

**PROBLEMATICA DEL ANEGAMIENTO Y
ASCENSO DE NAPA FREÁTICA EN LA
ZONA CENTRAL DEL DEPARTAMENTO
MARCOS JUÁREZ (PROVINCIA DE
CÓRDOBA)**

**Brunori, Julián; Falistoco, Guillermo; Selva,
Gianluca**

Tutor: Gustavo Giambastiani

AREA DE CONSOLIDACION

SISTEMAS AGRICOLAS DE PRODUCCION EXTENSIVOS

AÑO 2017

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

1. RESUMEN

En el presente trabajo se pretende demostrar la difícil problemática que enfrentan los productores de la zona sur de la ciudad de Marcos Juárez en relación al ascenso de la napa freática y anegamiento. Para ello hemos recabado información a través de encuestas individuales y anónimas a dichos productores, para conocer su situación y los manejos que aplican en sus establecimientos. Además hemos investigado sobre diferentes manejos que se pueden realizar para mitigar el problema. Gran parte de esta información fue brindada por el grupo NAPAS del INTA Marcos Juárez, encargado principal de la problemática en la región. Luego de analizar los resultados de las encuestas y de procesar la información de los profesionales, encontramos una brecha entre las propuestas del INTA y el manejo realizado por productores. Esto se da principalmente porque el productor prioriza la rentabilidad antes que un manejo sustentable, y no existen políticas gubernamentales que apoyen un proyecto a largo plazo.

Palabras clave: Napas – Anegamiento – Cultivos Invernales

2. INTRODUCCIÓN

El anegamiento, o anegación, consiste en la presencia en exceso de agua en el suelo, o en cualquier medio en que se desarrollen las raíces de las plantas, respecto a su capacidad de campo, consecuencia de la sustitución prolongada de la fase gaseosa del suelo por una fase líquida (agua). En suelos con buen drenaje, esta condición es breve y el agua de gravedad, procedente de la lluvia, se va perdiendo por infiltración en capas de suelo más profundas, quedando el agua capilar, la más eficazmente disponible por las raíces (Russell, 1977).

Los periodos de lluvia intensa y prolongada, unidos a un pobre drenaje del suelo, originan un inadecuado suministro de oxígeno y propician la acumulación de otros gases. La limitación de oxígeno origina numerosos cambios físicos, químicos y biológicos en el suelo, entre los que cabe destacar: la producción de sustancias tóxicas (ácidos orgánicos, hidrocarburos gaseosos p.ej.: metano, dióxido de carbono y sulfuros, etileno) y la pérdida de compuestos solubles de nitrógeno y desequilibrios en otros nutrientes debido a la actividad anaeróbica microbiana (Walker, 1975).

Los mencionados procesos de anoxia por napas demasiado cercanas a la superficie (con pérdida de plantas o reducción de rendimientos), sumados a los problemas físicos de suelo (la falta de piso para sembrar, realizar labores intermedias y/o cosechar) y al ascenso de sales por capilaridad, provocan importantes pérdidas económicas en los sistemas productivos que presentan niveles de napa altos. (Pardos, 2004)

El centro del departamento Marcos Juárez es, históricamente, la zona más productiva de la provincia de Córdoba, así como también una de las que más problemas de anegamientos y ascenso de napa freática sufrió en el último tiempo. Año a año, la superficie afectada por este motivo crece, el nivel de la napa se acerca a la superficie, e imposibilita realizar tareas en tiempo y forma, impide o retrasa la implantación de los cultivos y, en algunas oportunidades, deja hectáreas inutilizadas. Por este motivo hemos analizado bibliografía, ensayos y trabajos brindados por el Grupo Napas del INTA Marcos Juárez y mediante encuestas realizadas a productores de la zona afectada, intentamos contrastarlos manejos propuestos por el INTA con los que realiza el productor.

El área comprendida se visualiza en la Figura 1, y abarca las localidades de Marcos Juárez, Monte Buey, Inrville, Camilo Aldao, General Baldissera, entre otras.



FIGURA 1: Ubicación geográfica del área de estudio.

El clima de la zona de Marcos Juárez es subtropical, monzónico, templado húmedo. Presenta una temperatura media anual de 17°C, siendo la temperatura media máxima anual de 24,3°C con una máxima absoluta de 42°C. La temperatura mínima anual es de 10,9°C con una mínima absoluta de -10,2°C. (Figura 2).

Parámetros climáticos promedio de Marcos Juárez (1961–2011).

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. media (°C)	31.4	30.3	27.7	24.2	20.9	16.9	16.9	19.1	21.4	24.5	27.7	30.1	24.3
Temp. media (°C)	24.1	23.0	20.6	17.0	13.7	10.0	9.9	11.2	13.7	17.3	20.5	23.0	17.0
Temp. mín. media (°C)	17.5	16.6	14.9	11.4	8.3	4.9	4.7	5.0	7.0	10.7	13.7	16.2	10.9
Precipitación total (mm)	118.9	111.5	120.7	61.2	36.1	26.4	25.9	20.0	55.0	94.8	99.2	130.4	900.1
Humedad relativa (%)	70	72	78	79	80	80	80	75	71	72	69	68	75

FIGURA 2: Datos climáticos históricos de Marcos Juárez 1961-2011.
Fuente: NOAA

Los suelos de la serie Marcos Juárez son Argiudoles típicos, de familia arcillo/limosa fina (mineralogía no determinada), con un drenaje bueno. La textura del horizonte superficial es franco-limosa. El índice de aptitud de dichos suelos es de 90. (Carta de suelos de la República Argentina - Hoja 3363-12 LAS ROSAS 1980)

Los factores que predisponen a la presencia de esta problemática en la región son varios y se analizarán a lo largo de este trabajo, pero cabe destacar que, pese a que la media de precipitaciones en la zona es de 908 mm, en los últimos años fueron algo superiores (Figura 3), y se presentaron de manera más intensa; además, la textura fina del suelo y un proceso de disminución de la materia orgánica generado por el monocultivo de soja, provocan una degradación y alteración de la estructura del horizonte superficial, que puede cambiar la velocidad de infiltración del agua de lluvia y, en consecuencia, la cantidad total de agua acumulada. Éste agua de lluvia acumulada no puede ser transportada, ya que hay ausencia de macro poros, originando un exceso hídrico sobre el horizonte superficial o sobre la superficie del suelo.

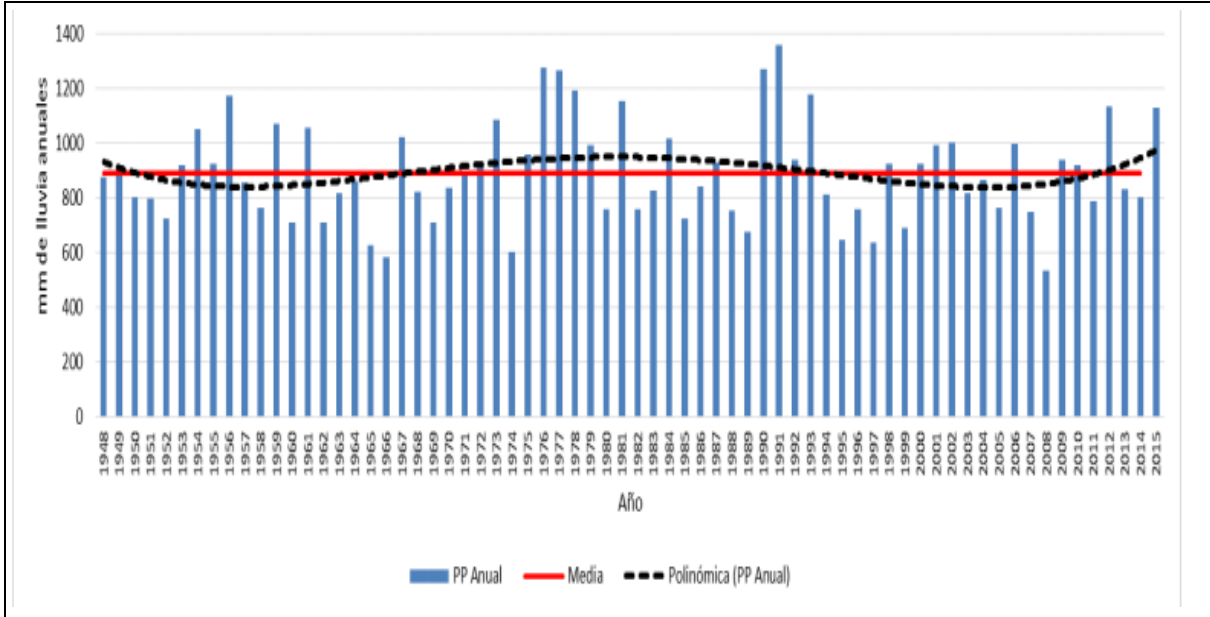


FIGURA 3: Registros de precipitaciones anuales periodo 1948/2015. (Marcos Juárez). Fuente: INTA Marcos Juárez.

En la figura 4 se puede observar el incremento de superficie agrícola inundada en la Provincia de Córdoba, correspondiendo en la actualidad a 104.600 has afectadas, de las cuales 12.300 (11% del total) pertenecen al Departamento Marcos Juárez (Figura 5).



FIGURA 4: Superficie con problemas de anegamiento en la Provincia de Córdoba. Fuente: AgroVerdad 2/2/2017

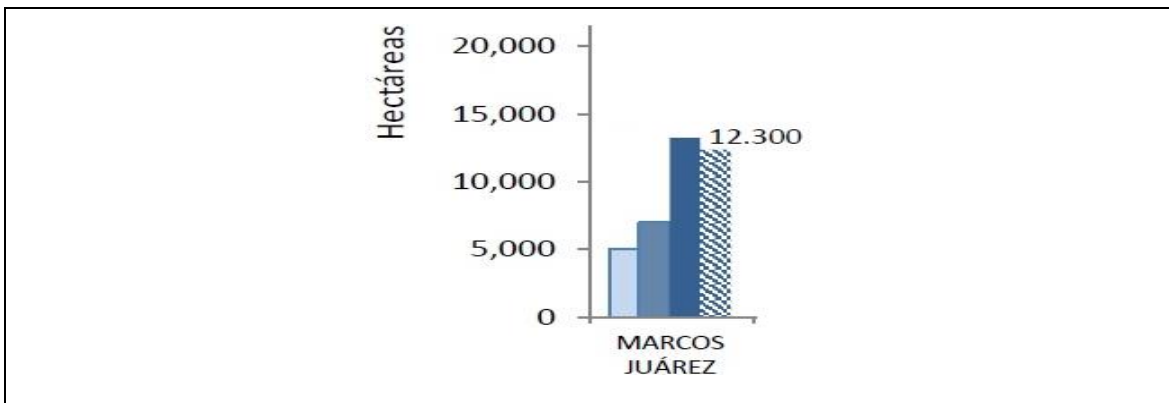


FIGURA 5: Evolución de superficie afectada por anegamiento desde 2013 a 2016 en el Departamento Marcos Juárez. Fuente: AgroVoz 2/2/2017

El ascenso de la napa freática, en los últimos años, llegó a niveles críticos causando pérdidas productivas. Por ello nos propusimos, a través de bibliografía brindada por el Grupo NAPAS del INTA, estudiar los datos históricos de precipitaciones y nivel de napa freática de la zona, para entender si el problema se desató en la actualidad o viene ascendiendo de manera silenciosa desde hace décadas.

