

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

“Trabajo final presentado para optar  
al grado de Ingeniero Agrónomo”

**TRITICALE COMO CULTIVO DE COBERTURA**  
**EN UN HAPLUDOL TIPICO DE RIO CUARTO**

**Alumno: Horacio Moretti**

**DNI: 32.929.314**

Director: Marcos Bongiovanni

Co-Director: Ezequiel Grassi

Río Cuarto - Córdoba

Agosto de 2014

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

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN**

**Título del trabajo final:** “Triticale como cultivo de cobertura en un Hapludol típico de Río Cuarto”

**Autor:** Horacio Moretti

**DNI:** 32.929.314

**Director:** MSc. Marcos Bongiovanni

**Co-Director:** MSc. Ezequiel Grassi

**Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del jurado evaluador:**  
(Nombres)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Fecha de Presentación:** \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**Aprobado por Secretaria Académica:** \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**Secretario Académico:** \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres por la confianza que depositaron en mí y por su paciencia, que con grandes esfuerzos permitieron este logro.

Agradezco en forma especial a mis profesores, MSc. Marcos Bongiovanni y MSc. Ezequiel Grassi, director y co-director respectivamente de mi trabajo final por su apoyo, consejos e información proporcionada para llevar a cabo este proyecto.

A mis amigos, que desinteresadamente colaboraron con su tiempo, esfuerzo y apoyo para poder alcanzar mis objetivos en esta etapa.

## ÍNDICE GENERAL

<b>INDICE GENERAL</b>	IV
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	V
<b>INDICE DE TABLAS</b>	VII
<b>RESUMEN</b>	VIII
<b>SUMMARY</b>	IX
<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>ANTECEDENTES</b>	2
<b>HIPÓTESIS</b>	6
<b>OBJETIVOS GENERALES</b>	6
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	6
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	7
Área de trabajo	7
Condiciones meteorológicas	7
Condiciones generales del ensayo	9
Tratamientos y diseño experimental	12
Determinaciones en suelo	13
Determinaciones en planta	13
Sistema de muestreo	13
Procesamiento de muestras	14
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	15
Materia Orgánica del suelo	15
Situación bajo riego, Materia Orgánica Total y Particulada	15
Situación en secano, Materia Orgánica Total y Particulada	17
Humedad del suelo	19
Situación bajo riego	19
Agua acumulada en los primeros 20 cm de suelo	19
Agua acumulada hasta el metro de profundidad	20
Situación en secano	23
Agua acumulada en los primeros 20 cm de suelo	23
Agua acumulada hasta el metro de profundidad	25
Biomasa del cultivo	27
<b>CONCLUSIONES</b>	30
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Datos medios normales decádicos de temperaturas y lluvias (serie 1981-2010) para el período comprendido entre el 10 de junio y el 21 de diciembre en Río Cuarto.	8
Figura 2. Datos climáticos decádicos registrados durante la estación de crecimiento 2010 de triticale en Río Cuarto (temperatura del aire, mínima y media, y precipitaciones).	8
Figura 3: Secado del triticale en hoja bandera, cultivar Tizné bajo riego complementario. Río Cuarto, 2010.	9
Figura 4: Secado del triticale en hoja bandera, cultivar Cayú bajo riego complementario. Río Cuarto, 2010.	10
Figura 5: Secado del triticale en hoja bandera, cultivar Cayú en secano. Río Cuarto, 2010.	10
Figura 6: Secuencia de muestreos de suelo y de biomasa realizado en el ciclo del cultivo de triticale, Río Cuarto, 2010.	11
Figura 7: Materia Orgánica Total (MOT), en porcentaje, de 0-10 cm de profundidad en las mediciones del estadio de hoja bandera. Río Cuarto, 2010.	16
Figura 8: Materia Orgánica Particulada (MOP), en porcentaje, de 0-10 cm de profundidad en las mediciones del estadio de hoja bandera. Río Cuarto, 2010.	16
Figura 9: Materia Orgánica Total en porcentajes de 0-10 cm de profundidad en ambos momentos de secado del triticale. Río Cuarto, 2010.	18
Figura 10: Materia Orgánica Total en porcentajes de 0-10 cm de profundidad en las mediciones del estadio de hoja bandera. Río Cuarto, 2010.	18
Figura 11: Agua acumulada en el suelo en los primeros 20 cm de profundidad en diferentes momentos de secado del cultivo de cobertura. Río Cuarto, 2010.	19
Figura 12: Agua acumulada en el suelo hasta el metro de profundidad en diferentes momentos de secado del cultivo de cobertura. Río Cuarto, 2010.	21
Figura 13: Agua acumulada al metro de profundidad en el estadio de hoja bandera para diferentes momentos de muestreo. Río Cuarto, 2010.	22
Figura 14: Dinámica del agua en el suelo hasta el metro de profundidad desde la siembra hasta el segundo muestreo en el estadio hoja bandera. Río Cuarto, 2010.	23
Figura 15: Agua acumulada en el suelo en los primeros 20 cm de profundidad en diferentes momentos de secado del cultivo de cobertura. Río Cuarto, 2010.	24
Figura 16: Agua acumulada en el suelo hasta el metro de profundidad en diferentes momentos de secado del cultivo de cobertura. Río Cuarto, 2010.	25

Figura 17: Agua acumulada al metro de profundidad en el estadio de hoja bandera para diferentes momentos de muestreo. Río Cuarto, 2010.	26
Figura 18: Dinámica del agua en el suelo hasta el metro de profundidad desde la siembra hasta el segundo muestreo en el estadio hoja bandera. Río Cuarto, 2010.	27
Figura 19: Peso de raíz para los cultivares de triticales bajo la condición de secano en el estadio fenológico de hoja bandera. Río Cuarto, 2010.	28
Figura 20: Peso seco de hoja y tallo para los cultivares de triticales bajo la condición de secano en el estadio fenológico de grano lechoso-pastoso. Río Cuarto, 2010.	29

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Plano de parcelas de triticale para la situación bajo riego. Río Cuarto, 2010.	12
Tabla 2: Plano de parcelas de triticale para la situación en seco. Río Cuarto, 2010.	12
Tabla 3: Materia Orgánica Total (MOT), en porcentaje, de 0-10 cm de profundidad en los diferentes momentos de secado del cultivo de triticale. Río Cuarto, 2010.	15
Tabla 4: Materia Orgánica Particulada (MOP), en porcentaje, de 0-10 cm de profundidad en los diferentes momentos de secado del cultivo de triticale. Río Cuarto, 2010.	15
Tabla 5: Materia Orgánica Total (MOT) en porcentajes de 0-10 cm de profundidad en los diferentes momentos de secado. Río Cuarto, 2010.	17
Tabla 6: Agua acumulada de 0-20 cm de profundidad en los diferentes momentos de secado. Río Cuarto, 2010.	19
Tabla 7: Agua acumulada de 0-20 cm de profundidad en los diferentes cultivares y testigo para ambos momentos de secado. Río Cuarto, 2010.	20
Tabla 8: Agua acumulada de 0-100 cm de profundidad en los diferentes momentos de secado. Río Cuarto, 2010.	20
Tabla 9: Agua acumulada de 0-100 cm de profundidad en el secado de hoja bandera. Río Cuarto, 2010.	21
Tabla 10: Agua acumulada de 0-100 cm de profundidad en el secado de grano lechoso-pastoso. Río Cuarto, 2010.	21
Tabla 11: Agua acumulada de 0-20 cm de profundidad en los diferentes momentos de secado. Río Cuarto, 2010.	23
Tabla 12: Agua acumulada de 0-20 cm de profundidad en los diferentes cultivares y testigo para ambos momentos de secado. Río Cuarto, 2010.	24
Tabla 13: Agua acumulada de 0-100 cm de profundidad en los diferentes momentos de secado. Río Cuarto, 2010.	25
Tabla 14: Agua acumulada de 0-100 cm de profundidad en los diferentes cultivares y testigo para ambos momentos de secado. Río Cuarto, 2010.	26

## RESUMEN

En este trabajo se evaluó el efecto del triticale (*X Triticosecale* Wittmack), utilizado como cultivo de cobertura, en el mejoramiento de las fracciones lábiles de materia orgánica del suelo y la eficiencia en el uso del agua. A su vez, se evaluó la producción de biomasa de los cultivares utilizados, Tizné-UNRC y Cayú-UNRC, y su partición a raíces, tallos, hojas y espigas. El ensayo se llevó a cabo en el campus universitario de la Universidad Nacional de Río Cuarto, utilizando un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones de los cultivares para la situación bajo riego, y en bloques completos al azar con tres repeticiones de los cultivares para la situación en seco. Los tratamientos consistieron en el secado del triticale en dos estadios: hoja bandera y grano lechoso-pastoso y testigo sin secar. Los análisis de Materia Orgánica (MO) no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre secados en el estadio fenológico de hoja bandera o en grano lechoso-pastoso, aunque sí se obtuvieron diferencias significativas a favor del cultivo de cobertura comparado con la situación testigo. La Materia Orgánica Particulada del suelo bajo riego complementario tuvo aumentos estadísticamente significativos cuando se secó el cultivo de cobertura en el estadio fenológico de hoja bandera comparada con la situación testigo. El cultivo de cobertura de seco, al ser secado en hoja bandera, mostró diferencias significativas en la Materia Orgánica Total del suelo comparada con el testigo, aumentando desde su secado hasta la finalización del ensayo. Los cultivares Cayú-UNRC y Tizné-UNRC no mostraron diferencias en la generación de MO. Los cultivares utilizados como cultivos de cobertura permitieron almacenar agua en el perfil del suelo, si bien no existieron diferencias significativas entre el secado de ambos momentos fenológicos, si hubo diferencias significativas a favor del suelo con cobertura vegetal. Esto ocurre tanto para la situación bajo riego complementario como en seco, sin mostrar diferencias entre Cayú y Tizné. La Materia Seca (MS) generada al momento de hoja bandera por el cultivar Cayú fue 1518,30 gr/m<sup>2</sup> y por el cultivar Tizné 1153,46 gr/m<sup>2</sup>, sin diferencias significativas. Para el caso del secado en grano lechoso-pastoso tampoco hubo diferencias significativas entre ambos cultivares, produciendo Cayú 3620,82 gr MS/m<sup>2</sup> y Tizné 3131,84 gr MS/m<sup>2</sup>.

**Palabras claves:** Triticale, estado fenológico, materia orgánica, humedad del suelo, biomasa.



## SUMMARY

The effect of Triticale (*X Triticosecale* Wittmack) as a cover crop on the improvement of the soil labile organic fraction and on the water use efficiency was evaluated. Also the biomass production of the cultivars Tizné UNRC and Cayú UNRC was evaluated as well as their partition into roots, stems, leaves and spikes. The trial was set up at the University campus of the Universidad Nacional de Río Cuarto utilizing a completely randomized block design with four repetitions for the irrigation situation cultivars and with a completely randomized block design with three repetitions for the situation without irrigation. Treatments consisted on drying the Triticale on two stages: Flag leave and milky grain and a Control without drying. Organic Matter (OM) analysis did not show significative statistical differences between dryings at the flag leave phenological stage nor at the milky grain stage. However there were significative differences in favor of the cover crop compared with the control situation. Complementary irrigated soil Particulate Organic Matter had statistical significative increments when the cover crop was dried at the flag leave phenological stage, compared with the control situation. The cover crop without irrigation, when dried at the flag leave stage showed significative differences in the Total Organic Matter compared with the control and increasing from its drying to trial end. Cayú UNRC and Tizné cultivars did not show significative differences in Organic Matter (OM) production. Cultivars used as cover crops allow water storage in the soil profile, although there were not significative differences between drying on both phenological stages, differences were found in favor of the soil with crop cover. This occurred for both, the without irrigation and with irrigation situations, without differences between Cayú and Tizné. Dry Matter (DM) generated at the flag leave stage for the Cayú cultivar was 1518.30 gr/m<sup>2</sup> and for the Tizné cultivar 1153.46 gr/m<sup>2</sup>. For drying at the milky grain stage also there were not significative differences between both cultivars, Cayú producing 3620.82 gr DM/m<sup>2</sup> and Tizné 3131.84 gr DM/m<sup>2</sup>.

