

B-09-2023

Comunicación científico-técnica

MEJORA DE LA EFICIENCIA DE APLICACIÓN DEL AGUA Y EL NITRÓGENO EN EL CULTIVO DEL ALGODÓN

Improvement of the efficiency in the water and nitrogen application in cotton cultivation.

Autores: López Rodríguez, M.1; Jarén Morilla, C.2, Salvatierra Bellido, B. 3

1 IFAPA Centro Rancho de la Merced, manuel.lopez.rodriguez@juntadeandalucia.es

2 IFAPA Centro Rancho de la Merced.

3 IFAPA Centro Rancho de la Merced.

Resumen:

Desde el Centro Rancho de la Merced del Instituto de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de Producción Ecológica, se trabaja en una nueva estrategia para la mejora de la sostenibilidad de los cultivos de regadío. Se ha realizado una investigación exploratoria entre agricultores de algodón, analizando las prácticas de riego y abonado en 15 parcelas comerciales del sector B-XII del Bajo Guadalquivir y centrada fundamentalmente en el uso del agua y del abonado nitrogenado en cada una de ellas y su comparación con los estándares en la bibliografía. Dicho estudio se realizó en la campaña de 2022 donde las circunstancias de restricciones de agua por la sequía forzaron un amplio abanico de estrategias por parte del agricultor a la hora del uso de insumos (agua, nitrógeno). Las parcelas fueron también controladas en su evolución con los valores de NDVI obtenidos desde las imágenes satelitales.

Partiendo de situaciones muy homogéneas en cuanto a clima y edafología de las explotaciones, existen otros factores como el momento de la aplicación de los insumos, las técnicas, la frecuencia, entre otros, que tienen una gran incidencia en las producciones finales obtenidas.

Los resultados del trabajo arrojan una amplia información sobre el potencial de productividad del agua de riego y del abonado nitrogenado. En general, se obtuvo una alta correlación entre los niveles de rentabilidad de las parcelas con la productividad del riego y los fertilizantes, mostrando diferentes estrategias relacionados con el cuándo y cómo se aplican en cualquier situación y especialmente en las de escasez de recursos, proporcionando un incremento de la productividad y una disminución del impacto de la agricultura en el medio.

Palabras clave: Riego, cuándo, cómo, productividad.



XXIX Congreso Nacional de Riegos ÚBEDA (JAÉN)

18, 19, 20 de octubre de 2023



1. Introducción

El cultivo del algodón en la Unión Europea apenas supone el 1% del total mundial, España produce el 21% del algodón de la Unión y Andalucía a su vez prácticamente concentra el total de esta producción. A pesar de su poco peso dentro de las macromagnitudes agrarias, la concentración de su cultivo en áreas muy determinadas de Andalucía le confieren una gran importancia. Un claro ejemplo es el sector BXII de la zona de riego del bajo Guadalquivir, donde el algodón ocupa más del 50% de la rotación de cultivos, siendo un sostén importante de la economía local y jugando un papel primordial al tratarse de un cultivo refugio en las épocas, cada vez más frecuentes, de sequía. Las producciones medias en los últimos años se sitúan para toda Andalucía en los 2.500 kg/ha, en la zona del BXII la media supera los 3000 kg/ha. En el año 2021 más del 80% de la superficie cultivada fue en Producción Integrada. El riego en esta zona mayoritariamente es por aspersión.

Dentro de la investigación exploratoria que el IFAPA del Rancho de la Merced-Chipiona está realizando en este agrosistema del B-XII desde el año 2021, es durante el año 2022 cuando el trabajo se centró en el cultivo del algodón. El objetivo final es doble, por una parte detectar las líneas de trabajo experimentales a priorizar, y por otra analizar nuestros trabajos de transferencia, claramente insuficientes hasta el momento, para poder así ofrecer una guía de aplicación óptima del riego y la fertilización nitrogenada que los agricultores puedan adoptar sin dificultad.

