecimiento vegetativo para la obtención de elevados rendimientos de grano y proteína, afectando la producción de materia grasa, ya que la meta del cultivo es lograr un mayor rendimiento en grano con elevado porcentaje de aceite.

El N es el principal responsable de la regulación del área foliar, desde su formación hasta el mantenimiento del área fotosintéticamente activa después de la floración, responsable entonces, nada menos, que de la eficiencia de uso de la radiación (Sosa *et al.*, 1998). Estudios realizados por (González Montaner *et al.* 1995) indican que la mayor absorción de N y de P se concentra en los 30 a 35 días previos a la floración, durante la etapa de crecimiento rápido del cultivo, la cual cesa cuando comienza la floración. Esta proporción es similar a la encontrada en otros cultivos oleaginosos tales como soja y superior a la que se presenta en cultivos de cereales como maíz y trigo. (Díaz Zorita, 2003)

Diferentes estudios demuestran que, para obtener cultivos de girasol de alta producción, en sistemas de siembra directa (SD), una deficiente provisión de N constituye la principal limitante edáfica, independientemente de la región considerada (Redolatti *et al.* 2000; Mirasson *et al.* 2000).

Más específicamente, (Aguirrezábal et al., 2003), indicaron que la mayor absorción del N se concentra en los 30-35 días que preceden a la floración, durante la etapa de gran crecimiento del cultivo, absorbiendo hasta el 75 % del nitrógeno total que necesita el cultivo.

Según el trabajo realizado por (Cáceres Díaz et al., 2014) el agregado de 100 kg ha⁻¹ de urea al inicio de floración, incorporada al surco, permitió incrementar los rendimientos de girasol en 59.7%. La fertilización mejoró la eficiencia del uso del agua hasta los 100 kg ha⁻¹ de urea, pasando de 4,83 kg de grano en el Testigo sin urea a 7,71 kg de grano por mm de agua consumida en el ciclo del cultivo, bajando luego a 7,03 kg de grano por mm de agua consumida para 150 kg ha⁻¹

Con fertilización a la siembra se han descripto incrementos de rendimientos promedio de 400 kg ha⁻¹, y de 700 kg ha⁻¹ con fertilización en 4-6 pares de hojas, aplicando dosis no mayores a 60 kg N ha⁻¹ (Bono y Alvarez., 2007). Coincidiendo con estos autores, (Martín y Marangon1994) en sus trabajos observaron que en condiciones de suelos pobres en materia orgánica, los mejores resultados de fertilización se logran realizando fertilizaciones con Nitrógeno durante el desarrollo vegetativo. La fertilización nitrogenada de arranque es una estrategia interesante a considerar dentro del manejo nutricional del mismo. Asegurando una adecuada provisión de Nitrógeno (N) antes de la iniciación floral, favorece, mayormente, el número de granos, aplicaciones posteriores solo modificarían parcialmente el peso de los granos, influyendo en mayor proporción sobre su contenido de proteína. (Valentinuz1999)

La magnitud de la respuesta a la fertilización nitrogenada, está condicionada por: textura y tipo de suelo, temperaturas medias en etapa vegetativas, disponibilidad de agua y la densidad de las plantas por unidad de superficie. La cantidad de nitratos acumulados hasta la siembra es un buen indicador de la disponibilidad de N para el cultivo. Se obtuvieron respuestas a la fertilización nitrogenada en suelos con valores menores a 30-40 kg/ha de N en los 60 cm superficiales (González Montaner y Di Nápoli, 2002).

Experiencias realizadas en establecimientos de productores de girasol del área de la Estación Experimental Agropecuaria del INTA Las Breñas señalan que con aplicaciones de 90 a 100 kg/ha de urea y buena disponibilidad hídrica, es posible incrementar en 300 kg ha⁻¹ los rendimientos; pero los estudios revelaron un descenso en el porcentaje de materia grasa, que oscila entre 1 y 2 puntos (Parra y Sosa, 2002)

Díaz Zorita & Caniglia., (2010) evaluaron diferentes tratamientos de fertilización con nitrógeno y fósforo en 80 sitios ubicados en lotes de producción de diferentes zonas: norte (Chaco, norte de Santa Fe y Entre Ríos), oeste (la Pampa, sur de Córdoba y San Luis) y sur (sudeste y centro sur de Buenos Aires). Los autores observaron que, en ausencia de la fertilización, los rendimientos de girasol se vieron limitados en 25, 10 y 14%, en las regiones norte, oeste y sur, respectivamente (rendimiento de testigos sin fertilizar 1.448; 2.621 y 2.462 kg/ha, respectivamente). Es decir, estos porcentajes indicarían lo que se “deja de ganar” en términos de mejora en el rendimiento por no incluir la fertilización con nitrógeno y fósforo en el plan de manejo del cultivo.

La aplicación de fertilizantes para suplir bajos niveles de nitratos en suelo debería ser una práctica frecuente en nuestra región. Con agua en el perfil, 40 ppm de nitratos puede ser tomado como valor suficiente para no realizar fertilización nitrogenada (Bono et. al., 2009). Por debajo de este valor, la fertilización puede ser realizada en la siembra o en estados más avanzados.

En ensayos regionales en lotes de productores se comprobaron incrementos del 18 al 22 % en el rendimiento con la aplicación de 100 Kg/ha de urea en el período de 4 a 8 hojas (Parra, 2007; Ciampitti y García, 2007).

Teniendo en cuenta las afirmaciones hechas por los autores, es de crucial importancia asegurar la correcta nutrición del cultivo, para ello se debe mitigar la variabilidad del lote. Entre las causas se puede citar la variabilidad natural, tales como tipo de suelo y topografía; la variabilidad aleatoria, como las precipitaciones; y la variabilidad de manejo, como la aplicación de fertilizantes y la densidad de siembra. La variabilidad natural incluye (a) variabilidad de suelos, (b) variabilidad biológica, y (c) variabilidad en los procesos dinámicos del suelo (Hatfield, 2000).

La Agricultura de precisión corresponde a una estrategia de administración que utiliza tecnología de la información y las comunicaciones para recolectar datos útiles desde distintas fuentes con el fin de apoyar decisiones asociadas a la producción de cultivos. El uso de esta tecnología puede ayudar a mejorar los márgenes a través de un aumento del valor del rendimiento (cantidad o calidad), de una reducción en la cantidad de insumos o de ambos simultáneamente. (Bongiovanni 2003). La aplicación de metodologías donde se utilice información satelital y sensores remotos, permite analizar la evolución de los cultivos a través de la interpretación de rendimientos que este expresa. (Dardanelli, 1998).

Para relevar este tipo de información se pueden utilizar herramientas tales como el mapeo de rendimiento. Una unidad de mapeo de rendimiento cuantifica diferentes parámetros del cultivo y la cosecha para su posterior análisis, a partir del funcionamiento y la calibración previa de diferentes sensores. A su vez, si el monitor de rendimiento de la cosechadora está conectado a un GPS, da la posibilidad de coleccionar datos georeferenciados y de esa forma poder generar mapas de rendimiento. (Bongiovanni et al., 2006). Este autor también señala que para una adecuada amortización de la máquina cosechadora debe trabajar alrededor de 3.000 hectáreas/año. Trasladando ese potencial a los 8.036 monitores de rendimiento que hay en operación se obtiene un total de 24 millones de hectáreas. La cifra representa un 70,5% de la superficie total cultivada en el país en el ciclo 2012/13. Es decir, aplicando las herramientas de Agricultura de Precisión disponibles en la actualidad se puede tener un potencial en la obtención de mapas de rendimiento del 70% de los campos de nuestro país.

Si, a su vez, el productor pudiese utilizar esos datos adquiridos para generar mayor conocimiento y realizar ensayos en sus lotes, se lograría en pocos años aumentar la eficiencia en la utilización de la maquinaria y los insumos aplicados. (Méndez et al., 2014). Teniendo en cuenta estos comentarios, cabe mencionar que la información más útil para el productor Americano es precisamente el mapa de rendimiento.

Considerando estos antecedentes y el hecho de que hay escasa información del uso de mapas de rendimiento como herramienta para evaluar respuestas a la fertilización nitrogenada en girasol, al menos en la provincia del Chaco, se considera interesante hacer este estudio con el fin de optimizar el uso de recursos, para lograr sustentabilidad del sector productivo girasolero chaqueño.

OBJETIVOS

Objetivos Generales:

- Generar información sobre la optimización del uso de fertilizante nitrogenado en el cultivo de girasol, utilizando técnicas de Agricultura de Precisión.
- Agilizar el método de evaluación de mapas de rendimiento con software específico.

Objetivos específicos:

- Evaluar diferentes dosis de fertilización nitrogenada con el fin de estimar la adecuada para el cultivo de Girasol usando como fuente urea granulada, el rendimiento se evaluara en kilogramos de grano por hectárea y a modo de complemento se analizara materia grasa.
- Evaluar la variación de los diferentes rendimientos en software específico en kilogramos de grano por hectárea.
- Obtener datos que permitan ajustar la toma de decisión con respecto a la fertilización nitrogenada de arranque en el cultivo en pos de mejorar la eficiencia en el uso de este recurso.

MATERIALES Y MÉTODOS:

Descripción del lote:

El ensayo se realizó en un lote cercano a la localidad de San Bernardo (latitud 27°19'52.29"S, longitud 60°49'13.91"O). (Figura 1)



Figura N°1: Lote y parcela del ensayo

Ensayo de Fertilización. Diseño experimental

El ensayo disponía de 4 tratamientos distribuidos al azar en 3 bloques completos (tres repeticiones). Cada parcela o tratamiento, cuenta con las siguientes dimensiones: 12,48 metros de ancho por 250 metros de largo (totalizando una superficie de: 3.120m²/parcela, de 24 surcos de ancho). El ancho total del ensayo fue de 149,76 m y 250 m de largo, resultando una superficie total de estudio de aproximadamente: 37.440 m².o 3,744 ha. (Figura 2)

Repeticion 1				Repeticion 2				Repeticion 3			
Testigo	50 Kg	100 Kg	150 Kg	100 Kg	Testigo	150 Kg	50 Kg	50 Kg	Testigo	150 Kg	100 Kg

Figura 2: Distribución del ensayo

El análisis estadístico se llevó a cabo por medio del análisis de la varianza (ANOVA) y una prueba de significancia a través de la T de TUKEY. Infostat y Microsoft EXCEL.

Tratamientos

Los tratamientos fueron:

- Testigo
- 50 kg urea
- 100 kg urea
- 150 kg urea.