**Key Words:** Triticale, phenological stage, organic matter, soil moisture, biomass.

## INTRODUCCIÓN

La actividad agrícola en la región pampeana, orientada fundamentalmente a la producción de soja, maíz, trigo y girasol ha experimentado profundas transformaciones a partir de la década del noventa, no sólo en cuanto a su expansión en superficie en detrimento de la superficie praderizada, sino también a través de un aumento de su productividad debido a un mayor uso de tecnologías (Satorre, 2003). En la región mencionada, la producción más desarrollada son soja, maíz, trigo y girasol, de los cuales soja y girasol aportan limitadas cantidades de rastrojos, con una baja relación carbono/nitrógeno (C/N). Esto afecta los contenidos de materia orgánica (MO) y el mantenimiento de adecuados niveles de cobertura (Rufo, 2003). Este proceso, a largo plazo, puede llevar al empobrecimiento de los suelos.

Diferentes estudios, en ambientes sub-húmedos, muestran que los menores niveles de cobertura sobre el suelo, influyen negativamente en el contenido de agua, al uso consuntivo y a las pérdidas de suelo por erosión (Quiroga y Ormeño, 1996). En este sentido, una alternativa para incrementar la cobertura a través del aporte de residuos y, consecuentemente de materia orgánica (MO), bajo sistemas de producción agrícola continua, es la incorporación de cultivos de cobertura (CC).

Los cultivos de cobertura son establecidos entre dos cultivos de verano y no son pastoreados, ni incorporados, ni cosechados. Los residuos de los CC quedan en superficie protegiendo al suelo y liberando nutrientes como resultado de procesos de degradación de la biomasa aérea y radicular de los mismos. Tradicionalmente han sido utilizados para controlar procesos de erosión, pero pueden cumplir múltiples funciones dentro de los sistemas de producción. En zonas templadas las especies más utilizadas son fundamentalmente gramíneas y leguminosas. Entre las gramíneas se encuentran centeno, avena, cebada, trigo, triticale y ray grass, mientras que en leguminosas tréboles y vicias.

Hay numerosos estudios realizados de las ventajas de los distintos tipos de cultivos de cobertura en distintas regiones, pero no específicamente del potencial que pueda tener el triticale como cultivos de cobertura en la región de Río Cuarto.

Por lo expuesto, se considera significativa la contribución de los CC. Es necesario ajustar la tecnología de manejo, de gramíneas y leguminosas, a distintas condiciones de sitio e incorporarlos a los planteos de agricultura y/o ganadería de precisión por la contribución que los mismos pueden realizar a la eficiencia de uso del agua y de nutrientes, control de los procesos de degradación y sustentabilidad de los sistemas de producción.

## ANTECEDENTES

### **Cultivos de cobertura (CC):**

En la elección de la especie como CC se deben considerar cuatro parámetros importantes: la tasa de descomposición de los residuos, la recarga de humedad del perfil, la rotación en la que se incluye el CC y la sincronización entre la mineralización de N acumulado en la biomasa de los CC, con los requerimientos del siguiente cultivo en la rotación. Considerando la rotación de los cultivos, en las secuencias donde predominan las gramíneas como el trigo y el maíz se tiende a acumular una gran cantidad de rastrojo en superficie. En este tipo de rotación una leguminosa como CC aportaría N mineral a los cultivos de grano. Las especies usadas que integran esta familia son las vicias, como la *Vicia villosa* (resistente al frío), la *Vicia sativa*, y los tréboles, como el trébol blanco, de olor, de Alejandría y encarnado (Rufo, 2003). La inclusión de una leguminosa entre la soja y el maíz aporta C, genera cobertura, reduce el requerimiento de fertilizante nitrogenado e incrementa el rendimiento potencial del maíz.

Entre las gramíneas más usadas se encuentra el centeno, por su gran resistencia al frío, tolerancia a sequía y producción de abundante volumen de residuo, junto con la avena, la cebada, el triticale y el rye grass. Una gramínea invernal sembrada luego de la cosecha de cultivos de verano absorbe nitratos residuales (Strock *et al.*, 2004), aporta C (Ding *et al.*, 2006) y compite con las malezas invernales (Fisk *et al.*, 2001).

### **Propósitos de realizar un cultivo de cobertura:**

#### a) Fijación de carbono (C):

La importancia de la materia orgánica (MO) no radica tan solo en la cantidad sino también en su calidad (estructura y composición) y distribución de fracciones individuales (ácidos húmicos, polisacáridos) que son importantes para mantener la fertilidad y estructura del suelo (Ding *et al.*, 2005). El aporte de C por parte de los residuos de cultivos es el principal factor que afecta la MO (Hendrix *et al.*, 1998) y consecuentemente las propiedades edáficas relacionadas con el coloide orgánico. Wander y Traina (1996) comprobaron que los contenidos de MO fueron significativamente mayores cuando se incorporaron cultivos de cobertura a la rotación. Por su parte Ding *et al.* (2005) comprobaron que la inclusión de cultivos de cobertura afectó positivamente y en mayor grado las fracciones livianas de la MO.

b) Capturar nutrientes móviles como nitrógeno (N) y azufre (S):

La captura de  $\text{NO}_3^-$  durante el largo periodo de barbecho que tiene lugar entre cultivos de verano (marzo-octubre) es otro de los objetivos perseguidos al establecer CC, minimizando la lixiviación durante el otoño, principalmente en suelos arenoso franco y franco arenoso de la Planicie Medanosas (Fernández *et al.*, 2005). En relación con este objetivo, Strock *et al.* (2004) reportaron que las pérdidas de N de  $\text{NO}_3^-$  por lixiviación en un suelo moderadamente drenado se redujeron en un 13 % en una rotación maíz-soja cuando un cultivo de centeno se implantó durante el periodo de barbecho. Nyakatawa *et al.* (2001) observaron un 23 a 82% menos de  $\text{NO}_3^-$  en CC que bajo barbecho desnudo. Similares resultados fueron obtenidos por Quiroga *et al.* (1999) quienes, trabajando sobre Haplustoles énticos, determinaron entre 70 y 83 % menos de  $\text{NO}_3^-$  bajo verdeo de invierno. Este efecto puede resultar de suma importancia si consideramos que al incrementarse la proporción de residuos con menor relación C/N (soja) puede resultar inferior la inmovilización por parte de microorganismos. La relación C/N de los rastrojos fluctúa entre 30/1 (leguminosas) y 80/1 (gramíneas), dependiendo directamente del cultivo en cuestión (Tisdale, 1991). Al respecto hay estudios que muestran que además de la absorción por parte de los CC, el contenido de  $\text{NO}_3^-$  también estuvo influenciado por la inmovilización de la fauna microbiana durante etapas tempranas de descomposición de los residuos (Sainju *et al.*, 1993).

c) Eficiencia en el uso del agua (EUA) (barbechos largos):

En muchas zonas agrícolas de nuestro país las precipitaciones no logran cubrir los requerimientos del uso consuntivo de los cultivos y frecuentemente limitan el rendimiento y la respuesta a la fertilización. Generalmente, en el período de barbecho, las precipitaciones ocurridas exceden la capacidad de retención de los suelos, evaporándose, escurriendo o percolando en profundidad, resultando en una baja eficiencia en el uso del agua. Por lo tanto, la inclusión de un cultivo de cobertura (CC) que utilice el excedente de agua en la generación de biomasa, secuestrando carbono (C), nitrógeno (N) y otros nutrientes, sería una alternativa a considerar en rotaciones de cultivos bajo sistemas agrícolas de secano de la región Semiárida Pampeana, en los cuales el agua es el principal factor limitante en la producción.

Fernández *et al.* (2005) y Duarte (2002) trabajando sobre Haplustoles comprobaron que en años con precipitaciones normales durante barbechos largos y en suelos de baja capacidad de retención de agua (CRA) los CC aumentaron la eficiencia del uso del agua para capturar carbono, con respecto al testigo (sin CC). Esto debido a que normalmente las precipitaciones exceden durante un barbecho largo la CRA y consecuentemente una parte sustancial de la misma se pierde infiltrándose en profundidad.

d) Depresión de la napa freática (mayor transitabilidad):

En aquellos suelos donde la presencia de napa está muy cercana a la superficie, los CC pueden mejorar esta situación mediante la consumición de agua y la fijación de nutrientes en los residuos, permaneciendo disponibles en un período posterior disminuyendo los riesgos de lixiviación. El consumo de agua en los primeros centímetros del perfil puede además mejorar la transitabilidad de los suelos en períodos húmedos.

e) Efecto sobre malezas:

La competencia de las malezas por agua y nutrientes es una de las principales limitantes que condicionan el éxito de los cultivos en regiones semiáridas. El manejo de las mismas durante el largo período de barbecho (que media entre la cosecha y siembra de un cultivo estival), implica la utilización de herbicidas. Otra alternativa para su control, puede ser la implantación de un cultivo de cobertura (Daliparthy *et al.*, 1994). En diferentes estudios (Mholer y Teasdale, 1996; Liebman y Davis, 2000; Scianca *et al.*, 2006; Sardiña *et al.*, 2008) se han comprobado que la cobertura puede reducir la densidad y biomasa de malezas.

## **El triticale:**

El triticale (*X Triticosecale* Wittmack) es resultado de la cruce entre trigo (*Triticum* L.) y centeno (*Secale* L.). Existe desde el siglo XIX. Originalmente fue promovido como cereal para consumo humano. Sin embargo el triticale gana cada día más terreno como forraje y grano para el ganado.

La cruce entre trigo y centeno dio como resultado triticale. Está adaptado y tiene excelente potencial de producción en todas las áreas donde crece trigo. Además, presenta mejor capacidad que el trigo en ambientes de producción marginal, como son suelos ácidos, sobre condiciones semiáridas y en suelos arenosos (Villareal *et al.*, 1990).

El triticale conjuga características superiores a la de sus ancestros, entre ellas mayor calidad y palatabilidad que el centeno, así como mejor sanidad y de ciclo más largo que los trigos de pastoreo (Domínguez y Amigone, 1994).

El cultivo de triticale se ha difundido con rapidez en muchas regiones del mundo. Este cereal se cultiva extensamente en suelos ácidos y arenosos de las zonas templadas (por ejemplo, Rusia, Polonia y Francia) donde es tradicional el cultivo de centeno. También se cultiva en los ambientes

subtropicales semiáridos y húmedos. En las zonas subtropicales húmedas con suelos ácidos, el potencial de triticale se basa en su amplia resistencia a las enfermedades, su alto potencial de rendimiento, su tolerancia a la toxicidad por el aluminio (Aniol, 1985) el manganeso y/o hierro (Camargo *et al.*, 1988) y su eficiencia en la absorción de fósforo (Rosa y Ben, 1986).

En regiones semiáridas con problemas de sequía o de salinidad, su adaptación es consecuencia de su tolerancia a la toxicidad por el boro y su eficiencia en el uso del agua (Graham, 1984).

En nuestro país, el triticale se encuentra en franco período de expansión, especialmente en las zonas subhúmedas y semiáridas, donde reemplaza con éxito al centeno. Se le reconoce una rusticidad comparable a éste para soportar condiciones climáticas adversas, pero con una calidad de forraje superior.

En la región subhúmeda-seca del sur de Córdoba, Amigone *et al.* (1991) demostraron que en Laboulaye y Huinca Renancó, con suelos sueltos y niveles de fertilidad no limitantes, fueron ambientes muy favorables para la expresión del potencial productivo de los triticales. Además, destacaron no sólo su productividad, sino su excelente calidad nutricional y la buena distribución del forraje a lo largo del ciclo de utilización.

El Triticale ha demostrado ser una forrajera excelente en zonas ganaderas por su rusticidad, buen volumen de biomasa y tolerancia a condiciones adversas de clima y suelos. Utilizado como abono verde o secado antes de que comience a consumir humedad contribuye a la porosidad del suelo, permite mayor retención de agua y disminuye la evapotranspiración producida como consecuencia del estrés hídrico y térmico de los últimos años. Su contribución a la recuperación de las propiedades físicas y biológicas del suelo es un elemento de gran valor, lo que la hace una especie atractiva para ser utilizado como cultivo de cobertura.