2. Materiales y métodos (Trabajo de innovación: descripción de la innovación)

Durante la campaña de algodón de 2022 se inició el seguimiento de 20 parcelas dedicadas al cultivo del algodón, aunque finalmente sólo se ha podido disponer de información completa en 15 de ellas. La explotación tipo tiene 12 has de superficie media y el algodón ocupa 6,5 has de promedio, se trata de parcelas drenadas o con buen drenaje natural y el agua de riego es de la misma calidad para todas. Se seleccionaron a través de los técnicos que llevaban las mismas y se realizaron tres seminarios al principio, en el intermedio y al final del cultivo. Se ha registrado la climatología (Estación Lebrija I de la Red de Información Agroclimática de Andalucía, RIA), riego (cuánto, cuándo y cómo), fertilización, producción, cultivos precedentes, momento de aplicación de los insumos... En todas, el riego fue por aspersion excepto en dos, una utilizó riego localizado y otra un uso mixto aspersion-localizado. La fertilización nitrogenada fue mayoritariamente realizada por fondo-coberteras (1-3) de forma puntual. Culturalmente a grandes rasgos las estrategias de cultivo tienen una gran homogeneidad, respondiendo a las consignas marcadas por las dos grandes cooperativas de la zona, aunque singularmente se encuentran diferencias en el “*modus operandi*” de cada uno de ellos.

Las condiciones estandarizadas fueron las siguientes, según bibliografía¹, para una producción potencial de 5.000 kg/ha:

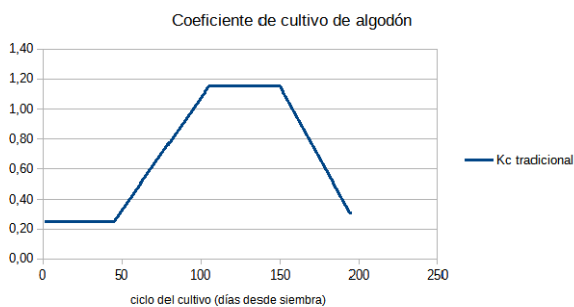


Figura.1. kc del ciclo del algodón

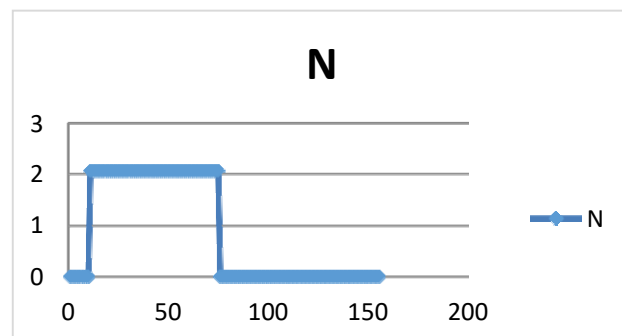


Figura.2. Ciclo de asimilación de N del cultivo

El agua de riego a suministrar 4.500 m³/ha, el tipo de aspersor y el marco de riego 12x15metros son el mismo en todos. El abonado de referencia se fijó en 250 UFN/ha, que descontando las aportaciones del suelo y el agua de riego se determinó que sólo sería preciso aportar 122,5 kg/ha. Y la distribución teórica de ambos a lo largo del cultivo debería ser la mostrada en las figuras 1 y 2.

Como datos finales más relevantes, durante la época de siembra se registraron lluvias que en algunos casos se estimaron suficientes para el comienzo del cultivo (figura. 3). La producción media fue de 4.000 kg/ha (max/min de 5.640/2.438 kg/ha respectivamente), el agua de riego usada media 3.200 m³ ha (4.550/1.680 m³ ha) y la fertilización nitrogenada media de 122 UFN/ha (199/76 kg N ha). (cuadro.2)

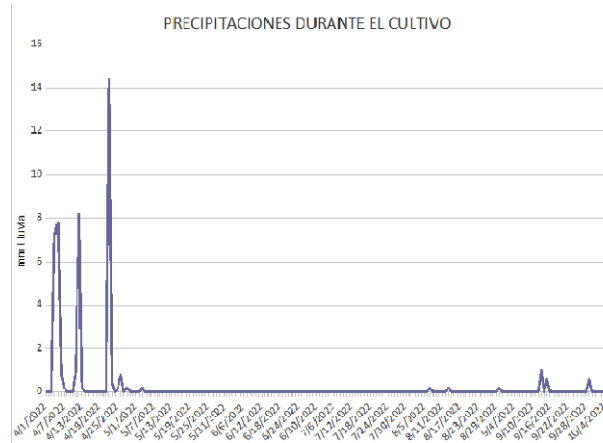


Figura.3. Lluvia registrada durante el cultivo.

