

Análisis comparativo de los consumos de estos sistemas frente al laboreo convencional

Consumos energéticos en sistemas de agricultura de conservación y de precisión en cultivos herbáceos

La agricultura es la tercera actividad humana en la generación de gases de efecto invernadero, con alrededor de un 13,5% del total de emisiones, 8 Gt (Mckibben, 2007). Estos gases provienen principalmente de la quema de combustibles derivados del petróleo, usados para accionar las distintas máquinas agrícolas autopropulsadas y de la energía que se necesita para sintetizar diversos productos agroquímicos. Existen sistemas agrónó-

micos sostenibles que permiten reducir estas emisiones, como son la agricultura de conservación (AC) y la de precisión (AP). En el presente artículo se muestra el resultado de la disminución en el consumo energético que la sinergia de la AC y la AP aportan frente al laboreo y mecanización convencionales (LC) en una rotación típica de la campiña andaluza. El estudio se enmarca en las acciones del proyecto Life+ Agricarbon.

E.J. González-Sánchez ^{1y2}; F. Márquez ^{1y2};
J. Gil-Ribes ^{2y1}; J. Agüera Vega ²;
G.L. Blanco Roldán ².

¹ Asociación Española Agricultura de Conservación, Suelos Vivos. IFAPA Alameda del Obispo, Córdoba.

² Departamento de Ingeniería Rural. Universidad de Córdoba. Campus Universitario de Rabanales. Córdoba.

umentadas en un 15%. Sin embargo, se han incrementado en casi el 40% (MARM, 2009).

Próximo a expirar el acuerdo alcanzado en Kioto, la comunidad internacional se ocupa ya de buscar consenso para los tiempos

venideros. En la reciente décimo séptima Conferencia de las Naciones Unidas sobre cambio climático (CP 17), celebrada en Durban (Sudáfrica), se alcanzó un acuerdo en un paquete de medidas para algunos partici-

Las consecuencias de los efectos del cambio climático derivados de las emisiones excesivas de los gases de efecto invernadero (GEI), y la presión de la comunidad científica mundial, llevaron a la mayoría de los países desarrollados a adoptar un acuerdo internacional en el que se recogieran una serie de compromisos a cumplir por las partes firmantes. Dichos compromisos, recogidos en el llamado Protocolo de Kioto, marcaron una limitación a las emisiones netas de GEI, restricciones que se establecerían en base al desarrollo económico, científico y tecnológico de cada uno de los países. En el caso de España, el compromiso adquirido como país firmante es el de limitar la media de las emisiones netas anuales de los GEI, medidas en CO₂ equivalente, durante el periodo 2008-2012, a las emisiones netas que se contabilizaron en el año base (1990),





Los ensayos en ambos sistemas mantienen la rotación típica de la campiña andaluza y se manejan según las pautas de los propietarios con el fin de obtener unos resultados reales.

pantes equilibradas, y para otros insuficientes. Las conversaciones sobre un nuevo acuerdo legal que abarque a todos los países comenzarán el próximo año y finalizarán en 2015, con una entrada en vigor prevista para 2020.

En este contexto de emisiones, la agricultura es la tercera actividad humana en la generación de gases de efecto invernadero, con alrededor de un 13,5% del total de emisiones, 8 Gt (Mckibben, 2007). Estos gases provienen principalmente de la quema de combustibles derivados del petróleo, usados para accionar las distintas máquinas agrícolas autopropulsadas y de la energía que se necesita para sintetizar diversos productos agroquímicos. Existen sistemas agronómicos sostenibles que permiten reducir estas emisiones, como son la agricultura de conservación (AC) y la de precisión (AP).

La agricultura de conservación (AC) se define como un sistema de producción agrí-

cola sostenible que comprende un conjunto de prácticas agronómicas adaptadas a las exigencias del cultivo y a las condiciones locales de cada región, cuyas técnicas de cultivo y de manejo de suelo lo protegen de su erosión y degradación, mejoran su calidad y biodiversidad, y contribuyen a la preservación de los recursos naturales, agua y aire, sin menoscabo de los niveles de producción de las explotaciones. Las prácticas agronómicas englobadas en los sistemas de agricultura de conservación se fundamentan en tres principios: una mínima alteración del suelo, establecimiento de una cobertura permanente del mismo, y la realización de rotaciones de especies. Dentro de la AC, está incluida la siembra directa (SD). La SD se define como una práctica agronómica de la agricultura de conservación en cultivos anuales, en la que no se realizan labores; al menos el 30% de su superficie se encuentra protegida por restos vegetales, y la siembra se realiza con maqui-

naria habilitada para sembrar sobre los restos vegetales del cultivo anterior. Debido a la supresión del laboreo del terreno, la SD reduce de manera significativa el consumo de combustibles (Álvaro-Fuentes *et al.*, 2010; Triplett y Warren, 2008; Hernanz, 2005).

