



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

“Proyecto de Trabajo Final presentado
para optar por el Grado de Ingeniero Agrónomo”

**CULTIVO DE COLIFLOR (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) REGADO
POR GOTEO CON EFLUENTES URBANOS TRATADOS,
FERTILIZADO CON N Y S, Y ABONADO CON BIOSÓLIDOS**

FRANCISCO DANIEL RAINERO

D.N.I. 29.373.887

DIRECTOR: Dr. Raúl Crespi

CO-DIRECTOR: Ing. Agr. Diego Ramos

Río Cuarto- Córdoba

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

**Título del Trabajo Final: CULTIVO DE COLIFLOR (*Brassica oleracea* var. *botrytis*)
REGADO POR GOTEO CON EFLUENTES URBANOS TRATADOS, FERTILIZADO
CON N Y S, Y ABONADO CON BIOSÓLIDOS**

Autor: Francisco Daniel Rainero

DNI: 29.373.887

Director: Dr. Raúl Crespi

Co - Director: Ing. Agr. Diego Ramos

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado Evaluador:

Ing. Agr. Diego Ramos _____

Ing. Agr. Gaston Pautaso _____

Fecha de Presentación: ____/____/____.

Aprobado por Secretaría Académica: ____/____/____.

Secretario Académico _____

DEDICATORIA

A toda mi familia, hermanos y en especial a mis padres Roberto y Mabel que me han dado la posibilidad de que hoy se cumpla este gran logro.

A mi señora Marina y a mis hijos Felipe y Bruno que fueron y serán una razón para llevar a delante todo lo que uno se proponga.

Y a todos los que de una u otra forma estuvieron presentes siempre durante toda la etapa de la facultad.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Rio Cuarto por la educación que me brindó.

A los Ing. Agr. Raul Crespi, Fabricio Salusso y Diego Ramos quienes me han acompañado durante todo el transcurso del proyecto y que siempre estuvieron a disposición.

INDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	IX
SUMMARY.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
1.Cultivo de coliflor.....	1
1.1 Importancia del cultivo.....	1
1.2 Morfología y fisiología.....	1
2. Efluentes urbanos tratados.....	2
3. Biosólidos.....	4
4. Fertilización química.....	5
HIPOTESIS.....	7
OBJETIVOS GENERALES.....	7
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	7
MATERIALES Y METODOS.....	8
1.Area experimental.....	8
2.Descripcion del ambiente.....	8
3.Tratamiento del efluente urbano y biosólidos.....	8
Características del ensayo.....	12
Análisis microbiológicos.....	14
RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	15
1. Aporte de nutrientes en el cultivo.....	15
2.Evolucion hídrica del perfil del suelo.....	16
3.Diametro de pella y pedúnculo de la inflorescencia.....	16

4.Peso de pella.....	17
5.Rendimiento total.....	17
CONCLUSIONES.....	19
BIBLIOGRAFIA.....	20

INDICE DE TABLA

Tabla 1: Determinaciones analíticas del efluente urbano tratado.....	11
Tabla 2: Características físico-químicas de los biosólidos.....	12
Tabla 3: Valores físico-químicos del suelo del ensayo.....	15
Tabla 4: Contenido de nutriente en el suelo al momento de implantación del cultivo y aportes de nutriente realizado por el efluente y cada uno de los tratamientos.....	15
Tabla 5: Diámetro de pella y diámetro de pedúnculo de la inflorescencia para cada tratamiento.....	17
Tabla 6: Peso de pella para cada tratamiento.....	17
Tabla 7: Rendimiento comercial de coliflor.....	18

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Conducción de los efluentes desde las residencias hacia la cámara receptora.....	9
Figura 2: Sedimentador de lodos y lagunas facultativas.....	10
Figura 3: Proceso de biodigestión de lodos urbanos.....	11
Figura 4: Obtención de muestras de suelo.....	12
Figura 5: Sistema de riego por goteo, tubería principal y líneas de riego.....	13
Figura 6: Cosecha del cultivo.....	14
Figura 7: Peso de pella.....	15
Figura 8: Lámina de agua aportada por el riego y las precipitaciones.....	16
Figura 9: Rendimiento del cultivo de coliflor.....	17

RESUMEN

La reutilización de aguas residuales tratadas y los biosólidos constituyen una alternativa de producción en sistemas hortícolas. Con el objetivo de evaluar el rendimiento de coliflor se plantó el 17/04/2010, coliflor Defender a una densidad de 4,07 plantas.m⁻², en un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: 1)- aplicación de 75 t.ha⁻¹ de biosólidos con un contenido de humedad del 91% (BIO 75); 2)- aplicación de 150 kg.ha⁻¹ de nitrógeno (N150); 3)- aplicación de 300 kg.ha⁻¹ de nitrógeno (N300); 4)- testigo (T). El fertilizante incorporado fue Tiosulfato (24% N y 3,5% de S). Todos los tratamientos se regaron por goteo con efluentes urbanos tratados aportando una lámina de 157 mm y una precipitación efectiva de 21 mm. El efluente aportó 50 kg.ha⁻¹ de N; 7 kg.ha⁻¹ de P y 25 kg.ha⁻¹ de K. El biosólido aportó 82 kg.ha⁻¹ de N y 56 kg.ha⁻¹ de P. El rendimiento en peso fresco de pellas fue de 16,20 t.ha⁻¹: (T); 17,07 t.ha⁻¹: (BIO 75); 17,18 t.ha⁻¹: (N150); 17,83 t.ha⁻¹: (N300); sin diferencias estadísticas significativas. El análisis bacteriológico de las pellas confirmó ausencia de bacterias perjudiciales para la salud humana, por lo cual se considera que la utilización de esta tecnología permitió lograr una adecuada calidad sanitaria del cultivo para su consumo en fresco.

SUMMARY

The reuse of the treated wastewater and biosolids constitutes an alternative production in relation to horticultural systems. In order to evaluate the cauliflower performance, on April 17th 2010 it was planted at random Cauliflower Defender at a density of 4.07 plants.m⁻² in an experimental design of blocks with four treatments and four replications. The treatments were: 1) - Application of 75 t.ha⁻¹ of biosolids with a moisture content of 91% (BIO 75); 2) - 150 kg.ha⁻¹ application of nitrogen-1 (N150); 3) - 300 kg.ha⁻¹ application of nitrogen-1 (N300); 4) - control (T) The fertiliser used was thiosulfate (24% N and 3.5% S). All treatments were watered by using drip feed with urban effluents providing a sheet of 157 mm and the effective precipitation of 21 mm. The effluent provided 50 kg.ha⁻¹ of N; 7 kg.ha⁻¹ of P and 25 kg.ha⁻¹ K. The biosolids provided 82 kg.ha⁻¹ of N and 56 kg.ha⁻¹ of P. The performance in fresh weight of pellets was 16, 20 t.ha⁻¹ (T); 17.07 t.ha⁻¹: (BIO 75); 17,18 t.ha⁻¹ (N150); 17.83 t.ha⁻¹ (N300); without significant statistical differences. The Bacteriological analysis of the pellets confirmed the absence of harmful bacteria to human health. For this reason, it is considered that the use of this technology allowed achieving adequate sanitary quality of the crop for fresh consumption.

INTRODUCCIÓN

1. Cultivo de Coliflor

1.1 Importancia del cultivo

La familia de las *Brassicáceas* o Crucíferas presenta un gran número de cultivos de interés agrícola ya sea por el área sembrada como por el valor de su producción (Jaramillo y Díaz, 2006). Las especies producidas son consumidas en estado fresco, como así también congeladas, o formando parte de productos de cuarta gama o industrializadas en encurtidos, sopas, entre otros (Aprea, 2008).