Por último, se ha realizado un seguimiento de los valores NDVI de los cultivos dentro de las parcelas mediante las imágenes satélite proporcionadas por Sentinel-2 entre los meses de abril a septiembre. Todas ellas fueron tratadas con SNAP, Qgis y R.

3. Resultados y discusión

No registrándose episodios de plagas graves y con operaciones de cultivo prácticamente iguales, son el manejo del agua y el abonado posiblemente los que marcan las mayores diferencias. Así en las cuatro variedades empleadas, en los cultivos precedentes o en los días entre cultivos, se observaron parcelas con buenas y otras con malas producciones, si Cuadro 1, figura 4.

Cuadro.1. Descripción del cultivo

PARCELA	PRODUCCION (KG/HA)	FECHA SIEMBRA	VARIEDAD	CULTIVO ANTERIOR	FECHA RECOLECCIÓN CULTIVO ANTERIOR	DIAS ENTRE CULTIVOS	SUPERFICIE has
1	2438	21/04/2022	Carla	trigo	15/06/2021	310	8
2	2618	16/04/2022	Juncal	Tomate	10/08/2021	249	3
3	2814	19/04/2022	Carla	algodón	28/09/2021	203	5
4	2933	04/05/2022	Fiona	algodón	15/10/2021	201	8
5	3496	19/04/2022	Azahar	Algodón-tomate	21/09/2021	210	9
6	3710	18/04/2022	Fiona	algodón	01/10/2021	199	8
7	3717	02/05/2022	Azahar	Algodón	07/10/2021	207	4
8	3882	16/04/2022	Azahar	Algodón-tomate	27/09/2021	201	9
9	4032	26/04/2022	Azahar	Algodón	29/09/2021	209	8
10	4203	20/04/2022	Fiona	Algodón	15/10/2021	187	7
11	4520	03/05/2022	Carla	trigo (Athoris)	10/06/2021	327	12
12	5087	22/04/2022	Juncal	Algodón	29/09/2021	205	3
13	5425	22/04/2022	Azahar	Tomate	26/07/2021	270	6
14	5447	06/04/2022	Fiona	trigo (Athoris)	25/05/2021	316	6
15	5620	25/04/2022	Filia	algodón	25/09/2021	212	2

Cuadro2. Operaciones de riego y fertilización y rentabilidad de los insumos.

RIEGO			ABONADO		RENTABILIDAD/ HA		
SISTEMA DE RIEGO	M3 APLICADOS	Nº RIEGOS	FONDO	UF N APLICADOS (incluido fondo)	INGRESOS (0,80€/KG) ha	RENTABILIDAD DEL AGUA (KG/M3)	RENTABILIDAD DEL N (KG/UF N)
aspersión	3.240,00	6,00	16,10	16,10	1.950,40	0,75	151,43
aspersión	1.680,00	8,00	NO FONDO	112,44	2.094,40	1,56	23,28
aspersión	3.240,00	6,00	No fondo	119,60	2.251,20	0,87	23,53
aspersión	3.100,00	6,00		69,00	2.346,40	0,95	42,51
aspersión	1.800,00	5,00	NO FONDO	198,84	2.796,80	1,94	17,58
aspersión	3.400,00	7,00	N.P?	130,00	2.968,00	1,09	28,54
aspersión	2.950,00	7,00	No fondo	85,84	2.973,60	1,26	43,30
aspersión	2.376,00	7,00	15,60	122,32	3.105,60	1,63	31,74
aspersión	3.120,00	8,00	No fondo	130,26	3.225,60	1,29	30,95
aspersión	3.775,00	8,00	45,75	114,75	3.362,40	1,11	36,63
aspersión	3.600,00	7,00	36,00	128,00	3.616,00	1,26	35,31
aspersión-goteo	3.950,00		No fondo	134,55	4.069,60	1,29	37,81
aspersión	3.600,00	8,00	No fondo	79,23	4.340,00	1,51	68,47
aspersión	4.550,00	9,00		146,28	4.357,60	1,20	37,24
goteo	2.955,00		No fondo	134,00	4.496,00	1,90	41,94

