



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

“Trabajo Final para optar al Grado de Ingeniero Agrónomo”

PRODUCCIÓN DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L. var.
itálica Plenck) **ABONADO CON BIOSÓLIDOS y USO DE
COBERTURA DEL SUELO CON PAJA.**

GUILLERMO EDUARDO VIDAL

D.N.I. 29518640

DIRECTOR: Ing. Agr. M. Sc. Liliana Grosso

CO-DIRECTOR: Ing. Agr. Fabricio Salusso

Río Cuarto-Córdoba

Diciembre 2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: **PRODUCCIÓN DE BRÓCOLI**
(*Brassica oleracea* L .var. *italica* Plenck) **ABONADO CON**
BIOSÓLIDOS y USO DE COBERTURA DEL SUELO CON
PAJA.

Autor: Vidal, Guillermo Eduardo
DNI: 29518640

Director: Ing. Agr. M.sc. Grosso, Liliana
Co-Director: Ing. Agr. Salusso, Fabricio

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

Ing. Agr. Dr. Crespi, Raúl _____

Ing. Agr. Ramos, Diego _____

Ing. Agr. M.Sc. Grosso, Liliana _____

Fecha de Presentación: ____/____/____

Aprobado por Secretaría Académica: ____/____/____

Secretario Académico

INDICE DE TEXTO

Índice general	IV
Índice de tablas	VI
Índice de figuras	VII
Resumen	IX
Summary	X

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1- Importancia del cultivo.....	120
2- Aplicación de biosólidos.....	2
3- Usos de cobertura orgánica.....	4
II. ANTECEDENTES.....	7
III. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	9
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
1- Características ambientales.....	10
2- Planta Piloto de Tratamiento y Reutilización de Efluentes Urbanos.....	10
3- Instalacion de la red cloacal.....	11
4- Pre tratamiento.....	11
5- Generación de biosólidos.....	13
6- Sistema de riego por goteo.....	15
7- Características del ensayo.....	16
8- Plantación.....	16
9- Tratamientos.....	16
10- Cosecha.....	18
11- Análisis Microbiológicos.....	19
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20

1- Cobertura del suelo	20
1.1 Temperatura del suelo.....	20
1.2 Evaluación de malezas.....	21
2- Aportes de nutrientes al cultivo	22
3-Cultivo de Brócoli	22
2.1 Diámetro de pella.....	22
2.2 Diámetro de pedúnculo.....	22
2.3 Peso de pella.....	23
4- Rendimiento	24
5-Calidad sanitaria	26
IV. CONCLUSIONES	27
V. BIBLIOGRAFÍA	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características agroecológicas de los biosólidos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.	14
Tabla 2. Temperaturas medias para las situaciones de cobertura con paja y sin cobertura con paja. UNRC. Córdoba.	20
Tabla 3. Evaluación de malezas en los diferentes tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	21
Tabla 4. Diámetro de pella, Diámetro de pedúnculo y Peso de Pella en función de los diferentes tratamientos .UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	23
Tabla 5. Rendimiento medio ($t\ ha^{-1}$) de brócoli en función de los diferentes tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. REU y trabajos previos de interconexión cloacal. UNRC. Río Cuarto. Córdoba	11
Figura 2. Conducción de los efluentes y pre tratamiento. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	11
Figura 3. Cámara receptora y tanque sedimentador de lodos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	12
Figura 4. Tratamiento no convencional de los efluentes. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	13
Figura 5. Proceso de biodigestión de lodos urbanos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	13
Figura 6. Determinación de la dosis de biosólidos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	14
Figura 7. Aplicación de biosólidos en brócoli. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	15
Figura 8. Línea secundaria y laterales de riego por goteo. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	15
Figura 9. Diferentes tratamientos en la unidad experimental. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	16
Figura 10. Aporte de agua durante el ensayo. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	17

Figura 11. Medición de la temperatura. UNRC. Río Cuarto. Cuarto.....	17
Figura 12. Formación de pella lista para el corte. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	18
Figura 13. Medición de los parámetros. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	18
Figura 14. Temperatura media en función de los tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	20
Figura 15. Desarrollo de malezas según los diferentes tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	21
Figura 16. Diámetro de pella según el tratamiento. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	23
Figura 17. Diámetro de pedúnculo según tratamiento. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	24
Figura 18. . Peso de pella en función del tratamiento. UNRC. Río Cuarto. Córdoba	24
Figura 19. Rendimiento medio ($t\ ha^{-1}$) en función del tratamiento. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.....	25

RESUMEN

La reutilización de aguas residuales tratadas y biosólidos, constituyen un valioso recurso para la producción hortícola; por otro lado las coberturas vegetales muertas facilitan la infiltración, disminuyen la evapotranspiración del suelo, la amplitud térmica, y reducen la comunidad de malezas sobre todo, latifoliadas. Con el objetivo de evaluar el rendimiento y la calidad sanitaria, se plantó el 31 de Agosto del 2011, Brócoli a una densidad de 4,07 plantas m^{-2} (0,70 m entre surcos y 0,35 m entre plantas) en un diseño experimental de bloques completos al azar, con 4 (cuatro) tratamientos y 4 (cuatro) repeticiones. En el brócoli se evaluó la aplicación al suelo de una dosis de biosólido de 50 tha^{-1} (con 91 % de humedad), la disposición sobre el suelo de una cobertura vegetal de paja de moha a razón de 2 $kg m^{-2}$ y un testigo. Los tratamientos fueron: 1- Biosólido+cobertura con paja (Bio+CcPj), 2- Biosólido (Bio), 3- Cobertura con paja (CcPj), 4- Testigo (T). Los mismos fueron regados por goteo con agua de perforación, siendo la lamina aplicada de 190 mm, y por precipitación efectiva recibió 191 mm. La dosis de biosólidos se aplicó en forma manual en 2 momentos entre los 40 y 80 días del ciclo, momento en el cual el cultivo se encontraba en la fase lineal de crecimiento. Es importante destacar que el aporte de nutrientes fue de: 94 $kg.ha^{-1}$ N, 71 $kg.ha^{-1}$ P y 40,5 $kg.ha^{-1}$ K. Los rendimientos obtenidos en cada tratamiento fueron: Testigo 4,5 $t.ha^{-1}$, CcPj 5,3 $t.ha^{-1}$, Bio 5,8 $t.ha^{-1}$ y Bio+Ccpj 6,2 $t.ha^{-1}$. Los análisis bacteriológicos de las pellas confirmaron ausencia de *Escherichia coli* y *Salmonella sp.*, demostrándose que estas tecnologías permitieron aumentar el rendimiento sin afectar la calidad sanitaria.

SUMMARY

The reuse of treated wastewater and biosolids are a valuable resource for horticultural production on the other hand the dead mulches facilitate infiltration, reduce soil evapotranspiration, the temperature range, and reduce weed community especially broadleaf. In order to evaluate the performance and quality care, was planted on August 31, 2011, at a density 4.07 Broccoli plants.m⁻² (0.70 m between rows and 0.35 m between plants) in a experimental design of randomized complete block with four (4) treatments and 4 (four) repeats. The broccoli was assessed land application of biosolids to 50 t ha⁻¹ (with 91% humidity), the provision on the floor of a straw mulch moha at 2 kg m⁻² and a witness. The treatments were: 1 - biosolid + straw coverage (Bio + CcPj), 2 - biosolid (Bio), 3 - Cover with straw (CcPj), 4 - Witness (T). These were washed with water drip drilling lamina being applied of 190 mm, and 191 mm effective precipitation received. The biosolids applied manually in two times between 40 and 80 days of the cycle, at which the cultivation is in the linear phase of growth. Importantly nutrient supply was: 94 kg.ha⁻¹ N, 71 kg.ha⁻¹ P and 40.5 kg.ha⁻¹ K. The yields obtained in each treatment were: Witness 4.5 t.ha⁻¹, CcPj 5.3 t.ha⁻¹, Bio 5.8 t.ha⁻¹ and Bio + CcPj 6.2 t.ha⁻¹. Bacteriological analysis of the pellets confirmed absence of *Escherichia coli* and *Salmonella sp.*, demonstrating that these technologies allowed increase performance without affecting the health quality.