La agricultura de precisión (AP) constituye un conjunto de técnicas agrícolas que, con el apoyo de las tecnologías de la información y comunicación y los sistemas de posicionamiento global (GPS), permiten una aplicación sitio-específica de insumos y una correcta ejecución de las operaciones. Mediante el guiado automático, el tractorista no dirige el volante del tractor, y con la ayuda al guiado, el tractorista sigue indicaciones visuales para mantener una correcta dirección. Por tanto, gracias a la AP se reducen considerablemente los solapes en las tareas agrícolas y se pueden aplicar de manera diferenciada en función del lugar los diferentes insumos, optimizando así su uso.

CUADRO I. Características físico-químicas de las distintas fincas estudiadas. N: nitrógeno; MO: materia orgánica; CO₃⁻: carbonatos; pH en cloruro cálcico; CIC: capacidad de intercambio catiónico; K: potasio; P: fósforo; A: arena; L: limo; Ar: arcilla; Text: textura; F-A: franco-arcillosa; A: arcillosa

Campo	Prof. (cm)	N (%)	MO (%)	CO ₃ (%)	pH Cl ₂ Ca	CIC	K (ppm)	P(ppm)	A (%)	L (%)	Ar (%)	Text.
1	0-20	0,10±0,03	2,9±0,6	11±9	7,2±0,5	24±10	263±96	13±17	31±13	32,±5	37±12	F-A
	20-40	0,07±0,03	2,3±0,7	13±10	7,2±0,6	27±12	189±72	11±11	31±14	31±5	38±12	F-A
	40-60	0,05±0,02	1,8±0,6	16±15	7,3±0,6	27±12	162±62	8±8	28±14	31±7	41±11	A
2	0-20	0,12±0,02	1,6±0,4	4±2	7,7±0,1	34±8	407±119	30±12	20±5	29±3	51±5	A
	20-40	0,11±0,02	1,4±0,3	5±2	7,7±0,1	35±9	321±93	23±11	19±5	28±2	53±4	A
	40-60	0,10±0,02	1,2±0,3	6±2	7,7±0,1	34±10	261±98	17±10	19±5	28±3	53±5	A
3	0-20	0,12±0,05	1,9±0,4	11±8	7,8±0,1	34±11	590±146	17±7	16±4	26±4	58±6	A
	20-40	0,11±0,02	1,8±0,3	11±8	7,8±0,1	34±12	512±124	14±6	16±4	25±4	59±6	A
	40-60	0,10±0,02	1,6±0,3	12±8	7,8±0,1	35±12	485±139	15±7	17±5	26±6	57±7	A

En el presente artículo se muestra el resultado de la disminución en el consumo energético que la sinergia de la AC y la AP aportan frente al laboreo y mecanización convencionales (LC) en una rotación típica de la campiña andaluza. El estudio se enmarca en las acciones del proyecto Life+ Agricarbon (LIFE08 ENV/E/000129).

Material y métodos

En este trabajo se presentan los resultados de la campaña 2009-10 pertenecientes a tres fincas representativas de comarcas agrícolas andaluzas: Córdoba (Finca 1), 37° 55' 50,4" N 4° 43' 07,7" O; Carmona, Sevilla (Finca 2), 37° 25' 31,0 N 5° 38' 01,2" O y Las Cabezas de San Juan, Sevilla (Finca 3), 36° 56' 37,8" N 5° 55' 13,6" O. Las características físico-químicas de las fincas donde se encuentran enclavados los campos experimentales se recogen en el **cuadro I**.

Todos los campos se encuentran en la zona mediterránea, que corresponde a un régimen de humedad xérico, según las normas establecidas por la Soil Taxonomy (USDA, 1998), con un clima caracterizado por un periodo frío y húmedo, que coincide con los meses otoñales e invernales y que concentran el 80% de las precipitaciones, y otro muy cálido y seco, que corresponde con la primavera y el verano, en el que se produce un importante déficit hídrico. El régimen de temperaturas es térmico. Existe una gran variabilidad tanto intra, como interanual de las precipitaciones, alternando periodos relativamente húmedos, con ciclos de sequías de varios años.