En cuanto al riego y el abonado nitrogenado las diferencias sí resultan muy significantes. La mayor producción coincide con la parcela que menor cantidad de agua utilizó durante el cultivo, en ella se usó el riego localizado, empleando una dosis menor que la adoptada como referente, con una producción de 5.600 kg/ha. Incluso con riego por aspersión, dieron casos que con menores dosis superaron los 5.000 kg/ha de producción final, todas ellas superando el nivel de comparación. Otro elemento importante es la poca incidencia en el resultado final que tubo la aplicación de láminas de riego en los 30 primeros días del cultivo, donde las lluvias sucedidas previamente y en la siembra, dieron al suelo el suficiente nivel de agua para la emergencia y desarrollo inicial del cultivo, resultando esas aplicaciones de agua totalmente superfluas y que podrían perfectamente haberse reservado para momentos más críticos. Sin embargo las dosis aplicadas entre los 30 y los 70 días sí que dieron una correlación apreciable frente a la producción final obtenida, pudiéndose observar lo crítico de esta fase coincidiendo con la formación de botones florales/floración y fructificación,

extremo por otra parte señalado en todas las bibliografías. Desde este momento, la correlación desciende considerablemente hasta el final del cultivo, haciendo inútiles de cara al mismo algunos riegos muy tardíos. Cuadro 2, figura 5.

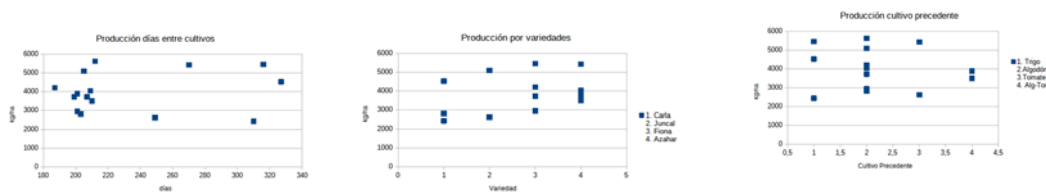


Figura 4. Variación de la producción en función de diferentes factores

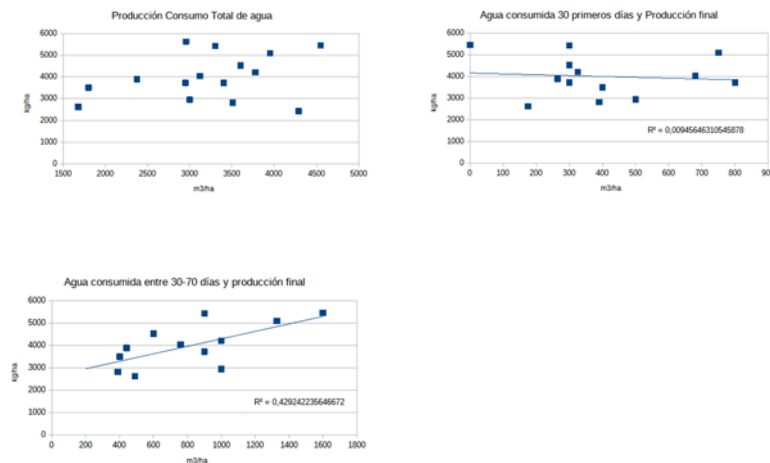


Figura 5. Variación de la producción en función del agua utilizada y el momento de su uso.

Respecto a la fertilización nitrogenada, en primer lugar mencionar la leve correlación entre cantidad de nitrógeno empleado y producción final. Se observa cómo los agricultores se mantienen en dosis medias similares a las teóricas recomendadas y cómo alrededor de esta cantidad (puntos rojos de figura 5.) se agrupan las producciones con resultados finales muy variables, desde 2000 a más de 5000 kilos, singularmente se encontró una parcela que con el uso de 70 UFN obtuvo producciones máximas. También se puede apreciar la nula incidencia en el resultado final del abonado de fondo nitrogenado. Estas observaciones llevan a pensar en la importancia del cuando y cómo aplicarlo, y el margen de mejora que tenemos en esta práctica cultural.