En síntesis, teniendo en cuenta las ventajas de los cultivos de cobertura y las condiciones favorables de la región para la implantación de triticale, se plantea su utilización como cultivo de cobertura para determinar su efecto sobre la materia orgánica y humedad del suelo.

## **HIPÓTESIS**

- ✓ El triticale utilizado como cultivo de cobertura mejora las fracciones lábiles de materia orgánica del suelo y mejora la eficiencia en el uso del agua.

## **OBJETIVO GENERAL**

- ✓ Evaluar el comportamiento del Triticale como cultivo de cobertura en un suelo Hapludol típico de la zona de Río Cuarto en lo concerniente a aportes de carbono y humedad al suelo.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- ✓ Evaluar en el cultivo de triticale la producción de biomasa y su partición.
- ✓ Determinar diferencias entre variedades de triticale en dos ambientes: riego y secano.
- ✓ Determinar Carbono Orgánico Total del suelo en distintos estadios fenológicos del cultivo.
- ✓ Determinar Materia Orgánica Particulada del suelo en distintos estadios fenológicos del cultivo.
- ✓ Determinar Humedad actual en cuatro fechas durante el cultivo: siembra, macollaje, encañazón, secado en hoja bandera y secado en grano lechoso-pastoso.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de trabajo:

El ensayo se realizó en el Campo Experimental de la UNRC situado en Ruta Nacional 36 Km 601, departamento Río Cuarto, sobre un suelo Hapludol típico, bien a algo excesivamente drenado, profundo (+ de 100 cm.), franco arenoso en superficie, moderadamente bien provisto de materia orgánica y moderada capacidad de intercambio (Kraus *et al.*, 1999).

El sitio corresponde al ambiente comprendido entre el pedemonte y la llanura bien drenada y se caracteriza por presentar lomas medias a bajas, susceptibles a erosión hídrica.

El departamento Río Cuarto presenta un clima templado con invierno seco, con una temperatura media de 16.5 °C, siendo enero el mes más cálido cuya temperatura media es de 23 °C y julio el mes más frío con una temperatura media de 9.1 °C. El régimen térmico se caracteriza por un invierno relativamente riguroso con heladas y un verano medianamente cálido. Las precipitaciones se concentran en los meses cálidos, perteneciendo a un régimen de tipo Monzónico con una media de 700 mm anuales. Estas características determinan una zona subhúmeda-seca. El período libre de heladas es de 255,7 días. Los vientos son de variada intensidad con dirección predominante del norte, noreste y sur (Kraus *et al.*, 1999).

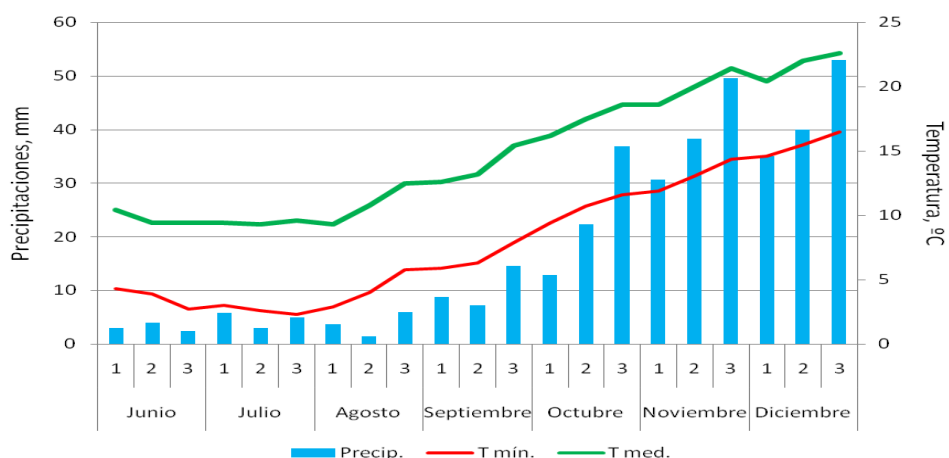
### Condiciones meteorológicas:

La serie histórica de datos meteorológicos (Figura 1) muestra que las precipitaciones se concentran en el período primavera-verano, aunque durante el otoño-invierno se registran algunos eventos no menos importantes para los cultivos de ciclo invernal. Los suelos de la región de Río Cuarto son de textura franca-arenosa de regular a baja capacidad de retención de agua y la demanda atmosférica determina la ocurrencia de periodos de déficit hídrico durante el verano con recargas durante el otoño y la primavera. Por ello, es recomendable disponer de un perfil cargado de agua al momento de la siembra de cultivos de ciclo invernal.

La marcha de la temperatura mínima media durante el invierno muestra registros bajos, siendo la temperatura mínima para el año de la experiencia baja, lo que produjo inconvenientes para la emergencia del cultivo. Los datos de temperatura media fueron adecuados para lograr buenas tasas de crecimiento del cultivo, especialmente durante la etapa de llenado que, según el ciclo del cultivar y la

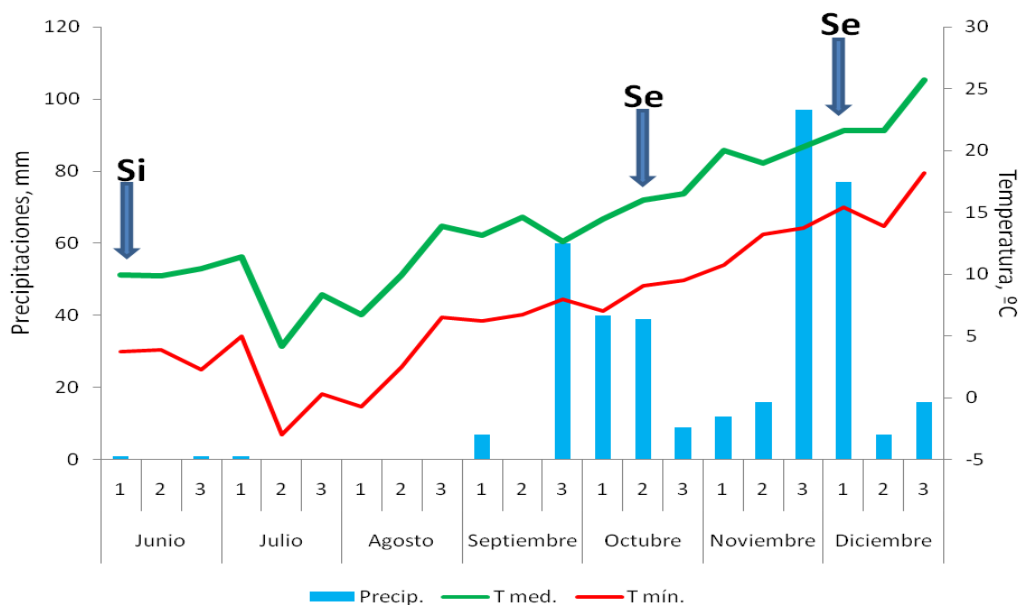


fecha de siembra, puede ocurrir con temperaturas medias relativamente bajas que reducen la tasa de crecimiento y alargan la duración de la etapa.



**Figura 1.** Datos medios normales decádicos de temperaturas y lluvias serie 1981-2010, para el período comprendido entre el 10 de junio y el 21 de diciembre en Río Cuarto. (Fuente: Cátedra de Agrometeorología, Facultad de Agronomía y Veterinaria, UN Río Cuarto).

Las lluvias registradas durante la estación de crecimiento 2010 del cultivo (Figura 2) fueron muy escasas a nulas para los meses de junio, julio y agosto, comparadas con los valores históricos, e irregulares en su distribución. Este dato es muy importante ya que las lluvias que se registraron a finales de septiembre no fueron suficientes para recargar el perfil y llegar a floración del triticale con buena disponibilidad de agua.



**Figura 2.** Datos climáticos decádicos registrados durante la estación de crecimiento 2010 de triticale en Río Cuarto (temperatura del aire, mínima y media, y precipitaciones). Las flechas verticales indican la fecha de siembra (Si) y los momentos de secado (Se) del cultivo (Fuente: Cátedra de Agrometeorología, Facultad de Agronomía y Veterinaria, UN Río Cuarto).

### Condiciones generales del ensayo:

Las parcelas donde se implantaron los cultivares de triticale presentaba como cultivo antecesor soja (2008/09) y triticale (cosecha fallida 2009).

La fecha de siembra fue el 10/06/10 en Siembra Directa, fertilizando con urea y fosfato diamónico (PDA) en la misma fecha de siembra. En el control de malezas previo al cultivo se aplicó Glifosato y Metsulfurón en los meses de enero y marzo, y durante el cultivo 2,4-D.

Se implantaron en el experimento los cultivares de Triticale (*X Triticosecale* Wittmack) “Cayú-UNRC y Tizné-UNRC”, con una sembradora Bertini de 25 surcos a 17,50 cm = 4,375 m de ancho de labor.

Los riegos que se realizaron en el experimento (sólo sobre la parte bajo riego) fueron en total cuatro, aplicando 20 mm por cada riego con fechas: 01/07/2010, 20/07/2010, 25/08/2010 y 05/11/2010.

El secado del triticale se hizo con Glifosato aplicado con mochila en dos fechas distintas: en hoja bandera y en grano lechoso-pastoso. La fecha de secado en hoja bandera fue el 22/10/2010 (Figura 3, 4 y 5) y la fecha de secado en el estadio de grano lechoso pastoso fue el 03/12/2010.



**Figura 3:** Secado del triticale en hoja bandera, cultivar Tizné bajo riego complementario. Río Cuarto, 2010.





**Figura 4:** Secado del triticales en hoja bandera, cultivar Cayú bajo riego complementario. Río Cuarto, 2010.



**Figura 5:** Secado del triticales en hoja bandera, cultivar Cayú en secano. Río Cuarto, 2010.

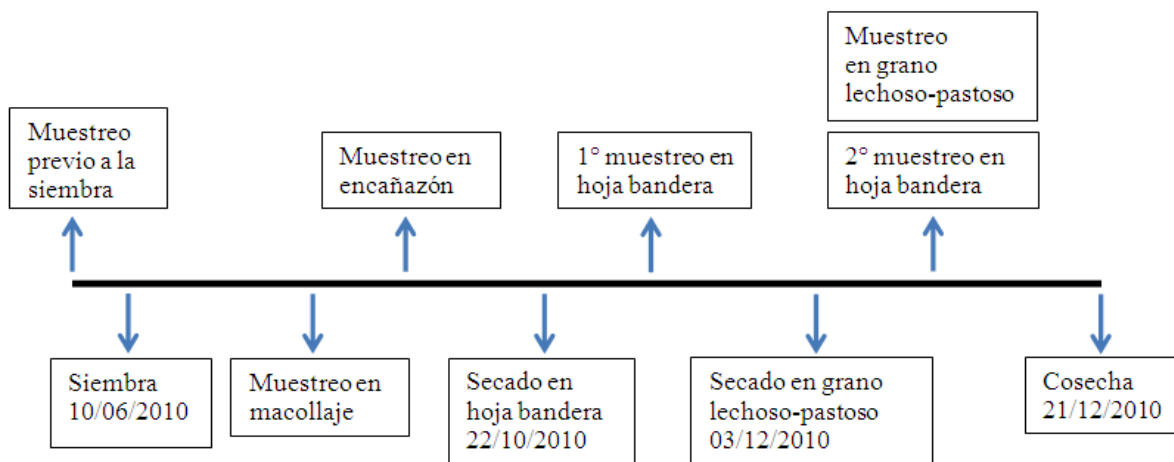
Las mediciones de humedad se hicieron el día antes de la siembra (09/06/2010), en macollaje (20/09/2012), encañazón (19/10/2010), luego del secado en hoja bandera (09/11/2010) y luego del secado en grano lechoso pastoso (17/12/2010). En esta última fecha se volvió a tomar otra medición de humedad en el bloque de secado en hoja bandera. Todas estas mediciones se realizaron para ambos cultivares y el testigo sin cultivo.