INTRODUCCIÓN

Importancia del cultivo

Las crucíferas ofrecen un importante número de especies que son consumidas tanto al estado fresco como congeladas y envasadas (productos IV gama). Dentro de ellas se encuentran los repollos, brócolis, coliflores, rúcula, rabanito, entre otras (Aprea, 2008).

El origen del brócoli o brécol se asienta en los países con climas templados a orillas del Mediterráneo oriental, en Oriente Próximo. La Península de Anatolia, Líbano o Siria acogerían los primeros ejemplares de esta planta provenientes de una especie silvestre común con las coles y coliflores. Durante la época de dominio del Imperio Romano, este cultivo llegaría hasta la Península Itálica donde fue cultivada para consumo, llegando a ser muy popular en el país trasalpino. Pero sería mucho más tarde, a mediados del siglo XX, cuando su producción se desarrollaría en Europa (Región Murcia Digital, 2012).

En la actualidad su cultivo se extiende por Europa, diversas naciones asiáticas donde se destaca Japón, y Estados Unidos. Este último país es el mayor productor mundial, gracias a las plantaciones ubicadas en California, que poseen un clima muy similar al del arco mediterráneo (Región Murcia Digital, 2012).

El brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *itálica* Plenck) es una crucífera de gran importancia económica a nivel mundial; esta se cultiva anualmente por sus pellas, que se consumen principalmente como verduras crudas, cocidas, en encurtidos o industrializadas (Nuez *et al.*, 1999).

La aptitud dietética del Brócoli está dada principalmente por los siguientes valores nutricionales: Proteínas 5,45g/100 de producto comestible, Glúcidos 4,86g/100g, valor energético 42 cal/100g, vitamina A 3.500 UI/100g, vitamina B 100mg/100g, vitamina B 210mg/100g, vitamina C 130mg/100g, fósforo 76 mg/100g, Hierro 1,3mg/g (Beecher, 1994).

La demanda de brócoli está aumentando en todo el mundo, especialmente en los países desarrollados como consecuencia de los cambios en los hábitos de alimentación. Dentro de ese contexto, las posibilidades de exportación aparecen como una alternativa importante para los productores hortícolas (Beecher, 1994).

Su consumo se ha visto incrementado al reconocérsele importantes efectos beneficiosos sobre la salud. Concretamente, se le atribuye un efecto protector frente a diversos tipos de cáncer: pulmón, próstata, mama, endometrio, útero y tumores relacionados

con el tracto gastrointestinal (estómago, hígado, colon), que parece ser debido a su gran contenido en nutrientes antioxidantes (beta-carotenos y vitamina C), fibra (soluble e insoluble) y sustancias fotoquímicas (glucosinolatos/isotiocianatos/indoles) entre las que destaca el sulforafano (isotiocianato) y el indol-3-carbinol (indol), que actúan fundamentalmente, aumentando la actividad de ciertas enzimas cuya función es eliminar del organismo algunos agentes cancerígenos o bloquear su acción. Sin embargo, estos compuestos también pueden desarrollar su actividad “anticancerígena” a través de otros mecanismos (Beecher, 1994).

Nuestro país presenta un desarrollo económico creciente, tal es así que en la década de los “80” se consumían 0,5 kg por habitante por año y para el periodo comprendido entre 1990-1995 los volúmenes de comercialización habían crecido un 265% (Aprea, 2008).

Aplicación de biosólidos

El concepto de biosólidos surge ante un nuevo paradigma de producción en el cual se requiere nuevas alternativas que aumenten la producción de alimentos pero cuidando el recurso suelo, el clima y el agua, o sea un paradigma que prioriza la sustentabilidad de los sistemas en detrimento de las actuales producciones en donde la contaminación es un problema cada vez más preocupante.

Debido a los problemas ecológicos y económicos provocados por el uso intensivo e inadecuado de los fertilizantes sintéticos, la agricultura mundial en los últimos años está encaminada a lograr una agricultura sostenible, con el objetivo de obtener altos rendimientos con aplicación de bajos insumos y en lo posible el uso de productos de origen orgánico (Utria, 2008).

Los biosólidos constituyen materiales orgánicos producidos durante el tratamiento de aguas residuales, los cuales pueden ser utilizados en diversos usos beneficiosos. Un ejemplo de tales usos es la incorporación de biosólidos al suelo para abastecerlo de nutrientes y renovar la materia orgánica del mismo. El reciclaje de los biosólidos a través de la aplicación al suelo tiene varios propósitos (ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY, 2000).

Estos mejoran las características del suelo las cuales brindan condiciones más favorables para el crecimiento de las raíces, incrementan la tolerancia de la vegetación a la sequía y brindan nutrientes esenciales para los cultivos. Los biosólidos pueden servir

también como una alternativa o sustituto de los costosos fertilizantes químicos (ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY, 2000).

La aplicación de lodos residuales sobre el suelo se presenta como una alternativa de aporte de nutrientes a los cultivos (Grosso *et al.*, 2008), ya que se han encontrado resultados beneficiosos tanto de tipo ambiental como económico, debido a que éstos lodos proporcionan material orgánico, mejoran la estructura del suelo y ofrecen un gran potencial para el reciclaje de macronutrientes y micronutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas (Caldera *et al.*, 2007).

El empleo de biosólidos a través de la aplicación al suelo presenta varias ventajas físicas y químicas. Mejoran 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, proveen algunos micronutrientes esenciales, tales como el níquel, el zinc y el cobre, y pueden servir como una alternativa o sustituto de los costosos fertilizantes químicos (Pesinova, 2008).

Los valores para N, P y K en los biosólidos son, para N entre 2,4 y 5 % del sólido total, para el P (como P_2O_5) entre 2,8 y 11 % del sólido total y para el K (como K_2O) entre 0,5 y 0,7% del sólido total (Metcalf y Eddy Inc., 2003).

Estos son esencialmente líquidos, con un contenido mayor al 90% de agua y cantidades de sólidos relativamente bajas; para la aplicación se pueden inyectar al suelo, o ser dispersados sobre la superficie del terreno e incorporarlos utilizando equipos agrícolas convencionales (ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY, 2000).

Los biosólidos se obtienen por medio del tratamiento de los 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 en los biosólidos, 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 efecto beneficioso del uso de biosólidos en la agricultura no se limita sólo a las propiedades químicas de los suelos. Ha sido demostrado por numerosos autores que además

de estas, las propiedades físico-químicas y biológicas de los suelos también se ven mejoradas con la adición de los residuos (Utria *et al.*, 2008; Valdés Méndez *et al.*, 1999; Aller, 1999).

Crespi *et al.*, (2012) después de varios años de ensayos en ajo regados con aguas residuales, aplicación de fertilizantes nitrogenados e incorporando biosólidos como fuente nutricional para el cultivo, menciona que ésta última tecnología constituye un aporte significativo en la sustitución de los fertilizantes sintéticos.

La aplicación de biosólidos al suelo incrementa la producción de biomasa y el rendimiento del cultivo, sin embargo, dicha aplicación presenta algunos aspectos negativos tales como la presencia de metales pesados y microorganismos patógenos, siendo los metales pesados su principal factor limitante (Lavado y Taboada, 2002); no obstante, atendiendo a la procedencia de los efluentes domiciliarios con que se condujo éste ensayo de investigación, solo debe prestarse atención a la presencia de patógenos, aunque dado el tiempo de resistencia hidráulica (TRH) de la biodigestión de 28 días en este caso y trabajando entre 39 °C - 41°C, el desarrollo microbiano se ve limitado.

Uso de coberturas orgánicas

El acolchado o mulching es una práctica agrícola que consiste en cubrir el suelo con un material, generalmente orgánico, destinado a proteger el suelo y eventualmente a fertilizarlo (Urbano Terrón, 1992).