Observando la serie 1970-2014 de variación de profundidad de napa (Figura 6) se manifiesta un claro ascenso del nivel de la misma, con un notable pico a partir del cambio del uso del suelo a principios de la década del '90.

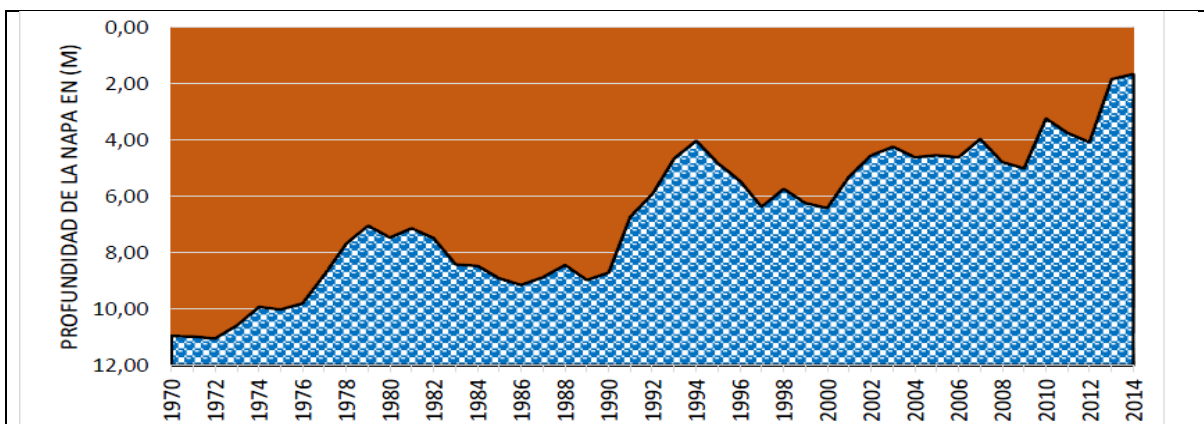


FIGURA 6: Variación de profundidad de napas 1970-2014 (Marcos Juárez). Fuente: Grupo NAPAS INTA

En la figura 7 podemos observar como la disminución de la utilización de cultivos perennes y el aumento de cultivos anuales se presentan en el mismo período que el aumento del nivel de napa freática. Según los datos en la Consulta de Estimaciones Agrícolas SIIA del Ministerio de Agroindustria (Agosto 2016), en el departamento Marcos Juárez se ha generado un cambio de uso del suelo en el cual los cultivos perennes han perdido participación siendo reemplazado por los cultivos anuales con escasa participación de dobles cultivos (Trigo/Soja, Trigo/Maíz, etc.). (Bollatti et al., 2015)

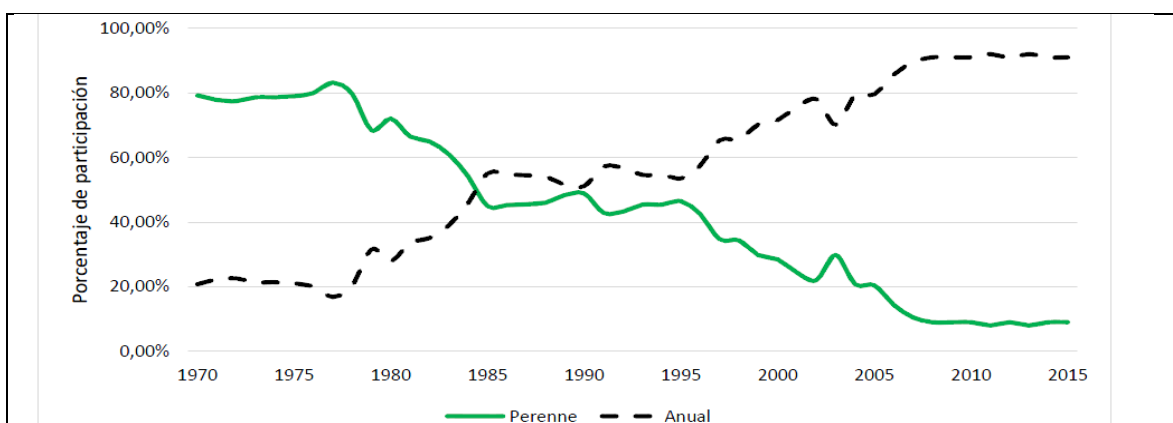
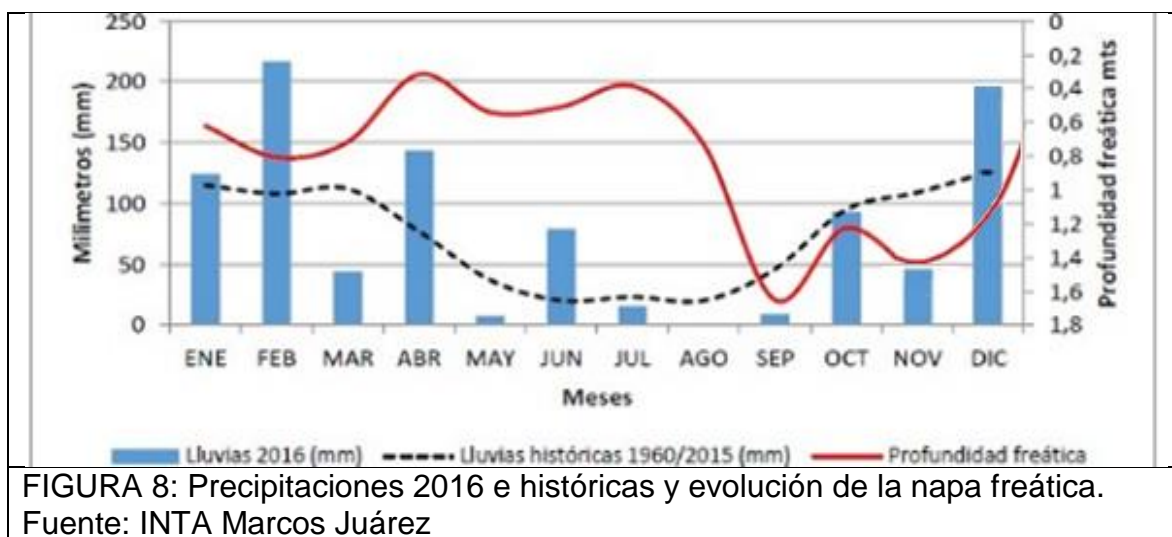


FIGURA 7: Evolución de la participación de los cultivos anuales y perennes en Marcos Juárez. Fuente: Grupo NAPAS INTA

Los sistemas productivos del sudeste de Córdoba se caracterizan por estar bajo la modalidad de siembra directa y más de la mitad está en manos de arrendatarios que pagan una renta en quintales fijos de soja. Por cuestiones de rentabilidad y falta de fomento de los demás cultivos, en la actualidad los cultivos anuales ocupan casi el 100% de la superficie sembrada desplazando a las pasturas perennes que llegaron a ocupar el 80% de la superficie en la década de 1970. Este modelo desmotivó además la siembra de cultivos de cosecha fina como el trigo y otras gramíneas invernales.

En la figura 8 se observa que la distribución y magnitud de las precipitaciones del año 2016 han mostrado una variabilidad con respecto a la media para nuestra región, superando el promedio durante el primer semestre y siendo menor a la media durante el segundo semestre hasta el mes de diciembre. De esta manera, el nivel de napa freática, respondió al balance hídrico de las precipitaciones ocurridas menos la evapotranspiración de los cultivos, ascendiendo a niveles cercanos a la superficie en los meses lluviosos con balances positivos; por el contrario, cuando las precipitaciones son menores a lo normal y el balance es negativo, el nivel freático desciende. Este descenso se produce más rápidamente cuando se encuentra próximo a superficie y en menor medida si está a mayor profundidad (Marano, 2005).



Cabe destacar que la variación del nivel freático responde de forma diferente ante una lluvia dependiendo de la profundidad que se encuentre este nivel. Los estudios demuestran que a medida que la napa se encuentra más cercana a la superficie (menor a 1 metro) los incrementos de los niveles freáticos son mayores por mm de lluvia, ya que mayor cantidad de agua de cada lluvia llega a la napa al

tener menor espacio poroso disponible en horizontes superiores para ser retenida, elevando la sensibilidad y los riesgos de anegamiento. Éste es un problema que se suele desatar a la salida del verano, donde las precipitaciones son abundantes y el nivel de napa comienza a ascender, llegando al otoño sin cultivos que puedan consumir los aportes de agua de las precipitaciones que aún siguen siendo importantes. (Bollatti et al., 2015).

El público de interés del presente trabajo incluye a los productores agropecuarios y residentes de localidades de la zona Sur de la ciudad de Marcos Juárez.

El trabajo afecta de manera positiva tratando de que el productor y/o dueño del campo, se involucren de manera activa ante esta situación, y no que lo vean como algo lejano a su alcance, logrando que con su trabajo puedan mejorar su situación y la del resto de la sociedad.

En materia económica, se busca que el productor pueda, a largo plazo, producir en el 100% de su superficie, disminuyendo las pérdidas y los riesgos que trae el problema de napas.

Socialmente se contribuye a la búsqueda del trabajo en equipo de los productores para mitigar el problema a gran escala, y no individualmente. Además, se busca lograr que el productor, a través de sus acciones, evite mayores problemas en aquellas localidades que se ven comprometidas por las napas.

La principal contribución del presente trabajo es en materia AMBIENTAL, inculcándole al productor prácticas sustentables con respecto al uso del suelo y del agua, ya que, haciendo un uso responsable de dichos recursos, se podría mitigar el problema.

3. OBJETIVO GENERAL

Contribuir a la solución del problema de ascenso de napa freática y anegamiento en la zona sur de la Ciudad de Marcos Juárez.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Analizar causas y posibles soluciones al problema de ascenso de la napa freática y anegamientos que se produce en el Departamento Marcos Juárez de la Provincia de Córdoba.
- b) Recolectar información sobre la percepción que tienen los productores sobre el problema de ascenso del nivel freático y anegamiento de las tierras de la región analizada.
- c) Conocer el grado de adopción de técnicas recomendadas por el INTA utilizadas por los productores de la zona sur de la Ciudad de Marcos Juárez (Córdoba) para mitigar el problema.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

Para cumplir el primer objetivo, visitamos en dos oportunidades durante los meses de Noviembre y Diciembre de 2016 la Estación Experimental Agropecuaria del INTA Marcos Juárez, donde el “Grupo NAPAS” se encarga de monitorear el estado y la evolución de las napas en el tiempo, investigar los efectos del uso de los suelos sobre la dinámica de los niveles freáticos y proponer soluciones para mitigar los problemas de anegamiento. El grupo nuclea, además de los técnicos de la institución, a productores, asesores, investigadores de universidades, consorcios canaleros y autoridades de instituciones públicas.