En cada finca se han instalado seis campos experimentales de 5 ha; tres bajo AC+AP, y tres manejados con LC, lo que hace un total de 30 ha por finca y 90 ha en el proyecto conjunto. Los ensayos en ambos sistemas de manejo mantienen la rotación típica de la campiña andaluza, trigo-girasol-leguminosa, y se manejan según las pautas de los propietarios con el fin de obtener unos resultados reales en cada campaña.

Se estudian diversos parámetros de todas las operaciones realizadas a cada cultivo por campaña. Para tal fin, se han instrumentado tres tractores, uno por cada finca colaboradora, con diferente tecnología: 1) GPS modelo GM-48 UB Sanav; 2) caudalímetro de aforo modelo AIC-4008 Veritas y 3) poten-



La reducción general en el consumo energético se cifra para el trigo en un 13,7%, un 24,9% para el girasol y un 15,6% para la leguminosa.

ciómetro modelo JX-PA-30-N14-21S Unimeasure. Los indicadores estudiados por operación y el equipo que los recaba, cuyo número se identifica entre paréntesis, son: tiempo de duración (1); superficie trabajada (1), trayectoria (1); velocidad media (1); capacidad de

trabajo real (1); capacidad de trabajo teórica (1); rendimiento (1); solapes (1); consumo de combustible (2) y posición del enganche tripuntal trasero del tractor (3).

Además, en los tractores se ha instalado una barra de ayuda al guiado AgGPS EZ-Guide 500 de Trimble, que se utiliza en aquellos tratamientos en los que se practica la AP. Como sistema de adquisición de datos se utiliza un sistema Data Taker (DT 85) programable y con capacidad para interpretar y almacenar 48 entradas distintas de datos tanto analógicos, como digitales. La información almacenada sobre las operaciones se transmite vía módem, con tecnología 3G, a un ordenador dotado del soporte

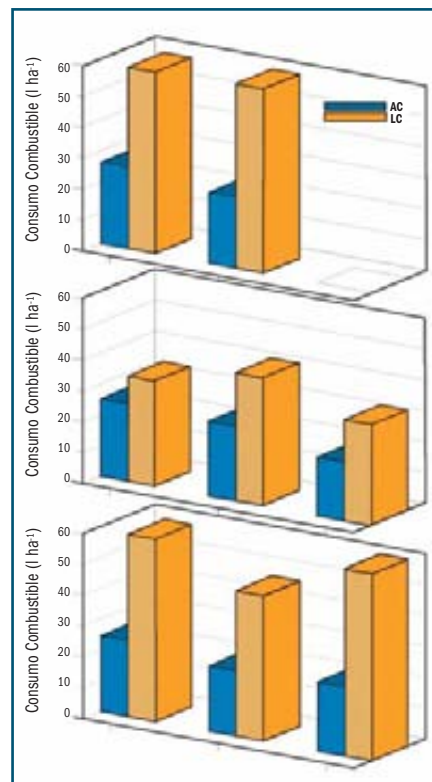
lógico necesario. Además, como complemento de toda la información adquirida, se monitoriza la producción de los cultivos implementado la cosechadora con el monitor de rendimiento Ceres 8.000i de RDS. Para la obtención de los mapas de rendimiento se empleó el programa Farm Works versión 2010,1.433. De forma complementaria, se anotaron o registraron las incidencias originadas durante la labor y otros aspectos como la dosis en operaciones de distribución de insumos (semillas y agroquímicos). Mediante el soporte lógico desarrollado al efecto, ReporterLife, se estudia cada operación por separado determinando finalmente la energía asociada a la propia labor y al consumo de insumos agrarios en los dos sistemas analizados, AC+AP y LC.

La metodología seguida en el análisis energético es la propuesta en 1973 por la International Federation of Institutes for Advanced Studies (IFIAS, 2011), que asocia cantidades de energía no renovable a cada uno de los factores de un proceso (Hernanz, 2005). En ella se definen dos tipos de energías: energía de uso directo, ligada al uso de combustible, y la energía de uso indirecto, fabricación y mantenimiento de equipos mecánicos, fertilizantes, semillas y fitosanitarios.