Dentro de esta familia se destaca el género *Brassica* con más de 30 especies silvestres e híbridos, y numerosos cultivares hortícolas, tanto anuales como bienales (Fernández León, 2012). A este género pertenece el coliflor (*Brassica oleracea var. botrytis*) de gran importancia económica a nivel mundial (Nuez *et al.*, 1999). El coliflor tiene su origen en el Mediterráneo Oriental, más precisamente en los países del Próximo Oriente (Asia Menor, Líbano, Siria, etc.), se trata de una especie muy antigua en donde los egipcios ya lo cultivaban en el siglo IV a.C. Se cultiva anualmente por sus pellas, que se consumen principalmente como verduras crudas, cocidas, en encurtidos o industrializadas (Nuez *et al.*, 1999).

Su consumo es de gran importancia dado que posee componentes que incrementan la actividad de enzimas protectoras, que previenen la formación de tumores cancerosos. El contenido de calorías es muy bajo, muy rica en sales mineralizables como potasio, fósforo, azufre, calcio y magnesio, vitamina A y vitamina C, ácido málico, cítrico y succínico (Jaramillo Díaz, 2006).

A nivel mundial, según estimaciones de la FAO (2013), los principales países productores de crucíferas entre las que se destaca el cultivo de coliflor y brócoli son China continental (9.100.000 tn), India (7.887.00 tn), España (540.000 tn), México (481.073 tn) e Italia (381.634 tn). A nivel nacional el cultivo de coliflor está presente en la mayoría de los sistemas de producción hortícola, sin embargo se desconocen los volúmenes de producción y la superficie destinada al mismo.

1.2 Morfología y fisiología

El coliflor posee una raíz pivotante de la cual parten raíces secundarias de desarrollo superficial. Las hojas son enteras o algo hendidas, oblongo-elípticas, con los bordes ligeramente festoneados y con un hábito de crecimiento marcadamente erectófilo. Los tallos terminan en una masa voluminosa de yemas florales, hipertrofiadas y muy apretadas, de color blanco que constituyen el órgano prereproductor. Las flores son amarillas y se ubican sobre inflorescencias

racimosas, de polinización alogama y la fructificación se produce en silícuas. Las semillas son pequeñas, redondeadas y de color pardusco (Di Benedetto, 2005).

En coliflor es posible detectar cuatro fases de crecimiento y desarrollo. Al principio, una fase juvenil que comienza con la germinación, en donde solo se forman hojas y raíces, una fase de inducción floral, que está influida principalmente por la temperatura, siendo variable según los cultivares. Posteriormente, continúa una fase de formación de la inflorescencia o pella, donde la planta cesa la formación de hojas, y las existentes poseen una menor tasa de crecimiento. Finalmente, una fase de floración que comienza con el crecimiento en longitud de las ramificaciones preflorales de la pella, lo cual ocasiona una descompactación de la misma y culmina con la apertura de flores para su fecundación (Di Benedetto, 2005).

2. Efluentes urbanos tratados

El agua dulce es un recurso vital pero cada día más escaso debido al crecimiento demográfico, la urbanización y la industrialización, a lo que se suman los conflictos asociados a los cambios climáticos, esto obliga a priorizar el uso del agua de primera calidad para el abastecimiento público y aprovechar aguas de menor calidad en usos menos exigentes, como es el riego agrícola (González y Rubalcaba, 2011).

En Argentina y muchos lugares del mundo, los efluentes urbanos son vertidos directamente a un cauce natural, argumentando que los lechos de los ríos constituyen un excelente dispositivo natural de filtración, sin considerar la contaminación que se está produciendo aguas abajo, no solo por el impacto en sí misma sino también por la proliferación de todo tipo de roedores, insectos y microorganismos transmisores de enfermedades (Crespi *et al.*, 2009).

El Instituto Mexicano de Tecnología del agua realizó una investigación acerca del tratamiento integral de aguas residuales, su desinfección y reutilización en la agricultura. Como resultado de ese trabajo se concluyó que el agua residual tratada puede sustituir al agua de pozo en el cultivo de hortalizas y así disminuir su demanda sin afectar su productividad (Yoval y Misset, 2004).

De acuerdo a lo establecido en la Cumbre Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sustentable reunida en Johannesburgo en el 2002, Argentina se comprometió a reducir para el año 2015 en 2/3 partes el porcentaje de personas sin acceso al agua potable y a un adecuado sistema de saneamiento respecto a indicadores del año 1991 (Jáuregui y Schifini, 2004).

De la superficie agrícola total irrigada con aguas residuales en países como Argentina, Perú y República Dominicana, el 45,1% corresponde a hortalizas, 29,2% a cultivos industriales y 21,1% a forrajes. También se reporta cultivos de frutales y forestales en menor escala. Podría

afirmarse que el uso de aguas residuales en agricultura es una práctica aún incipiente, pero esto no necesariamente significa un rechazo al reúso, sino más bien un limitado conocimiento sobre esta alternativa (Cavallini y Young, 2002).

La reutilización de efluentes residuales tratados en el riego agrícola garantiza una fuente constante y segura de líquido aún en años secos, un aporte continuo de nutrientes y microelementos para las plantas, ahorro en gastos de fertilización, y sobre todo coadyuvar en la eliminación de aguas residuales y la sustentabilidad del sistema (Crespi, 2009).

Cortez Cadiz (2003), respecto a la composición típica de las aguas residuales, es importante tener presente en general, que contienen 99,9% de agua y solo 0,1% corresponde a la fracción sólida; de los cuales, aproximadamente el 70% son orgánicos (proteínas, grasas, etc.) y el resto son inorgánicos (arcilla, arenas, etc.).

Aunque los efluentes son un recurso muy valioso, alguno contienen microorganismos que pueden llegar a ser patógenos, por lo tanto se debe poner especial cuidado en minimizar el riesgo que su uso presenta para la salud de quienes consumen los productos regados y los agricultores que manejan estos cultivos (Fasciolo *et al.*, 2005).

Las aguas residuales urbanas tratadas, no solo son un complemento o una solución estratégica para cubrir los requerimientos de riego, sino que también son una importante fuente de elementos nutritivos. En este sentido, Silva 2008, expresa que los efluentes urbanos tratados aportan macro elementos en cantidades suficiente como para reducir o eliminar la necesidad de fertilizar, además de agregar materia orgánica como acondicionador de suelo. La concentración de nutrientes de las aguas residuales tratadas varía entre 10 a 100 mg L⁻¹ de N, de 5 a 25 mg L⁻¹ de P y 10 a 40 mg L⁻¹ de K. Estas cantidades de nutrientes aportadas por el efluente pueden cubrir en muchos casos las necesidades de nitrógeno, fósforo y potasio de un cultivo.

Crespi (2005) demostró que en la zona central Argentina es posible reutilizar los efluentes municipales tratados mediante riego por goteo superficial y sus derivados (biosólidos) aprovechando un importante recurso hídrico, reduciendo el impacto ambiental y maximizando los beneficios agrícolas de diversos cultivos.

Grosso *et al.*, (2004), Crespi *et al.*, (2005) aplicaron riego sobre cultivares de ajo blanco y morado utilizando efluentes urbanos tratados y agua de perforación, en donde no se encontró diferencias significativas en rendimiento (kg.ha⁻¹) en ambos tipos de calidad de agua, sin embargo el riego con aguas tratadas resulto seguro para la salud humana.

3. Biosólidos

Como resultado del tratamiento de aguas residuales se obtienen materiales orgánicos estabilizados ricos en nutrientes que pueden ser utilizados en diversos usos benéficos, estos materiales se denominan biosólidos (Merli y Ricciuti, 2009).