En estas visitas fuimos provistos de bibliografía y nos entrevistamos con los técnicos en base a la amplia información que muy gentilmente nos brindaron

desde dicho grupo, logramos reunir suficiente información para podernos introducir en el problema y conocer algunas de las herramientas propuestas por profesionales que se ocupan del caso.

La recolección de información para cumplir el segundo y tercer objetivo, se basó en una encuesta dirigida a 48 productores de la zona estudiada, los cuales presentaban diferentes regímenes de tenencia (campos propios, alquilados, contratistas). Dichas encuestas se realizaron de manera personal durante los meses de diciembre de 2016 y enero de 2017.

En la primera parte de la encuesta se recaba información sobre el tipo de sistema (agrícola, ganadero o mixto), superficie trabajada y régimen de tenencia de dicha superficie, tipo de maquinaria (propia o contratada) y tipo de asesoramiento técnico que recibía el productor. Además se pretendía saber si, en caso de que maneje campo propio y arrendado al mismo tiempo, realizaba el mismo manejo en ambas situaciones. Un aspecto importante de esta primera parte es separar a los productores que trabajan su propio campo de los que lo hacen en campo arrendado, ya que, según el GRUPO NAPAS, el régimen de tenencia es una cuestión que tiene mucho que ver con la forma de manejo y visión de sustentabilidad del productor. También en este acercamiento al productor observamos si cuenta con asesoramiento técnico de un ingeniero agrónomo o no, y si éste pertenece a una empresa privada, cooperativa, instituciones como INTA o AAPRESID, grupos de productores, etc.

La segunda parte de la encuesta separaba aquellos productores que, en los últimos 10 años, habían tenido niveles de napas altos o problemas de anegamiento en su(s) unidad(es) de producción. Para aquellos que se veían

afectados se indagó el porcentaje de superficie en cuestión y la gravedad del problema, y, para conocer el pensamiento del productor, preguntamos por qué creía que tenía el problema (precipitaciones, malos manejos, relieve, cambio de uso del suelo, canales mal diseñados) y qué hacía para solucionarlo. Estas dos preguntas permitían saber si el productor cree que es el aumento de precipitaciones el que causa el problema o piensa que hay cierta culpabilidad por malas decisiones o manejos propios o ajenos, y, por otra parte, averiguar si el productor busca una solución al respecto o sólo espera a que las precipitaciones disminuyan. Si el productor no presentaba problemas de napas ni de anegamiento en los últimos 10 años, consultamos acerca de su conocimiento sobre el problema y manejos aplicados.

En una tercera parte, se indagó directamente sobre uno de los manejos propuestos por el GRUPO NAPAS para mitigar la problemática: El uso de cultivos invernales con destino cosecha o cobertura. Aquí se investigó qué factores tuvo en cuenta el productor a la hora de la siembra (las condiciones de mercado, los beneficios del cultivo invernal al suelo, su plan de rotación u otros), qué cantidad de hectáreas sembró este año y años anteriores, y sobre su conocimiento acerca de los beneficios de dichos cultivos para la disminución de la problemática en cuestión. Si el productor en el año 2016 no había sembrado cultivos de invierno, se le preguntó la o las causas que lo llevaron a tomar esta decisión (por rentabilidad, imposibilidad de realizar la siembra o retraso de la misma por mal estado del lote, condiciones climáticas desfavorables u otras).

En la parte final de la encuesta, se inquirió acerca de otros manejos realizados por el productor, ya sea rotaciones, fechas de siembra, variedades/híbridos de

semillas, y, por último, se interrogó al productor acerca de su visión global del problema, tanto en su unidad de producción como en el resto de las unidades de la zona, buscando saber si cree que la forma de producción predominante en su región (netamente agrícola) alcanza a consumir la totalidad de los aportes hídricos generados por las precipitaciones. Además se interrogó si veía factible la adopción de la ganadería como sistema de producción alternativo o la adopción de un sistema mixto, para disminuir o acabar con los efectos de la problemática. Los detalles de la encuesta se encuentran en el Anexo.

6. RESULTADOS

Luego de la revisión de la bibliografía brindada por el grupo NAPAS y otras fuentes, nos encontramos con una investigación del INTA en la cual se simulaba la dinámica de la variación del nivel de las napas en tres escenarios diferentes: “situación actual”, “situación 1970” y “situación sustentable”. En base a esta simulación, obtuvimos fundamentos para las propuestas que se mencionarán luego.

Simulación de nivel de napas

Con los registros históricos de precipitaciones y profundidad freática aportados por la estación agro-meteorológica de la EEA INTA Marcos Juárez y sumado a los datos de porcentaje de participación de los cultivos y el consumo de agua de cada uno de estos, se simuló el balance hídrico anual de la serie 1970-2014 en el cual evidencia una relación entre éste y la dinámica de la napa freática.

Para cada una de las situaciones se calculó el balance hídrico simplificado (Sokolob, 1981).

Las situaciones simuladas fueron:

- a) **Situación actual:** 90% de cultivos agrícolas (69% Soja 1°, 13% Maíz 1°, 6% Trigo/Soja 2°, 2% Trigo/Maíz 2°), 9% Pasturas, 1% áreas no cultivadas. (Figura 9).

	Soja 1	Maiz 1	Trigo/Soja 2	Trigo/Maiz 2	Pasturas
<i>% de participación</i>	69%	13%	6%	2%	9%
<i>Consumo anual</i>	161 (barbecho invernol) + 500 (soja) 661mm/año	161 (barbecho invernol) + 700 (maiz) 861mm/año	380 (trigo) + 437 (soja 2°) 817mm/año	380 (trigo) + 567 (maiz 2°) 947mm/año	1300 (Alfalfa)
<i>Consumo hídrico de cada cultivo en su proporción mm/año</i>	456 mm/año	112 mm/año	49 mm/año	19 mm/año	117mm/año
<i>Consumo total anual del sistema productivo actual.</i>	753mm/año				
<i>Excedente hídrico promedio anual</i>	908 – 753 = 155mm/año				

FIGURA 9: Balance hídrico de la situación actual

b) **Situación 1970** - 80% de cultivos perenne (alfalfa) y solo el 20% de agricultura (Trigo y Maíz 1°) desde 1970 a la fecha. (Figura 10)

	Trigo/maiz	Pasturas
<i>% de participacion</i>	20%	80%
<i>Consumo anual</i>	380 (trigo) + 567 (Maiz) 947 mm/año	1300 (Alfalfa) 1300 mm /año
<i>Consumo hidrico de cada cultivo en su proporcion mm/año</i>	189.4 mm/año	1040 mm/año
<i>Consumo total anual del sistema productivo 1970</i>	1229.4 mm/año	
<i>Déficit hidrico promedio anual</i>	908 - 1229,4 = -321,4 mm/año	

FIGURA 10: Balance hídrico de la situación 1970

c) **Situación sustentable** – Trigo/soja 33%, Maíz de primera 33% y soja de primera 33%. (Figura 11)

	Trigo/Soja	Maiz 1	Soja 1
<i>% de participacion</i>	33%	33%	33%
<i>Consumo anual</i>	380 (trigo) + 437 (Soja 2°) 817 mm/año	161 (barbecho invernial) + 700 (Maiz) 861 mm /año	161 (Barbecho invernial) + 500 (Soja) 661 mm /año
<i>Consumo hidrico de cada cultivo en su proporcion mm/año</i>	269.61 mm/año	284,13mm/año	218.13 mm/año
<i>Consumo total anual del sistema productivo sustentable</i>	771.87 mm/año		
<i>Excedente hidrico promedio anual</i>	908 - 771.87 = 136.13 mm/año		

FIGURA 11: Balance hídrico de la situación sustentable

A partir de esta información, se elaboró una comparación entre la situación actual en cuanto a la variación de la napa, explicada por el uso del agua de los cultivos tal como ocurrieron, con dos situaciones hipotéticas propuestas. En una de esas situaciones se plantea que desde 1970 a la fecha no se hubieran realizado cambios en los sistemas productivos (situación 1970), permaneciendo 80% de cultivos perenne (alfalfa) y solo el 20% de agricultura (Trigo y Maíz 1°). La situación sustentable comprende una evolución de los sistemas productivos hacia la rotación que sugería AAPRESID para la región cuando se incorporó la siembra directa, con lo cual se calcula la evolución real hasta el año 1999 y a partir de allí se tomó la rotación en la que el 33% de la superficie debía ser ocupada por Trigo/Soja, 33% Maíz de primera y 33% de Soja de primera.

En la figura 12 se detallan las diferencias de trayectoria que hubiese tenido la napa freática calculada en base a las precipitaciones ocurridas en cada año menos el consumo anual de cada una de las tres situaciones analizadas. Se destaca que aquellas rotaciones de mayor intensificación o consumo hídrico, generaron menores excedentes hídricos y la alimentación del nivel freático fue menor.

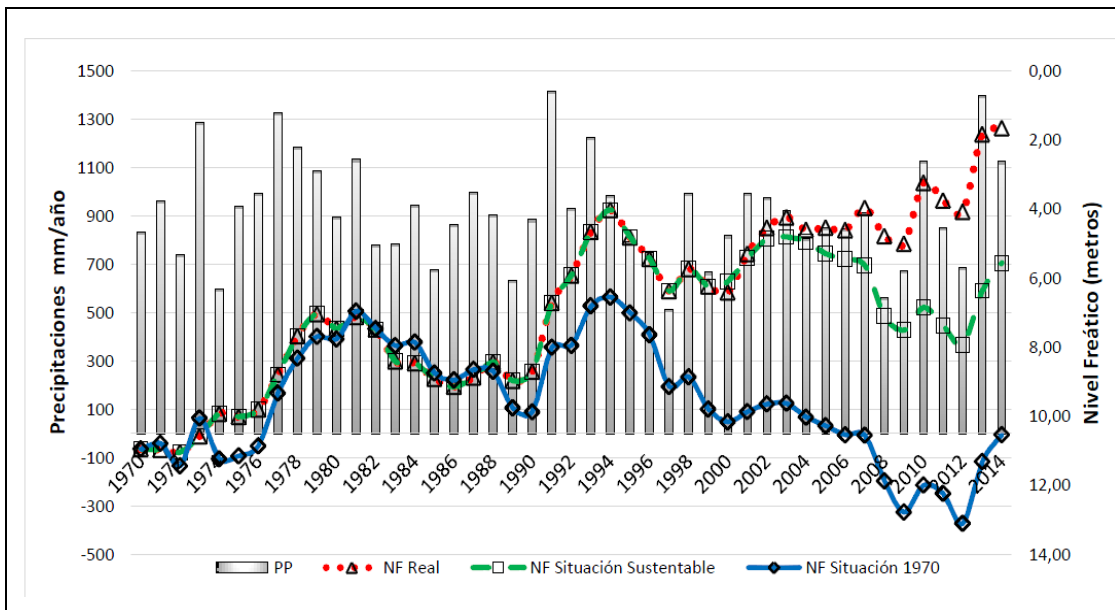


FIGURA 12: Diferencia en la trayectoria de la napa freática
Fuente: Grupo NAPAS INTA

Partiendo de 1970, se observa un marcado ascenso del nivel freático que responde en un 80% a los resultados de los balances hídricos anuales. Al dejar constantes los aportes que hacen las precipitaciones en cada año y modificando únicamente los consumos, se observa que la evolución del nivel freático simulado por el modelo hubiese seguido otro camino, conduciéndonos a la actualidad con una napa freática a 5,55 m de profundidad en la situación AAPRESID y a 10,54 m de profundidad en la situación original de rotación de 1970, a diferencia de la profundidad real actual de 1,65 m la cual acarrea grandes riesgos de anegamiento. (Bollatti et al., 2015)

Por otra parte, y luego de analizar la simulación anterior, hallamos diferentes propuestas de manejo que, si bien entendemos la dificultad de aplicarlas, son las ideas a largo plazo que pueden ayudar a que el problema, poco a poco, vaya disminuyendo su gravedad.