La variable respuesta Rendimiento:

- Rendimiento expresado en una medida tradicional como Kg ha^{-1}

Debido a la particularidad que posee el cultivo de girasol, su rendimiento puede ser expresado en kilos de grano cosechado por hectárea y en kilogramos de materia grasa obtenida por hectárea, este último valor fue considerado como información complementaria a fines de mejorar la interpretación y aplicación práctica del trabajo.

Descripción de las series de suelo presentes en el ensayo:

El Lote elegido corresponde a 2 series según carta de suelo pertenecientes al Departamento O'Higgins:

- Serie Flecha: el tipo de suelo es un Ustocrept fluvéntico que se encuentra en lomas tendidas poco evolucionadas, de relieve normal. Muy pobre en materia orgánica; mediana capacidad de retención de agua; mediana provisión de calcio; alta de magnesio; alta también potasio; mediano contenido en fósforo; media a alta capacidad de intercambio de cationes; bajo porcentaje de saturación de bases. El horizonte A varía entre 25 a 35 cm. de espesor; el B entre 40 a 60 cm., el C se presenta a partir de los 70 a 90 cm. de profundidad, con concentraciones de calcio a partir de los 95 a 140 cm. Suelo moderadamente profundo, las raíces de las plantas cultivadas penetran sin problemas hasta alrededor de 1 m. Sus problemas principales son el riesgo de erosión hídrica por encontrarse en lomas tendidas de pendientes largas y escaso contenido de materia orgánica. Suelo agrícola con Capacidad de Uso Clases II y III. Necesita inclusiones de cultivos ricos en rastrojos en la rotación, para corregir su pobreza de materia orgánica.
- Serie a Tolosa: Es un Ustocrept údico que se encuentra en lomas tendidas, evolucionadas, de relieve normal. Medianamente provisto de materia orgánica; mediana capacidad de retención de agua hasta los 160 cm. de profundidad estudiados; alto contenido de calcio; medio de magnesio y alto de potasio; capacidad media de intercambio de cationes; bajo porcentaje de saturación de bases. Suelo moderadamente profundo, con penetración efectiva de raíces hasta 1 m. El horizonte A varía entre 12 a 20 cm. de espesor, el E entre 14 a 26 cm., el B entre 35 a 60 cm, el C se presenta a partir de los 80 a 120 cm de profundidad. Alrededor de 20% de durinódulos de hasta $\frac{1}{4}$ cm de diámetro.

Las series de suelo y su capacidad de uso se aprecian en la figura 2 (a y b).

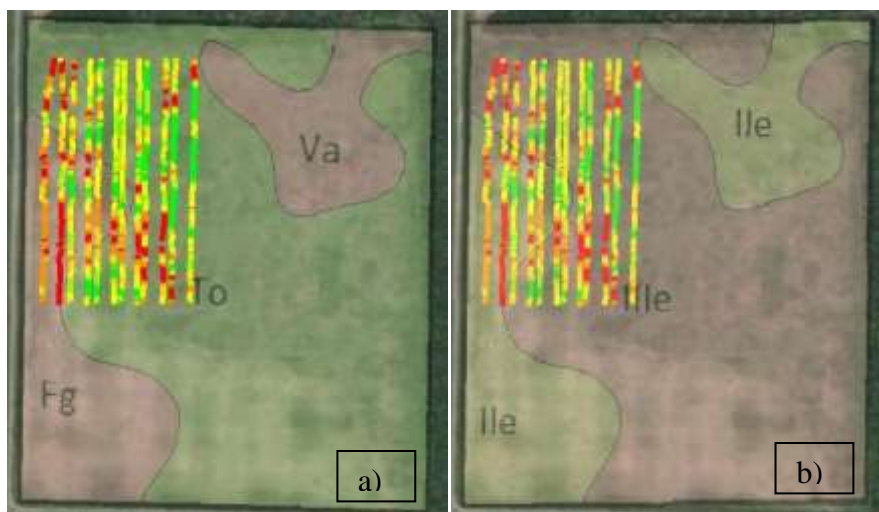


Figura N° 2:a) Series de suelo. b) Capacidad de uso del lote seleccionado para el ensayo.

Datos de análisis de suelo

Los datos del análisis de suelo para cada serie están descriptos en Tabla 1 del anexo, en la cual se puede apreciar que el nitrógeno es el nutriente limitante para lograr rendimientos superiores a 1.800 kg ha⁻¹, rendimiento alcanzado en las tres anteriores campañas, (2013; 2014; 2015) en el lote bajo estudio. Esta situación se relaciona a un bajo contenido de materia orgánica. (Datos del IPNI)

Historia del lote

El lote se encuentra destinado a la producción agrícola de manera intensiva, cultivándose con mayor frecuencia soja, maíz y girasol. Para este último, los rendimientos de las tres últimas campañas (2013; 2014 y 2015) no superaron los 1.800 kg ha⁻¹. Este valor será tenido en cuenta como punto de partida para el análisis comparativo con el mapa de rendimiento.

El sistema productivo adoptado es de siembra directa manejando los barbechos, cortos o largos, de manera química, buscando la no remoción para lograr un incremento del contenido de materia orgánica.

El cultivo antecesor fue soja. Posterior a la cosecha se realizó una aplicación de herbicida dejando el lote en barbecho hasta los días previos a la siembra.

Agua disponible

Se midieron 59,44 y 76,63mm de agua disponible en las series Tolosa y Flecha respectivamente, al momento de la siembra. Las mediciones se realizaron hasta 1m de profundidad.

Pulverización previa a la siembra

El control de malezas se realizó de manera química a través de herbicidas, aplicándose 1,2 litros de prometrina por hectárea (50%) GESAGARD® 50

Hibrido utilizado en el ensayo

El cultivar de girasol utilizado fue un híbrido perteneciente a la empresa Sursem cuyo nombre comercial es: “Ciro” este es un híbrido de ciclo largo (días a floración: 74 y días a madurez: 127), color de aquenio negro, de cruzamiento simple, su contenido de materia grasa es de aproximadamente 49% con un contenido Oleico de 80/85%.

Siembra

La siembra se realizó el 11/08/16 utilizándose una sembradora de 12 surcos distanciados a 52 centímetros. Cada tratamiento consistió en una ida y vuelta de la sembradora dando un ancho total de 24 surcos por tratamiento (12,48 metros de ancho por tratamiento). La metodología seleccionada fue para lograr, una mayor practicidad en el accionar de la maquinaria, como también un ajuste acorde con el cabezal utilizado en la cosecha.

La densidad lograda fue de 49982 plantas ha^{-1} a cosecha (2,604 plantas por metro lineal de surco) próxima a la recomendada por el departamento técnico de la empresa que lo comercializa. Para ello al momento de la siembra se dosificó a razón de 2,7 semillas por metro lineal o 52.000 semillas ha^{-1} . (Tabla 2 Anexo)

Fertilización

El fertilizante nitrogenado sólido, Urea granulada (46-0-0), fue incorporado según la dosis respectiva a cada tratamiento junto con la siembra, ubicada en el entresurco a 15 centímetros de la línea de siembra. Dosificado a través del mecanismo de chevron.

Pulverización posterior a la siembra

Posterior a la siembra se aplicaron 1,5/ha litros de acetoclor 90% (Guardian); 2,5/ha litros de flurocloridona 25% (Flurocloridona Zamba) y 2,5 litros/ha de glifosato común al 48% en (peso/volumen) de sal isopropilamina, 360 gr. de Equivalente ácido (ROUND UP).

Tratamiento insecticida

Una vez establecido el cultivo se realizó un tratamiento con lambdacialotrina 5%, en una dosis de 0,15 litros ha^{-1} (Lambdacialotrina 5 NUFARM)

Cosecha

La máquina cosechadora con la cual se hizo el mapeo del ensayo fue una John Deere 1175 dotada con un sistema de placa de impacto de la marca Ag Leader ubicada en la noria de grano. Este sistema estima el rendimiento a través de la cantidad de grano cosechado y trillado que impacta en la misma y crea una determinada presión que es medida y transformada en un valor de rendimiento del grano.

Para su óptimo funcionamiento debe ser calibrada con una balanza de otro dispositivo antes de comenzar la trilla en cada lote; en el caso de la cosecha del ensayo la calibración se hizo al principio, descargando el material cosechado en el carro tolvero (monotolva) donde fue pesado y con estos datos poder obtener el rendimiento por unidad de superficie.

Este procedimiento se llevó a cabo cosechando parte del lote que no pertenecía al ensayo, puesto que el resto del lote al filtrar el mapa, no es considerado como parte del ensayo.

La cosecha se realizó con la maquina propia del productor, esta cuenta con un cabezal de 16 surcos distanciados a 52 centímetros obteniendo un ancho efectivo de trabajo de 8,32 metros cosechándose toda la superficie sembrada (figura 3). El recorrido de la máquina al cosechar el ensayo se puede apreciar en la figura 4.

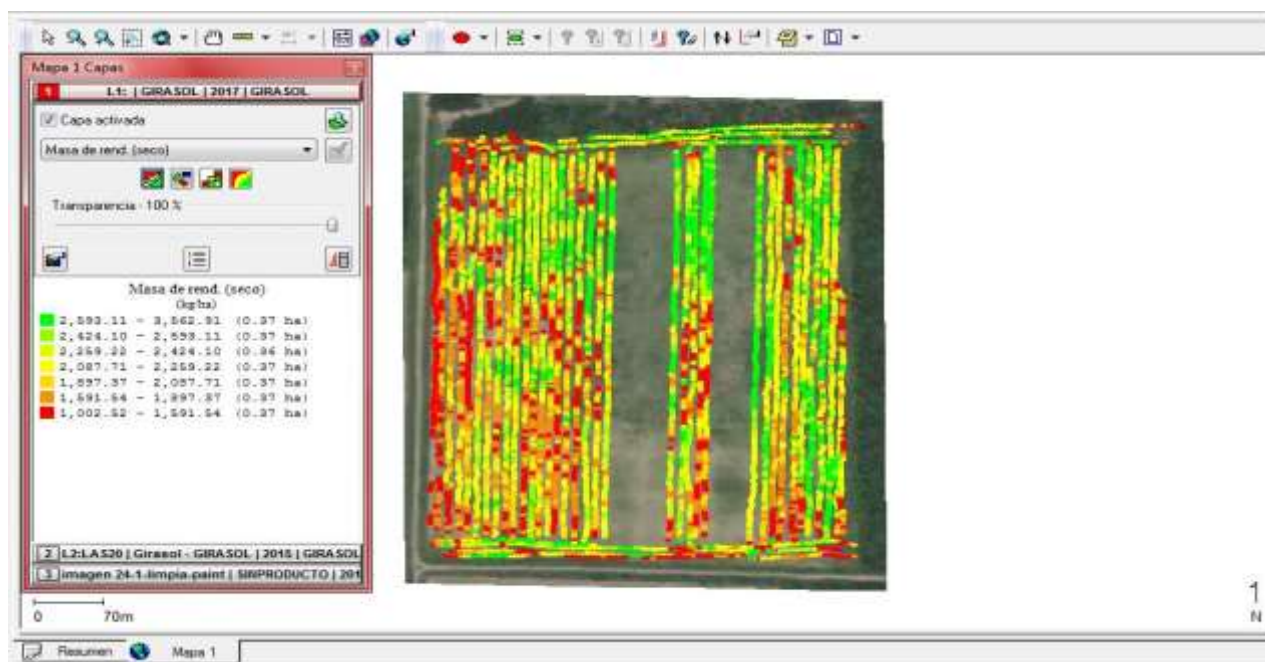


Figura 3: Recorrido total de la máquina cosechadora.