Los biosólidos se obtienen por medio del tratamiento de lodos de los efluentes urbanos, dichos tratamientos pueden ser primarios (sin digestión), basado en procedimientos de separación física, secundarios (con digestión), que comprende procedimientos físicos y biológicos, en los cuales se reduce la presencia de patógenos, parásitos y el contenido de compuestos carbonados lábiles, y terciarios, en los cuales se suman tratamientos químicos. Dentro de las alternativas disponibles para la disposición final de los biosólidos se destaca el reciclaje del residuo (Lavado y Taboada, 2002).

El reciclaje de biosólidos a través de la aplicación a terrenos de cultivo mejora las características del mismo, tales como su capacidad de absorción de agua, las cuales brindan condiciones más favorables para el crecimiento de las raíces e incrementan la tolerancia de la vegetación a la sequía. La aplicación de biosólidos también provee algunos micronutrientes esenciales, tales como níquel, zinc y cobre (Pesinova, 2008).

Los valores para Nitrógeno, Fósforo y Potasio en los biosólidos son, para N entre 2,4 y 5 % de sólidos totales, para el P (como P_2O_5) entre 2,8 y 11 % de sólidos totales y para el K (como K_2O) entre 0,5 y 0,7 % de sólidos totales (Metcalf y Eddy Inc., 2003). Los biosólidos además contribuyen al mejoramiento del suelo, no solo conservando la humedad del mismo sino que, aumentan la disponibilidad del Nitrógeno y Fósforo (Jurado *et al*, 2007).

Lavado y Taboada (2002) concluyeron que la aplicación de biosólidos al suelo incrementa la producción de biomasa del cultivo como también el rendimiento pero, dicha aplicación, presenta aspectos negativos dado a la presencia de metales pesados lo que lo hace un factor limitante para ser usado como abono para el suelo en agricultura y dado también a la presencia de microorganismos patógenos.

Martínez *et al.*, (2001) evaluaron en el estado de Nuevo León (México), la aplicación de biosólidos líquidos y deshidratados, fertilizantes inorgánicos y un testigo sobre la productividad del cultivo de coliflor los resultados obtenidos indicaron una mejora y aumento en el número de coliflores comerciales cuando se aplicó biosólidos líquidos y deshidratados a los 8 días después del trasplante.

Ozores-Hampton y Méndez (2010) evaluaron el efecto de los biosólidos en la producción de hortalizas en Florida-EEUU, reflejando un incremento de rendimiento en cultivos de tomate, calabaza y frijol, a una dosis de aplicación a razón de 7,5 y 15 t.ha⁻¹ MS (materia seca), sin embargo en cultivos de repollo y coliflor, no hubo respuesta a la aplicación de biosólidos a razón de 0; 3; 7,5 y 13 t ha⁻¹ de materia seca.

Caldera *et al.*, (2007) determinaron que la aplicación de biosólidos promovió a mejorar la estructura del suelo además de ofrecer un gran potencial para el reciclaje de macronutrientes y micronutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, otorgando esto un resultado beneficioso tanto de tipo ambiental como económico.

4. Fertilización química

Everaarts (2000), en lo que respecta a los requerimientos de nitrógeno en el cultivo de coliflor, determinó que la tasa de absorción de este nutriente aumentó rápidamente a las cuatro semanas después de la siembra. Algunos autores recomiendan para la aplicación de fertilizantes nitrogenados valores de 225 kg.ha⁻¹ de N al inicio del cultivo, considerando los aportes que puede realizar el suelo.

La mayoría de los estudios sobre fertilización en crucíferas se han desarrollado en brócoli, variedad afín a coliflor, dada la gran importancia nutricional de ésta hortaliza. En este sentido, Magnífico *et al.*, (1979) obtuvieron la máxima producción con 540 kg.ha⁻¹ de N aportado, mientras que Greenwood *et al.*, (1980) con 400 kg.ha⁻¹.

Rotondo *et al.*, (2009) en cuanto a la fertilización nitrogenada y uso de distintas enmiendas orgánicas en brócoli obtuvieron diferencias en rendimiento y peso medio de pella a una dosis de 200 kg.ha⁻¹ de N.

Lahoz *et al.*, (2012) partiendo de un suelo con una disponibilidad de 432 kg de N.ha⁻¹ y sin la aplicación de fertilizante obtuvieron valores de producción comercial de 35 t.ha⁻¹ y peso medio de inflorescencias de 1.573 gr y a su vez en un suelo con valores de 309 kg.ha⁻¹ de N inicial mas el agregado de 50 kg de N.ha⁻¹ como fertilizante, obtuvieron una producción comercial de 33,3 t.ha⁻¹ y peso de inflorescencias de 1.498 gr. Con referencia a lo anterior Rivacoba *et al.*, (2013), no encontraron diferencias significativas en cuanto a la producción de coliflor a partir de un nivel de N mineral disponible de 190 kg de N.ha⁻¹.

Montero (1999), evaluó la respuesta del coliflor a cuatro fuentes de fertilización orgánica: humus de lombriz, estiércol bovino, gallinaza y abono de colágeno, y tres niveles de fertilización: dosis alta, media y baja. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro y peso de pella, rendimiento, incidencia de plagas y enfermedades, y un análisis económico. Como resultado el autor afirma que el mejor tratamiento fue humus de lombriz a razón de 16 t.ha⁻¹ para todas las variables evaluadas.

Maynard (1994) determinó que los rendimientos de brócoli y coliflor de parcelas sin fertilizar y donde se agrego una enmienda de mezcla de compost (estiércol de gallinaza, estiércol de caballo, compost agotado de champiñón y aserrín) a 56 y 112 t.ha⁻¹ fueron mayores o similares que los rendimientos de parcelas fertilizadas con 150 kg.ha⁻¹ de N; 66 kg.ha⁻¹ de P y 125 kg.ha⁻¹ de K.

Cartagena, (1998) afirma que el cultivo de brócoli responde a la aplicación de nitrógeno en dosis de 120 a 240 kg.ha⁻¹ teniendo la máxima asimilación durante el periodo de formación de la cabeza o pella.

Buñay y Fernando (2011), utilizaron un fertilizante orgánico vegetal en alta dosis, (300 kg.ha⁻¹ de N, 100 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, 400 kg.ha⁻¹ de K₂O) denominado Ferthigue, de grado N 5,6 % y 80 % de materia orgánica, obteniendo mayor altura de planta con 62,08 cm, 21 hojas por planta, peso de pella de 1149,42 gr, diámetro de pella de 17,06 cm y rendimiento total de 47,89 t.ha⁻¹.

Huisa *et al.*, (2009), en un estudio para determinar nivel óptimo de N obtuvieron los mejores resultados en cuanto a rendimiento (29,28 t.ha⁻¹) aplicando 256,38 kg.ha⁻¹ de N. Mientras que para el P no encontraron diferencias significativas en ninguno de los tratamientos.

Puenayan *et al.*, (2010), sobre un trabajo en brócoli midieron la respuesta del mismo a la fertilización con N-P-K, diferentes combinaciones entre los nutrientes y dosis, con 150 kg.ha⁻¹ N + 200 kg.ha⁻¹ P₂O₅ lograron el mayor diámetro de pella con 15,82 cm. El mayor peso de las pellas se obtuvo con el agregado de 150 kg.ha⁻¹ N + 200 kg.ha⁻¹ P₂O₅, 150 kg.ha⁻¹ N + 80 kg.ha⁻¹ K₂O con pesos promedios de 505,97 gr y el tratamiento con 150 kg.ha⁻¹ N + 200 kg.ha⁻¹ P₂O₅ + 80 kg.ha⁻¹ K₂O arrojó pesos promedios de 401,24 gr con diferencias significativas con el testigo que pesó 200,34 gr por pella. En cuanto a rendimiento en tn.ha⁻¹ determinaron que el comportamiento fue similar al obtenido en el peso de la pella.