Las propuestas son:

- Cultivos invernales,
- Manejos de fechas de siembra y cosecha para cultivos de verano,
- Distintas rotaciones incluyendo cultivos de cobertura.

Cultivos invernales

La siembra de trigo se decide en base a la reserva de humedad del suelo y a la rentabilidad del cultivo. En los últimos años la ausencia de precios competitivos llevo a que la intención de siembra de esta gramínea invernal se viera fuertemente debilitada.

En el actual escenario el 60% de los campos se encuentra bajo alquiler fijado en quintales de soja sin asumir el propietario ningún tipo de riesgo. Esto fomento la siembra del cultivo más rentable, dejando de lado a las gramíneas como lo son el maíz y el sorgo en campaña estival y el trigo y cebada en campaña invernal. Sumado a esto, el consumo de agua durante el invierno por parte de los cultivos invernales tiene, un efecto muy importante sobre el nivel de la napa freática, entre otros aspectos. Esta falta o desequilibrio ha generado un hábitat con menor infiltración y mayor escorrentía de agua de lluvia hacia los bajos haciendo aún más grave la situación en estos. Hay que agregar que la falta de un cultivo invernal favorece la proliferación de malezas.

La soja ha sido el cultivo predominante en los últimos años en la mayor parte de la superficie agrícola de nuestro país.

La figura 15 muestra como consume agua un cultivo anual de verano comparado con el doble cultivo trigo/soja. Con solo un cultivo anual, siendo el aporte por precipitaciones de 866 mm anuales y el consumo es de 555 mm en

promedio por cada cultivo, a los que hay que sumar 160 mm que se consumen durante el invierno en un barbecho limpio de malezas, se obtiene un balance hídrico positivo que ronda los 150-200 mm anuales que alimenta el nivel de la napa freática año tras año. En periodos en que las precipitaciones anuales son mayores a la media, la alimentación de la napa se hace mayor aun.

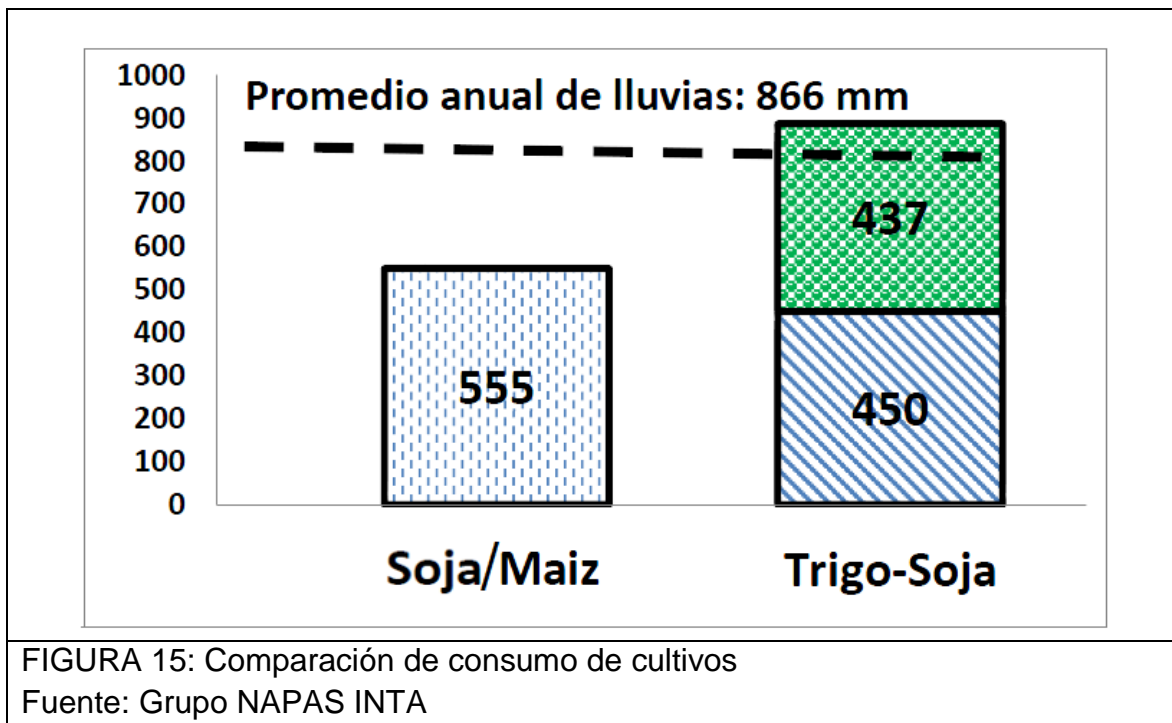


FIGURA 15: Comparación de consumo de cultivos
Fuente: Grupo NAPAS INTA

Esto se ve reflejado en datos de campo de freatímetro instalados en lotes que en el invierno no tuvieron presencia de vegetal alguno que consuma agua, el cual el nivel de la napa durante el periodo de Junio a Noviembre, aumento 50cm en promedio (ver figura 16).

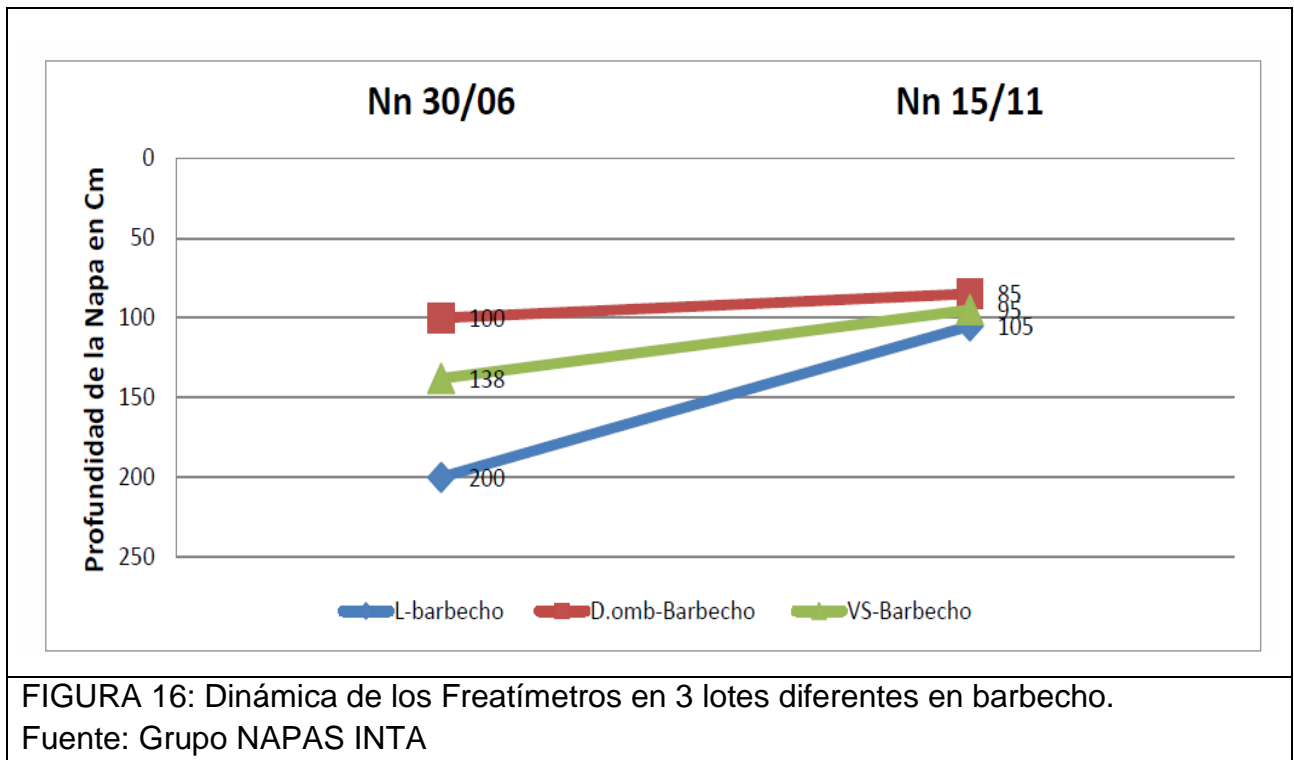


FIGURA 16: Dinámica de los Freatímetros en 3 lotes diferentes en barbecho.
 Fuente: Grupo NAPAS INTA

Esto no ocurre de la misma manera en el caso del doble cultivo anual, en el cual el consumo iguala o supera al aporte de agua por parte de las precipitaciones. De esta forma el cultivo de fina actúa consumiendo agua en parte proveniente de las escasas lluvias invernales y el resto lo toma de la napa freática reduciendo su nivel en promedio poco más de 1 metro. (Figura N°17)

En la figura 17 se puede observar la dinámica del nivel de napa en 6 lotes con trigo, medidos en Junio y Noviembre en el sur de Marcos Juárez.

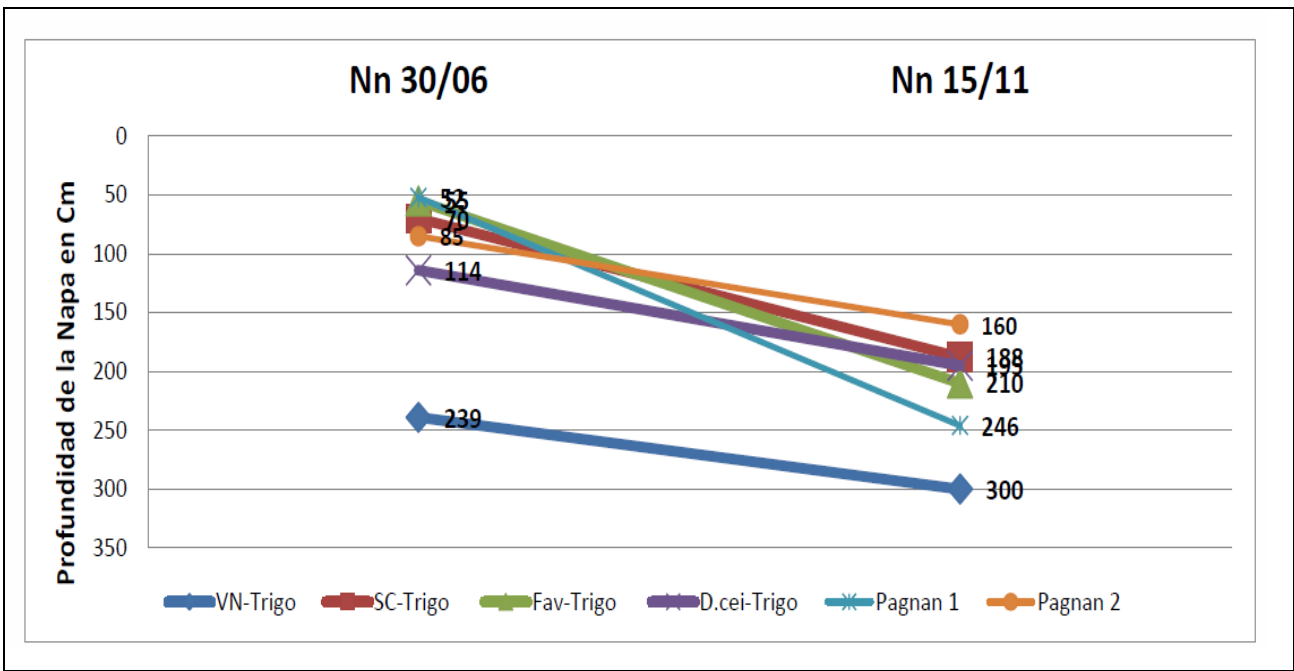


FIGURA 17: Dinámica de los Freatímetros en 6 lotes diferentes con trigo.