La cobertura con residuos orgánicos de origen vegetal constituyen una opción interesante por ser de bajo costo, de fácil adquisición, dependiendo de la zona, y principalmente porque son biodegradables (ABC Digital, 2012).

Esta práctica produce múltiples efectos beneficiosos en el suelo que se pueden estudiar desde el punto de vista físico, químico y biológico (Cánovas Fernández, 1993). La mayoría de los mulch son orgánicos, basándose su elección en costo, apariencia y disponibilidad local (Skroch *et al.*, 1992).

Dentro de las ventajas del uso del mulch se encuentran: la conservación de la humedad del suelo, disminución del escurrimiento superficial y erosión, la capacidad de retención de agua, aumento de la permeabilidad de la superficie del suelo, disminución de las fluctuaciones de temperaturas del suelo, control de malezas (Turney y Menge, 1994).

El agua de lluvia se escurre por el acolchado, penetra en el suelo y no se pierde. El suelo se mantiene suelto y la superficie no forma costra. El acolchado no permite que el agua lodosa salpique los cultivos y así se mantienen limpios y menos propensos a enfermarse (Salas Calva, 2008).

Los materiales que se utilizan para elaborar los mulch orgánicos son variados y entre ellos se encuentran: la turba, chips de madera, corteza de pino, acícula de pino, paja, cortes de pasto, guano, restos de follaje, restos de cultivos entre otros (Robinson, 1988; Turney y Menge, 1994). El uso del mulch de paja permite crear un excelente medio para el crecimiento de raíces alimenticias (Coffey, 1984).

Otra ventaja del uso del mulch, corresponde a la disminución de las fluctuaciones de temperaturas del suelo, principalmente en los primeros 15 cm de profundidad. Las temperaturas máximas de los suelos con mulch son siempre menores a los sin mulch y las temperaturas mínimas son siempre mayores generándose una estabilización de la temperatura diaria. Sin embargo, las temperaturas del suelo que se desarrollen dependen del material utilizado ya que cada mulch genera su propio régimen, siendo siempre la temperatura diurna más baja y la nocturna más alta que el suelo descubierto (Salas Calva, 2008)

Se puede indicar que el uso del mulch, en cultivos hortícolas, es una alternativa para zonas con poca disponibilidad de agua de riego, que consiste en cubrir el suelo que rodea la planta con una capa de 2 a 3 cm de material vegetal; se puede colocar entre hileras de plantas para proteger la superficie (Escobar, 2011).

Entre las varias ventajas que presenta la utilización de coberturas podemos nombrar como principales, que mejora y estabiliza la estructura del suelo o la distribución de las partículas de tierra, sirve como amortiguador, reduciendo la compactación del suelo causado por la lluvia, por las aguas de escorrentía o por las gotas que provienen del riego (Escobar ,2011).

El mulch, después de la siembra ayuda a reducir la erosión de las camas ocasionada por lluvias fuertes, hasta que las plantas produzcan suficiente cobertura viva sobre el suelo. Mantienen la humedad del suelo al reducir la evaporación del agua del suelo. Impiden el agrietamiento de la superficie, mejorando así la absorción y percolación del agua hacia los

lugares del suelo en los que están creciendo las raíces, impiden que los frutos y las plantas sean salpicados con lodo y reducen pérdidas ocasionadas por enfermedades que provienen del suelo. Reducen problemas de malezas (Escobar, 2011).

ANTECEDENTES

Maynard (1994) publicó que las producciones de brócoli y coliflor de parcelas sin fertilizar y donde se agregó 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 las producciones de parcelas fertilizadas con 150 N - 66 P - 125 K (Kg ha⁻¹).

Montero (1999), evaluó la respuesta de la coliflor (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) a cuatro fuentes de fertilización orgánica: humus de lombríz, 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 lombríz a razón de 16 t.ha⁻¹ para todas las variables evaluadas.

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

Utria (2008) con el objetivo de evaluar el impacto del uso agrícola de los biosólidos, demostró que la aplicación de éstos obtenidos mediante digestión anaeróbica incrementa los contenidos de materia orgánica, fósforo y calcio, mientras que las poblaciones de patógenos fueron mínimas y en algunos casos nulas en el suelo; también observó el efecto positivo en la producción de plantas de tomate, sin alterar la calidad de los frutos. Concluye que los biosólidos con fines agrícolas es una alternativa viable y económica.

Rotondo, *et al.*, (2009), evaluaron el efecto de la aplicación de diferentes enmiendas orgánicas y fertilizante nitrogenado sobre propiedades edáficas, rendimiento, diámetro y peso medio de pella en el cultivo hortícola de brócoli, encontrando diferencias significativas a favor de las enmiendas con respecto al testigo para las cuatro variables medidas.

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 del trabajo fue evaluar el efecto fertilizante de los biosólidos en un cultivo de brócoli y el uso de pajas como cobertura de suelo para modificar la evaporación del agua, el régimen térmico y reducir la incidencia de malezas en el cultivo.

HIPÓTESIS

El efecto fertilizante de los biosólidos, obtenidos de lodos urbanos tratados, y el uso de cobertura del suelo con paja tendrán una incidencia positiva en el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *itálica* Plenck).

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto fertilizante de los biosólidos y el efecto de la cobertura del suelo con paja sobre la productividad del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *itálica* Plenck).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la evolución de la temperatura del suelo durante el ciclo del cultivo para cada uno de los tratamientos.
- Evaluar la cobertura de malezas mediante muestreos mensuales en cada uno de los tratamientos.
- Evaluar diámetro de pella (cm), peso de pella (g), diámetro de pedúnculo de la inflorescencia (cm) y rendimiento total ($t \cdot ha^{-1}$).
- Determinar la presencia o ausencia de microorganismos dañinos para la salud, tales como *Salmonella sp* y *Escherichia coli*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características ambientales

El ensayo se realizó en la ciudad de Río Cuarto, ubicada a (33°07' LS, 64° 14' LO), departamento Río Cuarto, provincia de Córdoba, a 421 metros sobre el nivel del mar presentando las siguientes características ambientales:

Régimen climático templado húmedo con invierno seco; la Temperatura Máxima Anual: 23,18 °C; Temperatura Mínima Anual: 10,20 °C, Temperatura Media Anual: 16,30 °C.

El régimen de precipitaciones presenta una distribución anual del tipo monzónico con un 80 % de las lluvias concentradas en el período primavera-estival, con una precipitación media anual de 801 mm.

En cuanto a las condiciones edáficas, el suelo presenta una textura franco arenoso, clasificado como Haplustol típico, de relieve normal con llanuras suavemente onduladas, de aptitud agrícola (Cantero *et al.*, 1986).

Planta piloto de tratamiento y reutilización de efluentes urbanos

Próximo al Campo Experimental de la Universidad Nacional de Río Cuarto se encuentran las Residencias Estudiantiles Universitarias (REU), donde está instalada una Planta Experimental para el tratamiento y la reutilización de aguas residuales urbanas con un potencial de captación del efluente erogado por el complejo habitacional de alrededor de 25000 L d⁻¹ de efluentes urbanos generados por un complejo habitacional de 208 habitantes.

El proceso general de manejo de los efluentes puede explicarse partiendo de la Figura 1, donde se presentan una serie de operaciones imprescindibles para conducir el caudal hacia su tratamiento; todo comienza con la interconexión de los 50 departamentos de las llamadas Residencias Estudiantiles Universitarias (REU).

Instalación de la red cloacal



Figura 1. REU y trabajos previos de interconexión cloacal. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

El efluente proveniente de las REU se conduce a través de una tubería de PVC, K4 de 160 mm de diámetro desde una profundidad de 0,60 m hasta 2 m, con una pendiente proyecto de 1,5% y descarga en una cámara receptora de cemento de 1,5 m de ancho por 2,5 m de largo por 5 m de profundidad (Figura 2) donde comienza la etapa de pre-tratamiento (Crespi *et al.*, 2012), en principio, 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, que actúa como primer prefiltro de material grueso, y luego vierte por gravedad al canasto de acero inoxidable de 0,075 m³ cubierto de perforaciones que actúa como un colador y que hace las veces de segundo prefiltro que retiene el grueso que podría haber pasado en el paso anterior, semanalmente se retrae el canasto para su limpieza, se lava y se vuelve a introducir.