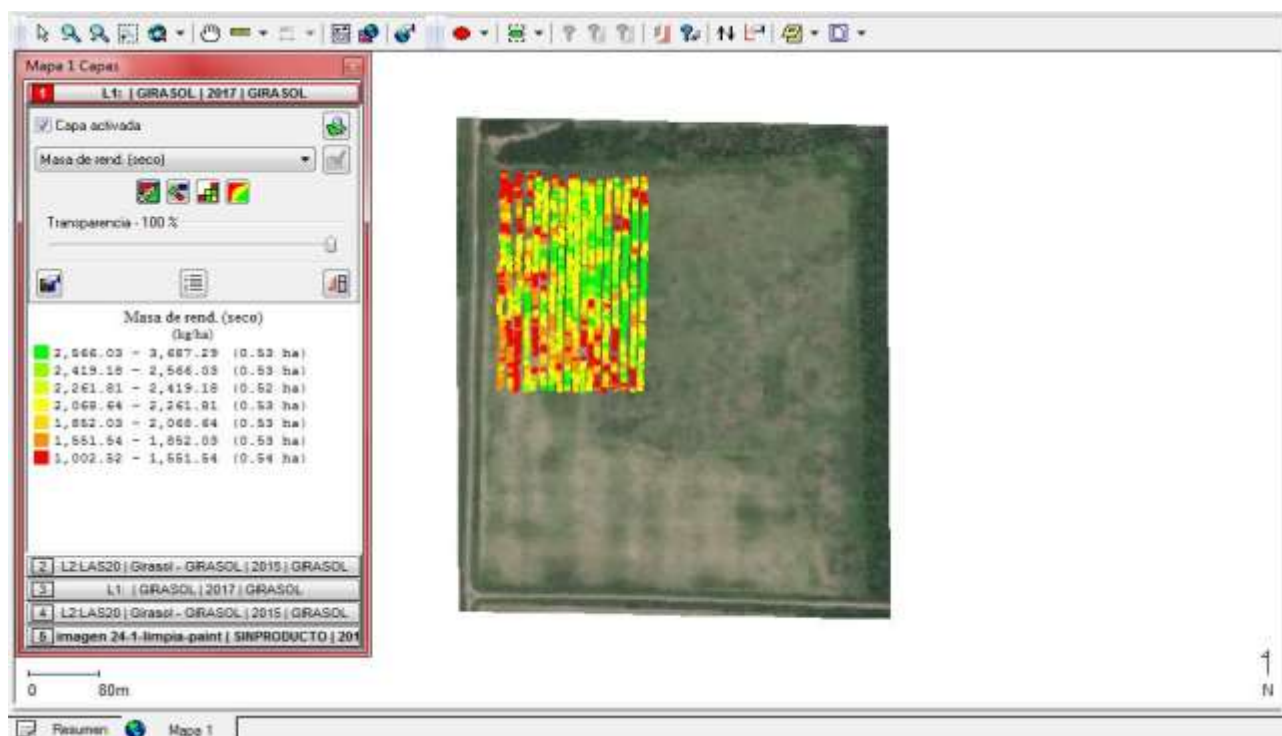


Figura 4: Recorrido de la máquina en la cosecha del ensayo

En cada tratamiento, se cosecharon 16 surcos es decir una pasada de la máquina, confeccionándose el mapa de rendimiento con el software específico AFS perteneciente a la firma CASE IH, utilizando los datos de rendimiento obtenido en tiempo real. (Figura 5)

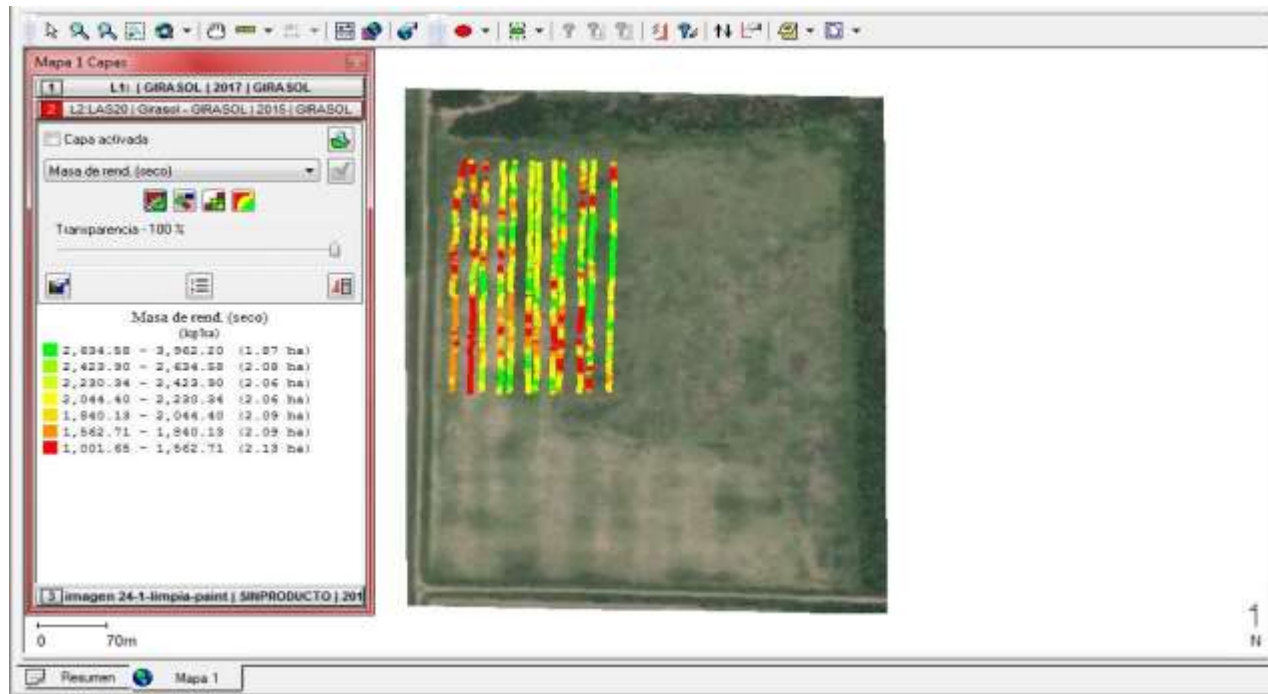


Figura 5: Franja de rendimiento de los 16 surcos centrales.

Las correcciones de humedad de grano a fin de denotar el rendimiento del cultivo se realizaron según lo establecido por la Cámara Arbitral de cereales de la Bolsa de Comercio de Rosario. Se propone esta corrección ya que la medición de la humedad se realizó al momento de la cosecha con un humedímetro y en el procesamiento de los datos con el software es posible y necesario realizarlo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de los resultados

El análisis de los resultados muestra diferencias estadísticas entre el testigo y los tratamientos de 100 y 150 kg ha⁻¹ de urea, observándose una cierta heterogeneidad entre estos valores para cada repetición demostrado con los datos de coeficiente de variación para el testigo y 50 kg ha⁻¹ de urea, así también una concomitante disminución del coeficiente de variación (CV) junto con el aumento de la fertilización nitrogenada con las dos dosis mayores de fertilizante (Tabla 1). La variable respuesta rendimiento ha.⁻¹ se incrementa al aumentar la dosis de fertilizante apreciándose un aumento cercano al 10% para las dosis más altas coincidente con los estudios de (Díaz Zorita, 2015) el cual enuncia que, para sitios con rendimientos superiores a los 2.500 kg/ha se esperan mejoras de aproximadamente el 4%, (4% del rendimiento alcanzable) con la aplicación de unos 50 kg/ha de N en estadios vegetativos tempranos de crecimiento. Considerando estudios realizados por (Hall et al., 2012, citado por Tecnoagro 2012) en diferentes zonas de producción de Argentina, en donde se indica que el cultivo de girasol presenta un potencial de rendimiento de 4-5 tn.ha⁻¹, el aumento obtenido en el ensayo es bastante próximo a lo esperable.

Además, se observa la relación positiva entre la dosis de urea aplicada y el rendimiento en las dosis de 100 y 150 kg/ha. (Figura 6). Esta asociación también fue observada por (Narwak y Malik 1985) quienes mencionan que existe una relación positiva entre la dosis de urea y rendimiento por hectárea con cantidades superiores a 60 kg/ha. Similares resultados fueron obtenidos por (Quiroga *et al.* 2002) para suelos del sudeste de Buenos Aires con dosis cercanas a 100 kg/ha de urea.