Fuente: Grupo NAPAS INTA

En la comparación de las Figuras 16 y 17 se puede notar cómo la presencia de un cultivo de invierno puede hacer disminuir los niveles de napas al consumir los excedentes hídricos acumulados en el perfil. En aquellos lotes que no tuvieron un cultivo de invierno, se ingresa a la siembra de verano con la napa aproximadamente a 1 metro, en cambio, en lotes que fueron sembrados con un cultivo de invierno, se ingresa con más de 1,5 metros, llegando en algunos casos a superar los 2,5 metros. (Bollatti, 2015).

Manejos para cultivos de verano

Para aquellos años en los que se esperen aportes hídricos mayores a lo normal (Año Niño; Figura 18) se deben tener en cuenta los riesgos que supone la pérdida de superficie sembrada durante la primavera por anegamiento y las pérdidas de superficie de cosecha por anegamiento o falta de piso en cosecha. En relación a esto se plantean realizar diferentes manejos con los cultivos de verano,

específicamente con Maíz y Soja, los cuales son los cultivos más sembrados en la región.

Maíz: Posponer las fechas de siembra de septiembre para disminuir riesgos de anegamiento en la siembra, por fechas de primera quincena de diciembre cuando el nivel freático emprende su descenso cíclico, con híbridos de ciclo más corto para evitar que la fecha de cosecha se atrase.

Soja: Evitar sojas de octubre y principios de noviembre, retrasándolas a mediados de noviembre o principios de diciembre cuando la dinámica de la napa comienza su descenso influida por la evapotranspiración. Sembrar grupos III largos o IV cortos, que tienen alto potencial de rendimiento y estarán listos para ser cosechados a fines de marzo o principio de abril antes que la napa freática retome su ciclo de ascenso. (Bollatti, 2015)

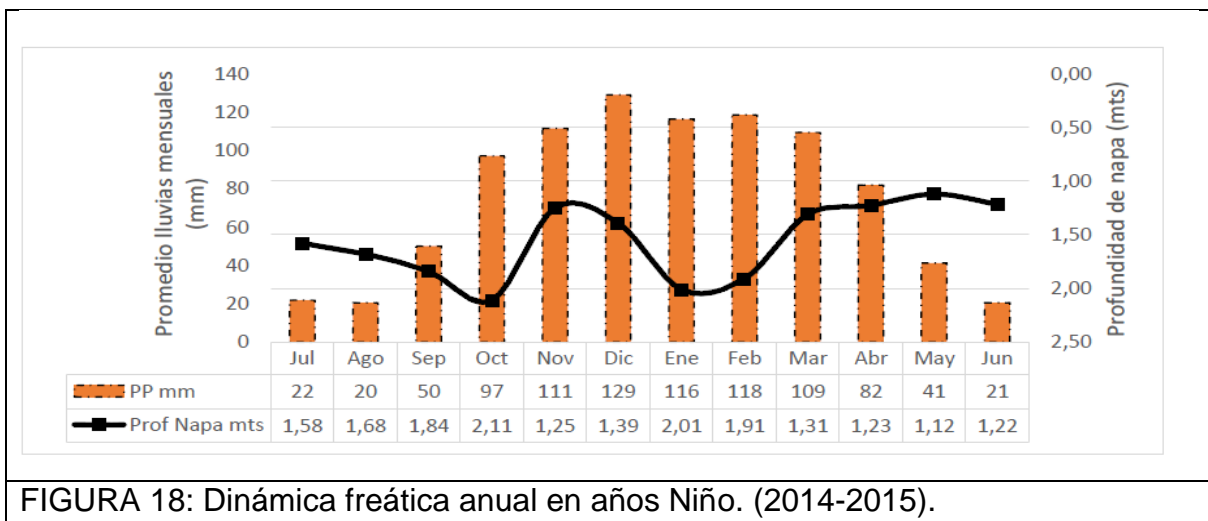


FIGURA 18: Dinámica freática anual en años Niño. (2014-2015).

Rotaciones posibles

En base a la información del departamento Marcos Juárez (MINAGRI, 2016), se consideraron cinco posibles rotaciones:

-ACTUAL, que se basa en el uso del suelo según datos de relevamientos satelitales (MINAGRI, 2016) donde predomina el cultivo de soja de primera y, en menor medida maíz y doble cultivo de trigo /soja.

-ROTACIÓN 33% constituye una propuesta tecnológica sustentable donde la superficie agrícola se distribuye en partes iguales en la secuencia trigo/soja –maíz-soja (INTA Informa, 2015).

-ROTACIÓN 33% + CULTIVOS DE COBERTURA (CC), donde a la rotación anterior se agrega el uso de cultivos de cobertura y en este caso la secuencia es: trigo/soja-vicia /maíz –avena/soja.

-ROTACIÓN 50% o 3 CULTIVOS EN 2 AÑOS, alternativa mejorada que incluye considerar la superficie agrícola con la rotación trigo/soja-maíz.

-ROTACIÓN 50 % + CC, donde a la rotación anterior se agrega el uso de cultivos de cobertura, con la secuencia: trigo/soja-vicia-maíz.

Para obtener los cálculos económicos de las actividades se utilizaron los precios promedio de los productos agrícolas para el mes de abril de 2016 (Bolsa de Cereales Buenos Aires, 2016), mientras que para los insumos se consideraron datos del mismo mes (Márgenes Agropecuarios, 2016).

TABLA 5: Resultados económicos y ambientales de las rotaciones					
Rotación	MB rotación (\$/ha)	Costo directo (\$/ha)	\$MB/\$CD	Consumo hídrico (mm/ha)	Balance de carbono (kg/ha)
Actual	7.311	4.686	1,56	767	-132
Rotación 33%	8381	6.112	1,37	780	1.112
Rotación 33% + CC	8.470	6.024	1,41	919	3.034
Rotación 50%	9.302	7.219	1,29	916	2.246
Rotación 50 % +CC	9.240	7.281	1,27	971	3.695

La rotación Actual es adecuada para una estrategia de menor gasto desde el punto de vista financiero, sin embargo presenta los peores indicadores ambientales (menor consumo de agua y balance de carbono negativo) y no es eficiente económicamente ya que obtiene el menor margen bruto por hectárea.

La alternativa Rotación 50 % o 3 cultivos en 2 años tiene los mejores indicadores ambientales pero con valores bajos en los índices financieros aunque con un margen bruto positivo, marcadamente superior a la situación actual. La Rotación 33% presenta una situación intermedia en las variables económicas, financieras y ambientales pero a la vez muestra una importante mejora en estos indicadores respecto a la situación actual.

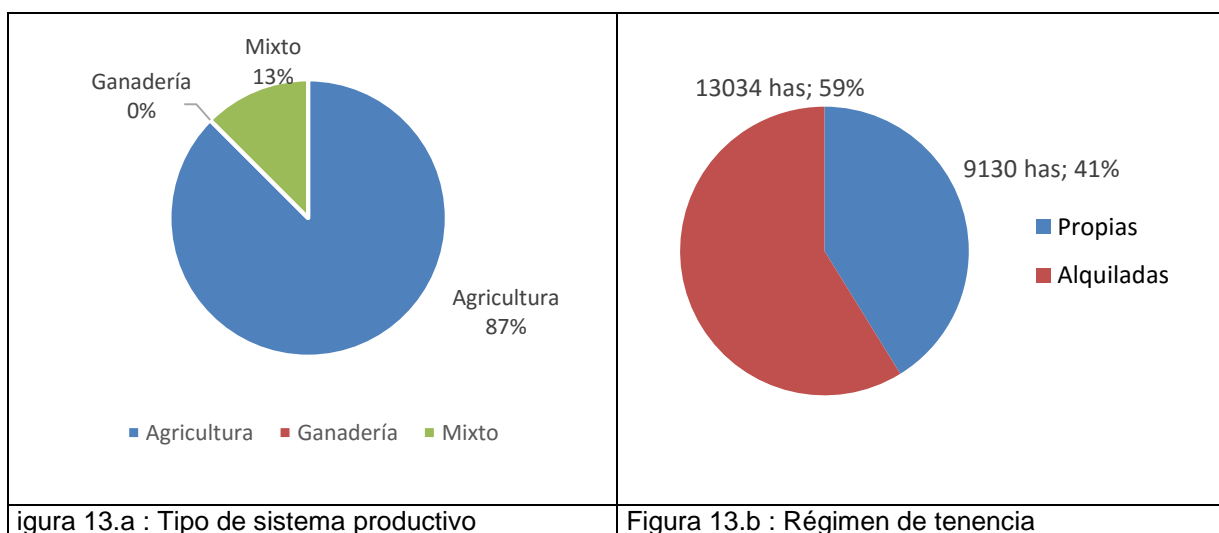
Las opciones de rotaciones con cultivos de cobertura, sin cambios importantes en los índices económicos, muestran también una mejora en los indicadores ambientales, especialmente en el aporte de carbono y aumentan un 10 % en promedio en el consumo hídrico.

