

INFORME ANUAL DE RESULTADOS

Estudio del efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción de Brócoli y sobre la lixiviación de nitratos generada durante su cultivo, en la zona vulnerable a nitratos de origen agrario del campo de Cartagena

AÑO: 2016

CÓDIGO PROYECTO: 16CTP1_3

- Área:** Horticultura
- Ubicación:** Torre-Pacheco (Murcia)
- Coordinación:** Francisco del Amor del IMIDA y Plácido Varó Vicedo como Director del CIFEA de Torre Pacheco.
- Autores:** Plácido Varó y Ricardo Gálvez CIFEA Torre-Pacheco
- Duración:** Enero-Diciembre 2016
- Financiación:** Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia 2014-2020



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural

“Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural: Europa invierte en las zonas rurales”

Contenido

1. RESUMEN.	3
2. OBJETIVOS/JUSTIFICACIÓN.	4
3. MATERIAL Y MÉTODOS.	4
3.1. Cultivo y variedades, características generales.....	4
3.2. Ubicación del proyecto y superficie.	5
3.3. Diseño estadístico y características de las parcelas demostración.....	5
3.4. Características del agua, suelo y clima.....	6
3.5. Preparación suelo, marco y densidad de plantación. Sistema de formación y/o entutorado. ...	6
3.6. Riegos y abonados.....	6
3.7. Tratamientos fitosanitarios y control de malas hierbas.	7
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4.1 Resultados.	7
5. CONCLUSIONES.	9
6. ACTUACIONES DE DIVULGACION REALIZADAS.	10

1. RESUMEN.

España es el mayor productor de brócoli de Europa, se producen más de 500.000 toneladas al año, de las cuales el 90% se exporta siendo el destino más importante el Reino Unido. La principal zona de producción de España se encuentra en la Región de Murcia, seguida de la Ribera del Ebro y de Extremadura.

Aunque el brócoli se produzca en España desde hace más de 30 años, podemos decir que para muchos es una nueva verdura que aún están descubriendo, por eso actualmente su consumo se está incrementando notablemente. Cada vez es más importante incluir en nuestra dieta el consumo de alimentos como fuente de compuestos nutricionales y bioactivos, y el brócoli aporta importantes beneficios para la salud, ya que diversos estudios afirman que contiene compuestos como el indol-3-carbinol, sulforafano, flavonoides y vitaminas A, B y C. Además su alto contenido en fibra y 0% de materia grasa hace del brócoli un alimento ideal para dietas de adelgazamiento.

El objetivo del proyecto es conocer el efecto que la fertilización nitrogenada tiene sobre la producción, peso y calidad de las pellas, así como sobre la lixiviación de nitratos a través del suelo, en el cultivo de brócoli de plantación en septiembre y su impacto medioambiental por la posibilidad que los lixiviados contaminen los acuíferos, al encontrarnos en la zona vulnerable a nitratos de origen agrario correspondiente a los Acuíferos Pleistoceno y Cuaternario definida por la Zona Regable Oriental del Trasvase Tajo-Segura y el Sector Litoral del Mar Menor, hacen que los resultados del proyecto tengan gran importancia.

Esta prevista la aportación de tres dosis de nitrógeno en forma de abono químico y/o orgánico, sobre lisímetros de gravedad de 7x7 m, de los que se cultiva una superficie de 6x5 m, (30 m²), situados al aire libre, 9 parcelas elementales en cuadrado latino, tres por tratamiento.

Se utiliza el cultivar Parthenon de la empresa de semillas Sakata, con una densidad de plantación de 5 pl/m². La fecha de plantación es el 3 de octubre de 2016 y finaliza con la recolección a finales de diciembre de 2016.

Los tres tratamientos experimentales consistieron en el tratamiento "C" con 0 aportación de Nitrógeno de origen mineral, la aportación recomendada en la normativa de producción integrada de la Región de Murcia, denominado tratamiento "A" y el tercero, que denominamos tratamiento "B", con una aportación aproximada del 20 % superior al tratamiento "A".