Pretratamiento

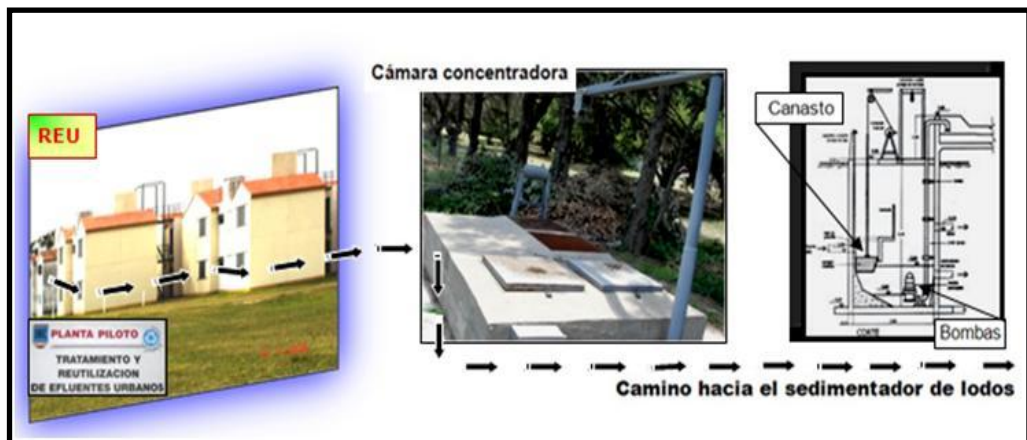


Figura 2. Conducción de los efluentes y pretratamiento. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Desde esta cámara por medio de bombas que operan alternativamente y en forma automática cada vez que se almacena un volumen de efluentes de 3000 L, éstos son enviados hacia el tanque sedimentador de lodos conducido por una tubería de PVC en la planta experimental.

El tanque sedimentador (Figura 3) con un volumen de 10000 L tiene por función concentrar el agua residual derivada y la deposición de lodos. En uno de sus laterales hay un orificio por el cual se descarga el agua cruda hacia un reactor biológico y por la parte inferior se captan los lodos que se derivan al proceso de biodigestión (Crespi *et al.*, 2010), desde donde se obtienen los biosólidos luego de cumplirse el tiempo de residencia hidráulico (TRH).



Figura 3. Cámara receptora y tanque sedimentador de lodos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

La laguna facultativa tiene por función bajar la demanda biológica de oxígeno (DBO), a través de plantas macrófitos reduciendo así la comunidad de coliformes, y de allí pasa luego del tiempo de depuración a una laguna de maduración que consiste en un tanque de mayor volumen, con una capacidad de 136310 L y poca profundidad, su función es reducir la cantidad de gérmenes a límites permisibles, haciendo uso de la radiación ultravioleta generada naturalmente por el sol.

Este tipo de desinfección es el principal mecanismo para la desactivación o destrucción de organismos patógenos con el fin de prevenir la dispersión de enfermedades transmisibles a través del agua. Cuando la radiación UV penetra las paredes de las células de un organismo, ésta destruye la capacidad de reproducción de la célula (Figura 4).



Figura 4. Tratamiento no convencional de los efluentes. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Generación de biosólidos

Como se muestra en la Figura 5, una de las partes importantes para el desarrollo de éste trabajo fue poseer un sistema de biodigestión. De esta manera es posible contar con la generación de biosólidos que son lodos digeridos, la otra parte componente de los efluentes urbanos, para ser usados en diferentes cultivos agrícolas y, en este caso, para la producción hortícola y de brócoli específicamente.

Los lodos obtenidos por decantación, se condujeron por una tubería de PVC de 30 m de longitud y 63 mm de diámetro hasta la boca de carga del biodigestor con una pendiente del 4 % donde se realizó su tratamiento por transformación de la materia orgánica mediante el proceso biológico de anaerobiosis en un depósito cuadrado de 392 L de capacidad de acero protegido interna y externamente con pintura epoxi para el período de investigación 2011.



Figura 5. Proceso de biodigestión de lodos urbanos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Las características de los biosólidos fueron determinadas en el Laboratorio de Nutrición Animal de la UNRC y se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Características agroecológicas de los biosólidos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Parámetros	Unidad	30-jul.	10-Sep	06-nov.
Cenizas	(%)	54,9	67,8	60,21
Materia Orgánica	(%)	45,1	32,2	39,79
Nitrógeno total	(%)	2,2	1,19	1,88
Fósforo	(%)	1,35	1,11	1,42
Potasio	(%)	0,51	0,65	0,81
Carbono	(%)	26,16	18,67	29,15
C/N	(%)	11,89	15,69	15,51

En la Figura 6, se puede observar una serie de operaciones conducentes a la extracción del biosólido, proveniente del procesamiento en el biodigestor, para su aplicación en la parcela. En primer lugar, se toma el volumen recogido en un balde de 12 L y se pesa en una balanza electrónica de 30 kg de capacidad hasta conseguir la dosis calculada de aplicación de biosólido para cada tratamiento; luego se vierte dicho contenido en un depósito de 50 L con el que se transporta hasta el campo donde se realiza la aplicación.



Figura 6. Determinación de la dosis de biosólidos. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

En la Figura 7, se observa la aplicación en forma manual del biosólido en el cultivo de brócoli. La misma se efectuó a partir de los 40 días del ciclo, momento en el cual el cultivo se encuentra en fase lineal de crecimiento (Castellanos *et al.*, 1998), mientras que la segunda aplicación se realizó a los 80 días.



Figura 7. Aplicación de biosólidos en brócoli. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Sistema de riego por goteo

Para el riego se obtuvo agua de una perforación a través de una electrobomba. Para establecer la línea de riego se utilizó un sistema de riego por goteo con una tubería de PVC de 63 mm de diámetro externo ubicada en la cabecera de los surcos, donde se colocó mediante el uso de conectores gromet, líneas de tubería integradas dispuestas en el medio de las hileras de plantación, con tres emisores por metro lineal, quedando dos hileras de plantas a cada lado con goteros “in line” tipo laberinto. El caudal unitario fue de aproximadamente 2 Lh^{-1} (Figura 8).

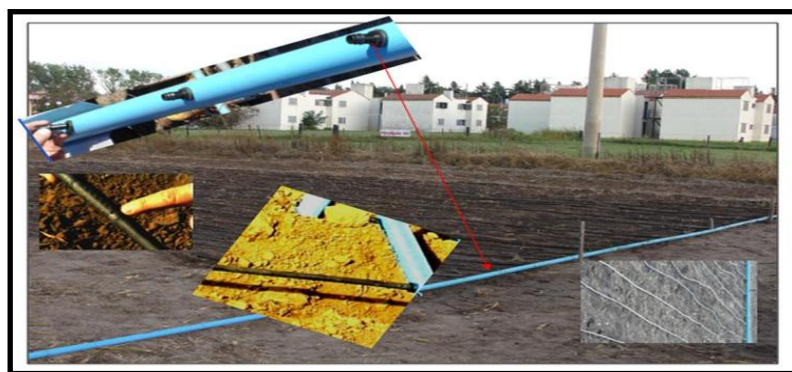


Figura 8. Línea secundaria y laterales de riego por goteo. Planta Piloto UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Características del ensayo

En la temporada 2011 se llevó a cabo la implantación de un cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica* Plenck). Previo a la plantación se efectuó la preparación del suelo mediante una rastra de discos, con el objetivo de asegurar un terreno mullido, desterronado, libre de malezas y rastrojos. Se efectuó un análisis de suelo de 0-20 cm, el cual arrojó los siguientes resultados: Materia orgánica 2,07%, Nitrógeno de nitratos 29,18 ppm, Nitratos 129,3 ppm, Fósforo 49 ppm, pH 6,27, Conductividad Eléctrica 0,15 ds/m, Potasio 2,36 cmol/kg, CIC 14 cmol/kg.