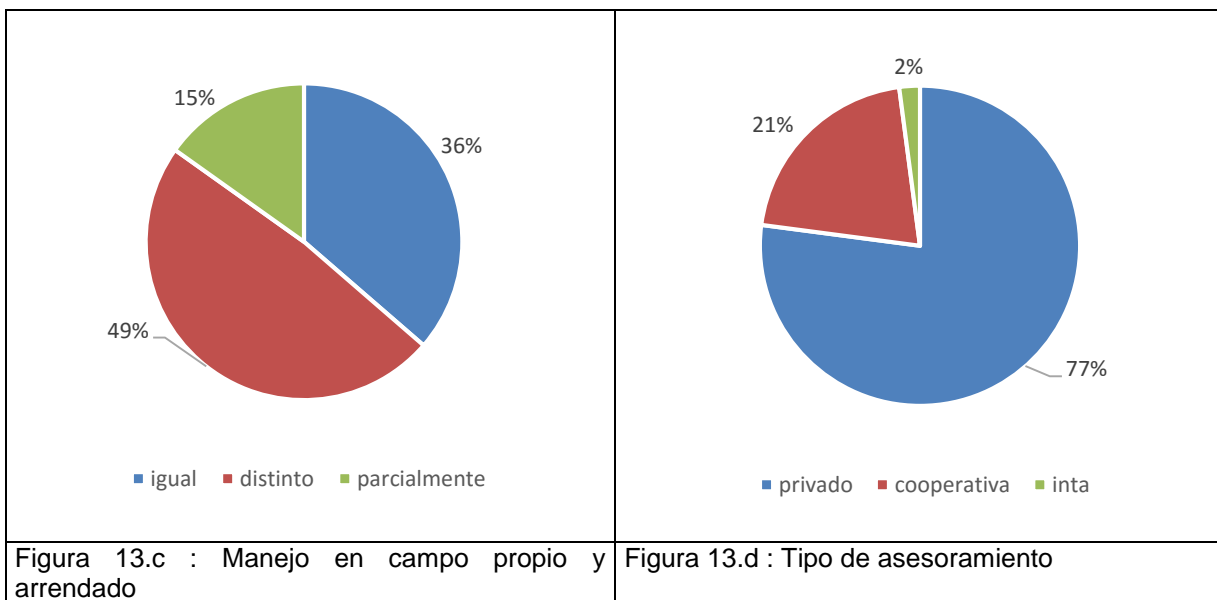
Las rotaciones que tienen mayores consumos de agua, resultan ser las de mayor costo, mayor tecnificación, son a largo plazo (2 o 3 años) y tienen menor rentabilidad que el manejo actual. (Bollatti, Ghida Daza, 2015).

Por otra parte, los resultados de las encuestas realizadas para cumplir con el segundo y tercer objetivo son los siguientes:

Primera parte: CARACTERISTICAS DEL SISTEMA PRODUCTIVO

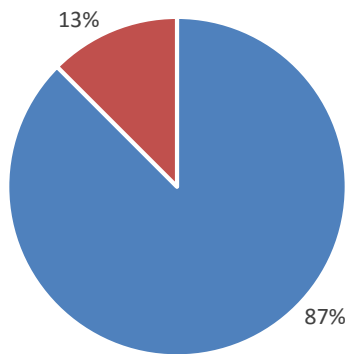
En esta primera parte de la encuesta se puede observar que el sistema productivo predominante es el agrícola, con ausencia total de sistemas puramente ganaderos (Figura 13.a). Por otra parte, de la totalidad de superficie encuestada (22164 has.), el 59% está bajo régimen de arrendamiento (Figura 13.b). Los productores con ambos tipos de tenencia, en su mayoría, realizan un manejo distinto o parcialmente distinto en cada unidad de producción (Figura 13.c). Por último se observa que sólo el 2% de los productores tiene asesoramiento del INTA.



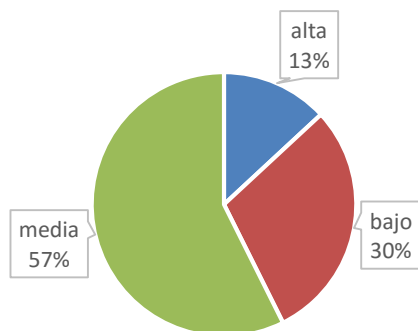


Segunda parte: PROBLEMAS DE NAPAS

En la segunda parte, notamos que el 87 % de los productores tienen problemas de napas (Figura 14.a) en un promedio del 26% de su superficie (Figura 14.c). El 13% de dicha superficie presenta imposibilidad de realizar todo tipo de actividades (siembra, pulverizaciones, cosecha) (Figura 14.b). Luego de tener el problema, el 53% de los productores cambió su forma de producir (Figura 14.d). En la figura 14.e se puede observar que la mitad de los productores zonales no reciben información del INTA. De la totalidad de los productores encuestados, más de la mitad (52%) no tienen canal en su unidad de producción y reclaman obras hídricas (Figura 14.f). Por último, más de la mitad de los productores cree que el anegamiento se da en las zonas más bajas de los lotes (por relieve) y a causa del aumento de las precipitaciones (Figura 14.g).



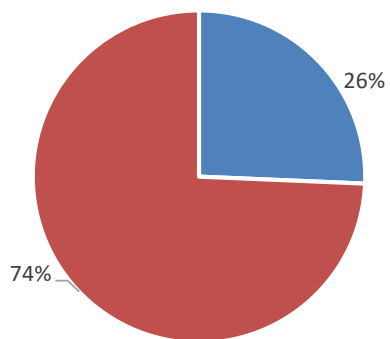
■ afectados ■ sin problemas



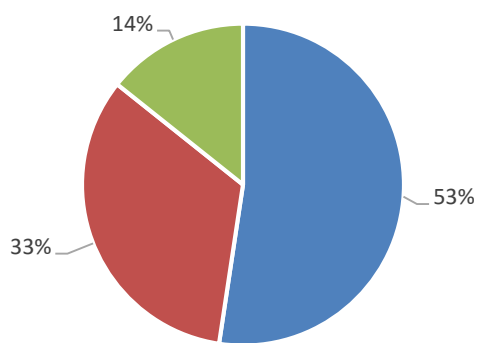
■ alta ■ bajo ■ media

Figura 14.a : Proporción de productores afectados

Figura 14.b : Consideración de la Gravedad del problema por los productores afectados



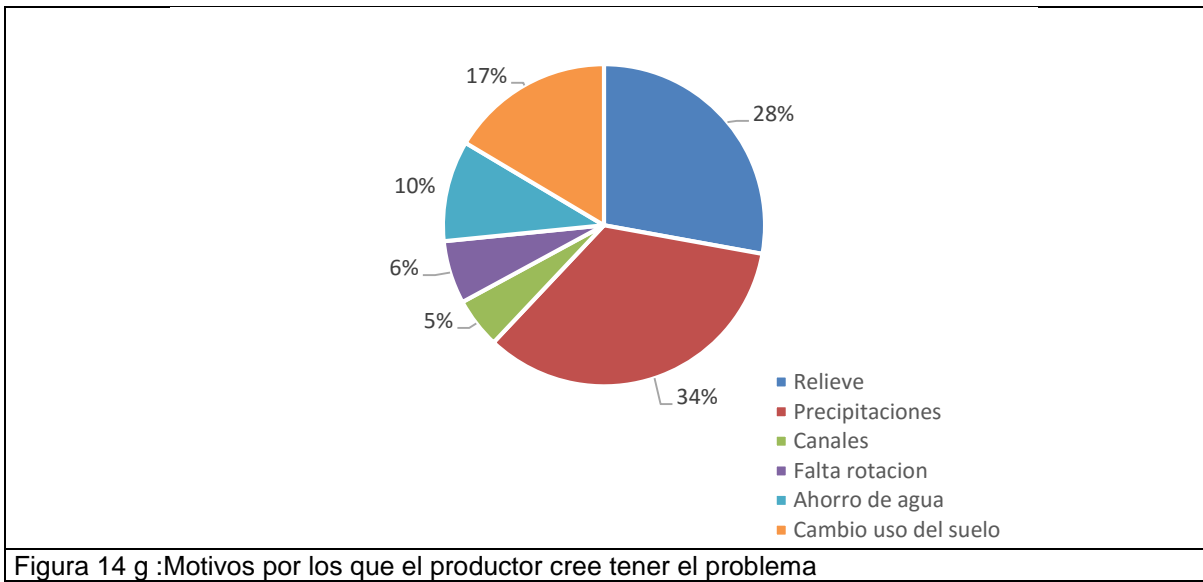
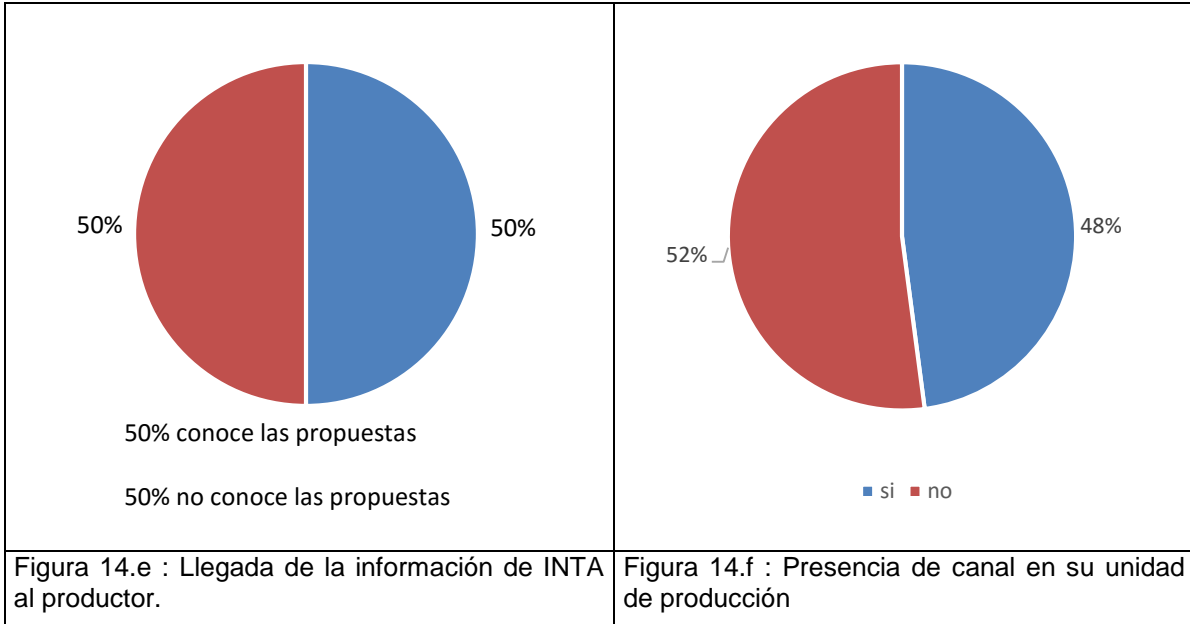
■ superficie afectada ■ superficie sin problemas



■ si ■ no ■ parcialmente

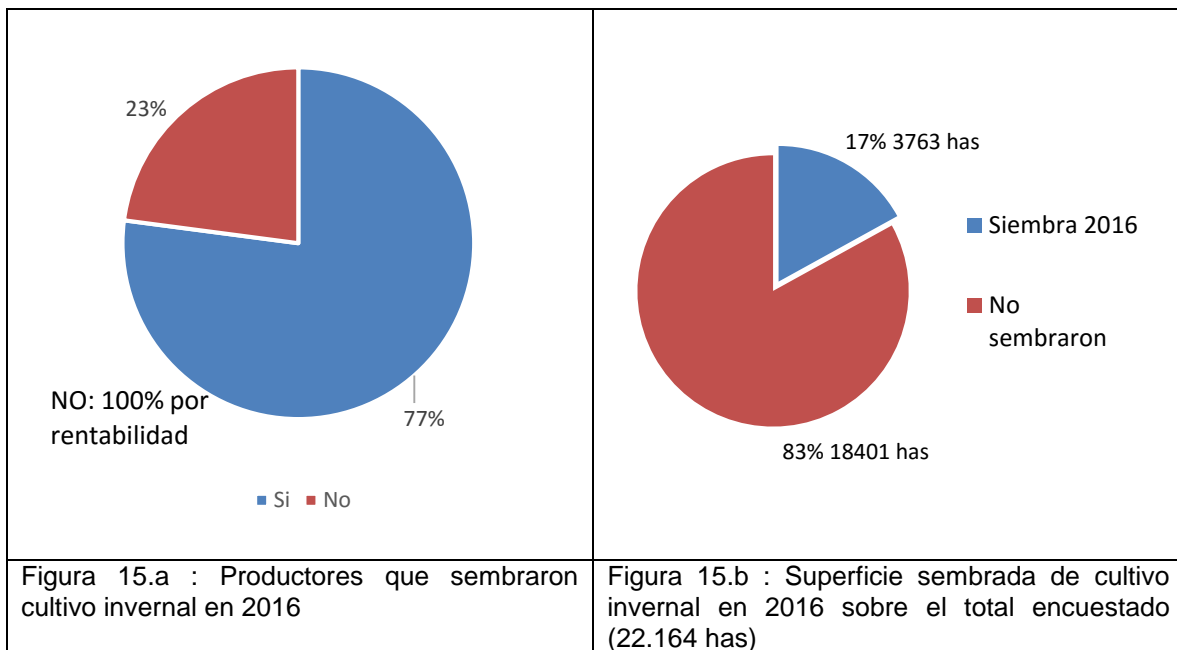
Figura 14.c :Superficie afectada y no afectada

Figura 14.d : Incidencia del problema sobre la forma de producir.