Tabla 1: Análisis estadístico

	Tratamiento			
	Testigo	50 kg	100 kg	150 kg
	1782.34	1687.68	2158.49	2111.15
	2268.97	2159.01	2105.87	2227.93
	1952.80	2241.62	2369.65	2344.79
Media	2001.37 a	2029.44 a	2211.34 b	2227.96 b
Desvío estándar	246.924	298.838	139.605	116.820
CV	12.338	14.725	6.313	5.243

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

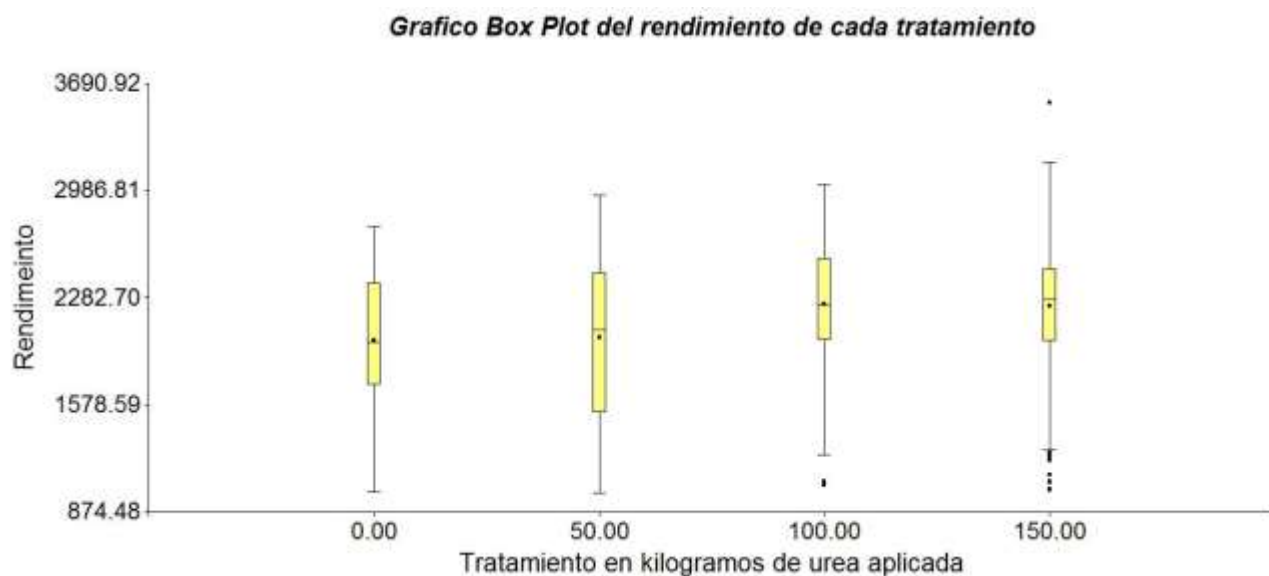


Figura N°6: Grafico de cajas o “Box Plot” que muestra los valores de estadística descriptiva agrupados.

Si bien los resultados obtenidos y el análisis estadístico indican un incremento de rendimiento en respuesta al aumento de dosis de fertilizante por hectárea, el mapa de rendimiento muestra una marcada heterogeneidad de esta variable en cada tratamiento.

Al analizar los rendimientos obtenidos se aprecia que para el testigo y la dosis de 50 kg/ha existe un 32,3 y 32,81 % de la superficie por debajo del rendimiento de referencia de las campañas 2013,2014,2015 del lote en estudio, el cual es de (1800 kg/ha) (Figura 7 a y b)

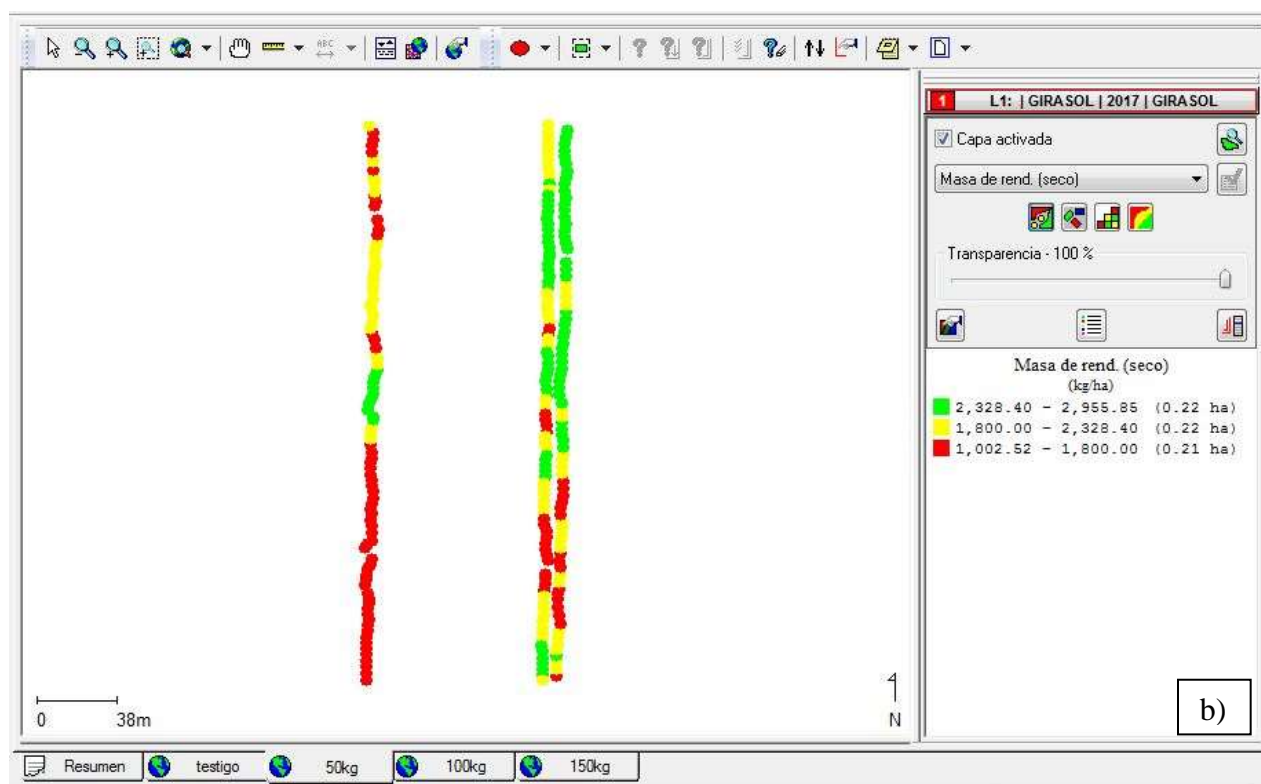
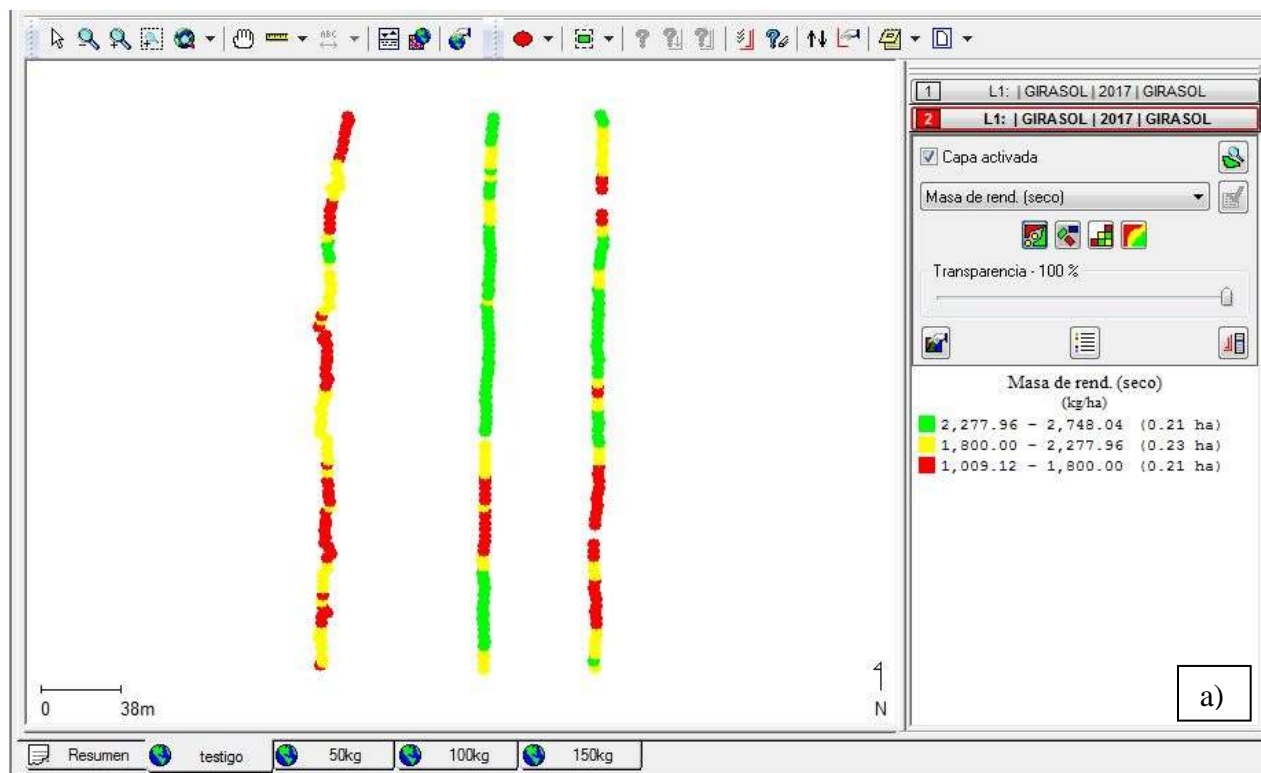


Figura 7: a) Mapa de rendimiento para testigo observandose un 32,3 % de la superficie por debajo del rendimiento medio de las tres ultimas campañas del lote. b) Mapa de rendimiento para 50 kg/ha observandose un 32,8 % de la superficie por debajo del rendimiento de referencia.