La toma de muestras de suelo para medir Materia Orgánica del suelo en el estadio de hoja bandera se hizo el 24/11/2010 (a 33 días del secado) y para el estadio de grano lechoso pastoso se hizo el 20/12/2012 (a 17 días del secado) volviendo a muestrear en esta fecha el secado en hoja bandera (a 50 días del secado).

En relación a los incrementos del nivel de Materia Orgánica del suelo, estos son pequeños cuando la duración de la fase pastura es corta (3-4 años), del orden del 5 al 15% respecto del contenido de Materia Orgánica al final de la fase agrícola. No es posible que los niveles de carbono de los suelos vuelvan a la condición de los suelos vírgenes en periodos cortos de tiempo y es necesario que transcurra un periodo de al menos varias décadas sin cultivo, para que el sistema retorne a la condición original (Houghton *et al.*, 1983). En cambio, durante la fase pastoril se producen aumentos muy importantes de las fracciones lábiles de la materia orgánica como la fracción liviana o la particulada. Estas fracciones aumentan o disminuyen rápidamente en los suelos y liberan nitrógeno para los cultivos (Alvarez y Steinbach, 2006).

Todas las determinaciones correspondientes a la parte vegetal de los cultivares se hicieron en las fechas de secado del triticale.

En la Figura 6 se indica la secuencia de momentos de muestreo en relación al secado:



**Figura 6:** Secuencia de muestreos de suelo y de biomasa realizado en el ciclo del cultivo de triticale, Río Cuarto, 2010.

### Tratamientos y diseño experimental:

El diseño fue en bloques completos al azar y con cuatro repeticiones de los cultivares (Tabla 1) para la situación bajo riego, y en bloques completos al azar con tres repeticiones de los cultivares para la situación en seco (Tabla 2).

**Tabla 1:** Plano de parcelas de triticale para la situación bajo riego. Río Cuarto, 2010.

Tizné Bloque 1	Tizné Bloque 1
Cayú Bloque 1	Cayú Bloque 1
Testigo sin cultivo Bloque 1	Testigo sin cultivo Bloque 1
Tizné Bloque 2	Tizné Bloque 2
Cayú Bloque 2	Cayú Bloque 2
Testigo sin cultivo Bloque 2	Testigo sin cultivo Bloque 2
Tizné Bloque 3	Tizné Bloque 3
Cayú Bloque 3	Cayú Bloque 3
Testigo sin cultivo Bloque 3	Testigo sin cultivo Bloque 3
Tizné Bloque 4	Tizné Bloque 4
Cayú Bloque 4	Cayú Bloque 4
Testigo sin cultivo Bloque 4	Testigo sin cultivo Bloque 4

**Tabla 2:** Plano de parcelas de triticale para la situación en seco. Río Cuarto, 2010.

Tizné Bloque 1	Tizné Bloque 1
Cayú Bloque 1	Cayú Bloque 1
Testigo sin cultivo Bloque 1	Testigo sin cultivo Bloque 1
Tizné Bloque 2	Tizné Bloque 2
Cayú Bloque 2	Cayú Bloque 2
Testigo sin cultivo Bloque 2	Testigo sin cultivo Bloque 2
Tizné Bloque 3	Tizné Bloque 3
Cayú Bloque 3	Cayú Bloque 3
Testigo sin cultivo Bloque 3	Testigo sin cultivo Bloque 3

### **Determinaciones en suelo:**

En cuanto a los caracteres del suelo se tuvo en cuenta:

- ✓ El contenido de humedad gravimétrica del perfil del suelo hasta un metro de profundidad.
- ✓ Carbono Orgánico Total y Materia Orgánica Particulada, realizado tanto para el suelo donde se implantaron los cultivares como para el suelo que se utilizó de testigo.
- ✓ Densidad aparente del suelo (DAP), tomada hasta el metro de profundidad del suelo para obtener capacidad de almacenaje de agua.

### **Determinaciones en planta:**

De ambos cultivares se consideraron los siguientes caracteres:

- ✓ Producción de materia seca.
- ✓ Partición de Materia Seca (hoja, tallo y espiga).
- ✓ Número de espigas.
- ✓ Altura.
- ✓ Profundidad de raíces.
- ✓ Volumen raíces.

Todas éstas características se midieron en hoja bandera y en grano lechoso-pastoso, en donde en cada bloque se tomaron muestras correspondientes a cada tratamiento con sus repeticiones.

### **Sistema de muestreo:**

Para la determinación del contenido de humedad gravimétrico del perfil del suelo se extrajeron muestras con barreno de: 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm y 80-100 cm de profundidad para cada bloque y repetición. En cuanto a las determinaciones de Materia Orgánica Total y Materia Orgánica Particulada se obtuvieron muestras con barreno de 0-10 cm de profundidad. Para la DAP se muestreó de 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, 60-80 cm y 80-100 cm de profundidad con el método del cilindro (Blake y Hartge, 1986).

Por otro lado, para determinar la producción de biomasa y su partición, se realizaron cortes de un m<sup>2</sup> para cada bloque y repetición de los cultivares, en donde allí también se contó el número de espigas y la altura de las plantas; también se midió profundidad y volumen de raíces por medio de una calicata.

### **Procesamiento de las muestras:**

La determinación del contenido de carbono orgánico se realizó según el método Mebius modificado (Nelson and Sommers, 1982) basado en Walkley y Black (1934). Para determinar Materia Orgánica Particulada se usó el método propuesto por Galantini (2005) y por Bauer y Black (1994).

En cuanto a la humedad del suelo, se extrajeron las muestras y luego se colocaron a secar en estufa a 105 °C hasta peso constante y luego por diferencia de pesos se determinó el contenido de agua del suelo y se utilizó el método de olla de presión (Klute, 1986) para la determinación de las constantes hídricas.

En lo concerniente al procesamiento de las muestras para determinar biomasa y su partición a raíz, tallo y hoja, se tomó la muestra de un m<sup>2</sup> y se secó hasta peso constante en estufa a 70 °C, determinando así materia seca. El número de espigas se obtuvo por conteo. La altura de las plantas y la profundidad de raíces se midieron con una cinta métrica y, el volumen de raíces se hizo a través del lavado de las raíces y posterior secado en estufa hasta peso constante.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis estadísticos mediante el programa estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2011), realizando ANVA y prueba de Duncan ( $p=0,05$ ) para diferenciar tratamientos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Materia Orgánica del suelo:

#### Situación bajo riego, Materia Orgánica Total y Particulada:

Los resultados en la determinación de Materia Orgánica Total (MOT) no mostraron diferencias significativas entre secar el triticale en estado de hoja bandera o en grano lechoso-pastoso (Tabla 3). Lo mismo sucedió con los niveles de Materia Orgánica Particulada (MOP), donde no hay diferencias significativas entre secar el cultivo de cobertura en hoja bandera o en grano lechoso-pastoso (Tabla 4). Respecto a esto, si se hubiesen tomado dos fechas de secado en distintos momentos fenológicos del cultivo tal vez sí se podría haber observado diferencias significativas en la Materia Orgánica entre los momentos de secado, tal cual lo observaron Álvarez *et al.* (2007) al secar el cultivo de triticale en pleno macollaje, al inicio de encañazón y en madurez fisiológica. En donde encontraron el mayor contenido de Materia Orgánica en el secado de madurez fisiológica con diferencias significativas (Tukey < 0,05) frente al secado de encañazón y macollaje.

**Tabla 3:** Materia Orgánica Total (MOT), en porcentaje, de 0-10 cm de profundidad en los diferentes momentos de secado del cultivo de triticale. Río Cuarto, 2010.

<i>Muestra</i>	<i>% MOT</i>	<i>n</i>	
2° muestra hoja bandera	2,61 ± 0,19	12	<b>A</b>
Grano lechoso-pastoso	2,74 ± 0,34	12	<b>A</b>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

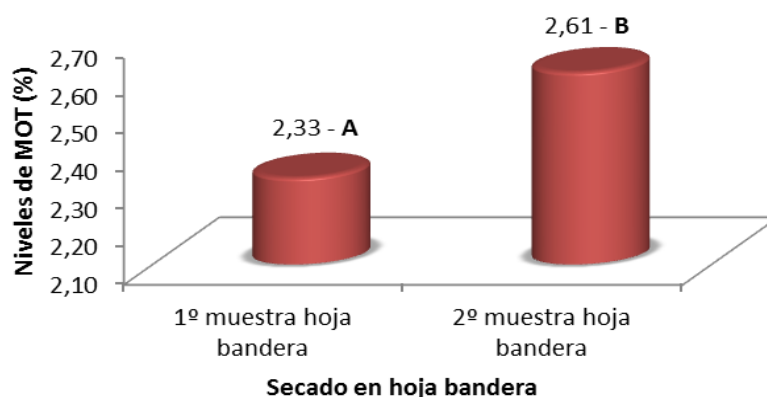
**Tabla 4:** Materia Orgánica Particulada (MOP), en porcentaje, de 0-10 cm de profundidad en los diferentes momentos de secado del cultivo de triticale. Río Cuarto, 2010.

<i>Muestra</i>	<i>% MOP</i>	<i>n</i>	
2° muestra hoja bandera	0,27 ± 0,08	12	<b>A</b>
Grano lechoso-pastoso	0,33 ± 0,11	12	<b>A</b>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

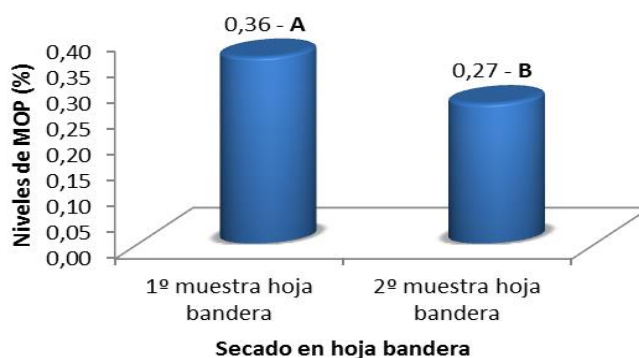
En cambio, sí se pudieron observar diferencias significativas en el aumento del porcentaje de MOT entre la primera medición en el secado de hoja bandera y la segunda medición del secado en el mismo estadio, por lo que con el pasar de los días la Materia Orgánica Total del suelo en los primeros 10 cm aumentó 12 % (Figura 7):





**Figura 7:** Materia Orgánica Total (MOT), en porcentaje, de 0-10 cm de profundidad en las mediciones del estadio de hoja bandera. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). Río Cuarto, 2010.

Respecto a los niveles de MOP ocurrió una disminución de un 50 %, pasando de 0,36 % en la primera medición del estadio de hoja bandera a 0,27 % en la segunda medición del mismo estadio fenológico, o sea al final del experimento (Figura 8).



**Figura 8:** Materia Orgánica Particulada (MOP), en porcentaje, de 0-10 cm de profundidad en las mediciones del estadio de hoja bandera. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). Río Cuarto, 2010.

Al final del experimento, al comparar el cultivo de cobertura secado en hoja bandera con el testigo, no hubo diferencias significativas entre ambos, terminando la situación con cobertura con un nivel de 2,65 % de MOT y el testigo con un nivel de 2,52 % de MOT. Para el caso del secado en grano lechoso-pastoso sucedió algo similar, donde no se encontraron diferencias significativas entre el cultivo de cobertura (2,85 % de MOT) y el testigo (2,52 % de MOT).

En este sentido, con la MOP sucedió algo diferente, ya que en el secado de hoja bandera o en el de grano lechoso-pastoso, hubo diferencias estadísticas significativas entre el suelo con cobertura generada por el triticale y el suelo testigo. Para el caso del secado en el estadio de hoja bandera, el

suelo con cobertura terminó el experimento con un 0,31 % de MOP y su testigo con 0,19 % de MOP. En el secado del triticale en grano lechoso-pastoso el suelo con cobertura terminó el ensayo con un nivel de 0,41 % de MOP y el suelo testigo con 0,19 % de MOP. Ambas situaciones concuerdan con Ding *et al.* (2005) donde comprobaron que la inclusión de cultivos de cobertura afectó positivamente y en mayor grado las fracciones livianas de la Materia Orgánica.