Existen diversos estudios sobre la utilización de compuestos orgánicos en la producción de crucíferas, pero el desarrollo en la utilización de efluentes urbanos tratados y biosólidos como fuente de agua para riego y nutrientes son parciales, y no existe demasiada información al respecto. El propósito de este trabajo es evaluar la respuesta en la producción del cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* var. botrytis) a distintos tratamientos de fertilización utilizando biosólidos y fertilizantes químicos bajo riego por goteo con efluentes urbanos tratados.

HIPÓTESIS

- La fertilización con biosólidos puede incrementar significativamente la producción y reemplazar parcialmente la demanda de fertilizantes químicos en un cultivo de coliflor regado con efluentes urbanos tratados.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el rendimiento de un cultivo de coliflor fertilizado con biosólidos y fertilizantes químicos bajo un sistema de riego por goteo con efluentes urbanos tratados.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la evolución hídrica del perfil del suelo.
- Evaluar componentes del rendimiento: diámetro de pella, peso de pella, diámetro del pedúnculo de la inflorescencia en el cultivo de coliflor para cada tratamiento.
- Evaluar el rendimiento total a cosecha expresado en t.ha⁻¹ de pellas frescas para cada tratamiento.
- Determinar la presencia o ausencia en las pellas de microorganismos dañinos para la salud, tales como *Salmonella* spp y *Escherichia coli*.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Área experimental

El ensayo se llevó a cabo en un lote ubicado en el Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto (33° 07' lat. Sur; 64° 14' long. Oeste; 421 m.s.n.m), Departamento de Río Cuarto, Córdoba (Argentina), anexo a una planta de tratamientos de efluentes urbanos la cual es alimentada por un complejo de residencias universitarias.

2. Descripción del ambiente

El clima de la región es templado-subhúmedo, con un régimen de precipitación monzónico, es decir, concentrado en el período primavera-verano (el 80% de las lluvias ocurre entre octubre y abril). El período libre de heladas en Río Cuarto es de 256 días y se extiende desde mediados de Septiembre a mediados de Mayo (ADESUR, 1999).

El Departamento Río Cuarto está ubicado en la región caracterizada como llanuras bien drenadas con invierno seco. La zona presenta un paisaje de planicie intermedia con relieve normal-subnormal, suavemente ondulado a ondulado, con pendientes largas, de gradientes entre 0,5-1% (Cantero *et al.*, 1986).

3. Tratamiento del efluente urbano y biosólidos

El efluente urbano tratado proviene de una red de interconexión de 50 departamentos de las Residencias Estudiantiles Universitarias (REU) pertenecientes a la UNRC. que por medio de la Planta Piloto de Tratamientos y Reutilización procesan los efluentes urbanos generados por los mismos.

La recolección del efluente se realiza mediante una red domiciliar que capta de manera directa los residuos de las residencias y se dirigen a una cámara séptica para comenzar con el tratamiento tal como se muestra en la figura 1. El sistema de tuberías y accesorios consta de una tubería principal de 45 m de longitud y 160 mm de diámetro que conduce el efluente hacia una cámara receptora de cemento de 1,5 m por 2,5 m de largo y 5 m de profundidad. El material pasa a través de un disco de acero inoxidable de 0,30 m de diámetro con 40 perforaciones de 15 mm de diámetro cada una, que actúa como un primer pre filtro de material grueso y, luego vierte por gravedad hacia un canasto de acero inoxidable de 0.075 m³ cubierto de perforaciones que actúa como “un colador” y que hace las veces de segundo pre filtro que retiene el material que podría haber pasado en el paso anterior.

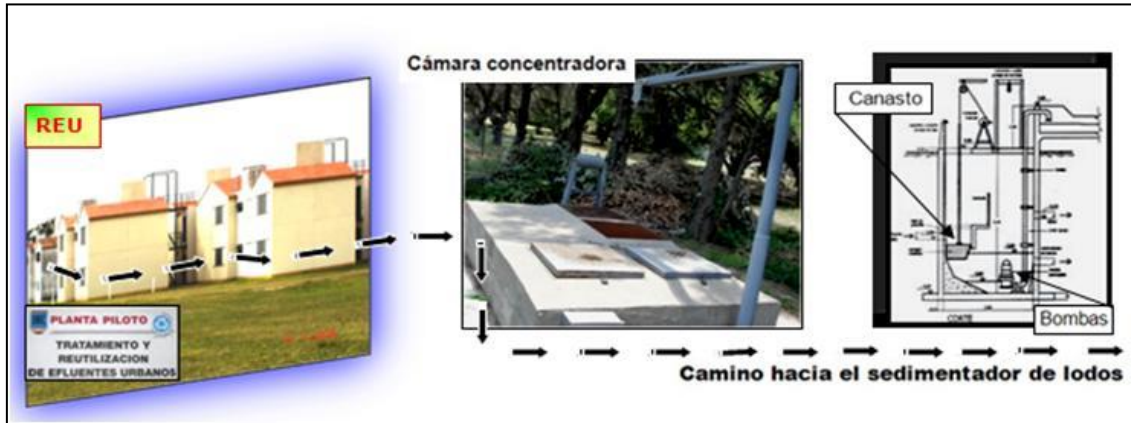


Figura 1. Conducción de los efluentes desde las residencias hacia la cámara receptora. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Desde la cámara receptora, una vez acumulado un volumen de efluente de 3000 L, por medio de dos electrobombas y una tubería de PVC se envía hacia un tanque sedimentador de lodos de 10.000 L de capacidad, y desde allí a lagunas facultativas con macrófitas acuáticas.

Figura 2.

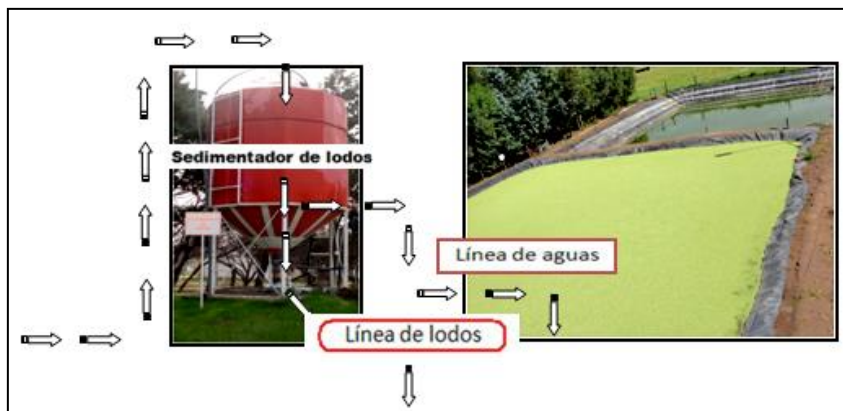


Figura 2. Sedimentador de lodos y lagunas facultativas. UNRC. Río Cuarto. Córdoba

En la primera laguna facultativa, con presencia de macrófitas flotantes, los efluentes permanecen un tiempo de residencia hidráulico (TRH) de 13 días produciéndose una remoción del 97% de coliformes fecales y un 73% de coliformes totales. De allí pasan a una segunda laguna facultativa, también con macrófitas flotantes, y donde también permanece un TRH de 13 días produciéndose una remoción del 100% de coliformes fecales y quedando un remanente de coliformes totales de 4×10^5 N° más probable/100 ml. de agua residual. Finalmente, desde aquí el efluente pasa a una laguna de maduración donde actúa la luz UV para eliminar completamente los coliformes totales desde donde se capta el agua para el riego de la parcela experimental.