Tercera parte: CULTIVOS INVERNALES

En la tercera parte, observamos que el 77% de los productores sembraron un cultivo invernal (Figura 15.a), en su mayoría para grano (Figura 15.c), con un total de 3763 has sembradas (17% de la superficie encuestada) (Figura 15.b). Los productores que decidieron no sembrar, en su totalidad, lo hicieron por rentabilidad, tal como se observa en la figura 15.a, y por otro lado, el 80% de los que sí sembraron, lo hicieron, entre otras cosas, por la misma razón (Figura 15.e). El aumento de la superficie sembrada entre 2015 y 2016 sigue la tendencia del aumento a nivel nacional, con un 28%(Figura 15.d). Por último en la figura 15.f, se puede percibir que el 68% de los productores aumentaron la superficie de siembra de cultivo invernal con respecto a los últimos 10 años.



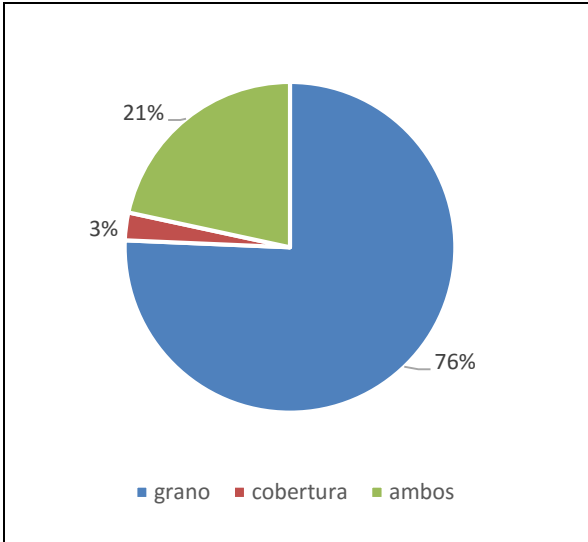


Figura 15.c: Destino del cultivo invernall.

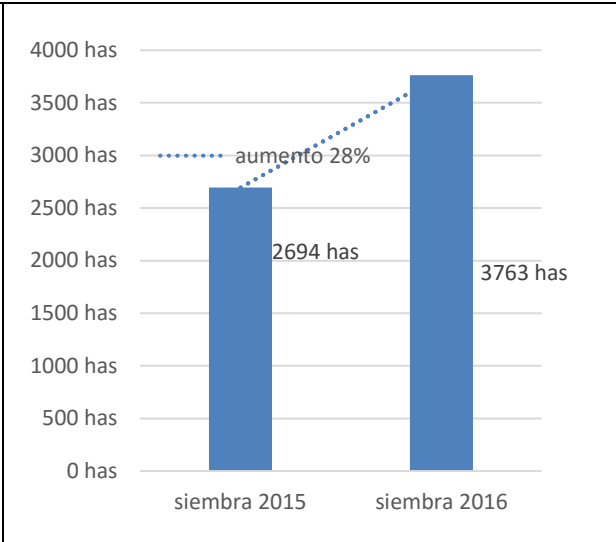


Figura 15.d : Superficie sembrada por los productores consultados en 2016 y 2015

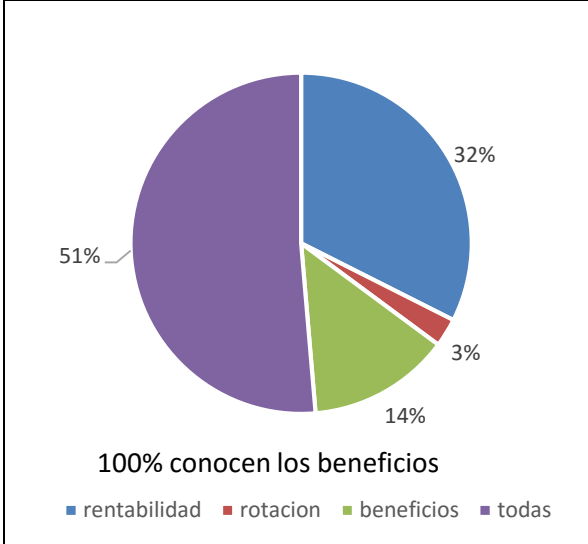


Figura 15.e: Aspectos tenidos en cuenta para la siembra del cultivo invernall.

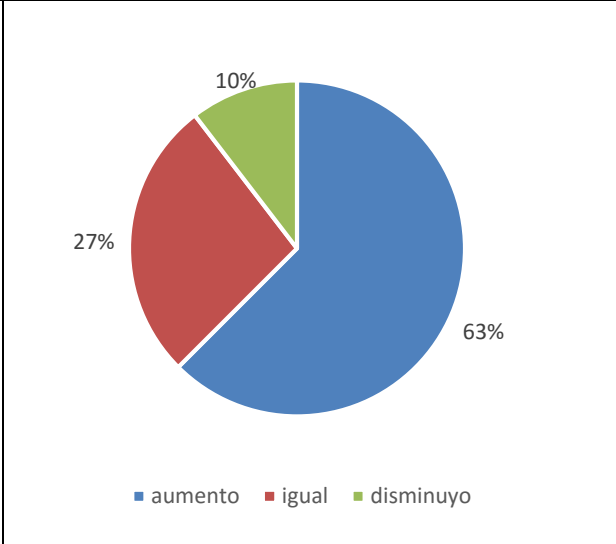
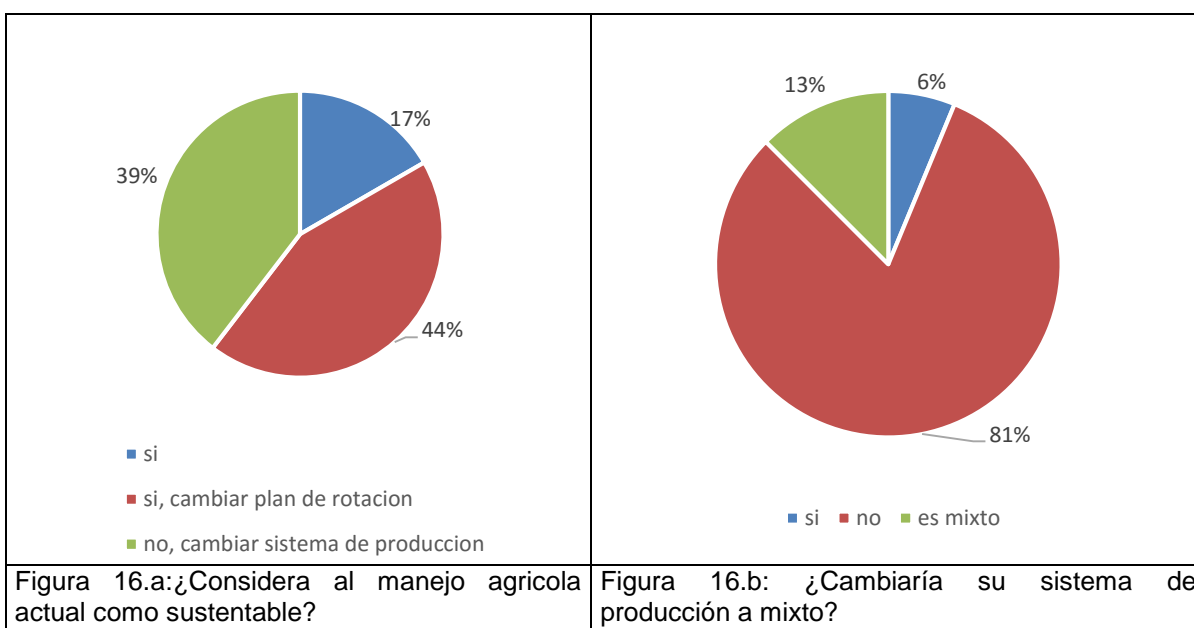


Figura 15.f: Superficie sembrada de cultivo invernall respecto a los últimos 10 años

Cuarta parte: OTROS MANEJOS

En la última parte de la encuesta observamos que sólo el 17% de los productores considera sustentable al actual manejo agrícola, sin modificar el plan de rotación ni el uso del suelo (Figura 16.a), pero sólo el 6% de los encuestados cambiarían su sistema agrícola a otrosistema de producción (Figura 16.b). Por último, en la figura 16.c notamos que más del 50% de los establecimientos encuestados no tienen un plan de rotación.



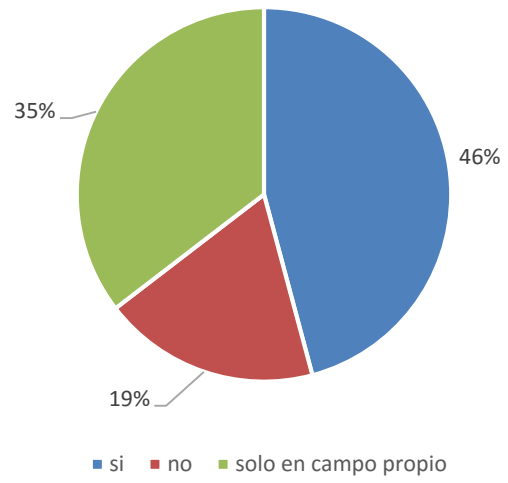


Figura 16.c: ¿Tiene un Plan de rotación?

7. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Luego de analizar los resultados obtenidos con las encuestas realizadas, hemos visto que un 80% de los productores tienen problemas de anegamiento con distinta gravedad. La superficie que tienen afectada en la mayoría de los casos es pequeña y distribuida en distintos lotes.

La mitad de los productores encuestados conocen alternativas de manejo ante éste problema, ya sea por información recibida del INTA, su asesor privado o de terceros; no obstante, expresaron la dificultad de realizar un manejo distinto en estas pequeñas superficies anegadas, ya que movilizar toda la maquinaria y/o contratar a alguien para que realice el trabajo es complejo. En algunos casos el problema de anegamiento no está en el lote en sí, sino en los caminos, impidiendo llegar en tiempo y forma para realizar las tareas correspondientes.