Analizando los cultivares Tizné y Cayú, vemos que entre éstos no hay diferencias significativas en los niveles de Materia Orgánica Total del suelo en el comportamiento como cultivos de cobertura, ya sea en el secado en estadio de hoja bandera o en grano lechoso-pastoso.

Respecto a la Materia Orgánica Particulada, en el secado de hoja bandera no se vieron diferencias significativas entre los dos cultivares de triticale en la MOP del suelo. Sin embargo, en el secado de grano lechoso-pastoso el suelo cubierto con el cultivar Tizné terminó el ensayo con 0,43 % de MOP y el suelo cubierto con el cultivar Cayú terminó el experimento con 0,38 % de MOP.

#### **Situación en secano, Materia Orgánica Total y Particulada:**

La determinación de Materia Orgánica Total (MOT) arrojó como resultado que no hay diferencias entre secar el triticale en estado de hoja bandera o en grano lechoso-pastoso (Tabla 5), obteniendo el mismo resultado que para la situación bajo riego.

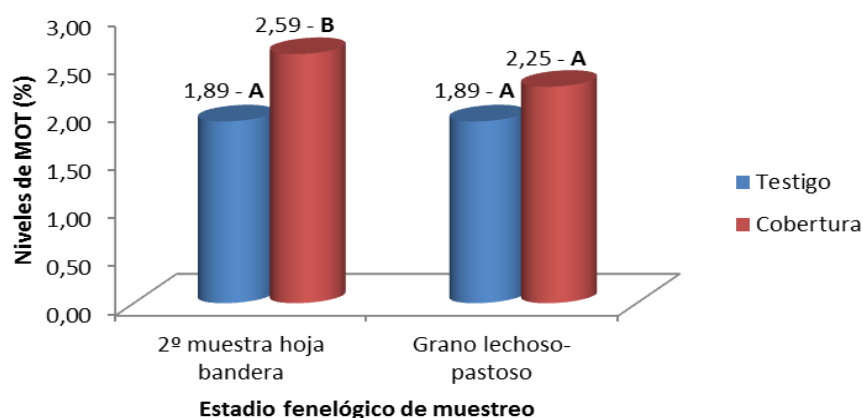
**Tabla 5:** Materia Orgánica Total (MOT) en porcentajes de 0-10 cm de profundidad en los diferentes momentos de secado. Río Cuarto, 2010.

<i>Muestra</i>	<i>% MOT</i>	<i>n</i>	
Grano lechoso-pastoso	2,13 ± 0,29	12	<b>A</b>
2° muestra hoja bandera	2,36 ± 0,43	12	<b>A</b>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

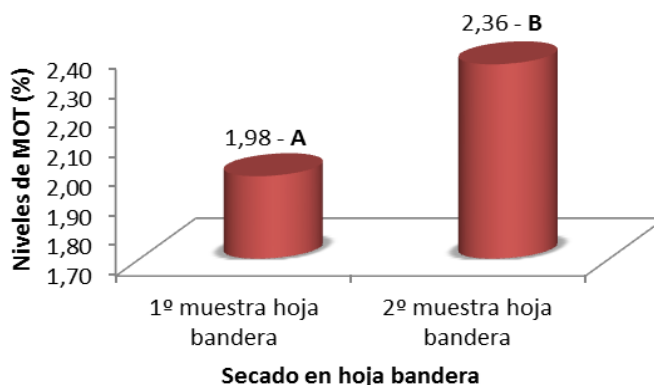
En el final del experimento, al comparar el cultivo de cobertura secado en hoja bandera con el testigo, hubo diferencias significativas entre ambos, terminando la situación con cobertura con un nivel de 2,59 % de MOT y el testigo con un nivel de 1,89 % de MOT (Figura 9), situación coincidente con lo investigado por Wander y Traina (1996) donde comprobaron que los contenidos de Materia Orgánica fueron significativamente mayores cuando se incorporan cultivos de cobertura a la rotación.

Para el caso del secado en grano lechoso-pastoso sucedió que no se encontraron diferencias significativas entre el cultivo de cobertura (2,25 % de MOT) y el testigo (1,89 % de MOT), pudiéndose deber a que el tiempo entre el secado de la cobertura y el análisis de la muestra no fue suficiente para permitir la descomposición de la biomasa y que se refleje en un aumento de la MOT.



**Figura 9:** Materia Orgánica Total en porcentajes de 0-10 cm de profundidad en ambos momentos de secado del triticale. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). Río Cuarto, 2010.

El nivel de la Materia Orgánica Total del suelo aumentó significativamente (19,19 %) entre la primera y la segunda medición de MOT en el secado del triticale en hoja bandera (Figura 10).



**Figura 10:** Materia Orgánica Total en porcentajes de 0-10 cm de profundidad en las mediciones del estadio de hoja bandera. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ). Río Cuarto, 2010.

Respecto a la MOP, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre secar el cultivo de cobertura en el estadio de hoja bandera o grano lechoso-pastoso. Terminando la situación testigo con un nivel de 0,30 % de MOP, el suelo con el triticale secado en hoja bandera 0,24 % y el suelo con el triticale secado en grano lechoso-pastoso 0,37 %.

Analizando los cultivares de triticale, al igual que lo que sucedió en la situación bajo riego, no hay diferencias significativas en el comportamiento como cultivos de cobertura, ya sea en el secado en estadio de hoja bandera o en grano lechoso-pastoso.

## Humedad del suelo:

### Situación bajo riego:

#### Agua acumulada en los primeros 20 cm de suelo:

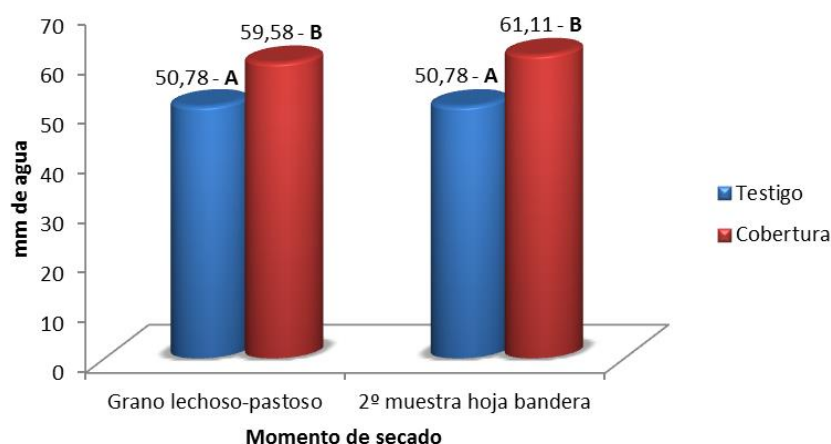
Al final del experimento no se vieron diferencias significativas entre secar el triticale en el estadio de hoja bandera o en el estadio grano lechoso-pastoso (Tabla 6).

**Tabla 6:** Agua acumulada de 0-20 cm de profundidad en los diferentes momentos de secado. Río Cuarto, 2010.

Muestra	mm H <sub>2</sub> O	n	
Grano lechoso-pastoso	56,65 ± 5,61	12	<b>A</b>
2ª muestra hoja bandera	57,67 ± 6,98	12	<b>A</b>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Se observaron diferencias significativas comparando el cultivo de cobertura con el testigo sin cobertura, ya sea secando el triticale en el estadio de hoja bandera o en grano lechoso pastoso, la cobertura generada favoreció a que el suelo en sus primeros 20 cm termine el experimento con una mayor cantidad de agua comparado con el testigo sin cobertura a pesar que el cultivo estuvo consumiendo agua (Figura 11). Esto serviría de apoyo a lo obtenido por Fargioni *et al.* (2008) en donde, trabajando con cultivos de cobertura y su efecto sobre la disponibilidad hídrica, aconsejan que para que los cultivos de cobertura no tengan un efecto negativo en el cultivo siguiente, exista un breve período de barbecho para la recarga del perfil.



**Figura 11:** Agua acumulada en el suelo (mm) en los primeros 20 cm de profundidad en diferentes momentos de secado del cultivo de cobertura. Río Cuarto, 2010.

Comparando Cayú y Tizné no se vieron diferencias significativas en lo referente a los milímetros de agua en el suelo en los primeros 20 cm del perfil, por lo que podemos decir que utilizar un cultivar u otro como cultivo de cobertura nos brinda el mismo beneficio (Tabla 7).

**Tabla 7:** Agua acumulada de 0-20 cm de profundidad en los diferentes cultivares y testigo para ambos momentos de secado. Río Cuarto, 2010.

<i>Muestra</i>	<i>mm H<sub>2</sub>O</i>	<i>n</i>	
Testigo	53,51 ± 6,01	12	<b>A</b>
Tizné	59,06 ± 3,60	12	<b>B</b>
Cayú	62,14 ± 3,67	12	<b>B</b>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### **Agua acumulada hasta el metro de profundidad:**

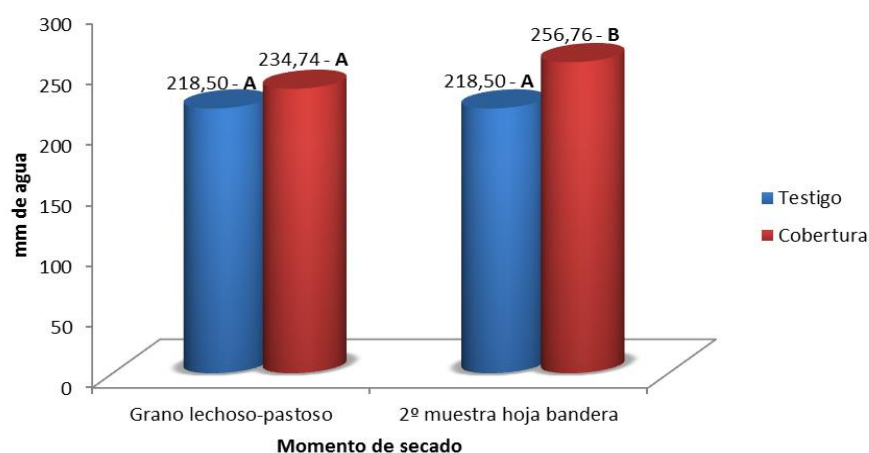
El secado del triticale en uno u otro estadio fenológico no afecta el agua del perfil del suelo hasta el metro de profundidad ya que no hay diferencias estadísticamente significativas en el ensayo como se ve a continuación (Tabla 8).

**Tabla 8:** Agua acumulada de 0-100 cm de profundidad en los diferentes momentos de secado. Río Cuarto, 2010.

<i>Muestra</i>	<i>mm H<sub>2</sub>O</i>	<i>n</i>	
Grano lechoso-pastoso	229,32 ± 16,18	12	<b>A</b>
2º muestra hoja bandera	244,01 ± 22,95	12	<b>A</b>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Según lo expresado anteriormente no hay diferencias al final del experimento entre secar el cultivo de cobertura en hoja bandera o en grano lechoso-pastoso, pero si tomamos por separado ambos momentos, vemos que al secar en hoja bandera sí hay diferencias significativas en los mm de agua hasta el metro de profundidad del suelo entre el suelo sin cobertura y el suelo que tubo cobertura. No ocurre lo mismo al secar en el estadio de grano lechoso pastoso (Figura 12).



**Figura 12:** Agua almacenada en el suelo (mm) hasta el metro de profundidad en diferentes momentos de secado del cultivo de cobertura. Río Cuarto, 2010.

Las Tablas 9 y 10 muestran la cantidad de agua acumulada en los diferentes cultivares:

**Tabla 9:** Agua acumulada de 0-100 cm de profundidad en el secado de hoja bandera. Río Cuarto, 2010.

Muestra	mm de H <sub>2</sub> O	n	
Testigo	218,50 ± 12,38	4	<b>A</b>
Cayú	256,66 ± 10,99	4	<b>B</b>
Tizné	256,86 ± 18,86	4	<b>B</b>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Tabla 10:** Agua acumulada de 0-100 cm de profundidad en el secado de grano lechoso-pastoso. Río Cuarto, 2010.