Por su parte, los lodos obtenidos por decantación en el sedimentador de lodos, se conducen por una tubería de PVC de 30 m de longitud y 63 mm de diámetro hasta la boca de carga de un biodigestor con una pendiente del 4% donde se realiza su tratamiento por transformación de la materia orgánica en un sistema de biodigestión fijo y campana flotante. El biodigestor consiste en un tanque enterrado de 300 L de capacidad, en donde la boca de carga se encuentra a 1 m de profundidad en un nivel inferior respecto a la superficie del suelo desde el cual es tomado para su aplicación en el cultivo (Crespi *et al.*, 2010). Figura 3.



Figura 3. Proceso de biodigestión de lodos urbanos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba

El análisis de la composición físico-química del efluente urbano tratado utilizado como fuente de agua para riego se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Determinaciones analíticas del efluente urbano tratado. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Determinación	Unidad	Valor	Determinación	Unidad	Valor
Sólidos sedimentables (120')	ml/L	0,80	Litio	mg/L	No detectable
Sólidos totales	ml/L	842,00	Boro	mg/L	0,14
Sólidos totales fijos	ml/L	298,00	Cromo	mg/L	0,04
Sólidos totales volátiles	ml/L	544,00	Magnesio	mg/L	11,6
Sólidos disueltos Totales	ml/L	590,00	Manganeso	mg/L	0,08
Sólidos disueltos Fijos	ml/L	380,00	Níquel	mg/L	No detectable
Sólidos disueltos Volátiles	ml/L	210,00	Potasio	mg/L	16
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	252,00	Plomo	mg/L	No detectable
pH		7,82	Selenio	mg/L	No detectable
Conductividad eléctrica	dS/m	1,13	Sodio	mg/L	158
Turbiedad	FAU	263,50	Aluminio	mg/L	0,99
Color Verdadero	PtCo APHA	1150,00	Arsénico	mg/L	0,017
Nitrógeno total	mg/L	108,50	Cadmio	mg/L	0,00014
Cloruros	mg/L	138,00	Calcio	mg/L	50
Sulfatos	mg/L	14,50	Zinc	mg/L	0,11
Alcalinidad total	mg/L	350,00	Cobalto	mg/L	No detectable
Alcalinidad carbonatos	mg/L	<1	Cobre	mg/L	No detectable
Fósforo total	mg/L	8,10	Demanda Quím. O ₂	mg/L	265
Hierro	mg/L	1,30	Demanda Biol. O ₂	mg/L	112,57

Las determinaciones físico-químicas fueron realizadas por el Departamento de Tecnología Química de la Facultad de Ingeniería de la UNRC y por el INA (Mendoza) y las características de los biosólidos fueron determinadas en el Laboratorio de Nutrición Animal de la UNRC y se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Características físico-químicas de los biosólidos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Parámetro	Unidad	2010		
		30-mar	10-may	09-oct
Cenizas	%	52,90	62,50	61,25
Materia Orgánica	%	47,10	37,50	38,75
Nitrógeno total	%	2,20	2,15	1,85
Fósforo	%	1,28	1,05	1,41
Potasio	%	0,65	0,58	0,71
Carbono	%	20,15	22,51	18,91
Relación C/N		9,16	10,47	10,22

4. Características del ensayo

La preparación de la parcela para la plantación del cultivo se inició en el mes de Marzo de 2010 mediante laboreo mecánico del suelo y control de malezas. Los plantines de coliflor se iniciaron en bandejas de germinación bajo invernadero en una plantinera comercial local. La fecha de trasplante a campo fue el día 9 de Abril de 2010 a una densidad de 4,07 plantas.m⁻² y en un marco de plantación de 0,70 m entre hileras y 0,35 m entre plantas. El híbrido utilizado fue Defender de la empresa Seminis® de ciclo intermedio (120 días).

El suelo del ensayo es un Haplustol típico de textura franco-arenosa y de aptitud agrícola. Previo a la plantación del cultivo se tomaron muestras de suelo para determinar características físico-químicas del mismo. Los parámetros que se midieron fueron: nitrógeno de nitratos (N-NO₃), nitratos (NO₃), fósforo (P), humedad (H°), pH, conductividad eléctrica (CE) y materia orgánica (M.O). Las muestras de suelo fueron llevadas a laboratorio para su posterior análisis.

Durante el ciclo del cultivo se realizó un seguimiento de la evolución hídrica del perfil del suelo, mediante la extracción de muestras a 0-10; 10-20 y 20-30 cm de profundidad utilizando un barreno, las mismas se llevaron a estufa durante 48 hs a 105 °C hasta lograr peso constante para determinar el contenido de humedad del suelo. Figura 4.



Figura 4. Obtención de muestras de suelo. UNRC. Río Cuarto. Córdoba

El diseño experimental fue en bloques completos al azar, con 4 (cuatro) tratamientos y 4 (cuatro) repeticiones. La unidad experimental fue de $2,45 \text{ m}^2$. Los tratamientos que se realizaron fueron: una dosis de biosólido de 75 t.ha^{-1} (BIO 75), dos dosis de fertilizante químico de 150 kg.ha^{-1} (N150) y 300 kg.ha^{-1} (N300) incorporados como Tiosulfato (24% N y 3,5 % de S) más un testigo. Todos los tratamientos fueron regados con agua de efluentes urbanos tratados.

Las aplicaciones de biosólidos y fertilizante se realizaron entre los 40 y 80 días del ciclo del cultivo, momento en el cual el mismo se encuentra en la fase lineal de crecimiento (Castellanos *et al.*, 2000). La dosis de biosólidos se dividió en tres aplicaciones de 25 t.ha^{-1} el cual fue colocado entre las líneas de plantación a una profundidad aproximada de 5 cm mediante un surcado previo del suelo. La fertilización química se realizó en forma manual dividida en dos aplicaciones colocadas entre las líneas de plantación. Se determinó el aporte de nutrientes del efluente urbano tratado, biosólidos y fertilizante aplicados.

Para efectuar los riegos en la parcela de ensayo, se condujo el efluente urbano tratado mediante el uso de una bomba centrífuga de $10 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ y 30 m de altura manométrica a través de una tubería de 35 m de longitud y 40 mm de diámetro. El sistema de riego por goteo utilizado como se puede ver en la figura 5, estaba constituido por una tubería de PVC de 63 mm de diámetro externo ubicada en la cabecera de las líneas de plantación. En la misma, se colocaron mediante el uso de conectores, líneas de tubería integradas con una separación de 0,7 m entre laterales con tres emisores por metro lineal dispuestas en las hileras de plantación. El caudal de los emisores fue de $0,85 \text{ L.h}^{-1}$.



Figura 5: Sistema de riego por goteo, tubería principal y líneas de riego. Planta piloto U.N.R.C. Río Cuarto. Córdoba.

La cosecha se realizó en forma manual una vez que las pellas alcanzaron su máximo desarrollo, evaluando diámetro de pella (cm), peso de pella (g), diámetro del pedúnculo de la inflorescencia (cm) y rendimiento total ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) del cultivo expresado en peso fresco. Los datos se analizaron estadísticamente con el programa Infostat, aplicando ANAVA y análisis de comparación de medias con el test de LSD Fisher ($p < 0,05$). Figura 6 y 7.