Plantación

La fecha de plantación del cultivo fue el 31 de Agosto, con una densidad de 4,07 plantas.m², y en un marco de plantación de 0,70 m entre hileras y 0,35 m entre plantas. La superficie de la parcela fue de 125,44 m², (11,2 m de ancho x 11,2 m de largo).

Los plantines necesarios se realizaron en una plantinera comercial. El híbrido de brócoli que se utilizó fue “Federer” de la empresa Rijk zwaan® de ciclo intermedio.

Tratamientos

El diseño experimental fue en bloques completos al azar, con 4 (cuatro) tratamientos y 4 (cuatro) repeticiones con un área de 7,84 m² (2,8 m de largo x 2,8 m de ancho). Los tratamientos fueron los siguientes: 1- Biosólido con cobertura de paja (Bio+CcPj), 2- Biosólido (Bio), 3-Cobertura con paja (CcPj,) 4-Testigo (Figura 9).

Es importante destacar que la cobertura vegetal utilizada fue de moha (2 kg m⁻²) y que se utilizó una dosis de biosólido de 50 t.ha⁻¹ para los respectivos tratamientos.



Figura 9. Diferentes tratamientos en la unidad experimental. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.

El aporte de agua por lámina de riego aplicada en el ensayo fue de 190 mm durante los 3 meses de duración del ensayo, y recibió una precipitación efectiva de 191 mm (Figura 10).

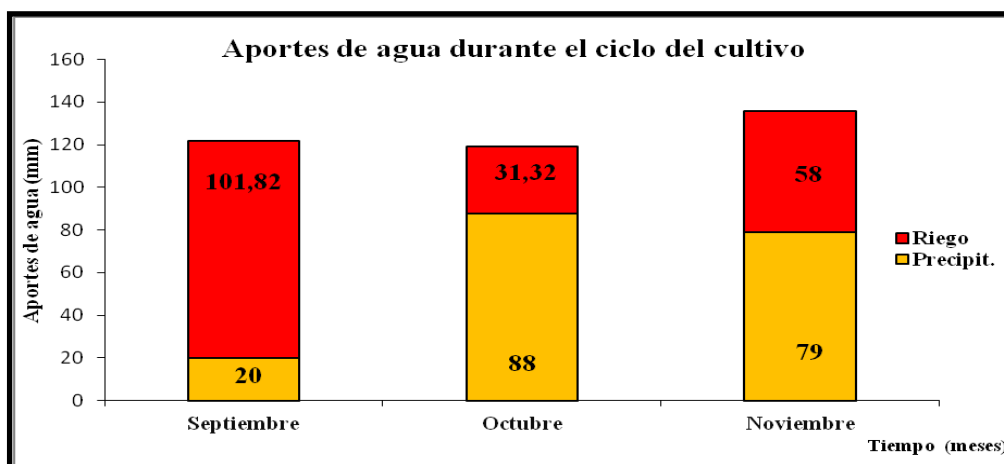


Figura 10. Aporte de agua durante el ensayo. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

También se realizó semanalmente un seguimiento de la temperatura del suelo mediante el uso de geotermómetros a una profundidad de 10 cm. Se detalla en Figura 11.



Figura 11. Medición de la temperatura. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

La evaluación de malezas se efectuó mediante muestreos mensuales teniendo en cuenta el método de Braun-Blanquet donde se realizó un censo de las especies presentes en 1 m² de superficie de la parcela en el cual se consignó una estimación de los valores de cobertura de las especies presentes en función a la escala de Braun-Blanquet (1979). La cobertura se estimó arrojando un aro de 0,25 m² y teniendo en cuenta la proyección vertical de la corona o vástagos de una planta sobre el suelo en función de los siguientes grados: 1) 0-5% (2,5%); 2) 5-25% (17,5%); 3) 25-50% (37,5%); 4) 50-75% (62,5%) y 5) 75-100% (87,5%) de cobertura. Las muestras se realizaron una vez al mes durante 4 meses

(Agosto/Sep. /Oct. /Nov.), promediando los valores para obtener una cobertura total de cada maleza.

Cosecha

La cosecha se realizó el 28 de Noviembre de 2011, en forma manual sobre los cuatro surcos centrales de tres metros de longitud en cada subparcela (Figura 12).



Figura 12. Formación de pella lista para el corte. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Al momento de la cosecha se evaluó el diámetro de pella (cm), peso de la pella (g), diámetro del pedúnculo de la inflorescencia (cm) y el rendimiento total ($t\ ha^{-1}$) del cultivo expresado en peso fresco (Figura 13).

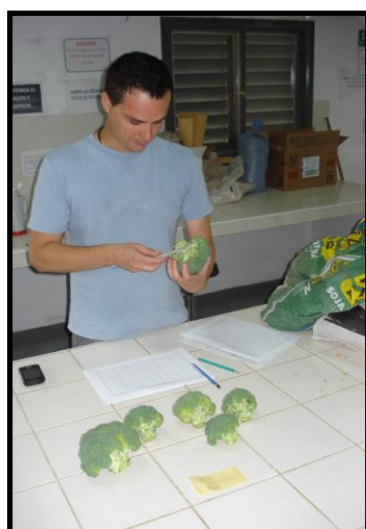


Figura 13. Medición de los parámetros. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Análisis Microbiológico

La calidad sanitaria de las pellas se determinó mediante análisis microbiológicos realizados en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales de la UNRC para establecer la presencia de microorganismos dañinos para la salud. Para ello se tomaron muestras de cada tratamiento, se colocaron en bolsas de nylon identificadas y se llevaron a laboratorio.

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 Tetracionato 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).

Todos los datos obtenidos se analizaron estadísticamente con el programa Infostat, aplicando análisis de varianza (ANOVA) y análisis de comparación de medias con el test LSD Fisher ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cobertura del Suelo

Temperatura de suelo

Se determinó a través de mediciones de temperatura edáfica que en los tratamientos con condiciones de suelo sin cobertura de paja (testigo, Bio) la temperatura siempre fue superior para una misma fecha que en los tratamientos con condiciones de cobertura con paja (Bio+Ccpj, CcPj), (Tabla 2). Esto coincide con lo expresado por Salas Calva, 2008, donde las temperaturas máximas de los suelos con mulch son siempre menores a los sin mulch y las temperaturas mínimas son siempre mayores generándose una estabilización de la temperatura diaria (Figura 14).

Tabla 2. Temperaturas medias para las situaciones de cobertura con paja y sin cobertura con paja. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Situación	Temperatura media mensual (°C)	
	Octubre	Noviembre
CcPj	17,5	20,18
ScPj	21,43	23,18

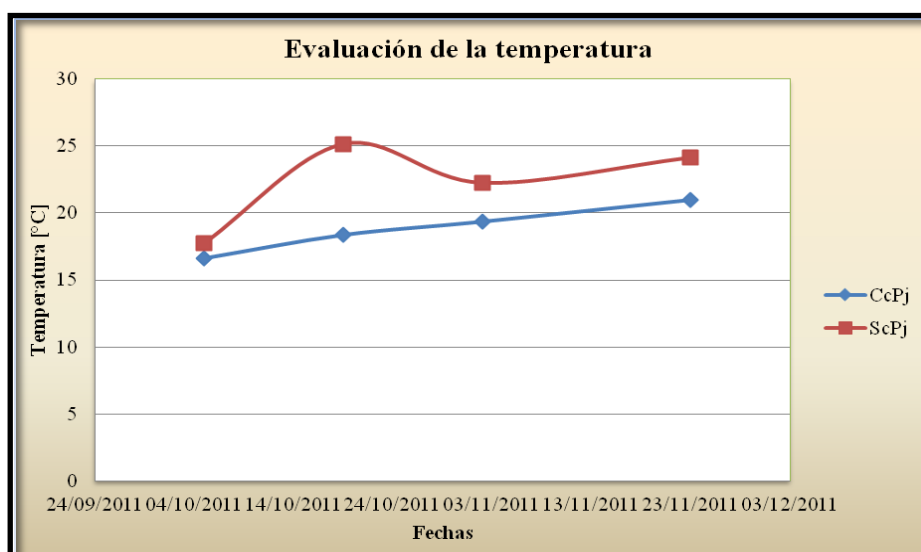


Figura 14. Temperatura media en función de los tratamientos. UNRC. Río Cuarto. Córdoba.