Variación de
en función
momentos

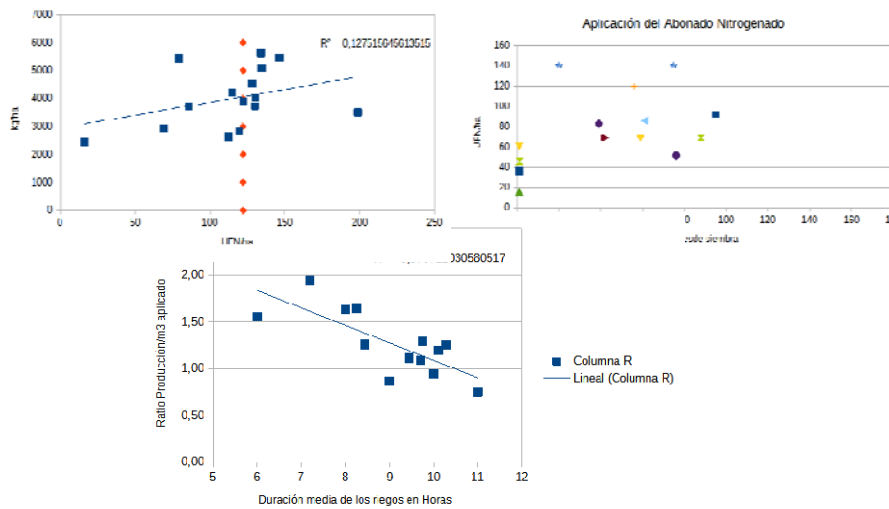


Figura 5. la producción de las UFN y de aplicación.

Figura 6. Variación de la producción en función del número de riego aplicado durante el cultivo.

Igualmente es reseñable la alta correlación de la producción con el número de riegos efectuados a lo largo del ciclo, posiblemente la menor lamina aplicada por riego incide en una menor pérdida por lixiviación de agua y nutrientes y mejor aprovechamiento por el cultivo. Figura 6.

Respecto al seguimiento del NDVI, se encontró una buena correlación en valores máximos de la media durante el período y la producción final obtenida. Un buen desarrollo vegetativo lo normal es que propicie una buena producción y estos valores así lo indican. Figura 7 y 8.

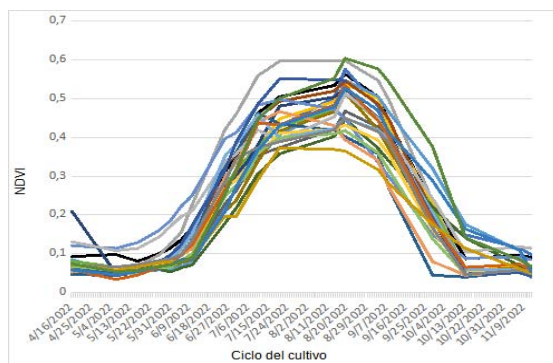


Figura 7. Variación del NDVI medio de la parcela a lo largo del ciclo .

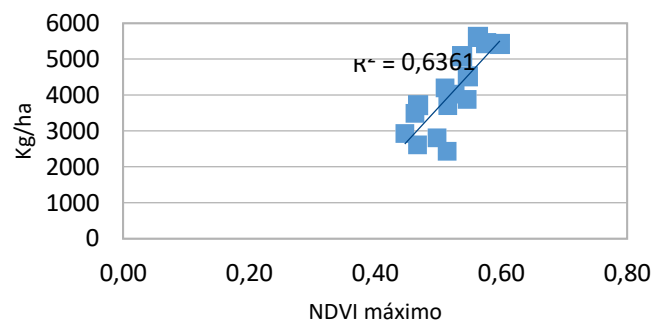


Figura 8. Variación de la producción en función del máximo valor de NDVI.