Este análisis considera dos parámetros principales: la eficiencia y productividad energética. La eficiencia energética es el cociente entre la energía calorífica contenida en el producto final y la requerida para su obtención. La productividad energética, expresada en $\text{kg} \cdot \text{MJ}^{-1}$, es el resultado del cociente entre la cantidad de producto obtenido ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) por unidad de energía aportada ($\text{MJ} \cdot \text{ha}^{-1}$). Si

Figura 1

Consumo de combustible en los distintos campos experimentales y cultivos. De arriba a abajo: fincas 1, 2 y 3.



bien ambos conceptos son útiles, creemos de especial relevancia remarcar que el resultado de la productividad energética nos indicará qué forma de producir será más interesante desde el punto de vista energético, puesto que nos ofrecerá el valor de producción a igualdad de energía introducida en cada uno de los sistemas (AC+AP vs LC). Sería el valor recomendable a tomar en cuenta por las Administraciones públicas a la hora de disponer recursos a favor de un sistema u otro. La eficiencia nos indicará a posteriori si ha sido una buena inversión energética cultivar, o si por el contrario hemos empobrecido el sistema.

Resultados y discusión

Las precipitaciones registradas durante la campaña agrícola 2009-10 fueron extremadamente cuantiosas. Las lluvias registradas en el campo 1 fueron de 1.061 mm, 913 mm para el 2 y 773 mm para el 3, muy por encima de la media de la zona que se encuentra en torno a los 470 mm.

En la campaña en estudio se sembraron diversos cultivos: trigo duro (*Triticum durum*) y girasol (*Helianthus annuus*) en los 3 campos y garbanzo (*Cicer arietinum*) en el campo 1 y 3 y haba (*Vicia faba*) en el 2. Las elevadas precipitaciones invernales provocaron que el desarrollo de los cultivos de invierno, trigo y habas, no fuera el adecuado, registrando unas producciones muy por debajo de la media andaluza (CAP, 2010) en la mayoría de las situaciones (**cuadro II**). Sin embargo, las producciones de los cultivos de primavera, girasol y garbanzo, sí se encuentran cercanas a la media, salvo en el campo 1 en la que la leguminosa no se llegó a cosechar por un problema de enfermedades severo.

Las operaciones varían en función del cultivo y finca, a modo de ejemplo en el **cuadro III** se representan las labores realizadas, abono aplicado y fitosanitarios utilizados en la finca 3.

La energía de uso directo se calcula multiplicando el consumo de combustible por 47,8 MJ·l⁻¹, valor propuesto por Heichel (1980). Los resultados del consumo de combustible y solapes medidos en las distintas operaciones estudiadas y su consumo de combustible aparecen resumidos en el **cuadro IV**.

Los datos obtenidos mediante el estudio son similares a los resultados de Green (1987), apreciándose cómo aquellas opera-

CUADRO II. Producción de los cultivos (kg/ha) en los campos experimentales.

	Finca 1		Finca 2		Finca 3	
	AC	LC	AC	LC	AC	LC
Trigo	727	680	2.620	2.972	1.037	1.024
Girasol	1.345	1.512	1.312	1.140	1.332	1.292
Leguminosa	-	-	492	1.282	2.058	1.446

CUADRO III. Maquinaria utilizada, fertilizantes y herbicidas.

		Trigo		Girasol		Leguminosa	
		AC	LC	AC	LC	AC	LC
Maquinaria (número de pases)	Chisel	-	1	-	1	-	1
	Grada de discos	-	2	-	2	-	2
	Cultivador	-	1	-	-	-	2
	Sembradora	1	1	1	1	1	1
	Barra herbicida	2	3	2	1	3	2
	Abonadora	2	2	-	-	-	-
	Cosechadora	1	1	1	1	1	1
Fertilizante (kg/ha)	Nitrógeno	148	148	-	-	-	-
	Fósforo	60	60	-	-	-	-
	Potasio	-	-	-	-	-	-
Herbicida (l/ha)	Glifosato	1,5	-	1,5	-	5,5	4
	CP+CM	0,5	0,5	-	-	-	-
	A+ID	0,3	0,3	-	-	-	-
	Tribenuron Metil	1	1	0,04	0,04	-	-
	Clortalonil	-	-	-	-	2	2

ciones de labranza más profundas, vertedera y chisel son las que mayor consumo de combustible arrojaron. En cuanto al consumo total de combustible en los diferentes cultivos y fincas experimentales, se aprecia en la **figura 1** cómo

la siembra directa siempre aporta una gran disminución en todas las variantes.