Evaluación de malezas

Como se puede observar en la Tabla 3 (porcentaje de cobertura de cada maleza y total), se determinó menor presencia de malezas en los tratamientos con cobertura con paja debido a la ausencia de luz y menor temperatura. También se observó que en el tratamiento con cobertura hubo muy poco desarrollo de latifoliadas y que las gramíneas y sobre todo perennes presentaron mayor desarrollo, (Figura 15). Esto concuerda con lo expresado por Escobar (2011), cuando en la enumeración de los beneficios que trae aparejada la cobertura menciona la disminución de problemas con malezas.

Tabla 3. Evaluación de malezas en los diferentes tratamientos. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.

Tratamiento	<i>Digitaria sp.</i>	<i>Sorghum sp.</i>	<i>Cyperus sp.</i>	<i>Chenopodium sp.</i>	<i>Xanthium sp.</i>	<i>Brassica sp.</i>	<i>Polygonum sp.</i>	% total de cobertura
T	2,5	2,5		37,5	17,5	17,5	2,5	80
CcPj	17,5	17,5	17,5	2,5				55
Bio	2,5	2,5	2,5	37,5	17,5	17,5	17,5	97,5
Bio+CcPj	17,5	17,5	37,5					72,5

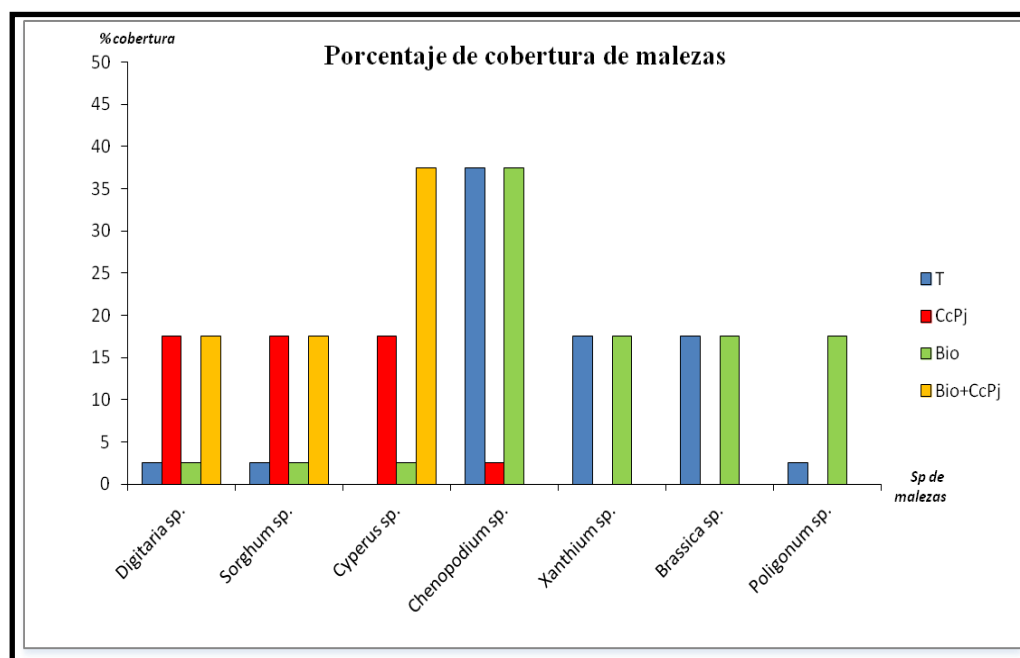


Figura 15. Desarrollo de malezas según los diferentes tratamientos. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.

Aportes de Nutrientes al cultivo

El aporte de nutrientes por parte del biosólido teniendo en cuenta la dosis aplicada (50 t.ha^{-1}) fue la siguiente:

- **N** : 94 kg ha^{-1}
- **P** : 71 kg ha^{-1}
- **K** : $40,5 \text{ kg ha}^{-1}$

Cultivo de Brócoli

Al realizar el procesamiento de los datos obtenidos con respecto al comportamiento de las variables (Diámetro de Pella, Diámetro de Pedúnculo y Peso de Pella) en función de los diferentes tratamientos realizados, (Tabla 4), se pudo observar y determinar una tendencia significativa, en donde las variables fueron incrementando sus valores a medida que los tratamientos presentaban mayor tecnología.

Diámetro de pella

Para esta variable el tratamiento Bio+CcPj presentó el mayor valor promedio con 10,05 cm. Mientras que el tratamiento Bio 9,82 cm, y CcPj 9,51cm. Cabe mencionar que en el testigo el diámetro de pella fue de 8,88 cm mostrando una diferencia significativamente estadística con el resto de los tratamientos, (Figura 16).

Diámetro de Pedúnculo

El análisis arrojó las mismas tendencias en donde los tratamientos con mayor tecnología son los de mayor respuesta. De esta manera en Bio+CcPj el diámetro de pedúnculo fue de 2,93 cm, mientras que en Bio fue de 2,84 cm, y en CcPj 2,77 cm. Se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos y el testigo el cual presentó un diámetro de pedúnculo de 2,60 cm. También existió diferencia significativa entre Bio+CcPj y el resto de los tratamientos, (Figura 17).

Peso de pella

Finalmente al analizar el Peso de pella la tendencia siguió siendo coincidente con los análisis anteriores, y el mayor peso se observó en Bio+CcPj con 151,82 g. Para Bio el promedio fue 142,13 g, y en CcPj fue de 130,42 g. Es importante también destacar que al igual que en el resto de las variables hubo diferencia estadística significativa entre el testigo 111,24 g, y el resto de los tratamientos y entre Bio+CcPj: 151,82 g y los demás tratamientos, (Figura 18).

Tabla 4. Diámetro de pella, Diámetro de pedúnculo y Peso de Pella en función de los diferentes tratamientos. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.

Tratamiento	Diámetro medio de pella(cm)	Diámetro medio de pedúnculo(cm)	Peso medio de Pella (g)
T	8,88 c	2,60 c	111,24 c
CcPj	9,51 b	2,77 b	130,42 bc
Bio	9,82 b	2,84 ab	142,13 ab
Bio+CcPj	10,05 a	2,93 a	151,82 a

Nota: Diferentes letras indican diferencias significativas según LSD Fisher ($p < 0.05$)

En los siguientes gráficos se muestran el diámetro de pella, diámetro de pedúnculo y peso de pella.

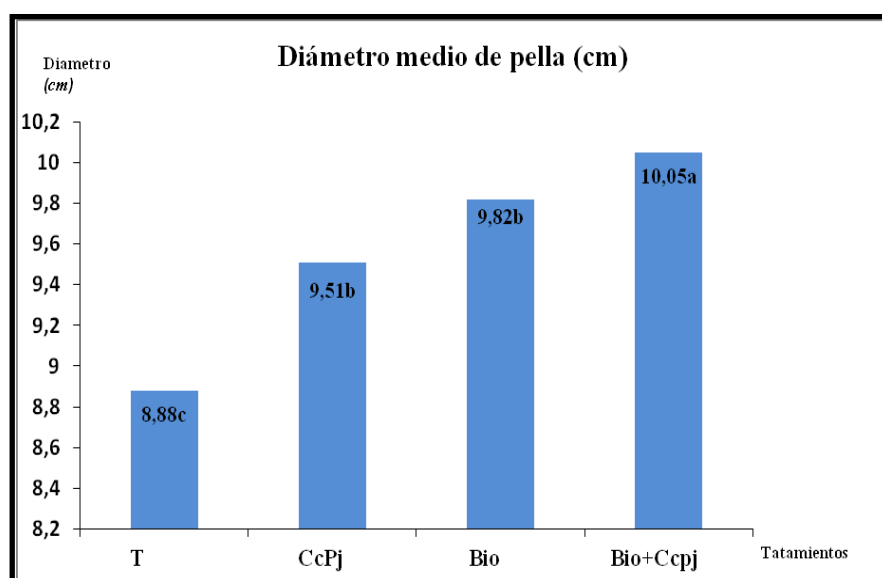


Figura 16. Diámetro de pella según el tratamiento. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.