El motivo principal que encontramos por el cual un productor decide realizar o no una actividad es la rentabilidad con un mínimo riesgo de la misma, sobre todo cuando ya tuvo malas experiencias en años anteriores, tales como márgenes muy pequeños o negativos luego de comercializar el trigo con las retenciones y descuentos sufridos, o cosechas que no se pudieron llevar a cabo por culpa de lluvias primaverales que retrasaron la siembra del cultivo estival. Pese a eso, lo que propone el INTA es utilizar cultivos cobertura, invernales y/o perennes para aumentar el consumo de agua y lograr que la napa se encuentre lo más alejada de la superficie, para que cada precipitación no se convierta en anegamiento. Esta propuesta no suele ser adoptada por los productores, ya que dichos cultivos tienen menor rentabilidad que los realizados en la zona, o bien, en el caso de los

invernales, suelen disminuir la rentabilidad del cultivo estival posterior o significar gastos que no están dispuestos a afrontar.

Otras de las posibles soluciones es realizar planes de rotación a largo plazo, usando cultivos que aumenten el consumo de agua, de esta forma, afectar el balance hídrico anual. Bajo este criterio entra en juego la forma de tenencia de la tierra, que en su mayoría son arrendados a uno o dos años dificultando la planificación. Teniendo en cuenta esta información queda descartada la posibilidad de cambiar a un sistema ganadero o mixto que garantice la utilización de pasturas durante todo el año.

La adopción de manejos y técnicas que tiendan a la sustentabilidad de los sistemas, entre ellas las buenas prácticas agrícolas, tienen como limitante principal que el productor no ve como propio el problema del campo arrendado, no se preocupa por solucionar los problemas y no invierte ni afronta riesgos para mitigarlos en un campo que no es el suyo, y, como notamos en los resultados, el 60% de la superficie de los productores encuestados están bajo arrendamiento. Esto hace que el problema no tenga una solución si no es con una política gubernamental que controle el manejo de dichos sistemas.

Un problema que notamos en la brecha entre el INTA y los productores, es la falta de comunicación. El alcance del Grupo Napas está muy enfocado a la ciudad de Marcos Juárez, dejando relegadas a las demás localidades vecinas.

Otra particularidad que notamos es que la mayoría cree que el problema viene únicamente por las precipitaciones por lo tanto esperan a que estas disminuyan para que el problema desaparezca.

8. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Ing. Agr. Pablo Bollatti y a todo el Grupo NAPAS del INTA Marcos Juárez por la información brindada y su atención; a los Ingenieros y colaboradores de las Cooperativas de Marcos Juarez, Inrville, Monte Buey y Camilo Aldao; Ingenieros de Empresas privadas, y a los productores que nos recibieron y colaboraron de manera desinteresada para llevar a cabo las encuestas.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Agroverdad, 2017 <<http://agroverdad.com.ar/2017/02/casi-medio-millon-las-hectareas-afectadas-los-excesos-hidricos-cordoba>> Consultada el 10/02/2017

AgroVoz, 2015. <<http://www.agrovoz.com.ar/clima/marcos-juarez-las-napas-en-un-nivel-peligrosisimo-para-la-produccion>> Consultada el 20/11/2016

AgroVoz, 2016 <<http://www.agrovoz.com.ar/la-voz-del-campo/cultivos-invernales-opcion-para-regular-el-agua-de-napas>> Consultada el 20/11/2016

AgroVoz, 2016. <<http://www.agrovoz.com.ar/agricultura/la-siembra-de-trigo-crecio-23-en-cordoba>> Consultada el 12/11/2016

Aimetta, Andreucci, Bollati, Cazorla, Galarza, Muñoz. 2015, "Variación del nivel freático en función de las lluvias en Marcos Juárez". EEA INTA Marcos Juárez

Andreucci, Bollatti, Escolá. 2015. "Influencia de los excedentes hídricos en la recarga de los acuíferos libres del sudeste de la provincia de Córdoba". EEA INTA Marcos Juárez.

Bollatti, Ghida Daza. 2015. "Análisis productivo, ambiental y económico de rotaciones en sistemas agrícolas y ganadero bovino del sudeste de la Provincia de Córdoba"; REVISTA INTA EDICIONES; p 3-7; ISSN 2250-8511

Bollatti. 2015. "Análisis de datos de profundidad de Napa freática y precipitaciones anuales de la EEA INTA Marcos Juárez". Grupo NAPAS INTA Marcos Juárez.

Bollatti. 2015. "Costos de control de malezas en forma química versus cultivos de cobertura". Grupo NAPAS INTA Marcos Juárez

Bollatti. 2015. "Diagnóstico de la superficie afectada por anegamientos en el este del Departamento Marcos Juárez". Grupo NAPAS INTA Marcos Juárez

Bollatti. 2015. "El Trigo no es solo un cultivo de renta, además es una estrategia de manejo". AFA SCL ccp Marcos Juárez- Grupo NAPAS INTA Marcos Juárez.

Bollatti. 2015. "Influencia de los cultivos invernales en el nivel de la napa freática". EEA INTA Marcos Juárez

Bollatti. 2015. "Monitoreo de la napa freática en lotes con cultivo de trigo y de barbecho limpio de malezas". Grupo NAPAS INTA.

Cazorla, Baigorria, Bellucini, Aimetta, Pegoraro, Boccolini, Fagiolli. 2015. "Cultivos de cobertura en sistemas agrícolas continuos". Grupo NAPAS INTA

InfoCampo, 2014 <<http://www.infocampo.com.ar/advierten-que-la-napa-freatica-esta-cada-vez-mas-alta-en-la-zona-nucleo/>> Consultada el 20/11/2016

INTA, 2016 <<http://intainforma.inta.gov.ar/?p=31736>> Consultada el 12/11/2016

Marano. 2005. "Evolución de niveles freáticos del área de Esperanza" Facultad de Ciencias Agrarias. UNL. Esperanza

Pardos. 2004. "Respuestas de las plantas al anegamiento del suelo" Unidad de Anatomía, Fisiología y Genética. Departamento de Silvopascicultura. ETS de Ingenieros de Montes. UPM.

SIGA (INTA) <http://siga2.inta.gov.ar/en/datoshistoricos/> Consultada el 15/02/2017

SIIA (Ministerio de Agroindustria de la Nación) <http://www.sii.gov.ar/> Consultada el 15/02/2017

Sokolob. 1981. "Métodos de cálculo del balance hídricos". Guía Internacional de investigación y métodos. Instituto de hidrología de España/Unesco.

Villar. 2014. "Análisis de la evolución de las napas". EEA Rafaela INTA-

ANEXO

ASPECTOS GENERALES

- Tipo de sistema
 - AGRICOLA
 - GANADERO
 - MIXTO
- Cantidad de has
 - PROPIAS
 - ARRENDADAS
- Maquinaria
 - PROPIA
 - CONTRATADA
- Asesoramiento técnico
- ¿Hace el mismo manejo en campo propio que alquilado? ¿Por qué? (Rentabilidad, manejo)

NAPAS

¿Tuvo problemas de anegamiento en los últimos 10 años?

1. SI

- A. ¿En qué proporción de la superficie total?
- B. ¿Gravedad del problema? (siembra, cosecha, rendimiento, imposibilidad de realizar tareas en tiempo y forma, transitabilidad y acceso a los lotes)
- C. ¿Por qué cree que tiene el problema? (relieve, precipitaciones, canales clandestinos, malos manejos, cambio de uso del suelo y ahorro excesivo de agua)
- D. ¿Realiza algún manejo para solucionarlo? (Rotaciones, cultivos invernales, cultivos de cobertura, canales)
- E. ¿Cambió su forma de producir desde que encontró el problema?
- F. ¿Se asesoró? (con INTA-Cooperativas-Ingenieros)
- G. ¿Está al tanto de la información brindada por Instituciones, cooperativas, empresas? (Grupo NAPAS INTA)
- H. ¿Tiene algún canal cercano o dentro del establecimiento?
- I. ¿Creé que un canal que pase colindante a su campo, le solucionaría el problema de las napas?
- J. ¿Participa activamente del consorcio canalero?
- K. ¿Busca soluciones en equipo con otros productores?
- L. ¿Tiene en cuenta pronósticos climáticos a la hora de la planificación? ¿De dónde la obtiene?

2. NO

- A. ¿Tiene conocimiento sobre el mismo? (vecinos, noticias, etc.)
- B. ¿Tiene algún canal cercano o dentro del establecimiento?
- C. ¿Realiza algún manejo preventivo? (Rotaciones, cambio de variedades-híbridos, densidades)
- D. ¿Está al tanto de la información brindada por Instituciones, cooperativas, empresas? (Grupo NAPAS INTA)

CULTIVOS

¿Sembró algún cultivo de invierno?

1. SI

- A. ¿Con qué destino? (Cobertura-grano)
- B. A la hora de la siembra, tuvo en cuenta:
 - I. las condiciones de mercado
 - II. los beneficios del cultivo invernal al suelo, napas (manejo reciente o no)
 - III. su plan de rotación
 - IV. otra
- C. ¿Cuántas has sembró?
- D. ¿Aumentó la superficie de siembra con respecto a los últimos 10 años?
- E. ¿Quiso haber sembrado más has que las que sembró? ¿Por qué? (Rentabilidad, imposibilidad de entrar al lote, siembra retrasada, condiciones climáticas, reservó el lote para cultivo de verano)
- F. ¿Sembró en 2015? ¿Cuántas has?
- G. ¿Conoce los beneficios de un cultivo invernal en una unidad de producción en cuanto a problemas de anegamiento?
- H. ¿Utiliza el cultivo invernal como herramienta para disminuir los problemas de anegamiento?
 - 1. ¿Nota diferencias en el estado de lote luego de su uso?

2. NO (no siembra cultivos de invierno)

- A. ¿Por qué no sembró? (Rentabilidad, imposibilidad de entrar al lote, siembra retrasada, condiciones climáticas, reservó el lote para cultivo de verano)
- B. ¿Viene sembrando cultivos invernales en los últimos 10 años?
- C. ¿Conoce los beneficios de un cultivo invernal en una unidad de producción en cuanto a problemas de anegamiento?
- D. Años anteriores, ¿Utilizó el cultivo invernal como herramienta para disminuir los problemas de anegamiento?
 - I. ¿Nota diferencias en el estado de lote luego de su uso?

OTROS MANEJOS

- A. ¿Cree que con un manejo netamente agrícola alcanza para consumir la totalidad de los aportes hídricos que generan las precipitaciones?
- B. Viendo la situación actual de su establecimiento, ¿Pensó en cambiar a un sistema ganadero o mixto?
- C. ¿Utilizaría especies perennes?
- D. ¿Qué ciclos siembra en soja?
- E. ¿Qué ciclos siembra en maíz?
- F. ¿Tiene en cuenta que ciclos cortos en siembras tardías anticipan las fechas de cosecha?
- G. ¿Pensó cambiar las variedades/híbridos con respecto a esa información?
- H. ¿Tiene un plan de rotación en su campo?