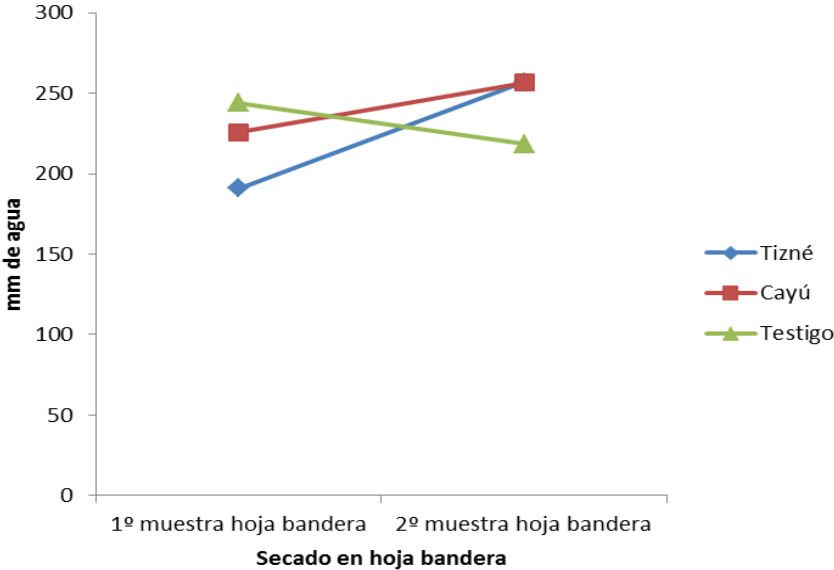
Muestra	mm de H <sub>2</sub> O	n	
Testigo	218,50 ± 12,38	4	<b>A</b>
Cayú	232,73 ± 22,09	4	<b>A</b>
Tizné	236,74 ± 8,59	4	<b>A</b>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Para el secado en estadio de hoja bandera no se muestran diferencias significativas entre los dos cultivares implantados como cultivos de cobertura, pero si muestran el efecto benéfico sobre el suelo en cuanto a la retención de humedad del mismo si los comparamos con el testigo. Para el caso del secado en grano lechoso-pastoso no hay diferencias en el efecto que causan ambos cultivares de triticale comparados con la situación testigo, y tampoco se ven diferencias entre ambos cultivares. Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Quiroga *et al.* (2008) en donde experiencias

obtenidas muestran que las diferencias en los contenidos finales de agua entre los testigos y los cultivos de cobertura son muy variables.

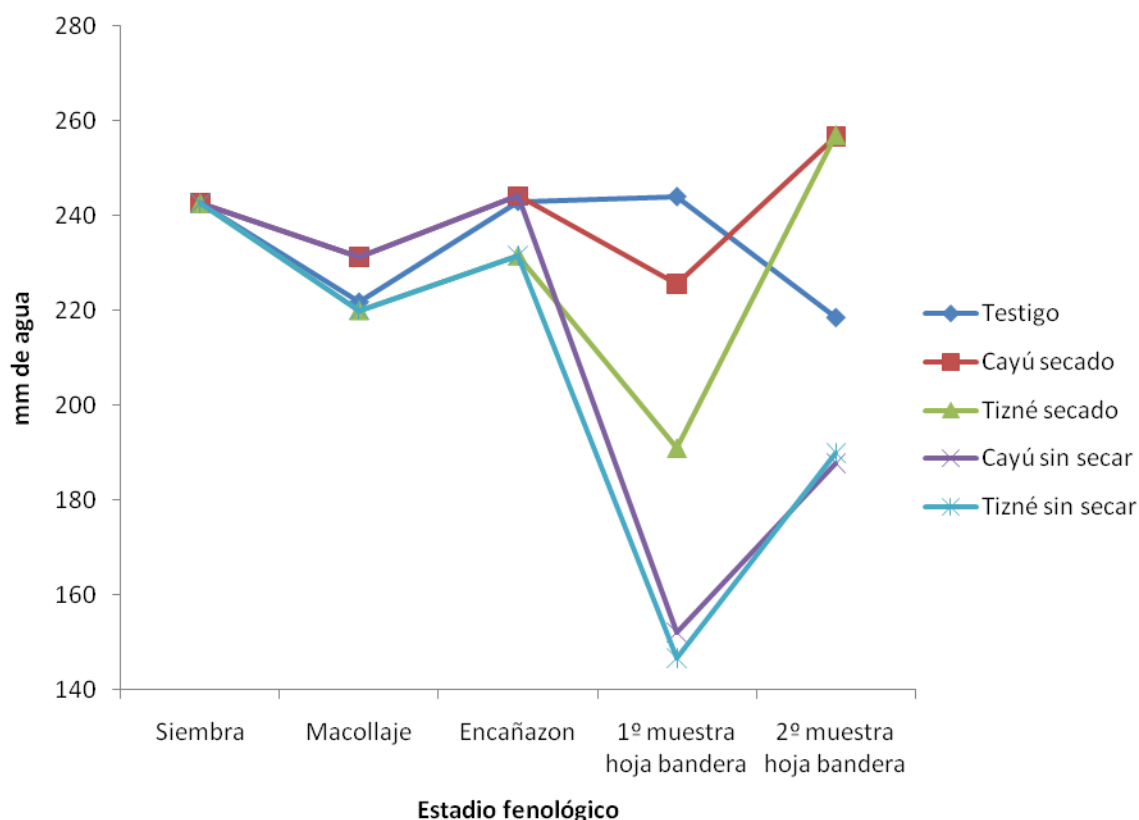
Entre la primera y la segunda medición de humedad del suelo de 0 a 100 cm de profundidad para la situación bajo riego en el estadio fenológico de hoja bandera, la dinámica que toma el agua en el tratamiento con cobertura y sin cobertura, es que con el paso de los días la situación testigo termina con menos cantidad de agua que el tratamiento con cobertura, ya sea con Tizné o Cayú (Figura 13).



**Figura 13:** Agua acumulada al metro de profundidad en el estadio de hoja bandera para diferentes momentos de muestreo. Río Cuarto, 2010.

En la Figura 14 se observa la dinámica del agua en el suelo hasta el metro de profundidad a través del tiempo desde la siembra del cultivo hasta el día de finalización del ensayo.

Las líneas Cayú sin secar y Tizné sin secar representan ambos cultivares que no fueron secadas en el estadio fenológico de hoja bandera, por ello, los mm de agua en el perfil del suelo caen abruptamente cuando se tomó la primer muestra en hoja bandera y termina siendo menor la cantidad de agua en el suelo con cultivo sin secar que en el suelo testigo. Las líneas Cayú secado y Tizné secado representan ambos cultivares que se secaron en el estadio fenológico de hoja bandera del cultivo, notándose claramente que al finalizar el experimento el suelo con cobertura termina con mayor cantidad de agua en su perfil, superando claramente al suelo con el cultivo sin secar y al suelo testigo.



**Figura 14:** Dinámica del agua en el suelo hasta el metro de profundidad desde la siembra hasta el segundo muestreo en el estadio hoja bandera. Río Cuarto, 2010.

### Situación en secano:

#### Agua acumulada en los primeros 20 cm de suelo:

Al igual que la situación bajo riego, en secano, al final del experimento, no se registraron diferencias significativas entre secar el triticale en el estadio de hoja bandera o en el estadio grano lechoso-pastoso (Tabla 11).

**Tabla 11:** Agua acumulada de 0-20 cm de profundidad en los diferentes momentos de secado. Río Cuarto, 2010.

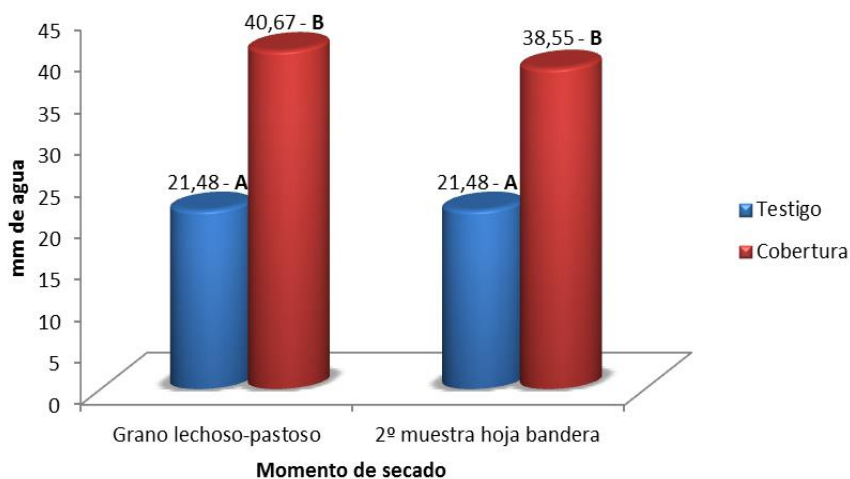
Muestra	mm H <sub>2</sub> O	n	
2º muestra hoja bandera	32,86 ± 8,70	9	A
Grano lechoso-pastoso	34,27 ± 10,00	9	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Lo mismo que ocurre bajo riego, ocurre para este caso en la situación de secano, donde se ven diferencias significativas comparando el cultivo de cobertura con el testigo sin cobertura, ya sea secando el triticale en el estadio de hoja bandera o en grano lechoso pastoso (Figura 15). La cobertura



(tanto Tizné como Cayú) generada favoreció a que el suelo en sus primeros 20 cm termine el experimento con una mayor cantidad de agua comparado con el testigo sin cobertura.



**Figura 15:** Agua acumulada en el suelo en los primeros 20 cm de profundidad en diferentes momentos de secado del cultivo de cobertura. Río Cuarto, 2010.

Comparando por separado los cultivares, Cayú y Tizné no mostraron diferencias significativas en lo referente a los milímetros de agua en el suelo en los primeros 20 cm del perfil (Tabla 12), por lo que podemos afirmar que utilizar un cultivar u otro como cultivo de cobertura nos brinda el mismo beneficio respecto a este análisis.

**Tabla 12:** Agua acumulada de 0-20 cm de profundidad en los diferentes cultivares y testigo para ambos momentos de secado. Río Cuarto, 2010.

Muestra	mm H <sub>2</sub> O	n	
Testigo	25,71 ± 6,59	9	<b>A</b>
Cayú	36,53 ± 3,70	9	<b>B</b>
Tizné	36,89 ± 6,30	9	<b>B</b>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### Agua acumulada hasta el metro de profundidad:

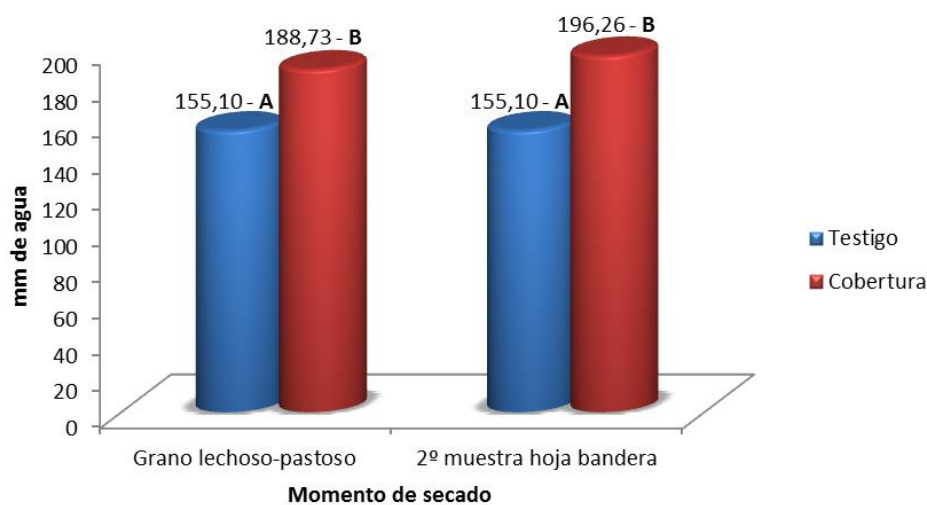
El secado del triticale en uno u otro estadio fenológico no afecta el agua del perfil del suelo hasta el metro de profundidad ya que no encontramos diferencias significativas en el ensayo (Tabla 13).