4. Conclusiones

El uso de láminas de agua en el intervalo de 3.000 a 4.700 m³/ha y de fertilizante nitrogenado entre 70 y 150 UFN para obtener producciones por encima de los 5.000 kg ha, ofrece unas posibilidades de mejora en el uso de estas técnicas que pueden suponer ahorros importantes en el empleo de insumos y la posibilidad sobre todo del empleo del agua ahorrada en otros usos y/o en parcelas que quedan sin cultivar en las épocas de sequía. Si las 10 parcelas con peores resultados económicos se hubieran fertirrigado como el promedio de las 5 mejores, la rentabilidad de las explotaciones hubieran crecido más de un 8%, mientras que con el ahorro se podría haber incrementado la superficie y los ingresos en más de un 40%. Para la zona, se calcula una pérdida mayor de los 3.000.000 € en esta campaña por el efecto de las indicadas ineficiencias.

En el futuro se deberá poner un énfasis especial, no ya tanto en la cantidad bruta de agua a aplicar, sino en el **cómo y cuando** aplicamos el agua y el nitrógeno. Dada la sobrestimación de las dosis a aplicar con el empleo de coeficientes que por lo general sobrevaloran las necesidades finales de los cultivos intentando ocultar las malas prácticas que se cometen en la aplicación final de los insumos.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen la disposición y ayuda de técnicos y asociados de las cooperativas de “Las Marismas” y “La Campiña” en Lebrija (Sevilla).

Referencia.

1.

Consejería de Agricultura y Medio Ambiente. Orden de 17 de febrero de 2016, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada del Algodón. Junta de Andalucía

Bilbao Arrese, M., Méndez Rodríguez, M. A., Lucena Cobos, B., Francisco Cáceres Clavero, f., Manrique Gordillo, T., Granado Díaz R., Polonio Baeyens, D., Fernández Villacañas R., Velasco Fernández R., Parra Heras T., Serrano Jaén E., Cruz Gómez J.C., Ruiz Negreira M.C. (2005). Diagnostico del Sector Algodonero. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca

Infoagro. El cultivo del algodón 1º Parte. <https://infoagro.com/herbaceos/industriales/algodon.htm>

Reguera Gago, I. (2009). Mineralización de un fertilizante orgánico para el cultivo de algodón ecológico en la comarca del bajo Guadalquivir. (PFC, Universidad de Sevilla)

AgroEs.es. <https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-herbaceos-extensivos/algodon/477-abonado-del-algodon-cultivo-fertilizacion>

Informaciones agronómicas No. 34. Fertilización foliar con nitrógeno y potasio en algodón. [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/BE583CC7CA43576E852579A3007A340E/\\$FILE/Fertilizaci%C3%B3n%20del%20algod%C3%B3n.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/BE583CC7CA43576E852579A3007A340E/$FILE/Fertilizaci%C3%B3n%20del%20algod%C3%B3n.pdf)



XXIX Congreso Nacional de Riegos ÚBEDA (JAÉN)

18, 19, 20 de octubre de 2023



Alvarez L.A., Benitez, R., Michel, B., Prudent, P., Mangano, V., Centurion, C., Samaniego C., Gómez, G., (2004). El cultivo del algodón. Manual técnico nº7 actualizado. Ministerio de Agricultura y Ganadería

Peña Datoli, M. Gamboa Macías, L, Castellano J. (2018). Algodón Nutrición y fertilización. Manejo Nutricional del Algodón. Folletos de divulgación técnica Fertilab

Jana Harish*, D.D. Pawar, K.D. Kale, R.R. Hasure and S.K. Dingre (2018). Nutrient Availability in Bt. Cotton under Drip Fertigation. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. ISSN: 2319-7706 Volume 7 Number 04

<https://csrlaboratorio.es/laboratorio/agricultura/plantas/analisis-foliares/fichas-de-muestreo-para-analisis-de-hoja/>

<https://www.fertiberia.com/es/blog/2017/mayo/necesidades-nutricionales-del-algodon/>

<https://herografertilizantes.com/cultivos/algodon/>

<https://docplayer.es/23233173-Fertirrigacion-del-algodon.html>