La mayor reducción se encontró en el cultivo de leguminosa en el campo experimental 3 (63,2%) y la menor para el trigo del campo



El trigo es el cultivo que más energía produce, pero también el que más consume, debido al elevado uso de fertilizantes nitrogenados. En el girasol y la leguminosa el gasto energético se reduce.

CUADRO IV. Consumo medio de combustible y solapes de las distintas operaciones estudiadas.

Tarea	Máquina empleada	Consumo de combustible (l*ha ⁻¹)	Solape (%)
Laboreo primario	Vertedera	22,5±4,1	16,2±3,7
Laboreo primario	Chísel	14,4±0,4	12,0±8,1
Laboreo primario	Semichísel	6,7±3,1	4,7±1,3
Laboreo secundario	Grada de discos	7,6±1,4	26,2±14,3
Laboreo secundario	Cultivador	5,6±0,8	11,7±1,5
Siembra	Sembradora AC	7,1±1,3	4,7
Siembra	Sembradora LC	5,9±1,2	13,2
Tratamiento fitosanitario	Pulverizador hidráulico	1,2±0,4	14,6±1,5
Abonado	Abonadora	1,7±0,3	12,1±1,4
Cosecha	Cosechadora	10,5±0,7	-

2 (26,2%). La reducción media en el cultivo de trigo fue del 46,6% y en el de girasol y leguminosa 52,9%, lo que supuso una disminución en el consumo de combustible de 25,3 l*ha⁻¹, 26,8 l*ha⁻¹ y 26,2 l*ha⁻¹ respectivamente, consiguiendo un ahorro de 78,3 l*ha⁻¹ en el conjunto de la rotación. Estos resultados son ligeramente inferiores a los obtenidos por Perea y Gil (2006) en unas condiciones similares de la campaña andaluza con la rotación trigo-girasol, debido a una mayor intensidad en el laboreo primario.

En el **cuadro V** se muestra la energía contenida en la semilla cosechada y la energía consumida durante el ciclo del cultivo. El trigo es el cultivo que más energía produce,

pero también el que más consume, debido al elevado uso de fertilizantes nitrogenados, ya que estos productos requieren elevados consumos energéticos para su síntesis, hasta el punto de consumir entre un 60 y un 80% de la energía total utilizada en dicho cultivo. Estos datos son ligeramente superiores a los medidos por Hernanz *et al.* (1995) en condiciones similares. En el girasol y la leguminosa el consumo de fertilizantes es menor, por lo que el gasto energético se reduce. La mayor disminución en el consumo energético de los cultivos aparece en el girasol del campo 3, 43,5%. La reducción general en los diversos cultivos se cifra para el trigo en un 13,7%, un 24,9% para el girasol y un

15,6% en el caso de la leguminosa. En todos los cultivos, salvo la leguminosa de la finca 3, la eficiencia energética y la productividad energética fue mayor para la combinación de AC y AP.

Mediante la **figura 2** podemos identificar las partidas energéticas a las que prestar especial atención por su alto porcentaje en la cifra final de cada cultivo y sistema elegido. Elegir una adecuada rotación, introduciendo leguminosas o girasol, conlleva un menor consumo energético global y un gasto más equilibrado que si se siguiera un monocultivo de cereal. Esto es aplicable tanto al sistema de AC+AP como al de LC.

La **figura 3** muestra que existen importantes diferencias en la producción de los cultivos respecto a su posición dentro del campo, por lo que la aplicación variable de fertilizantes se presenta como una importante herramienta para aumentar aún más la reducción energética de la combinación AC+AP.

Conclusiones

Los resultados muestran cómo la combinación de agricultura de conservación y de precisión es una eficaz manera de mantener las producciones de los cultivos, reduciendo el consumo de combustible en más de un 45% en todos los cultivos estudiados, y el uso de energía entre un 13% y 25%.