**Tabla 13:** Agua acumulada de 0-100 cm de profundidad en los diferentes momentos de secado. Río Cuarto, 2010.

Muestra	mm H <sub>2</sub> O	n	
Grano lechoso-pastoso	177,52 ± 18,76	9	A
2º muestra hoja bandera	182,54 ± 21,62	9	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Comparando el cultivo de cobertura como tal con la situación testigo, vemos diferencias significativas ya que los tratamientos con cultivos de cobertura acumularon mayor cantidad de agua hasta el metro de profundidad del suelo comparada con el tratamiento testigo (Figura 16).



**Figura 16:** Agua acumulada (mm) en el suelo hasta el metro de profundidad en diferentes momentos de secado del cultivo de cobertura. Río Cuarto, 2010.

Según Basanta *et al.* (2008) en conclusión de sus trabajos realizados, la inclusión de cultivos de cobertura secados en inicio de encañazón (previo al comienzo de las lluvias de primavera), permite la recarga del perfil hasta la siembra de los cultivos a fines de noviembre-diciembre.

Las pérdidas de agua en los barbechos largos bajo siembra directa justificarían la inclusión de un CC invernol para usar el agua formando biomasa vegetal, logrando mayor cobertura del suelo y aportando más carbono orgánico al sistema.

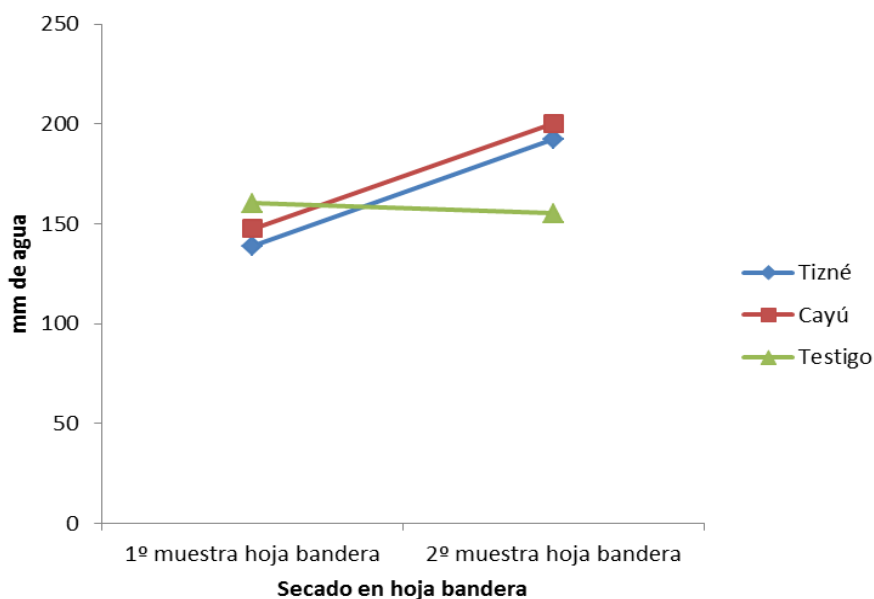
La Tabla 14 refleja lo anterior, la cobertura generada por ambos cultivares muestra diferencias significativas comparadas con el testigo, pero entre Cayú y Tizné no se observan diferencias estadísticamente significativas en la acumulación del agua hasta el metro de profundidad en el suelo.

**Tabla 14:** Agua acumulada de 0-100 cm de profundidad en los diferentes cultivares y testigo para ambos momentos de secado. Río Cuarto, 2010.

Muestra	mm H <sub>2</sub> O	n	
Testigo	156,86 ± 6,01	9	<b>A</b>
Tizné	173,91 ± 28,50	9	<b>B</b>
Cayú	178,26 ± 24,22	9	<b>B</b>

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

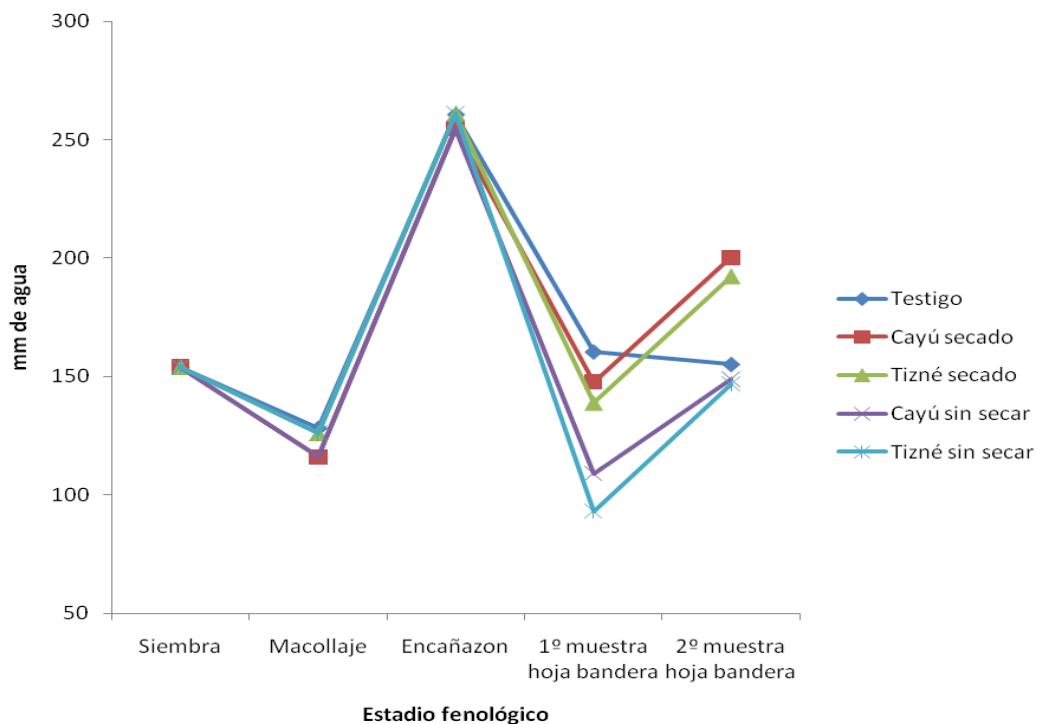
Entre la primera y la segunda medición de humedad del suelo de 0 a 100 cm de profundidad en el estadio fenológico de hoja bandera vemos la dinámica que toma el agua en el tratamiento con cobertura y sin cobertura (Figura 17), donde observamos que con el paso de los días la situación testigo termina con menos cantidad de agua que el tratamiento con cobertura.



**Figura 17:** Agua acumulada al metro de profundidad en el estadio de hoja bandera para diferentes momentos de muestreo. Río Cuarto, 2010.

En cuanto a la dinámica del agua en el perfil del suelo (Figura 18), en el suelo sin generar cobertura (Cayú sin secar y Tizné sin secar) vemos que los mm de agua caen abruptamente cuando se tomó la primer muestra en el estadio de hoja bandera y termina siendo menor la cantidad de agua en el suelo con cultivo sin secar que en el suelo testigo y donde están los cultivares de triticale secados que generaron la cobertura. Las líneas Cayú secado y Tizné secado representan ambos cultivares que se secaron en el estadio fenológico de hoja bandera del cultivo, notándose claramente que al finalizar el

experimento el suelo con cobertura termina con mayor cantidad de milímetros (mm) de agua en su perfil, superando ampliamente los mm de agua en el suelo con el cultivo sin secar y al suelo testigo.

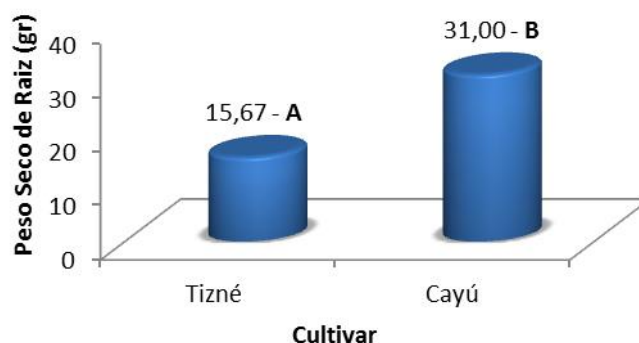


**Figura 18:** Dinámica del agua en el suelo hasta el metro de profundidad desde la siembra hasta el segundo muestreo en el estadio hoja bandera. Río Cuarto, 2010.

### Biomasa del cultivo:

Para la situación de secado del cultivo de cobertura en el estadio de hoja bandera se observó que no hay interacciones significativas para los caracteres analizados, ocurriendo lo mismo que lo encontrado por Amigone *et al.* (2012) que al trabajar con la producción de forraje de triticale evaluaron los kilogramos de Materia Seca (MS)/ha de los cultivares Tizné-UNRC y Cayú-UNRC y no hallaron diferencias significativas.

Se observaron diferencias significativas en el peso seco de la muestra de raíces (PSR) por planta entre el cultivar Tizné y Cayú para la situación de secano ( $p \leq 0,05$ ), en donde el PSR para el cultivar Tizné fue de 15,67 gr y el PSR para el cultivar Cayú fue de 31,00 gr (Figura 19).



**Figura 19:** Peso de raíz para los cultivares de triticale bajo la condición de secano en el estadio fenológico de hoja bandera. Río Cuarto, 2010.

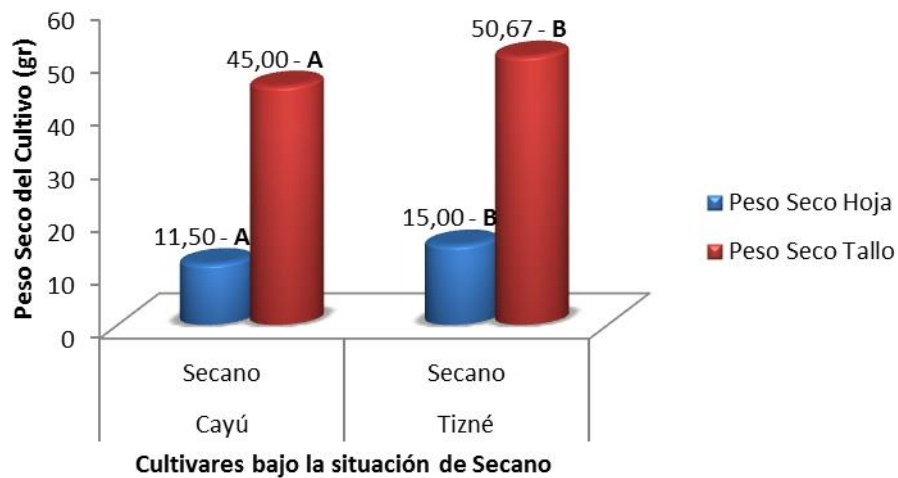
Si bien se observaron esos resultados, no se encontraron diferencias en el peso de las raíces en un volumen de suelo de 30 x 30 x 30 cm, ya que las raíces del cultivar Tizné en secano pesaron 21 gr para ese volumen de suelo y las raíces del cultivar Cayú en secano pesaron 24 gr para el mismo volumen. Algo similar ocurrió con la situación bajo riego complementario, ya que el peso de las raíces para ese volumen de suelo fue 28 gr para el cultivar Tizné y 29 gr para el cultivar Cayú.

La profundidad de raíces para la situación bajo riego complementario fue de 135 cm para el cultivar Cayú y 120 cm para el cultivar Tizné. Para la situación de secano las raíces del cultivar Tizné exploraron una profundidad de 90 cm y las de Cayú 85 cm.

En cuanto a la altura de las plantas no se registraron grandes variaciones importantes para el estadio de hoja bandera, con una altura promedio de 69,75 cm para el cultivar Tizné y 71,25 cm para el cultivar Cayú, ambos bajo riego complementario. Para la situación de secano en el mismo estadio fenológico ocurrió algo similar con una altura promedio de las plantas de 61,67 cm para el cultivar Tizné y 62,50 cm para el cultivar Cayú.