Del estudio de los datos se observan mínimas diferencias entre los tratamientos, sin diferencias estadísticamente significativas, salvo en el peso del tallo, a favor del tratamiento "B".

Por lo que podemos afirmar que es posible reducir el nitrógeno mineral aportado al cultivo, incluso de las recomendaciones máximas recomendadas en la producción integrada, siempre que las condiciones climáticas, de suelo, cultivo y labores realizadas favorezcan el normal desarrollo del cultivo.

Hay que destacar, que las aportaciones en nitrógeno mineral, han sido inferiores en las programadas en los tratamientos "A" y "B", siendo inferiores a las recomendadas como máximas en la producción integrada.

2. OBJETIVOS/JUSTIFICACIÓN.

El brócoli tiene su origen en los países cálidos de Oriente Próximo, siendo la civilización romana durante sus conquistas quienes lo introdujeron en los países europeos ribereños del Mar Mediterráneo. Su cultivo se extendió ampliamente durante el siglo XX. Los principales productores de brécol son China, Europa y Estados Unidos. España es el mayor productor de brócoli de Europa, se producen más de 500.000 toneladas al año, de las cuales el 90% se exporta siendo el destino más importante el Reino Unido. La principal zona de producción de España se encuentra en la Región de Murcia, seguida de la Ribera del Ebro y de Extremadura.

Aunque el brócoli se produzca en España desde hace más de 30 años, podemos decir que para muchos es una nueva verdura que aún están descubriendo, por eso actualmente su consumo se está incrementando notablemente.

Cada vez es más importante incluir en nuestra dieta el consumo de alimentos como fuente de compuestos nutricionales y bioactivos, y el brócoli aporta importantes beneficios para la salud, ya que diversos estudios afirman que contiene compuestos como el indol-3-carbinol, sulfo-rafano, flavonoides y vitaminas A, B y C. Además su alto contenido en fibra y 0% de materia grasa hace del brócoli un alimento ideal para dietas de adelgazamiento.

Se pretende conocer y transferir el efecto que la fertilización nitrogenada tiene sobre la producción, peso y calidad de las pellas, así como sobre la lixiviación de nitratos a través del suelo, en el cultivo de brócoli de plantación en septiembre. El contenido en nitratos de la pella y su impacto medioambiental por la posibilidad que los lixiviados contaminen los acuíferos, al encontrarnos en la zona vulnerable a nitratos de origen agrario correspondiente a los Acuíferos Pleistoceno y Cuaternario definida por la Zona Regable Oriental del Trasvase Tajo-Segura y el Sector Litoral del Mar Menor, hacen que los resultados del proyecto tengan gran importancia.

3. MATERIAL Y MÉTODOS.

3.1. Cultivo y variedades, características generales.

El brócoli pertenece a la familia Crucíferas y su nombre botánico es *Brassica oleracea L.*, variedad *botrytis* subvar. *cymosa* Lam.

Es una planta similar a la coliflor, aunque las hojas son más estrechas y más erguidas, con pecíolos generalmente desnudos, limbos normalmente con los bordes más ondulados; así como nervaduras más marcadas y blancas; pellas claras o ligeramente menores de tamaño, superficie más granulada, y constituyendo conglomerados parciales más o menos cónicos que suelen terminar en este tipo de formación en el ápice, en bastantes casos muy marcada. Las flores del brócoli son pequeñas, en forma de cruz de color amarillo y el fruto es una silicua de valvas ligeramente convexas con un solo nervio longitudinal. Produce abundantes semillas redondas y de color rosáceo.

Para el proyecto se utilizó una la variedad representativa por volumen de plantación en la zona, en septiembre. Es normal emplear variedades de ciclo corto (80 días), al principio en condiciones climáticas cálidas y finalizando con temperaturas bajas.

La recolección se realizó cuando las pellas tenían el tamaño y compacidad adecuada para el consumo en fresco.



Imagen brócoli en supermercado.

3.2. Ubicación del proyecto y superficie.

Se ubica en la finca del CIFEA de Torre Pacheco.