CUADRO V. Energía producida y consumida (MJ*ha⁻¹), eficiencia energética (EE) y productividad energética (PE en kg*kj⁻¹)

Finca	Cultivo	Sistema	Energía producida	Combustible	Maquinaria	Semilla	Fertilizantes	Fitosanitarios	Energía consumida	EE	PE	
1	Trigo	AC+AP	14.950	1.257	316	2.940	8.918	997	14.428	1,04	80	
		LC	11.200	2.805	704	2.940	9.642	406	16.497	0,68	50	
	Girasol	AC+AP	18.904	1.094	275	84	1.688	1.179	4.320	4,38	310	
		LC	20.989	2.853	716	84	1.892	9	5.554	3,78	270	
	Leguminosa	AC+AP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		LC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Trigo	AC+AP	21.313	1.199	301	3.454	16.317	302	21.573	0,99	80	
		LC	18.750	1.625	408	3.454	18.291	346	24.124	0,78	60	
	Girasol	AC+AP	13.358	1.152	289	84	2.451	1.299	5.275	2,53	180	
		LC	12.913	1.983	498	84	2.748	493	5.806	2,22	160	
	Leguminosa	AC+AP	18.696	898	226	2.357	348	339	4.168	4,49	390	
		LC	15.960	1.562	392	2.726	431	388	5.499	2,90	250	
3	Trigo	AC+AP	45.750	1.175	295	3.234	11.240	701	16.645	2,75	220	
		LC	43.875	2.824	709	3.234	12.880	681	20.328	2,16	170	
	Girasol	AC+AP	10.230	1.013	254	84	0	298	1.649	6,20	450	
		LC	9.619	2.255	566	84	0	16	2.921	3,29	240	
	Leguminosa	AC+AP	5.016	1.070	269	1.704	0	3.705	6.748	0,74	70	
		LC	11.799	2.905	730	1.704	0	1.960	7.299	1,62	140	

“YO SOY KUBOTA”

Ignacio Gómez Hortelano

*10 veces Campeón
de España de arada

Ignacio Gómez Ramos

*1 vez Campeón
de España de arada

**“Hace tiempo utilicé otras marcas,
pero ahora tengo cuatro tractores Kubota”**



Gracias por vuestra confianza, Campeones.

“En mi opinión, las ventajas de Kubota incluyen un precio razonable, una maniobrabilidad excelente y un servicio de confianza.”

“Estoy especialmente encantado con el pequeño radio de giro y el inversor hidráulico que facilita el cambio rápido y fácil del sentido de la marcha.”

Consulte la Red de Concesionarios en:
www.kubotatractores.es



Kubota®

Kubota da 2 años de garantía (sin límite de horas)

Figura 2

Distribución del gasto energético. De izda a drcha y de arriba a abajo: trigo en AC+AP, girasol en AC+AP, leguminosa en AC+AP, trigo en LC, girasol en LC, leguminosa en LC.

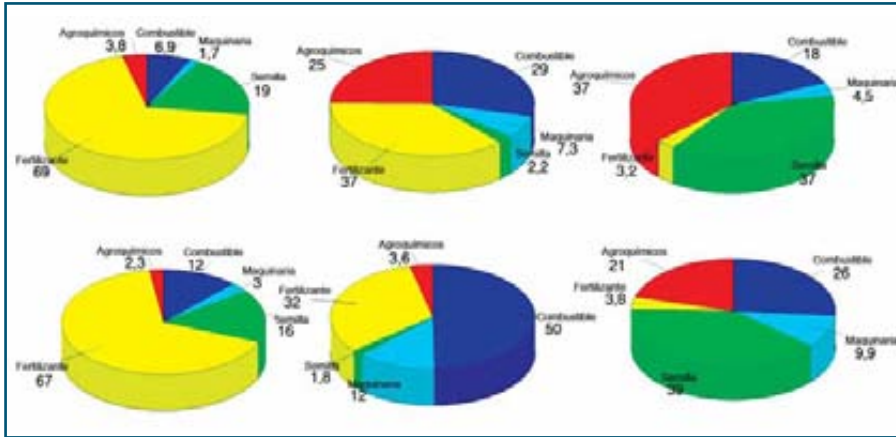
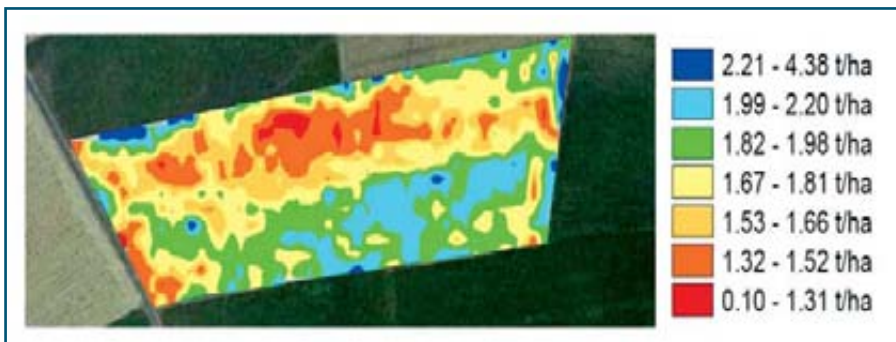