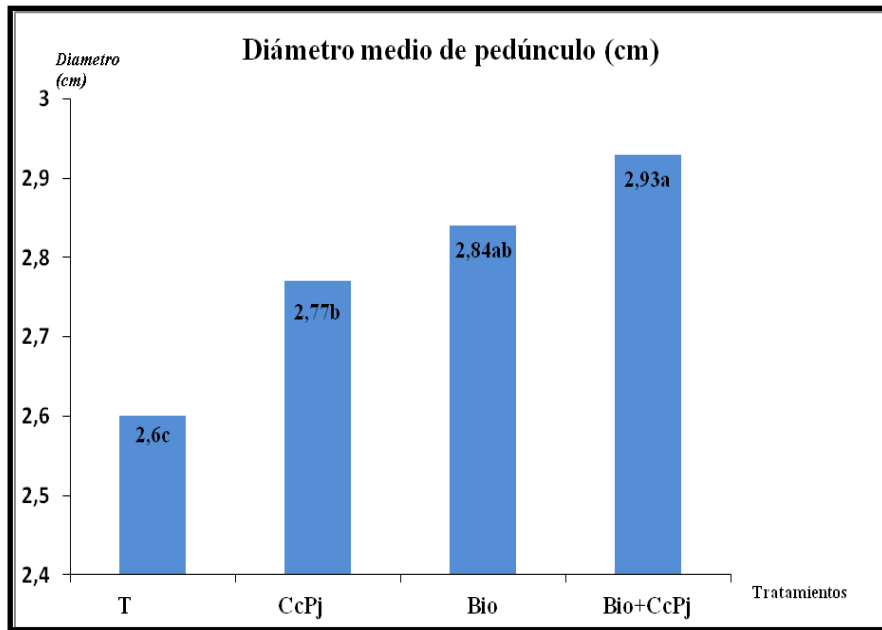


Figura 17. Diámetro de pedúnculo según tratamiento .UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.

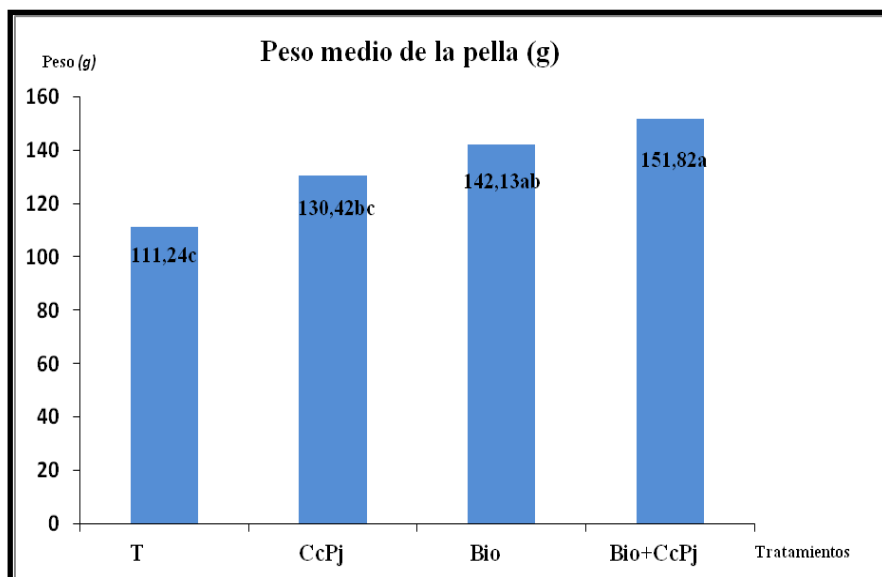


Figura 18. Peso de pella en función del tratamiento. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.

Rendimiento

Finalmente analizando al parámetro que resume de mejor manera a los componentes del rendimiento, se pudo arribar que las tendencias observadas para las anteriores variables aquí se vuelven a confirmar (Tabla 5).

Es así como el testigo presentó el menor rendimiento (4,54 t ha⁻¹), determinando una diferencia estadística significativa con el resto de los tratamientos.

Por otro lado como se vino registrando en los anteriores parámetros la tendencia se mantuvo y así fue como en el tratamiento CcPj se obtuvo un rendimiento de 5,32 t.ha⁻¹, en Bio 5,8 t.ha⁻¹ y en Bio+CcPj 6,20 t.ha⁻¹. Este último tratamiento (el más intensivo) presentó diferencia estadística significativa con el resto de los tratamientos (Figura 19).

Se puede concluir de esta manera que hay un claro beneficio en la utilización de biosólido, mejorando el balance nutritivo para el cultivo, y también los mayores beneficios que presenta el uso de cobertura, aumentando principalmente el agua útil para el cultivo, ya que permite disminuir las pérdidas y guardar tan importante recurso.

Tabla 5. Rendimiento medio (t ha⁻¹) de brócoli en función de los diferentes tratamientos. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.

Tratamiento	Rendimiento (t.ha⁻¹)
T	4,54 c
CcPj	5,32 bc
Bio	5,80 ab
Bio+CcPj	6,20 a

Nota: Diferentes letras indican diferencias significativas según LSD Fisher (p< 0.05)

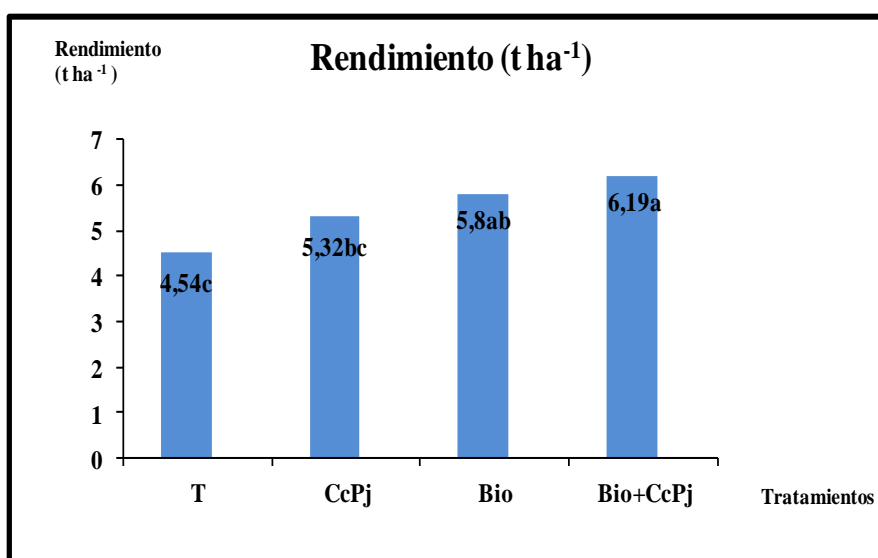


Figura 19. Rendimiento medio (t ha⁻¹) en función del tratamiento. UNRC. Rio Cuarto. Córdoba.

Calidad Sanitaria

El 28/11/2011, inmediatamente después de la cosecha, se realizó en el laboratorio de Análisis Microbiológico de Alimentos de la Facultad de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales de la UNRC, el análisis bacteriológico para determinar la presencia de agentes patógenos en las pellas.