Figura 6. Cosecha del cultivo

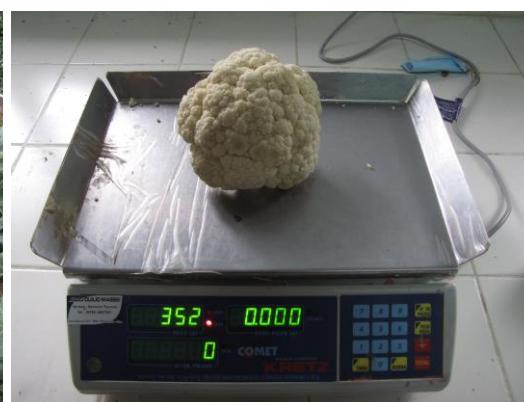


Figura 7. Peso de pella

5. Análisis microbiológicos

La calidad sanitaria de las pellas se determinó mediante análisis bacteriológicos realizados en laboratorio de la UNRC. Para la determinación de *Escherichia coli* se utilizó el método del Caldo Mac Conkey a 35 °C 24-48 hs. Aislamiento en Agar Eosina-Azul de metileno y confirmación por medio de pruebas bioquímicas. Metodología analítica: ICMSF (1983). Para la determinación de *Salmonella sp.*, se utilizó caldo lactosado a 35 °C, Caldo Tetrionato y Caldo Selenito-Cistina a 35 °C; observación de colonias sospechosas en agares selectivos y

diferenciales, pruebas bioquímicas y serológicas confirmatorias. Metodología analítica: ICMSF (1983).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Aporte de nutrientes en el cultivo

El análisis de suelo que se realizó previo al trasplante del cultivo mostró un elevado aporte de N y P inicial del suelo. En la tabla 3 se presentan los resultados.

Tabla 3: valores físico-químicos del suelo del ensayo. Planta piloto. Río Cuarto. Córdoba.

Profundidad	N-NO3 (ppm)	NO3 (ppm)	P (ppm)	H° (%)	pH	C.E. (dS/m)	M.O (%)
0-20 cm	36,08	159,9	42,7	12,78	6,37	0,4	2,57

También se determinó el aporte de P y N del efluente urbano tratado, biosólido y Nitrógeno por medio del fertilizante. En la tabla 4 se pueden ver los valores detallados de cada uno de ellos.

Tabla 4. Contenido de nutrientes en el suelo al momento de implantación de cultivo y aportes de nutrientes realizado por el efluente y cada uno de los tratamientos. Planta Piloto U.N.R.C. Río Cuarto. Córdoba.

	Aporte de N (kg.ha ⁻¹)	Aporte de P (kg.ha ⁻¹)
Análisis de suelo	95,97	113,58
Efluentes Urbanos Tratados	57	8
BIO 75	82	56
N 150	36	0
N 300	72	0

Tal como lo muestra la tabla 4, se puede observar el aporte de nutrientes principalmente de N y P que brindó al suelo cada tratamiento. Por medio del efluente urbano tratado se incorporaron 57 kg.ha⁻¹ de N y 8 kg.ha⁻¹ de P. BIO 75 aportó 82 kg.ha⁻¹ de N y 56 kg.ha⁻¹ de P. El tratamiento con N150 aportó 36 kg.ha⁻¹ de N solamente ya que al P lo tomó del suelo y de igual manera el tratamiento N300 con 72 kg.ha⁻¹ de N.

La oferta de N y P por parte del suelo fue de 95,97 kg.ha⁻¹ y 113,58 kg.ha⁻¹ de P respectivamente.

2. Evolución hídrica del perfil de suelo

El cultivo de coliflor durante todo su ciclo recibió una lámina neta de agua de 178 mm de la cual, 157 mm fueron aportados por el riego con efluentes urbanos tratados y 21 mm mediante precipitaciones que se registraron en los meses de Abril, Mayo, Junio y Julio.

En la figura 8 se puede observar la lámina de agua que fue aportada a través del riego y precipitaciones durante los meses de Abril, Mayo, Junio, Julio y Agosto.

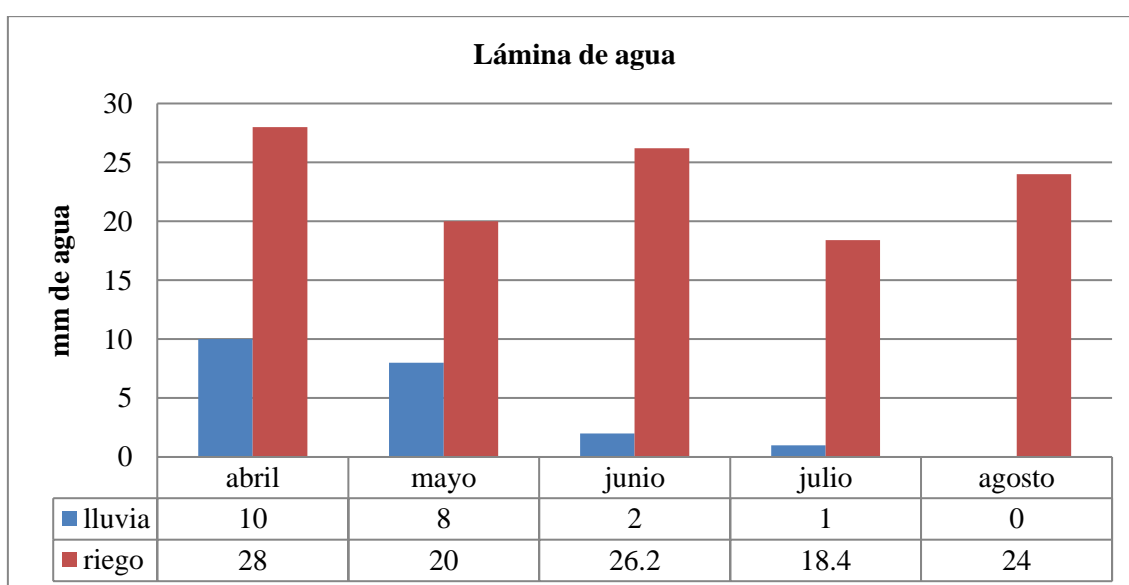


Figura 8: Lámina de agua aportada por el riego y las precipitaciones durante el ciclo del cultivo de coliflor. Planta piloto. U.N.R.C.

3. Diámetro de pella y pedúnculo de la inflorescencia

No se observaron diferencias estadísticas significativas para dichas variables en estudio entre los diferentes tratamientos.

Con respecto a la variable diámetro de pella se puede ver que hay un leve incremento del mismo con el agregado de biosólido y N 150 con un promedio de 15,48 cm y 15,05 cm respectivamente comparado con el testigo, cuyo valor fue de 14,82 cm de promedio, y el menor diámetro se dio con el tratamiento de N 300 siendo este de 14,61 cm de promedio.

Para diámetro de pedúnculo se observó que a incrementos de dosis de N el diámetro fue aumentando para los tratamientos N 150 con un promedio de 3,13 cm y en N 300, un diámetro de 3,27 cm. El tratamiento con BIO 75 arrojó un valor promedio de 3,09 cm de diámetro lo que

tuvo muy poca variación con respecto al Testigo, 3,05 cm. En la Tabla 5 se muestran los valores medios obtenidos para cada tratamiento.

Tabla 5: Diámetro de pella y diámetro de pedúnculo de la inflorescencia para cada tratamiento. UNRC

Tratamientos	Diámetro de pella (cm)	Diámetro de pedúnculo (cm)
T	14,82 a	3,05 a
BIO 75	15,48 a	3,09 ab
N150	15,05 a	3,13 ab
N300	14,61 a	3,27 b

Diferentes letras indican diferencias significativas según test de LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

4. Peso de pella

Con respecto a esta variable, no se han encontrado diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. En la Tabla 6 se muestran los valores medios obtenidos para cada uno.