Figura 3

Mapa de cosecha del trigo en la finca 2.



Dados los elevados consumos energéticos derivados de los fertilizantes nitrogenados, la agricultura de precisión es una herramienta con un gran potencial de reducción del gasto energético mediante la aplicación sitio-específica de fertilizante, siendo éste el próximo objetivo del proyecto. ●

Agradecimientos

Los autores agradecen al programa LIFE de la Comisión Europea (Instrumento Financiero para el Medio Ambiente) por la co-financiación del proyecto Life + Agricarbon: Agricultura Sostenible en la Aritmética del Carbono(LIFE08 ENV/E/000129).

Bibliografía

Agricarbon, 2011. Agricultura sostenible en la aritmética del carbono. <http://www.agricarbon.eu>

Álvaro, J.; Cantero, C.; López, M.V. y Arrué, J.L. 2010. Fijación de Carbono y reducción de emisiones de CO2. Agricultura de Conservación: Aspectos agronómicos y medioambientales. Eumedra (eds.). España. 89-96.

Auernhammer H. 2001. Precision farming- the environmental challenge. Comp. Elect. Agric. 30:31-43.

Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía. 2011. Estadísticas agrarias 2010. <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/portal/servicios/estadisticas/estadisticas/agrarias/superficies-y-producciones.html> (acceso 15-04-2011)

Green, M.B. Energy in pesticide manufacture, distribution and use. Energy in plant nutrition and pest control. Z.R. Helster (eds.). Holanda.

Heichel, G. 1980. Energy attributable to seed. Energy utilization in agriculture. D. Pimentel (eds). CRS Press, Boca Raton, Florida, USA.

Hernanz, J.L.; Girón, V.S.; Cerisiola, C. 1995. Long-term energy use and economic evaluation of three tillage systems for cereal and legume production in central Spain. Soil Till. Res. 35:183-198.

Hernanz, J.L. 2005. Agricultura de conservación: Una revisión a la rentabilidad energética. Libro de actas del congreso internacional sobre agricultura de conservación. Asoc. Española Agric. Conservación (eds). España. 173-182.

IFIAS. International Federation of Institutes for Advanced Study. 2011. <http://www.ifias.ca/>

Jat, M.L.; Gathala, M.K.; Ladha, J.K.; Saharawat, Y.S.; Jat, A.S.; Kumar V.; Sharma, S.K.; Gupta, R. 2009. Evaluation of precision land leveling and double zero-till systems in the rice-wheat rotation: water use, productivity, profitability and soil physical properties. S. Till. Res. 105:112-121.

McKibben, B. 2007. La crisis del carbono. National Geographic Society, 21-5: 2-7.

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. 2009. Inventario Nacional de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos 1990-2008.

Perea, F and Gil-Ribes, J.A. 2006. Consumo de Gasoil agrícola y tiempos de trabajo de la maquinaria agrícola. Agricultura de conservación, 3:23-26.

Triplett, G.B. y Warren, A. 2008. No-Tillage crop production: A revolution in Agriculture!. Agron. J, 100: S-153-S-165.

United States Department of Agriculture. 1998. Keys to soil taxonomy. Soil Survey Staff (eds). Agriculture Handbook. Washington DC. USA.

52 FERCAM 2012

FERIA DE MAQUINARIA AGRÍCOLA, RIEGOS, AUTOMOCIÓN, OBRAS PÚBLICAS Y MUESTRAS EN GENERAL DE CASTILLA LA MANCHA en Manzanares (Ciudad Real)

del 18 al 21 de Julio en Horario de 10h. a 14h. y de 20h. a 24h.

[http:// www.fercam.manzanares.es](http://www.fercam.manzanares.es)

e-mail: fercam@manzanares.es