La referencia del SIGPAC del CIFEA, es Polígono 19 parcela 9000, en la que engloba una gran cantidad de terreno, en la que está el CIFEA.

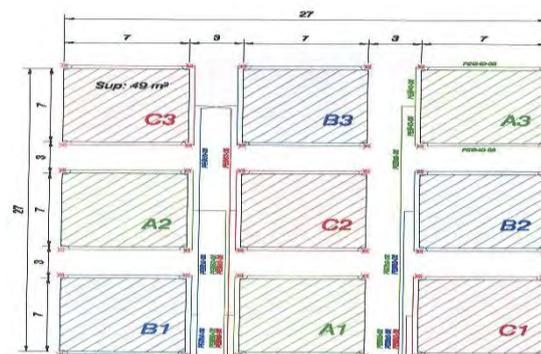
El proyecto se realiza en una parcela de 1.110 m². En ella se localizan 9 lisímetros de 9 x 9 metros de los cuales se utilizan para la toma de muestras 30 m² en cada uno, con 9 depósitos para la recogida de drenajes.



3.3. Diseño estadístico y características de las parcelas demostración.

Se trata de un proyecto de tres dosis de abonado nitrogenado al cultivo del brócoli, el recomendado en lucha integrada, tratamiento (A), un 20 % más de N, tratamiento (B) y sin Nitrógeno mineral, tratamiento (C), con tres repeticiones por cada dosis, por lo que se dispone de nueve lisímetros de 7 x 7 m, si contamos los bordes 9 x 9 m.

Para el control de los lixiviados, cada lisímetro tiene un depósito donde se acumulan los lixiviados.



3.4. Características del agua, suelo y clima

El agua es la procedente del Trasvase Tajo-Segura, mezclada con aguas de desaladoras y depuradoras, con una CE en el entorno de 1 dS/m.

Los suelos son profundos, franco arcillosos y con baja salinidad.

El clima es mediterráneo seco, con baja pluviometría y larga duración de la estación cálida, con casi nulo riesgo de heladas.

3.5. Preparación suelo, marco y densidad de plantación. Sistema de formación y/o entutorado.

El proyecto consta de 4 plantaciones a realizar en tres años, de la siguiente forma: en el 2016, 1 plantación: septiembre; en el 2017, 2 plantaciones, febrero y septiembre; y en el 2018, 1 plantación en febrero.

Se incorpora materia orgánica al suelo en plantaciones alternas, septiembre del 2016 y septiembre del 2017. El resto de labores de cultivo es idéntico, labor de cultivador, fresadora, configuración de mesetas, instalación del sistema de riego, plantación, control de malas hierbas de forma manual, fertirrigación, tratamientos fitosanitarios si es necesario, recolección, toma de datos y labor de cultivador para levantar el cultivo.

La plantación se realizó sobre 6 mesetas separadas 1 metro en el interior de los lisímetros, con dos filas de plantas por mesetas, a una distancia entre plantas de 40 cm y entre filas de 20 cm, plantadas a tresbolillo. Una densidad de plantación de 50.000 plantas/hectárea.

3.6. Riegos y abonados.

- Para evitar el consumo innecesario de agua, los riegos se realizaron a partir de programas de riegos realizadas teniendo en cuenta el estado del cultivo y la lectura de los tensiómetros.
- Se abonó siguiendo los criterios fijados en el ensayo. En los proyectos realizados anteriormente en otros cultivos, las cantidades aportadas, siempre han estado por debajo de las máximas fijadas.
- En materia de Nitratos, el ensayo consiste en obtener datos sobre los lixiviados de nitratos, por lo que se recogen en los tanques que cada lisímetro tiene, para su análisis y posterior aporte como riego en setos y borduras de forma más diluida.
- El abonado se aplicó mediante fertirrigación utilizando una línea de riego por meseta, con goteros integrados de 2 Lh⁻¹ a 0,33 metros. Se dieron 19,5 horas en 11 riegos, con un consumo total de agua de 1.116 m³.ha⁻¹