Tabla 6: Peso de pella para cada tratamiento. UNRC.

Tratamiento	Peso de pella (gr)
T	420,16 a
BIO 75	420,28 a
N150	418,57 a
N300	428,35 a

Diferentes letras indican diferencias significativas según test de LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Si bien no hay diferencias de peso entre los tratamientos lo que se puede observar es que hay una tendencia a lograr mayor peso de las pellas al incrementar la dosis de N. Siendo el tratamiento de N 300 el de mayor peso, que sumado al mayor diámetro de pedúnculo hizo que se lograra un mayor rendimiento.

5. Rendimiento total

El rendimiento total de la coliflor está integrado por el peso de la pella y peso de pedúnculo, diámetro de pella y pedunculo. Para la variable rendimiento, la misma no mostró diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos. En la tabla 7 se muestran los valores de rendimiento para cada tratamiento.

Tabla 7: Rendimiento comercial de coliflor. UNRC.

Tratamiento	Rendimiento (t.ha⁻¹)
T	16,20 a
BIO 75	17,07 a
N150	17,18 a
N300	17,83 a

Diferentes letras indican diferencias significativas según test de LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Ozores-Hampton y Méndez (2010) que aplicaron biosólidos a razón de: 0; 3; 7,5 y 13 t.ha⁻¹ en diferentes hortalizas entre ellas coliflor y repollo no encontrando respuestas en el rendimiento de estas crucíferas al biosólido. También estos resultados afirman lo estudiado por Maynard (1994) no encontrando respuestas de rendimiento en coliflor y brócoli en parcelas fertilizadas con 150 kg.ha⁻¹ de N, 66 kg.ha⁻¹ de P y 125 kg.ha⁻¹ de K y al agregado de 56 y 112 t.ha⁻¹ de compost. Sin embargo, se pudo observar que el rendimiento comercial fue en aumento a medida que la dosis de nitrógeno creció, existiendo una diferencia de 1,63 t.ha⁻¹ entre el testigo y el tratamiento de N300.

CONCLUSIONES

- El incremento de la población mundial está en permanente crecimiento, lo cual nos exige ser eficientes en la producción de los alimentos y llegar a una sustentabilidad, producir más sin generar daños al medio ambiente y encaminarse hacia una agricultura basada en la reutilización, por lo que esta es una práctica viable a gran escala en donde se está volcando al sistema un material (efluentes urbanos tratados y biosólidos) para que cumpla un ciclo que en otras oportunidades se arrojaban como desechos a cielo abierto.
- La fertilización con biosólidos es una práctica muy interesante como reemplazo a los fertilizantes químicos de síntesis ya que, aportan macro y micronutrientes al suelo que son imprescindibles para la producción agrícola al igual que el riego con efluentes, que en estos casos puede reemplazar al agua que se usaría para consumo humano.
- La práctica de utilización de biosólidos como abono orgánico y el efluente urbano tratado aplicado como riego en el cultivo son técnicas seguras para la salud humana ya que los productos están libres de bacterias de *Escherichia coli* y *Salmonella spp.*

BIBLIOGRAFÍA

- ADESUR. 1999. "Asociación interinstitucional para El sur de Córdoba. Plan director". Secretaria técnica de Adesur. Universidad Nacional de Río Cuarto. 99 Pág. Córdoba. Argentina.
- APREA, ALBERTO. 2008. Cultivo de crucíferas: Brócoli y coliflor. Curso de Horticultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Boletín Hortícola. Año 13, Numero 39. 29-32 pp.
- BUÑAY, S. y D. FERNANDO. 2011. Evaluación de la eficacia de tres fertilizantes orgánicos con tres diferentes dosis en el rendimiento y rentabilidad del cultivo de Coliflor. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborato.
- CALDERA, Y. A.; E. C. GUTIÉRREZ; E. E. BLANCO.; M. M. TORRES y E. E. GUTIÉRREZ. 2007. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de lodo residual como acondicionador de suelo durante el crecimiento de un cultivo de Cebollín (*Allium fistulosum* L.). Ciencia. Vol.15, N° 3. Maracaibo, Venezuela. Pp. 371-379.
- CANTERO, G., A., E.M. BRICCHI, V.H. BECERRA, J.M. CISNEROS y H.A. GIL 1986. Zonificación y descripción de las tierras del Departamento Río Cuarto (Córdoba). UNRC, FAV. Mim. 80 p
- CARTAGENA, Y. 1998. Respuesta a la fertilización química con dos épocas de aplicación en Brocoli (*B. oleracea*) híbrido Legacy. Machachi Pichincha. Tesis Ing. Agr. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. pp. 4-70. En:<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/264/3/03AGP96%20TESIS.FINAL.pdf>
- CASTELLANOS, J., LAZCANO, I., SOSA BALDIBIA, A., BADILLO, B y S, VILLALOBOS. 2000. Monitoreo Nutricional y Fertilización Nitrogenada: Bases Para Altos Rendimientos y Calidad de Brócolis Cultivado en Vertisoles Ricos en Potasio de la Parte Central de México. Informaciones Agronómicas Volumen 4, Numero 2.
- CAVALLINI, J. M. y L. E. YOUNG. 2002. Sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales en América Latina: Realidad y Potencial. América, 36, 360-589.
- CORTES CADIZ, E. C. 2003. Fundamentos de ingeniería para el tratamiento de biosólidos generados por la depuración de aguas servidas de la región metropolitana. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Físicas y Matemática. Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile. Pp 99.
- CRESPI, R; C. RODRÍGUEZ, O. PLEVICH; L, GROSSO; M. BOSSOLASCO; C. FRIGERIO; S. BETTERA; A. THUAR; J. BOEHLER; J. PUIATTI; O. BAROTTO; M. DEMAESTRI; A. RICOTTO; D. RAMOS Y D. PICCA. 2005. Tratamiento y

- reutilización de aguas residuales domiciliarias. XX congreso Nacional del Agua. III Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur. Mendoza. P. 76.
- CRESPI, R; E. CAMACHO Y M. POLO. 2009. Riego subsuperficial con aguas residuales tratadas. Ingeniería del agua, 16(2), 145-156.
- CRESPI, R; M. PUGLIESE; L. GROSSO; E. GROPELLI; C. MIGANI; D. RAMOS; F. SALUSSO; A. CHANADAY. 2010. Evaluacion de la potencialidad de la producción de biogas y uso de biosolidos. 17° Congreso Argentino de Saneamiento y Medio Ambiente, AIDIS. Buenos Aires.
- DI BENEDETTO, A. 2005. Manejo de cultivos hortícolas: Bases ecofisiológicas y tecnológicas. 1^{ed}. Orientación gráfica editora. Buenos Aires.
- EVERAARTS, A. P. 2000. Nitrogen balance during growth of cauliflower. Scientia Horticulturae, 83(3), 173-186.
- FAO. 2013. Producción de los cinco principales productores de Coliflor y brócoli. En: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>. Consultado: 21-7-2015.
- FASCIOLO, G.; M. I. MECA; E. CALDERON y M. REBOLLO. 2005. Contaminación microbiológica en ajos y suelos regados con efluentes domésticos tratados. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UN Cuyo, tomo XXXVI. N° 1. Mendoza, Argentina. Pp 31 - 40.
- FERNÁNDEZ LEÓN, M. F. 2012. Evolución de los parámetros de calidad físico-química y funcional de distintas brásicas sometidas a diferentes tratamientos postcosecha (Disertación Doctoral, Universidad de Extremadura).
- GONZALEZ GONZALEZ, M. I. y S. CHIROLES RUBALCABA. 2011. Uso seguro y riesgos microbiológicos del agua residual para la agricultura. Rev. Cubana Salud Pública, vol.37, N°1. Ciudad de la Habana, Cuba.
- GROSSO, L.; RICOTTO A.; RAMOS D.; THUAR A.; GIACHERO M. L; GIACHERO M. S.; CRESPI R. 2004. Efectos del riego con efluentes urbanos tratados e inoculados con *Azospirillum brasilense* en ajo (*Allium sativum* L). Horticultura Argentina. Revista de la Asociación Argentina de Horticultura. Vol. 23 – N° 54. 197. Resúmenes XXVII. Congreso Argentino de Horticultura.
- GROSSO, L.; J. MÁZ; D. RAMOS; R. CRESPI. 2007. Riego con efluentes tratados y fertilizacion nitrogenada en cultivo de ajo blanco. XXX Congreso Argentino de Horticultura. 1° Simposio Internacional sobre Cultivos Protegidos. La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- GREENWOOD, D.J., CLEAVER, T. J., TURNER, M.K., HUNT, J., NIENFORD, K.B., LOQUENS, S.M.H. 1980. Comparison of The effects of nitrogen fertilizer on de yield,