Al analizar el mapa de rendimiento para las dosis de 100 y 150 kg ha⁻¹ se observan que existen un 11,1 y 15,38 % de superficie por debajo del rendimiento medio de las campañas 2013, 2014, 2015 del lote en estudio. (Figura 8 a y b)

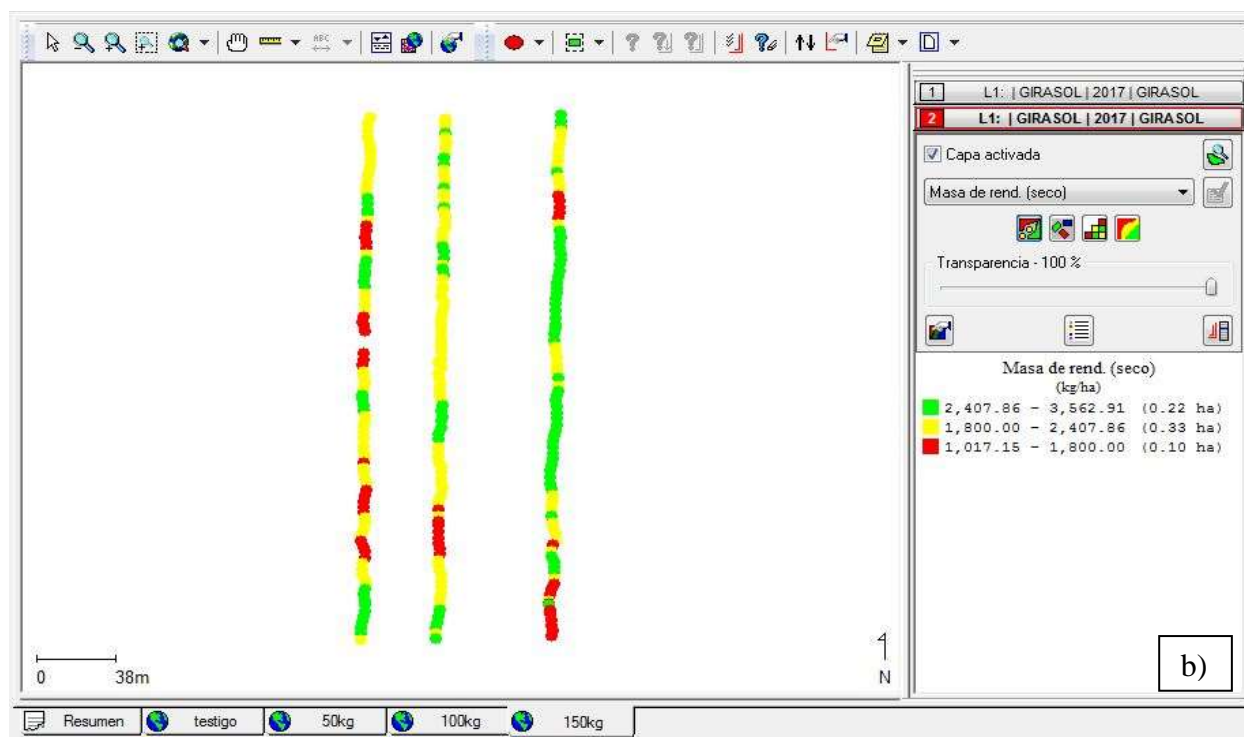
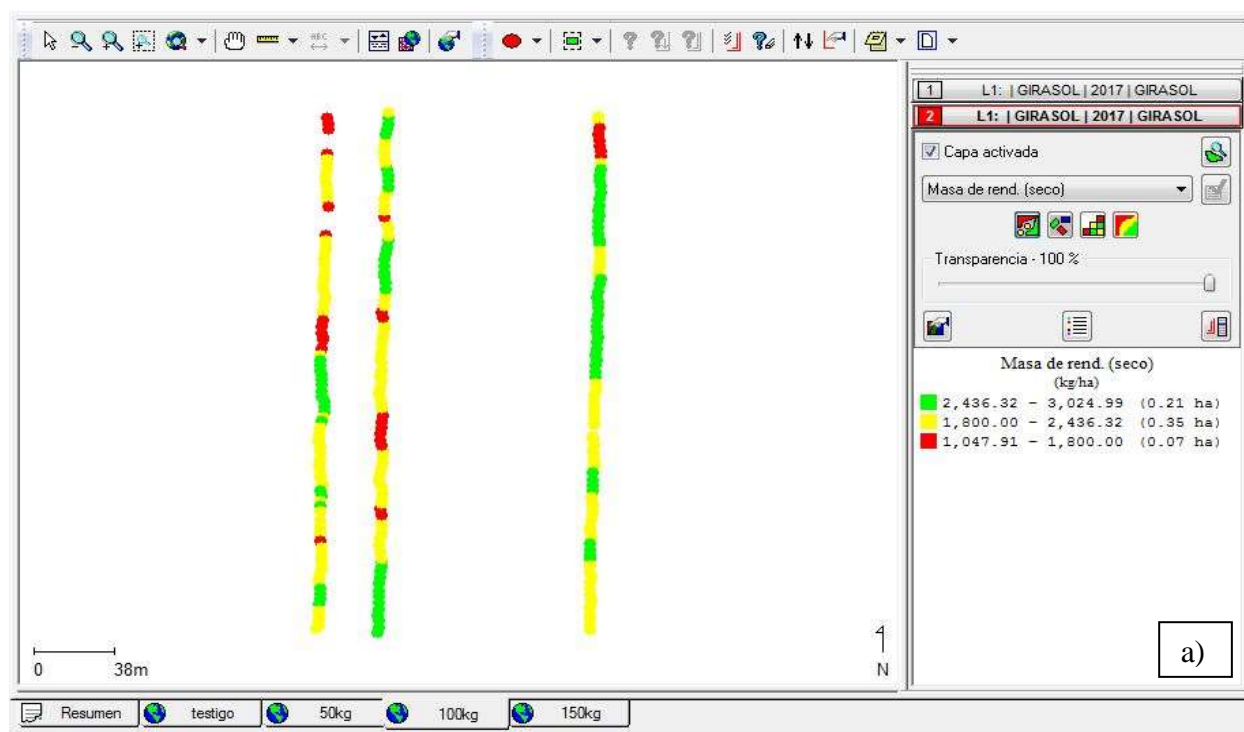


Figura 8: a) mapa de rendimiento para 100 kg/ha observandose un 11,1 % de la superficie por debajo del rendimiento de referencia. b) Mapa de rendimiento para 150 kg/ha observandose un 15,38 % de la superficie por debajo del rendimiento medio de ciclos precedentes en el lote..

Estos porcentajes de superficies que están por debajo de 1.800 kg ha^{-1} ameritan que se realice un análisis por sitios para tomar decisiones que permitan elevar los rendimientos y aproximarlos a los rindes potenciales, objetivo considerado por la agricultura de precisión. Estas evaluaciones justifican que el mapeo de rendimiento es una herramienta adecuada para analizar la respuesta a la fertilización nitrogenada.

Además, el análisis de los mapas de rendimiento indica que con las mayores dosis por hectárea de fertilizante se aproximó a los rendimientos potenciales de $4\text{-}5 \text{ tn ha}^{-1}$ para la mayoría de las zonas productivas del país según estudios realizados por (Hall. et al., 2012, citado por Tecnoagro 2012). Para las dosis de 100 y 150 kg ha^{-1} se determinaron rendimientos de $3.024,99$ y $3.562,91 \text{ kg ha}^{-1}$ respectivamente ($975,01$ y $437,09 \text{ kg}$ por debajo de un rinde potencial de 4.000 kg ha^{-1}) es decir un 10% menos, coincidentes con estudios realizados por Díaz Zorita (2015)

Para tener una mejor interpretación de la variabilidad de los rendimientos en cada tratamiento, se utilizó el programa Arcgis con el cual se pudo determinar, con mayor exactitud, la distribución y ubicación de cada intervalo de rendimiento por tratamiento (figura 9), calculandose la superficie ocupada por estos en el mapa de rendimiento (Tabla 2).

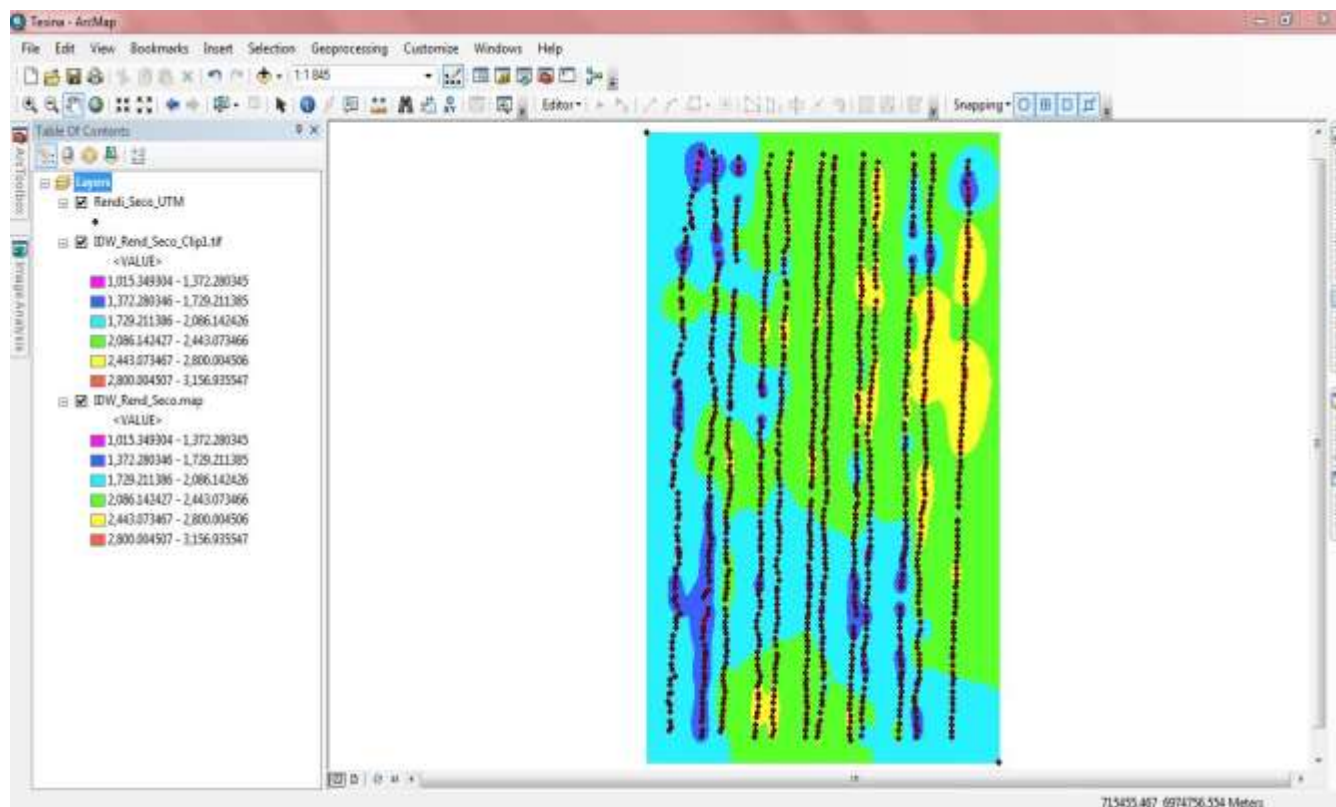


Figura 9: Mapa procesado con el programa Arcgis.

Con este programa también se aprecia, la variabilidad de rendimientos a través de la superposición con la línea perteneciente a cada tratamiento, aún con la decisión de realizar fertilización uniforme para cada dosis empleada.