En lo referente al secado del triticale en el estadio fenológico de grano lechoso-pastoso, la partición de biomasa del cultivo mostró diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en la variable Peso Seco de la Hoja (PSH) para la situación de secano. El cultivar Cayú produjo 11,50 gr de PSH y el cultivar Tizné 15 gr de PSH. A su vez se dio la particularidad de que los cultivares implantados en la situación de secano produjeron mayor PSH que los cultivares implantados bajo la situación con riego complementario. En otra variable que se vieron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) fue en el Peso Seco del Tallo (PST) para los cultivares en secano, donde el PST para el cultivar Cayú fue de 45 gr y para el cultivar Tizné fue de 50,67 gr (Figura 20). Estos resultados contrastan con los encontrados por

Bertolotti *et al.* (2005), en donde no obtuvieron diferencias significativas al evaluar, entre otros, la producción de materia seca (kg/ha) en los cultivares Tizné-UNRC y Cayú-UNRC.



**Figura 20:** Peso seco de hoja y tallo para los cultivares de triticale bajo la condición de secano en el estadio fenológico de grano lechoso-pastoso. Río Cuarto, 2010.

El peso de las raíces, tuvo diferencias no significativas en el volumen de suelo estudiado (30 x 30 x 30 cm), terminando los cultivares con pesos de las raíces muy similares, ya sea en secano o para la situación de riego complementario.

La profundidad de raíces para la situación bajo riego fue de 128 cm para el cultivar Tizné y 140 cm para Cayú, mientras que en la situación de secano fue de 93 cm para el cultivar Tizné y 90 cm para el cv. Cayú.

La altura de las plantas, para la situación bajo riego complementario mostró en promedio para el cultivar Tizné 116,25 cm de alto y 127,50 cm para el cultivar Cayú. En la situación de secano el cultivar Tizné llegó a 95 cm de alto y el cultivar Cayú a 90 cm de altura. Como se puede ver, no hay grandes diferencias entre los cultivares para cada situación.

## CONCLUSIONES

- ✓ El secado del triticale utilizado como cultivo de cobertura en el ambiente de Río Cuarto, ya sea en el estadio fenológico de hoja bandera o en grano lechoso-pastoso, mejora la eficiencia del uso del agua permitiendo una mayor acumulación en el perfil del suelo.
- ✓ La acumulación de agua en el suelo no se ve afectada por secar el triticale en el momento de hoja bandera o grano lechoso-pastoso.
- ✓ Los cultivares de triticale no mostraron diferencias en la influencia en cuanto al almacenamiento de agua en el perfil del suelo.
- ✓ El cultivo de triticale utilizado como cultivo de cobertura no influye en los niveles de Materia Orgánica Total del suelo para los diferentes momentos de secado.
- ✓ El triticale mejora los niveles de Materia Orgánica Particulada del suelo ya sea secado en hoja bandera o grano lechoso pastoso cuando está bajo riego complementario.
- ✓ Los cultivares de triticale no muestran diferencias en la producción de biomasa, generando ambos una cobertura adecuada para ser utilizados como cultivo de cobertura.

## BIBLIOGRAFIA

- Álvarez C., Scianca C., Barraco M. y M. Díaz-Zorita 2007. Impacto del manejo de cereales de cobertura invernal sobre propiedades edáficas y producción de soja. EEA General Villegas, INTA. Páginas 48-53.
- Álvarez R. y H. S. Steinbach 2006. Efecto de la agricultura sobre el nivel de materia orgánica en Materia Orgánica: valor agronómico y dinámico en suelos pampeanos. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Páginas 41-52.
- Amigone M., Kloster A., Cagnolo O., Dominguez M. y G. Resch 1991. Evaluación de cereales forrajeros invernales en condiciones de pastoreo. Hoja Informativa N° 21. 8 págs. Proyecto AMCPAG, EEA Marcos Juárez, INTA.
- Amigone M., Kloster A., Chiacchiera S., Conde M. B. y B. Masiero 2012. Verdeos de invierno. Producción de forraje de avena, cebada forrajera, triticale y raigrás anual en la EEA Marcos Juárez. Información para extensión n° 139. EEA Marcos Juárez, INTA.
- Aniol A. 1985. Breeding of triticale for aluminum tolerance. Proc. Genetics and Breeding of Triticale. INRA: 573-582 Clermont Ferrand, Paris
- Basanta M., Giubergia J., Lovera E., Alvarez C., Martellotto E., Curto E. y A. Viglianco 2008. Manejo del barbecho invernal y su influencia en la disponibilidad hídrica para el cultivo estival en un Haplustol de la region central de Córdoba. EEA Manfredi, INTA.
- Bauer A. y A. L. Black 1994. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. Soil Sci. Soc. Am. J. 58:185-193.
- Bertolotti N., Bandera R., Méndez D., Davies P. y O. Peralta 2005. Evaluación de especies y cultivares de cereales de invierno para pastoreo, en el área de influencia de la EEA INTA General Villegas. Proyecto ganadero. EEA General Villegas, INTA.
- Blake G.R. y K.H. Hartge, 1986. Bulck Density, en Methods of soil análisis, Part 1, Physical and mineralogical methods, Agronomy monographs no. 9, second edition, ASA.SSSA., pp 363-375. Editor-in-chief A. Klute. Number 1 in the series agronomy. American Society of Agronomy, Inc. Wisconsin USA pp 635-660.



- Camargo C. E. de O., Felicio J. C., de Freitas J. G., Wilson A. e P. Ferreira Filho 1988. Tolerancia de trigo, triticale e centeio a diferentes níveis de ferro em solução nutritiva. *Bragantia* 47(2):295-304.
- Daliparthi J., Herbert S., y P. Veneman 1994. Dairy manure application to alfalfa: crop response, soil nitrate, and nitrate in soil water. *Agron. J.* 86:927– 933.
- Ding G., Liu X., Herbert S., Novak J., Dula A., y B. Xing 2005. Effect of cover crop management on soil organic matter. *Geoderma*. Article in Press. 130:229-239.
- Ding G., Liu X., Herbert S., Novak J., Dula A. y B. Xing 2006. Effect of cover crop management on soil organic matter. *Geoderma*. 130:229-239.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Domínguez M. y M. Amigone 1994. Cereales Forrajeros. Hoja Informativa N° 3. 4 págs. Proyecto AMCPAG. EEA Marcos Juárez, INTA.
- Duarte G. 2002. Sistemas de Producción de girasol en la región húmeda de Argentina. El Manual práctico para el cultivo de girasol. Editores Díaz-Zorita M. y Duarte G., 313 p.
- Fargioni M., Vega C., Baigorria T., Pietrantonio J. y C. Cazorla 2008. Cultivos de cobertura y su efecto sobre la disponibilidad hídrica y nitrogenada a la siembra y el rendimiento del maíz. EEA Marcos Juárez, INTA. 3 p.
- Fernández R., Funaro D. y A. Quiroga 2005. Influencia de cultivos de cobertura en el aporte de residuos, balance de agua y contenido de nitratos. Boletín de divulgación técnica N° 87. Aspectos del manejo de los suelos en sistemas mixtos de las regiones semiárida y subhúmeda Pampeana. EEA INTA Anguil. pp. 3-5.
- Fisk J., Hesterman O., Shrestha A., Kells James J., Harwood Richard R., Squire John M. and C. Sheaffe 2001. Weed Suppression by Annual Legume Cover Crops in No-Tillage Corn *Agronomy Journal*. 93:319-325.

- Galantini J.A. 2005. Separación y análisis de las fracciones orgánicas. En: Manual "Tecnología en Análisis de Suelos: Alcances a laboratorios agropecuarios" (Eds. L. Marban y S. Ratto) AACCS. Capítulo IV parte 2, 95-106.
- Graham R. D. 1984. Breeding for nutritional characteristics in cereals. *Adv. in Plant Nutr.* 1:57-102.
- Hendrix P. F., Franzluebbbers A. J. and D. V. McCracken 1998. Management effects on C accumulation and loss in soils of the southern Appalachian Piedmont of Georgia. *Soil Till. Res.*47: 245-251.
- Houghton R. A., Hobbie J. E., Melillo J. M., Moore B., Peterson B. J., Shaver G. R. and G. M. Woodwell 1983. Changes in the carbon content of terrestrial biota and soils between 1860 and 1980: a net release of CO<sub>2</sub> to the atmosphere. *Ecol. Monographs* 53:235-262.
- Klute A. 1986. Water retention: Laboratory methods, en *Methods of soil análisis, Part 1, Physical and mineralogical methods*, Agronomy monographs no. 9, second edition, ASA.SSSA., pp 635-660.
- Kraus T., Bianco C. y C. Núñez 1999. *Los Ambientes Naturales del Sur de la Provincia de Córdoba*. Ed. Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto. 112 Pág.
- Liebman M y A. S. Davis 2000. Integration of soil, crop, and weed management in low- external-input farming systems. *Weed Res.* 40:27-47.
- Mohler C. L. y J. R. Teasdale 1996. Response of weed emergence to rate of vicia villosa Roth and secale cereale L. residue. *Weed Res.* 33:487-499.
- Nelson, D. and L. Sommers. 1982. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. In *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. Page, A.; Miller, R. and Keeney, D. (eds). Agronomy Monograph N° 9. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America. Segunda edición. Wisconsin. USA. Pág. 539-537.
- Nyakatawaa E, K. Reddy y K. Sistani 2001. Tillage, cover cropping, and poultry litter effects on selected soil chemical properties. *Soil. Till. Res.* 58, 69-79.
- Quiroga A., Fernández R., Frasier I. y C. Scianca 2008. Cultivos de cobertura. Análisis de su inclusión en distintos sistema de producción. EEA INTA Anguil. 21 p.

- Quiroga A., Ormeño O., Bono A., Rodríguez N., Montoya J. y F. Babinec 1999. Aspectos del manejo de suelo y productividad del girasol en la región semiárida pampeana. Bol. Tec. N° 64 EEA INTA Anguil. 29 p.
- Quiroga A. y O. Ormeño 1996. Fertilización de verdes de invierno – Región semiárida pampeana. En EEA INTA “Gral. Villegas”, Curso de capacitación y actualización para profesionales en “Fertilidad de Suelos y Fertilización”. Agosto de 1996, pp. 50-59.
- Rosa O. de S. e J. R. Been 1986. Melhoramiento genético de trigo para utilizacao de fósforo do solo. Reuniao Nacional de Pesquisa de Trigo. 14:195-197. Londrina, Brazil.
- Rufo M. 2003. Factibilidad de inclusión de cultivos de cobertura en Argentina. Actas XI Congreso de AAPRESID I: 171-176.
- Sainju U. M., Singh B. P. y W.F. Whitehead 1993. Cover crop root distribution and its effects on soil nitrogen cycling. Agron. J. 90: 511-518.
- Sardiña C., Lurdes G., Orelia M. y A. Quiroga 2008. Cultivo de cobertura, efectos de la fertilización sobre la producción de biomasa, eficiencia de uso del agua y el cultivo sucesor. VII Congreso Nacional Trigo y V Simposio Cereales Otoño Invernales. Santa Rosa, La Pampa, Argentina. 2 p.
- Satorre E. 2003. Las posibilidades ambientales y tecnológicas de la pradera pampeana para la producción de granos. Las Ciento y Una “Hacia los 100 millones de toneladas de granos y la exportación de 1 millón de toneladas de carne. Bolsa de Cereales de Buenos Aires (Ed). pp 37-38.
- Scianca C., Álvarez C., Barraco M., Quiroga A. y P. Zalba 2006. Cultivos de cobertura. Aporte de carbono e influencia sobre propiedades edáficas. XX Congreso AACCS, Salta, Argentina. 3 p.
- Strock J., Porter P. y M. Russelle 2004. Cover cropping to reduce nitrate loss through subsurface drainage in the northern U.S. Corn Belt. J. Environ.Qual. 33:1010-1016.
- Tisdale S. 1991. Fertilidad de Suelos y Fertilizantes. México, Editorial Limusa. 760 p.
- Villareal R. L., Verughese G. and O. S. Abdalla 1990. Advances in Sprint Triticale Breeding. Plant Breeding Rev. 8:43-90.

Walkley, A. and I. A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37:29-38.

Wander M. y S. Traina 1996. Organic fractions from organically and conventionally managed soils: I. Carbon and nitrogen distribution. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60:1081-1087.