- nitrogen content and quality of 21 different vegetable and agricultural crops. *J. Agric. Sci.*, 95, 471-485.
- HUISA, L y F. LENIS. 2009. Efecto de la fertilización de nitrógeno y fosforo en el cultivo de la coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*), cultivar Memphis.
- I.C.M.S.F. 1983. Bacterias coliformes. Pp. 128-146. En: *Microorganismos de los Alimentos 1. Técnicas de análisis microbiológico*. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- JARAMILLO N, J E; DIAZ D, C A. (Comp.). 2006. El cultivo de las crucíferas Brócoli, Coliflor, Repollo, Colchica. En: <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/WebBac/Documentos/ELCULTIVOCRUCIFERAS.pdf> Consultado 1-6-2014.
- JÁUREGUI, L.U. y J.P. SCHIFINI. 2004. Gestión y financiamiento en agua potable y saneamiento ante los desafíos del milenio. ISA N° 77. AIDIS ARGENTINA. Pág. 16-19.
- JURADO, P; ARREDONDO, T; FLORES, E; OLALDE, V y FRIAS, J. 2007. Efecto de los biosólidos sobre la humedad y los nutrimentos del suelo y la producción de forraje en pastizales semiáridos. *TERRA Latinoamericana*, Vol. 25, Núm. 2, abril-junio, 2007, pp. 211-218. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- LAHOZ, I. J. I. MACUA, M. RODRIGUEZ, L. RIVACOBBA, N. VAZQUEZ y PARDO. A. 2012. Influencia de la fertilización nitrogenada en el cultivo de coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) en Navarra. <http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2066.%20V%20Jornadas%20del%20grupo%20de%20fertilizaci%C3%B3n/Sesi%C3%B3n%201.%20Cultivos%20Hort%C3%ADcolas/Influencia%20de%20la%20fertilizaci%C3%B3n%20nitrogenada%20en%20el%20cultivo%20de%20coliflor%20.pdf> . Consultado: 1-8-2015.
- LAVADO, R. y M. TABOADA. 2002. Manual de procedimientos para la aplicación de biosólidos en el campo. Convenio Aguas Argentina S.A. - Facultad de Agronomía, UBA. Buenos Aires, Argentina Pp 54.
- MAGNIFICO, V., LATTANZIO, V., y SARLI, G. 1979. Growth and nutrient removal by broccoli fertilizer application, uptake. *Journal American Society for Horticultural Science*.
- MARTÍNEZ, J. C., J. T. HINOJOSA, L. H. ROMERO, E. S. OLIVARES, F. C. MONTES, y S. S. BOLIVAR. 2001. Residual effects of biosolids in cauliflower (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*) regarding yield, essential and heavy metal concentration in heads and soil. En: <http://www.iwaponline.com/wio/2002/06/wio200206009.htm> Consultado: 24-06-2014.

- MAYNARD A. 1994. Sustained vegetable productions for three years using composted animal manures. *Compost science and utilizations*, 3(2): 47-54, citado en Stofella P. y B. Khan. 2004. Utilización de compost en los sistemas de cultivo hortícola. Ed. Mundi – Prensa.
- MERLI, G. F., Y RICCIUTI, N. O. 2009. Microbiología de las aguas residuales. Aplicación de biosólidos en el suelo. Seminario de procesos fundamentales físico-químicos y microbiológicos. Especialización y Maestría en Medio Ambiente. EdUTecNe. Bahía Blanca, Argentina, 1-24.
- METCALF y EDDY, INC. (2003). *Wastewater engineering, treatment, disposal and reuse*. Fourth Edition, Ed. McGraw-Hill.
- MONTERO, R. 1999. Respuesta de la coliflor (*Brassicca oleracea* var. *botrytis*) a cuatro fuentes de fertilización orgánica. Universidad Central del Ecuador, Quito. Fac. de Ciencias Agrícolas. Machachi-Pichincha. 122 p.
- NUEZ, F. C. GOMEZ CAMPO, P. FERNANDEZ DE CORDOVA, S. SOLER y J. V. VALCARCEL. 1999. Colección de Semillas de Coliflor y Brócoli. Centro de Conservación y Mejora de la Agro diversidad Valenciana. MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACION. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). MONOGRAFÍAS INIA: AGRICOLA N. 1.
- OMS, Organización Mundial de la Salud. 1989. Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura. Informe Técnico 778. OMS, Ginebra.
- OZORES-HAMPTON, MENDEZ, J. 2010. Uso de biosólidos en producción de hortalizas
- PESINOVA, V. 2008. Reciclado y Tratamiento de Residuos. Gaceta Ide@s CONCYTEG Año3.Nº32En:http://octi.guanajuato.gob.mx/octigto/formularios/ideasConcyteg/Archivos/32032008_II_RECICLADO_TRATAMIENTO_RESIDUOS.pdf. Consultado: 23/02/2012.
- PUENAYAN, A.; F. CORDOBA y A. UNIGARRO. 2010. Respuesta del brócoli *Brassicca oleracea* var. *Italica* L. híbrido Legacy a la fertilización con N-P-K en el municipio de Pasto, Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas*, Vol. 27, N° 1. Pp. 49-57.
- RIVACOBBA, L; N, VAZQUEZ; M.L, SUSO y A. PARDO. 2013. Efecto del Nitrógeno disponible sobre los componentes del balance de nitrógeno en un cultivo de coliflor (*Brassiccaoleracea*var.*Botrytis*).En:<http://sechagingmadrid2013.org/geystiona/adjs/comunicaciones/272/C01320002.pdf>. Consultado: 15/8/2015.
- ROTONDO, R; FIRPO, I T; FERRERAS, L; TORESANI, S; FERNANDEZ, S y E. GOMEZ. 2009. Efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas y fertilizante nitrogenado sobre propiedades edáficas y productividad en cultivos hortícolas. Facultad de Ciencias agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

- SILVA, J.; P. TORRES y C. MADERA. 2008. Reuso de aguas residuales domésticas en agricultura. Una revisión. Rev. Agronomía Colombiana, Vol. 26, N° 2. Colombia. Pp. 347 - 359.
- YOVAL L. y J. MISSET. 2004. Tratamiento integral del agua residual municipal, su desinfección y reuso en la agricultura. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.