Nuevamente queda en claro que esta variabilidad es atribuible a condiciones intrínsecas del lote que ameritarían un análisis más exhaustivo en el cual se identifiquen las fuentes y se lleven adelante prácticas para disminuirlas en busca de maximizar los rendimientos mediante un manejo más eficiente de los recursos como ser dosis variable por sitios.

Cabe destacar que los rendimientos mínimos no son atribuibles al lote o al ensayo, sino a fallas en el mapeo que se dan cuando la máquina se detiene o continúa la trilla a velocidades demasiado bajas.

Tabla 2: Intervalos de rendimiento y superficie ocupada por cada uno de ellos.

Superficie de intervalo	Superficie (has)	Intervalos de rendimiento (kg/ha)	
superficie total	3.690		
rosado	0.001	1.015,34	1.372,28
azul	0.278	1.372,28	1.729,21
celeste	1.547	1.729,21	2.086,14
verde	1.480	2.086,14	2.443,073
amarillo	0.369	2.443,073	2.800,004
rojo	0.016	2.800.004	3.156,93

Análisis de la distribución de rendimientos

La distribución de los rendimientos totales obtenidos del mapeo de rendimiento muestran una mayor frecuencia alrededor de los 2.200 kg ha⁻¹ superando en aproximadamente 400 kg a los obtenidos en las tres campañas anteriores. También se observa una menor frecuencia de rendimientos por debajo de los 1.800 kg ha⁻¹ debido a la fertilización nitrogenada. (Figura 10)

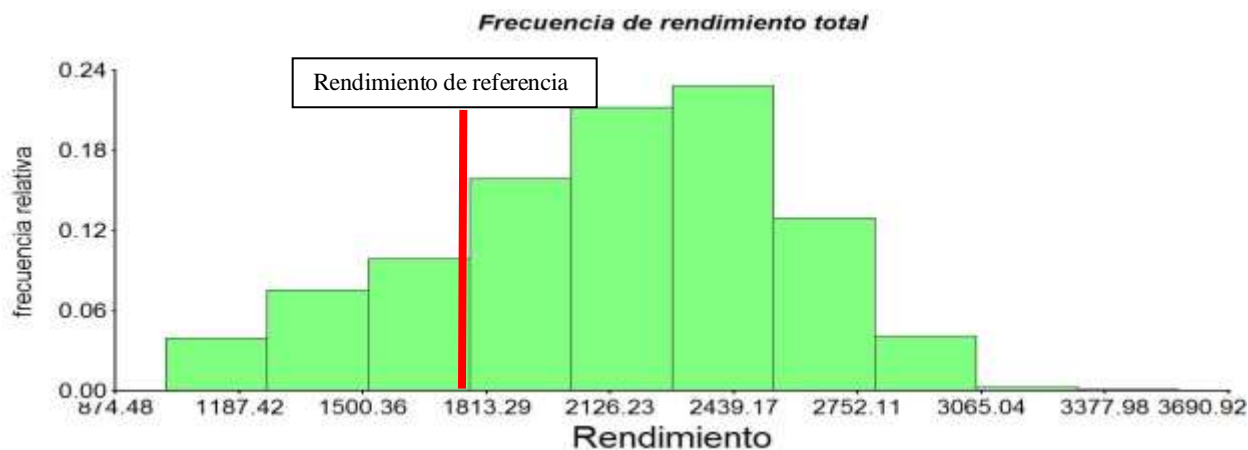


Figura 10: Histograma de la distribución de rendimientos totales.

En la figura 11 se puede observar cómo se agruparon los distintos intervalos de rendimiento del tratamiento testigo sin fertilizar. En ella se ve una marcada heterogeneidad en los valores de rendimiento, tal como fue reflejado en los coeficientes de variación de la Tabla 1 apreciándose una elevada frecuencia de datos inferiores al rendimiento de referencia.

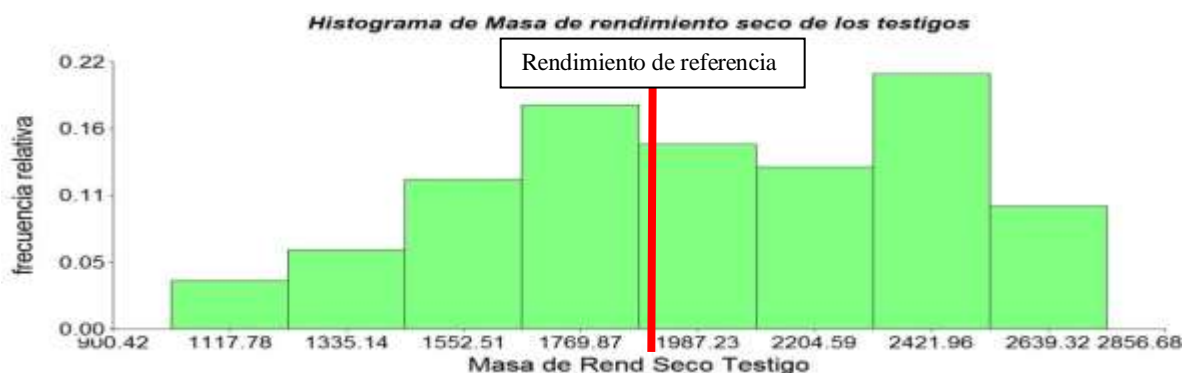


Figura 11: Histograma de la distribución de rendimientos del tratamiento testigo.

La evaluación de la distribución de los rendimientos para la dosis de 50 kg ha⁻¹ refleja que, aún con resultados estadísticamente similares al testigo, los rendimientos inferiores al de referencia tienen menores frecuencias en comparación con este. (Figura 12)

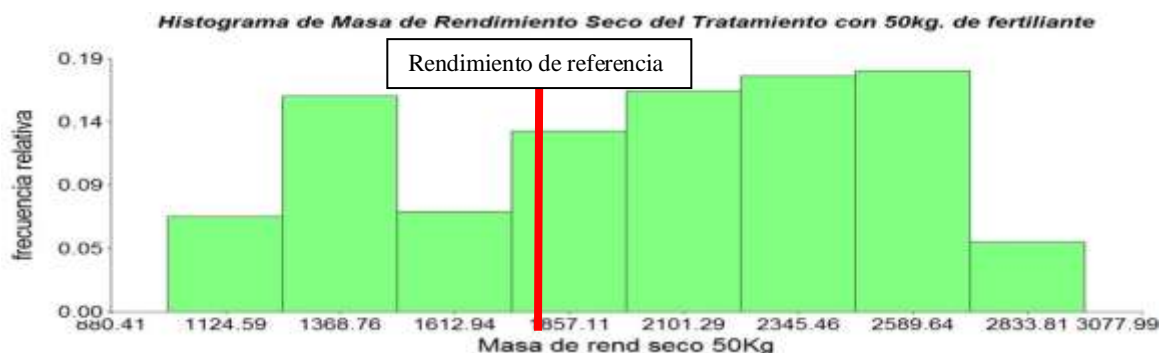


Figura 12: Histograma de la distribución de rendimientos del tratamiento de 50 kg/ha.

La figura 13, perteneciente al tratamiento de 100kg ha⁻¹ de urea, muestra como disminuye, por un lado, la variabilidad en los rendimientos, señalados en el análisis de coeficiente de variación (tabla 1). Por otro, como se minimiza la frecuencia de los valores por debajo del rendimiento de referencia.

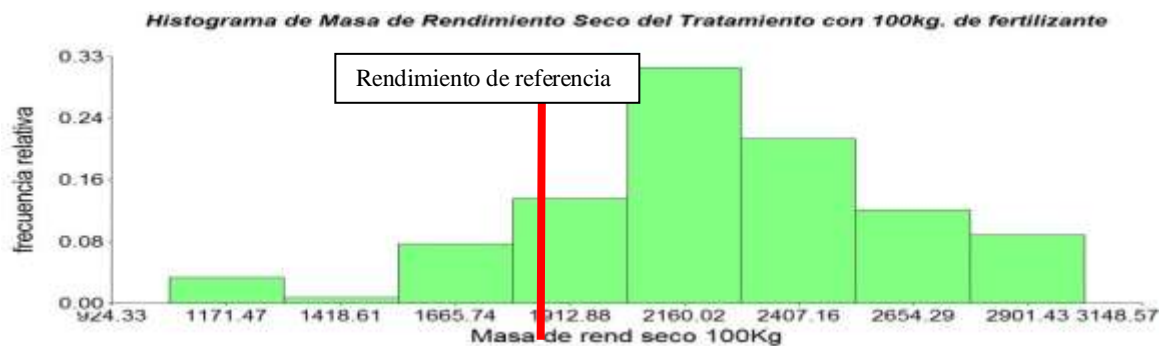


Figura 13: Histograma de la distribución de rendimientos del tratamiento de 100 kg/ha.

En la figura 14 correspondiente a la dosis de 150 kg ha⁻¹ de urea se puede ver acentuado lo sucedido en el tratamiento de 100 kg ha⁻¹. Al igual que en el caso anterior, los valores extremos se ven disminuidos y se aprecia cómo se manifiestan con mayor frecuencia los altos rendimientos en torno a la media del tratamiento. Esto permite inferir que para el ambiente en estudio, a mayores dosis de fertilización, se ven homogeneizados los valores de la variable respuesta pese a no tener diferencia significativa con el tratamiento de 100kg ha⁻¹ de urea.

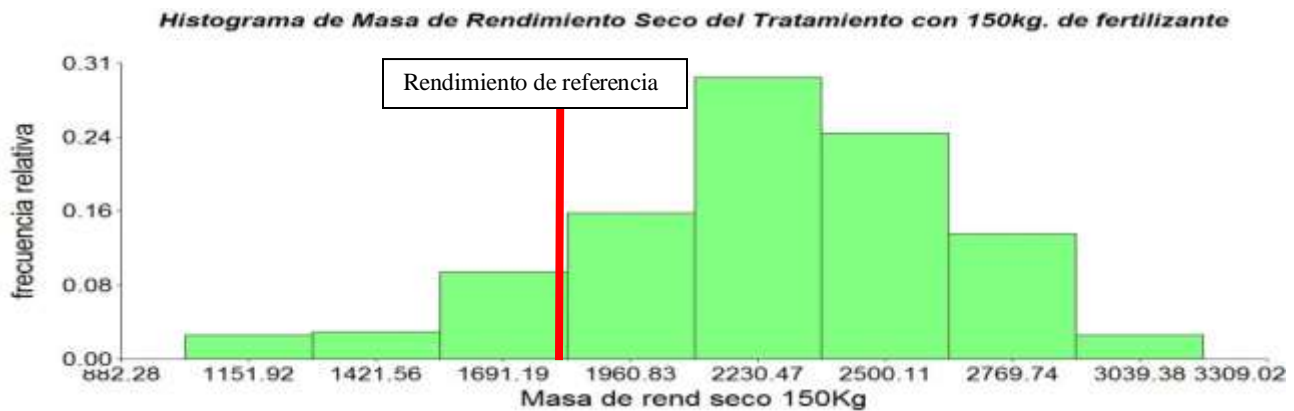


Figura 14: Histograma de la distribución de rendimientos del tratamiento de 150 kg/ha.