Fertilización de la plantación.-

TRATAMIENTO	UNIDADES FERTILIZANTES Ha				
	N2	P2O5	K2O	CaO	S
A	33	52	34	2	0
B	52	52	34	2	0
C	0	52	37	2	5

3.7. Tratamientos fitosanitarios y control de malas hierbas.

Se realizó un tratamiento fitosanitario el 29 de diciembre con el fungicida Clorotalonil 75%, para paliar los daños por botritis, debido al alto índice de humedad provocado por las lluvias. A pesar del cual se produjeron daños en las pellas por este hongo, que ocasionó las mermas en la producción, principalmente.

Se eliminaron las hierbas manualmente en 2 pases.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Resultados.

La recolección se realizó cuando un porcentaje de pellas de brócoli estaban con el peso y la calidad de la inflorescencia era comercial, hay que tener en cuenta la heterogeneidad del cultivo para la formación de las pellas y la facilidad para abrirse la inflorescencia, lo que reduce su calidad comercial, por lo que fueron necesarios 3 pases para recolectar el ensayo.

El control de las piezas por parcela, se realiza mediante la recolección de las piezas comerciales de una superficie de 4x2 metros de cada parcela elemental.

La recolección comenzó el 30 de diciembre de 2016, a los 88 días del trasplante, se puede considera normal, dependiendo de la climatología de la época, y finalizó el 26 de enero de 2017 con el tercer corte.

Se observaron daños por botritis en algunas pellas, ocasionado por la elevada humedad, principalmente al final del cultivo, lo que ocasiono mermas en la producción final.

Para evaluar la calidad de las pellas de brócoli, se controló el peso, altura y diámetro de la pella, dejándole 9 cm. de tallo por debajo de la inserción de los floretes. También se midieron el peso y diámetro de los 9 cm de tallo.

Las unidades fertilizantes de nitrógeno aportadas en el tratamiento “B” fueron de 52 y las del tratamiento “A”, de 33. Ambas aportaciones están por debajo de la cantidad máxima a aportar según las recomendaciones del programa de lucha integrada en la Región de Murcia. El aporte de

fertilizantes se ve reducido, por la climatología, un exceso de humedad en el suelo provocado por las lluvias, hizo disminuir la fertirrigación.

Del estudio de los datos se observan mínimas diferencias entre los tratamientos, sin diferencias estadísticamente significativas, salvo en el peso del tallo, a favor del tratamiento "B".

El porcentaje de recolección ha sido del 80 % para el tratamiento A, 73,3 % para el "B" y el 68,3 % para el "C".

El % de destrío ocasionado principalmente por los daños de botritis, fueron, 13,54 % para el tratamiento "A", 9,10 % para el "B" y 12,20 % para el "C".

En la producción comercial destaca el tratamiento "B" con 1,85 kg.m⁻², seguido del "A", con 1,70 kg.m⁻² y "C", con 1,57 kg.m⁻². En estos datos ha influido el peso medio de las pellas y el porcentaje de pellas comerciales.

Los resultados obtenidos en los tres tratamientos, T "A" Integrado, T "B" convencional y T "C" sin Nitrógeno mineral, han sido analizados por el método 95.0 porcentaje Duncan, y han sido los siguientes:

-El peso medio de la pella en el T "A" es de 492,42 gramos, para el T "B" de 524,48 gramos y para el T "C" de 553,88 gramos. No observándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Tabla 1.

-En cuanto a la altura de la pella (con 9 cm de tallo), para el T "A" es de 21,63 cm para el T "B" de 21,52 cm y para el T "C" de 21,63 cm. No observándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Tabla 2.

-El peso del tallo (9 cm. cortando por debajo de los floretes) fue para el T "A" de 105,62 gramos, para el T "B" de 134,14 gramos y para el T "C" de 119,75 gramos. Observándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos "B" y "A", a favor del T-"B" y ninguna entre "B" y "C". Tabla 3.