De esta manera se evaluaron los diferentes tratamientos ensayados y se comprobó en todos ellos la ausencia de *E. coli* y *Salmonella sp.*, quedando demostrada la seguridad que ofrece la utilización de biosólidos, y la viabilidad de implementar esta técnica como fuente de fertilización para la producción.

CONCLUSIONES

- Se logró aumentar el rendimiento de brócoli, cultivado en la zona de Río Cuarto al utilizar técnicas agroecológicas como el uso de biosólidos y la cobertura de suelo con paja de moha.
- Se aportó, a través de los biosólidos, nutrientes al suelo trayendo consigo un aumento en el rendimiento del cultivo de brócoli respecto al testigo. Es así que esta enmienda orgánica podría sustituir a los costosos fertilizantes sintéticos.
- La cobertura con paja de moha demostró tener un buen efecto de control de malezas, observándose menor desarrollo y cantidad respecto al testigo. También tuvo efecto en la estabilización de la temperatura del suelo disminuyendo la amplitud térmica.
- Se logró obtener pellas con calidad tanto comercial como sanitaria, ya que no hubo presencia ni de *Escherichia Coli* ni de *Salmonella sp*, proyectándose de esta manera la utilización de estas técnicas sostenibles para el ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- **ABC DIGITAL.** 2012. ABC rural. En:
<http://archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=521619>
Consultado: 20/10/2012
- **ALLER M.** 1999. *Utilización de Biosólidos en la Agricultura.* Universidad de León.
http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1020235 . Consultado: 12/09/2012.
- **APREA, A.** 2008. “Cultivo de crucíferas: Brócoli y coliflor”. En: Boletín Hortícola de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Año 13, N° 39: 29-32 UNLP.
- **BEECHER CWW.** 1994. Cancer prevention properties of varieties of Brassica oleracea: a review. *Am J Clin Nutr.* 59: 1166-1170).
- **BRAUN-BLANQUET J.** 1979. “Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales”. Blume Ediciones, Madrid.
- **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.* (15), 3. Maracaibo, Venezuela. Pp. 371-379.
- **CÁNOVAS FERNÁNDEZ.** 1993. Manejo de malezas para países en desarrollo. Segunda edición, Editorial Acribia, Bogotá, Colombia.
- **CANTERO GUTIERREZ, A.; E. M. BRICCHI; V. H. BECERRA; J. M. CISNERO y H. A. GIL.** 1986. Zonificación y descripción de las tierras del departamento de Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Pp 78.
- **CASTELLANOS, J. LAZCANO, I., SOSA BALDIBIA, A., BADILLO, B. Y S. VILLALOBOS.** 1998. 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. *Revista informaciones Agronómicas* (4) 2.
- **COFFEY.** 1984. An integrate approach to the control of avocado root rot. *California Avocado Society Yearbook* 68:61-68. Consultado 5 Jul. (2008). Disponible en: www.isahispana.com/pubs/mulching_spanish.pdf.
- **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”. En actas: XX Congreso Nacional del Agua. III Simposio de Recursos Hídricos del Cono Sur. Mendoza: 76.

- **CRESPI, R.; M. PUGLIESE; L. GROSSO; E. GROPELLI; C. MIGAN; D. RAMOS; F. SALUSSO y A. CHANADAY.** 2010. “Evaluación de la potencialidad de la producción de biogás y uso de biosólido”. En actas: 17º Congreso argentino de Saneamiento y Medio Ambiente. Buenos Aires, Argentina: 1 – 14.
- **CRESPI, R.; M. PUGLIESE; L. GROSSO; D. RAMOS; F. SALUSSO; E. SOLER; A. SOLTERMAN; A. SANCHEZ; F. RAINERO; D. SILVA y A. TESTA.** 2012. “Generación de biogás y disposición de biosólido”. En actas: 18º Congreso Argentino de Saneamiento y Medio Ambiente. Buenos Aires, Argentina: 1 – 18.
- **CRESPI, R.** 2012. Riego Subterráneo con Aguas Residuales Tratadas. Cultivos oleaginosos. 1º Ed. EAE. Alemania: 198.
- **ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY.** 2000. “Folletos informativos de biosólidos de la Epa”. Septiembre 2000.
- **ESCOBAR S.,** 2011. Revista Tierra Adentro. “El Mulch como Cobertura Orgánica”. En: <http://revistatierraadentro.com/index.php/agricultura/84-el-mulch-como-cobertura-organica>. Consultado: 07/11/2012.
- **GROSSO, L.; J. MÁZ; D. RAMOS; R. CRESPI.** 2008. Riego con efluentes tratados y fertilización nitrogenada en cultivo de ajo blanco. XXX Congreso Argentino de Horticultura. 1º Simposio Internacional sobre Cultivos Protegidos. La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- **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.
- **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.
- **METCALF Y EDDY, INC.** 2003. Wastewater engineering, treatment, disposal and reuse. Fourth Edition, ed.McGraw-Hill.
- **MONTERO R.** 1999. Respuesta de la coliflor (*Brassica oleracea var. botrytis*) a cuatro fuentes de fertilización orgánica. Universidad central del Ecuador, Quito. Fac. De Ciencias Agrícolas. Michachi-Pichincha. 122 pp.
- **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). MONOGRAFIAS INIA: AGRICOLA N. 1.

- **PESINOVA, V.** 2008. Reciclado y Tratamiento de Residuos. Gaceta Ide@s CONCYTEG Año 3. N° 32, En:
http://octi.guanajuato.gob.mx/octigto/formularios/ideasConcyteg/Archivos/32032008_II_reciclado_tratamiento_residuos.pdf.
Consultado: 23/02/2012.
- **REGION DE MURCIA.** 2013. Región de Murcia digital – Gastronomía – Hortalizas Verduras. En: http://www.regmurcia.com/servlet/s.SI?sit=c,543,m,2714,&r=ReP-20159-DETALLE_REPORTAJES . Consultado: 06/11/2012.
- **ROBINSON, D.** 1988. Mulches and herbicides in ornamental plantings. Hortscience 23:547-552.
- **ROTONDO, R; FIRPO, I T; FERRERAS, L; TORESANI, S; FERNÁNDEZ, S Y E. GÓMEZ.** 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.
- **SALAS CALVA L.A.** 2008. “Efecto de diferentes especies vegetales en acolchado (mulching) sobre suelos arcillosos en la estación agroecológica U.T.P.L”. escuela de ingeniería agropecuaria. trabajo de tesis. Universidad Técnica Particular de Loja.Consultado:11/09/2012.En:
http://www.gardenorganic.org.uk/international_programme/index.php.
- **SKROCH, N. POWELL, M. BILDERBACK.T. Y HENRY, P.** 1992. Mulches: Durability, Aesthetic value, weeds control, and temperature. J. Environ.Hort. 10(1): 43-45.
- **TURNEY, J. Y J MENGE,** 1994. Root health: Mulching to control root disease in avocado and citrus. Riverside, California Avocado Society, Inc. California Avocado Comission and Citrus Research Board. 8p. (Circular No. CAS-94/2).
- **URBANO TERRÓN.** 1992. Dinámica y complejidad de la competencia de malezas. Tercera edición, Editorial Labor, Barcelona España.
- **UTRIA, E.; I. M. REYNALDO; J. A. CABRERA; D. MORALES y S. GOFFE.** 2008. Los biosólidos de aguas residuales urbanas aplicados con diferentes frecuencias en las propiedades químicas y microbiológicas del suelo, el rendimiento y la calidad de los frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill). Rev. Cultivos Tropicales. (29) 4. Cuba. 5 - 11.
- **VALDÉS MÉNDEZ W.; S. RODRÍGUEZ PÉREZ y J. R. CÁRDENAS.** 1999. Utilización del lodo obtenido de la digestión anaeróbica de la cachaza como bioabono

para el cultivo del ajo porro (*Allium porrum* L.). Rev. INTERCIENCIA. (24). 4. Cuba.
264 – 267.