De acuerdo a los resultados, se puede concluir que las mayores dosis de fertilizante aplicado en este ambiente, más allá de aumentar el rendimiento de manera significativa, tienden a hacerlo más homogéneo y estable; apreciándose una relación positiva entre valores crecientes de fertilización nitrogenada y rendimiento al igual que la experiencia de (Halvorson *et al.*, 1999) que mencionan rendimientos incrementales con fertilización nitrogenada de más de 34 kg de N para las Grandes Planicies de EUA.

Análisis de rendimiento en materia grasa

Al realizar el estudio de rendimientos expresado en porcentaje de materia grasa (MG) se observó que al incrementar la dosis de fertilizante por hectárea el contenido de esta variable no varió a diferencia de los estudios realizados por (Díaz- Zorita., 2004) que informa una disminución del contenido de (MG) al aumentar la disponibilidad de nitrógeno; por el contrario, los resultados de este ensayo fueron similares a los obtenidos por (Rufo, 2003) quienes encontraron que la fertilización con nitrógeno en girasol, incrementa la producción de granos y aceite por hectárea (Figura 13; tabla 3)

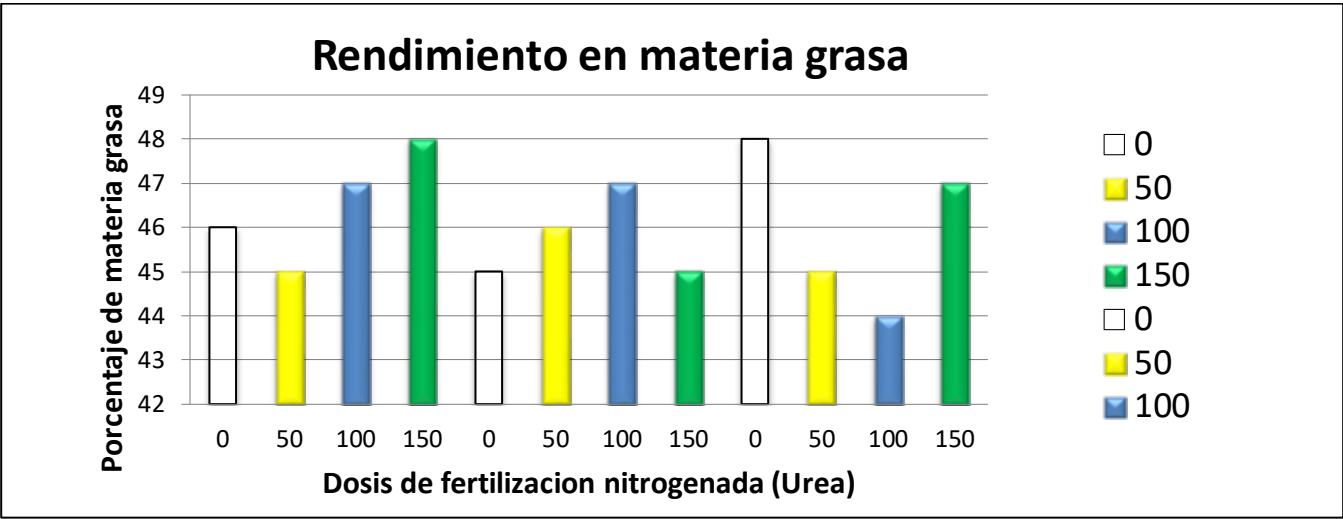


Figura 15: Grafico de columna que muestra el rendimiento en materia grasa.

Tabla 3: Valores de porcentaje de materia grasa obtenidos en cada tratamiento y sus promedios.

Bloque	Nitrógeno	Materia Grasa %
1	0	46
1	50	45
1	100	47
1	150	48
2	0	45
2	50	46
2	100	47
2	150	45
3	0	48
3	50	45
3	100	44
3	150	47

Nitrógeno	% de Materia Grasa en \bar{X}
0	46
50	45
100	46
150	47

CONCLUSIONES:

1. La producción de girasol en siembra directa tuvo respuesta positiva a la fertilización con nitrógeno en forma de urea al momento de la siembra.
2. Si bien el análisis estadístico no demostró diferencias entre las dosis de 100 y 150 kg ha⁻¹, para el ambiente en estudio la dosis de urea que generó la mejor respuesta, en valores absolutos, en el incremento de rendimiento fue la de 100 kg ha⁻¹.
3. La eficiencia de uso de fertilizante en cuanto a rendimiento sobre el testigo fue de **a)** 0,20 kg de grano producido por kg de urea aplicado para la dosis de 50kg ha⁻¹; **b)** 2,24 kg de grano producido por kg de fertilizante nitrogenado aplicado para 100 kg ha⁻¹ y **c)** 2,22 kg de grano logrado por kg de urea aplicada para la dosis de 150 kg ha⁻¹.
4. El uso del mapa de rendimiento como herramienta para evaluar la fertilización nitrogenada fue de gran provecho, puesto que permitió analizar de manera eficaz respuestas a distintas dosis de fertilizante junto con otros atributos del cultivo.
5. El mapa de rendimiento resultó ser una herramienta muy útil no solo para evaluar respuestas a la fertilización nitrogenada, sino también para determinar superficies que se encontraron por debajo del rendimiento de referencia y posibilitar a futuro, realizar análisis que permitan manejar distintos sitios con dosis variables con el objetivo de lograr una mayor uniformidad en los rindes aproximándolo al rendimiento potencial.
6. El uso de software específico permitió generar capas de información de distintas variables que interactúan y hacen a la expresión del rendimiento, virtud que se transforma en un gran aliado del productor y el asesor al momento de la toma de decisión de cualquier práctica agronómica, puesto que esta se ve respaldada con una gran cantidad de información recolectada y disponible que puede ser aplicada en cada ciclo productivo a través de las distintas herramientas de agricultura de precisión.
7. La información generada con el uso del software permite mejorar la renta, a través del aumento del rendimiento, por el manejo específico de cada sitio y la mayor eficiencia en el uso de los recursos, puesto que estos son manejados de manera óptima para cada ambiente.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Aguirrezábal, Orioli GA: Hernández L, Pereyia VR; Miravé JP, 1996. Girasol: aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento. Editorial Unidad Integrada Balcarce (ISBN N0950-9853-71-2)
2. Aguirrezábal, Lavaud, Y., Dosio, G.A.A., Izquierdo, N.G., Andrade, F.H. and González, L.M. 2003. Intercepted solar radiation effect during seed filling determines sunflower weight per seed and oil concentration. *Crop Sci.* 43. Pp 152–161.
3. Andrade, F. H., L.A. Aguirrezábal, y R.H. Rizzalli. 2002. Crecimiento y rendimiento comparados. 57-96. In Andrade F.H., y Sadras V.O. (eds.). Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. 2ª ed. E.E.A. INTA Balcarce - Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Mar del Plata, Balcarce, Argentina.
4. Asagir, 2008.a. Historia del girasol en la Argentina. <http://www.asagir.org.ar/asagir2008/historia.asp>. Fecha de revisión: 1/11/2016
5. Asagir, 2008.b. Importancia económica del girasol en la Argentina. Cit in <http://www.asagir.org.ar/asagir2008/importancia-economica.asp>. Fecha de revisión: 1/11/2016.
6. Balzarini M.G., Di Rienzo J.A. 2012. Infostat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Cit in <http://www.info-gen.com.ar>
7. Bongiovanni R., 2003. La agricultura de precisión en la cosecha. Revista IDIA del INTA Cit in <http://ivc.org.ar/cpia/upload/2/991>
8. Bongiovanni R., E.C. Mantovani, S. Best y A. Roel. 2006. “agricultura de precisión: Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable”. PROCISUR/IICA. Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico y Agroindustrial del Cono Sur. Montevideo, Uruguay. ISBN 92-9039-741-1; 244 páginas <http://www.procisur.org.uy/data/documentos/135050.pdf>. Cit in <http://www.agriculturadeprecision.org/>.
9. Bono A. y Alvarez R. 2007. Recomendaciones de fertilización para girasol en las regiones semiárida y subhúmeda pampeanas. EEA Anguil INTA, Facultad de Agronomía, UBA Informaciones Agronómicas del Cono Sur # 35 Cit in <http://www.ipni.net/>
10. Bono, A., Montoya J. C. Babinec F. C. 2009. Fertilización en girasol resultados obtenidos en tres años de estudio Research Gate Cit in www.researchgate.net/publication/267838649.
11. Cáceres Díaz, R. O. y; Ledda, R. A.; Aranda, J. 2014. Fertilización nitrogenada en girasol en el suroeste de Chaco. AGROTECNIA 22 Cit in http://www.baunne.unne.edu.ar/revista_agrotecnia/pdfs/AG_22_14_03-Caceres.pdf
12. Ciampitti I. y F. García, 2007. Análisis de resultados de fertilización. Pág. 16-19. En: Girasol, campaña 2007-2008, Oficina de Desarrollo Agropecuario. Unión Agrícola de Avellaneda Cooperativa Limitada. <http://www.uaa.com.ar/desarrollo/archivos/girasol3.pdf>
13. Dardanelli, J. 1998. Eficiencia del uso del agua según sistemas de labranza. In Siembra Directa, J. L. Panigatti et. al. Eds. Hemisferio Sur: Buenos Aires. http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/images/iclsd/documents/wk1_c2_Peiretti.pdf
14. Díaz-Zorita, M. 2002. Nutrición mineral y fertilización. Manual práctico para el cultivo de girasol. Editorial Hemisferio Sur-INTA, Buenos Aires, Argentina.