-La producción media total por tratamiento fue para el T "A" de 13,62 kg, para el T "B" de 14,77 kg y para el T "C" de 12,59 kg. No observándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Tabla 4.

De los datos anteriores podemos observar que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos, salvo en el peso del tallo. Estos resultados se puede haber visto afectado por las intensas lluvias de mediados de diciembre, que inundaron las parcelas, con el consiguiente lavado de nutrientes y comunicación entre los tratamientos. Así como en los lixiviados y contenido de Nitrógeno en las pellas, por lo que no se analizaron estos parámetros.

El tratamiento convencional (B), es el de mayor producción comercial y mayor peso de las pellas, aunque con mínimas diferencias con el resto de tratamientos.

5. CONCLUSIONES.

El proyecto pretende obtener una buena producción y calidad en la producción de pellas de brócoli en el campo de Cartagena, disminuyendo la cantidad de abono nitrogenado aportado.

Con los datos obtenidos y teniendo en cuenta los problemas ocasionados por la inundación de las parcelas por las fuertes lluvias de mediados de diciembre, podemos afirmar que es posible reducir el Nitrógeno mineral aportado al cultivo, incluso de las recomendaciones máximas de la producción integrada, siempre que las condiciones climáticas, de suelo, cultivo y labores realizadas favorezcan el normal desarrollo del cultivo.

Hay que destacar, que las aportaciones en Nitrógeno mineral, han sido inferiores en las programadas en los tratamientos "A" y "B", siendo inferiores a las recomendadas como máximas en la producción integrada.

Con datos obtenidos de plantación, se sigue confirmando que la nutrición nitrogenada mineral, no es solo la responsable directa de la calidad y peso de las pellas de brócoli, influyendo de forma significativa la climatología, labores de cultivo, fertirrigación, materia orgánica aportada, material vegetal, fertilidad del suelo, etc.

Se hizo necesario el seguimiento y evolución del cultivo para incorporar la fertilización adecuada en cada momento, siendo necesario contar con una buena preparación del terreno, instalación del riego y correcto manejo del mismo.

Tabla 1. Peso medio de la pella en gramos.

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>MEDIA</i>	<i>GRUPO HOMOGÉNEO</i>
A	492,42	X
C	524,48	X
B	553,88	X

Tabla 2. Altura de la pella con el tallo en centímetros.

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>MEDIA</i>	<i>GRUPO HOMOGÉNEO</i>
B	21,51	X
C	21,63	X
A	21,63	X



Tabla 3. Peso de los 9 cm de tallo en gramos.

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>MEDIA</i>	<i>GRUPO HOMOGÉNEO</i>
A	105,62	X
C	119,75	XX
B	134,14	X

Tabla 4. Producción media total en kilogramos.

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>MEDIA</i>	<i>GRUPO HOMOGÉNEO</i>
C	12,59	X
A	13,62	X
B	14,77	X

6. ACTUACIONES DE DIVULGACION REALIZADAS.

Esta memoria se podrá consultar en la página web del Servicio de Formación y Transferencia Tecnológica www.sftt.es.

A lo largo de la anualidad se han producido diversas visitas de técnicos y agricultores a la parcela de ensayo.

En octubre de 2016 se recibió la visita de 3 profesores de un centro holandés de Paisajismo y Medio Ambiente para ver las instalaciones y finca del CIFEA.

En octubre vieron la plantación de brócoli técnicos de la empresa Producciones Agrícolas Sabas S.L., interesándose por los resultados de lixiviación y nutrición mineral.

El 26 de octubre se recibe visita de 2 profesores y 2 alumnos de la Universidad de Asunción (Paraguay).

7. REPORTAJE FOTOGRAFICO



Foto 1.- Parcela control



Foto 2.- Pella en estado de recolección



Foto 3.- Toma de datos



Foto 4.- Pella comercial

Nota: Debido a la actual revisión de la presente memoria técnica, que ha originado la corrección, modificación o adaptación de algunas partes de la misma, la firma digital se realiza en la anualidad 2025.

Documento firmado electrónicamente al margen por el director de CIFEA de Torre Pacheco.