15. Díaz Zorita, M. 2003. Actualizaciones de fertilización en girasol . Fertilizar. Cit in <http://www.fertilizar.org.ar/?p=391>
16. Díaz-Zorita, M. 2004. Requerimientos de nutrientes y fertilización, p. 65-72. En Duarte, G. y M. Díaz-Zorita (eds.), El Cultivo del Girasol en Siembra Directa. Monsanto, Buenos Aires, Argentina.
17. Díaz Zorita, M y Caniglia M. 2010. Máximos rendimientos. Revista Chacra nota 497. Cit in <http://www.revistachacra.com.ar/nota/497/>
18. Díaz Zorita, M 2014. Agregado de fertilizantes foliares nitrogenados Cit in www.agro.uba.ar
19. Díaz Zorita M. 2015. Manejo de la nutrición mineral del girasol en ambientes favorables. Asagir. Cit in www.asagir.org.ar/asagir2008/archivos_arcp/2015114105222.pdf
20. Gonzalez Montaner, J., M. Posborg, F. Dolorico, y W. Wagner. 1995. Girasol. Diagnóstico de fertilización nitrogenada en el sudeste de Buenos Aires. Revista CREA N° 181. Cit in http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072007000200009
21. González Montaner J. Di Nápoli. M.2002. Evolución de parámetros orgánicos del suelo bajo agricultura en el centro sur de Santa Fe. Actas XVIII Congr. Argentino de la Ciencia del Suelo (en CD). Pto. Madryn, Chubut, Argentina.
22. Gonzalez Montaner, J., M. Posborg, F. Dolorico, y W. Wagner. 1995. Girasol. Diagnóstico de fertilización nitrogenada en el sudeste de Buenos Aires. Revista CREA N° 181 p. 52-57. Cit in http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072007000200009
23. Hall. J. et al, 2012 Principales factores ambientales que limitan el rendimiento en girasol citado en Fertilidad de suelos y fertilización de girasol. Citado en fertilidad de suelos y fertilización de girasol por Tecnoagro Informa, 2012. Boletín No. 64 Cit in <http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilidad-Suelos-Fertilizacion-Girasol-2012.pdf>
24. Halvorson, A. D.; Black A.L.; Krupinsky, J.M.; Merrill, S.D.; Tanaka, D.L. 1999. Sunflower response to tillage and nitrogen fertilization under intensive cropping in a wheat rotation. Agronomy Journal. Vol. 91 : 4: 637-642
25. Hatfield, J. 2000. Precision Agriculture and Environmental Quality: Challenges for Research and Education. National Soil Tilth Laboratory, Agricultural Research Service, USDA, Ames, Iowa. Documento disponible en <http://www.arborday.org>
26. IPNI, 2007, Archivo Agronómico N° 11
27. Martín y Marangon. 1994. Fertilización nitrogenada en girasol Documento Técnico Cit in <http://www.agrodeloeste.com.ar/files/trabajos/TrabajoTecnico6.pdf>
28. Méndez; J. Vélez; D. Villarroel; F. Scaramuzza 2014. Evolución de la Agricultura de Precisión en Argentina en los últimos 15 años. Red Agricultura de Precisión - INTA EEA Manfredi. http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_g4-evolucion_de_la_agricultura_de_precisin_en_arg.pdf
29. Ministerio de agroindustria, 2016. Datos abiertos agroindustria. Cit in <https://www.datos.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>
30. Mirassón, H., D.E. Buschiazzi, J. de Durana, M. Zappa. 2000. Producción de girasol al inicio de siembra directa en un Haplustol entico. En: Actas XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata. Bs. As. Cit in http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_barrow_fertilizacion_girasol_bajo_sd.pdf

31. Narwal, S.S. and D.S. Malik, 1985. Response of sunflower cultivars to plant density and nitrogen. J. Agric. Sci., 104: 95–7 Cit in https://www.fspublishers.org/published_papers/61972_..pdf
32. Parra, R. y Sosa, M. A., 2002. La soja y el girasol en el Noreste Argentino. IDIA XXI. Año II N°3. Ediciones INTA. <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210904.pdf>
33. Parra R, 2007. Ensayo de girasol en parcelones. Pág. 29- 30. En: Girasol, campaña 2007-2008, Oficina de Desarrollo Agropecuario. Unión Agrícola de Avellaneda Cooperativa Limitada. <http://www.uaa.com.ar/desarrollo/archivos/girasol3.pdf>
34. Quiroga A., A. Bono, A. Corró Molas. 2002. Aspectos nutricionales del girasol en la Región Semiárida y Subhúmeda Pampeana. IDIA XXI. Año II, n° 3.
35. Redolatti M, 2000. Siembra directa y labranza convencional para girasol. Nutrición nitrogenada sobre un suelo descansado en Balcarce. Actas XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo Cit in http://www.asagir.org.ar/asagir2008/2_congreso/Murales/Barandiaran.pdf
36. Ruffo M. 2003. Factibilidad de inclusión de cultivos de cobertura en Argentina. Actas XI Congreso Nacional de AAPRESID. Tomo 1. Rosario, Argentina.
37. SAGPyA 2016. Evolución del cultivo de girasol en la Argentina. Cit in www.SAGPyA.gov.ar.
38. Sosa, L. J., Echeveria, H. E., Dosio; G. A., Aguirrezabal L. A. 1998 Evaluación de la nutrición nitrogenada de girasol cultivado en balcarce (Buenos Aires, Argentina) Ciencia del Suelo http://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol_17n1/ciencia_del_suelo_17_1_20_26.pdf
39. Satorre, E.H., R.L. Benech Arnold, G.A. Slafer, E.B. de la Fuente, D.J. Miralles, M.E. Otegui, y R. Savin. 2004. Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. 783 p. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina.
40. Valentinuz, O. 1999. Éxito en girasol. Fertilizar 15. Cit in <http://portal.fyo.com/granos/produccion/girasol/manejanutmineral.asp>

Anexo

En la Tabla 1 se puede ver el stand de plantas de cada tratamiento y en la Tabla 2 la disponibilidad de nutrientes del lote y de ambas series al momento de la siembra, comparada con los requerimientos del cultivo para distintos rendimientos. Permite ver la marcada falta de nitrógeno según los requerimientos del cultivo publicados por el IPNI, además se lo identifica marcadamente como el nutriente limitante

Tabla 1: Muestra la distribución y el stand de plantas.

	Repetición 1				Repetición 2				Repetición 3				
	Testigo	50 Kg	100 Kg	150 Kg	Testigo	150 Kg	50 Kg	50 Kg	Testigo	150 Kg	100 Kg		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Promedio	
Surcos	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	
Método	38.46	38.43	32.72	24.96	24.08	38.26	24.95	38.13	36.85	39.73	24.64	36.53	11.2
Óvulo	13.64	14.60	10.19	22.40	23.26	12.98	20.84	14.98	13.87	19.57	22.10	12.04	16.5
Plantas x 1 m	2.59	2.64	2.60	2.57	2.61	2.60	2.61	2.58	2.59	2.59	2.63	2.64	2.60
Plantas x 1 ha	49763.00	50660.00	49881.00	49302.00	50135.00	49922.00	50086.00	49484.00	49707.00	49692.00	50527.00	50624.00	49782.8
Área de la parcela	16 surcos a 230 metros de largo				3744 m ²				0.37 ha				

Tabla 2: Tabla de disponibilidad de nutrientes y demanda del cultivo

Lote	Espesor en cm	Materia Orgánica %	Interpretaci ón	Sales C.E. dS/m	Interpretaci ón	p.H.	Interpretaci ón	Nitrógeno total	Interpretaci ón	Nitratos NO ₃ (ppm)	Interpretaci ón	Fósforo (ppm)	Interpretaci ón	Potasio		Manganeso		Calcio	Sodio	Azufre	Interpretaci ón
														K Interp.	Mg. Interp.	Ca Interp.	Na Interp.				
Muestra de Tólosa	0-20	1.47	Medio	1.6	Normal	6.6	Neutro	0.08	Medio	24.3	Medio	59.3	Alto	0.39	Alto	6	Alto	12.8	2.6	Normal	Medio
Muestra de Tólosa	20-40	0.98	Bajo	1.2	Normal	6.6	Neutro	0.04	Bajo	7.9	Bajo	73.6	Alto	0.3	Medio	9.6	Alto	11.2	2.9	Normal	Bajo
Muestra de flecha	0-20	1.1	Bajo	1.2	Normal	6.9	Neutro	0.06	Bajo	18.8	Bajo	58.6	Alto	0.35	Alto	6	Alto	12	3.9	Normal	Bajo
Muestra de flecha	20-40	0.91	Bajo	1.2	Normal	6.5	Neutro	0.05	Bajo	10.3	Bajo	61.8	Alto	0.25	Medio	5.2	Alto	12.8	5	Normal	Bajo

Lote	Prof	M.O. %	δ apar.	PESO/ Ha.(tn)	kg M.O.	C org. (Kg.)	N total (kg)	Nitratos ppm	kg/ nitratos	N disponible (kg)	P (ppm)	P ₂ O ₅ (Kg)	P (kg)	K (meq/100gr)	K (kg)	Mg (meq/100gr)	Mg (kg)	Ca (meq/100 gr)	Ca (kg)	S (ppm(SO ₄))	Sen Kg
Muest B tólosa	0-20	1.47%	1.31	2620	38514	21567.84	1925.70	24.3	63.67	14.39	59.3	155.37	68.36	0.39	399.52	6	1911.55	12.8	6720.61	10.5	9.1
Muest B tólosa	20-40	0.98%	1.27	2540	24892	13939.52	1244.60	7.9	30.10	6.80	73.6	280.42	123.38	0.3	446.91	9.6	4447.64	11.2	8551.47	7.1	8.9
Muestra R flecha	0-20	1.10%	1.31	2620	28820	16139.2	1441.00	18.8	49.26	11.13	58.6	153.53	67.55	0.35	358.55	6	1911.55	12	6300.58	7.9	6.8
Muestra R flecha	20-40	0.91%	1.27	2540	23114	12943.84	1155.70	10.3	38.24	8.87	61.8	235.46	103.60	0.25	372.43	5.2	2409.14	12.8	9773.11	6.5	8.2

Requerimientos en Kg de nutrientes para 1000Kg/ha																					
Extracción en Kg de nutrientes en grano cada 1000Kg.																					
Requerimientos en Kg de nutrientes para 2000Kg/ha																					
Extracción en Kg de nutrientes en grano cada 2000Kg.																					
Requerimientos en Kg de nutrientes para 2500Kg/ha																					
Extracción en Kg de nutrientes en grano cada 2500Kg.																					
Requerimientos en Kg de nutrientes para 3000Kg/ha																					
Extracción en Kg de nutrientes en grano cada 3000Kg.																					