

MINERALIZACIÓN DE LOS RASTROJOS DE TRIGO Y COMUNIDADES MICROBIANAS ASOCIADAS PARA EL CONTROL CULTURAL DE LA SEPTORIOSIS.

Gómez R.P.¹., Simón M.R.², Mónaco C.I.¹, Kripelz N.I.¹, Cordo C.A.¹.
¹CONICET, CIDEFI; ²CIC, CIDEFI, UNLP.

Palabras claves Rastrojo, septoriosis, mineralización, microorganismos, control cultural

Resumen

La siembra directa es una de las prácticas más importantes y efectivas para controlar la erosión, aumentar la materia orgánica y la fertilidad, mejorar el aprovechamiento del agua, disminuir los costos de producción y preservar el ecosistema. Sin embargo, la acumulación de los rastrojos ocasiona un aumento en el potencial de inóculo de ciertos patógenos hemibiótrofos, si no se implementan medidas de control eficientes.

En siembra directa y monocultivo los patógenos hemibiótrofos son más severos, debido a que aumenta el período de supervivencia sobre los rastrojos retenidos en el suelo. El trigo debería ser cultivado en el mismo lote, sólo después de la completa mineralización de los restos culturales. Por eso, el conocimiento del tiempo en que el rastrojo del trigo persiste en el suelo en diferentes prácticas culturales y bajo diferentes ambientes, es de fundamental importancia.

El objetivo del presente trabajo fue investigar el tiempo y la influencia del ambiente para una total mineralización del rastrojo de trigo infectado para conducir también el control cultural de la Septoriosis del trigo. Se cuantificó la pérdida de peso del rastrojo de trigo, durante tres cuatrimestres continuados y se identificó la población de hongos involucrados en el proceso de la degradación, en monocultivo de trigo, bajo dos condiciones de recultivo(con recultivo de trigo y sin recultivo de trigo), dos sistemas de labranza(Siembra Directa y Labranza Convencional) y dos dosis de fertilizante (0 y 160 Kg.N.H⁻¹).

La labranza cero y alta dosis de N en el suelo aumentó la frecuencia de especies microbianas en las capas superficiales del suelo; esto se debió a la acumulación heterogénea de residuos a través del tiempo que produjo alta disponibilidad de nutrientes y acentuada actividad microbiológica de la micota celulolítica.

La especie predominante, registrada por la técnica de recuento del agua de lavado del rastrojo fue *Bipolares sorokiniana* se diferenció significativamente de otros microorganismos tales como *Mycosphaerella graminicola*, *Stagonospora nodorum*, *Alternaria grupo infectoria* y *Fusarium graminearum* y *F. oxysporum*.

En cambio *Fusarium equiseti* fue observado en abundancia en labranza convencional.

Con respecto a *Fusarium spp*, también se encontró una estrecha relación de este género con los restos vegetales, cumpliendo un rol importante en la descomposición del sustrato, junto con *Trichoderma spp.*. Dentro de este género se encuentran especies muy exitosas en cuanto a su capacidad como agentes biocontroladores de hongos patógenos por lo que se deben intensificar estudios con las nuevas cepas que se aislen. Se concluye que para asegurarse una siembra futura con una población disminuida de potenciales patógenos para el cultivo, en un sistema de monocultivo de trigo, la condición no disturbada, acelera la descomposición del rastrojo, alcanzando la degradación total a los 13 meses de exposición de las

trampas a la Labranza Convencional y las dos dosis de fertilizante; en cambio, en un sistema disturbado, fue necesario esperar 21 meses para que ocurriera esta situación. Se concluyó que las poblaciones de *Mycosphaerella graminicola* y *Septoria tritici* sólo se vieron acrecentadas en el período estival, coincidiendo con la madurez del cultivo del primer año de exposición de las trampas; en el año subsiguiente se registró una merma a través de los tiempos de evaluación alcanzando su desaparición total para la primavera del segundo año.

Introducción

La siembra directa es una de las prácticas más importantes y efectivas para controlar la erosión, aumentar la materia orgánica y la fertilidad, mejorar el aprovechamiento del agua, disminuir los costos de producción y preservar el ecosistema. Sin embargo la nula o mínima remoción del suelo y la acumulación de los rastrojos puede ocasionar un aumento en el potencial de inóculo de ciertos patógenos hemibiótrofos, (Carmona. y Reis, 1998). Se deben integrar en el manejo del cultivo la selección de cultivares resistentes, la calidad de las semillas, la aplicación de funguicidas y la rotación de cultivos (Krupinsky *et al*, 2002). Las labranzas influyen directamente sobre la supervivencia de la mayoría de los patógenos (Krupinsky *et al.*, 2002), principalmente a través de la cantidad, posición y tasa de descomposición de los residuos culturales. En siembra directa y monocultivo los patógenos hemibiotrofos son más severos, debido a que aumenta el período de supervivencia sobre los rastrojos retenidos en el suelo. En labranza cero, la cantidad de rastrojo acumulado es máxima y la tasa de descomposición es mínima (Carmona y Reis, 1998). Se ha registrado un aumento de manchas foliares, principalmente de la mancha amarilla, sobre cultivos de trigo bajo monocultivo y siembra directa (Reis y Carmona, 1995). El trigo debería ser cultivado en el mismo lote, sólo después de la completa mineralización de los restos culturales. Por eso, el conocimiento del tiempo en que el rastrojo del trigo persiste en el suelo en diferentes prácticas culturales y bajo diferentes ambientes, es de fundamental importancia (Reis, 1992; Reis y Carmona, 1995, Reis *et al* 1997). Los microorganismos del suelo cumplen un rol fundamental tanto en la degradación enzimática de restos vegetales como su reciclado a partir de la fracción mineral del suelo. La actividad de tales organismos depende del desarrollo del cultivo, el tipo y manejo del suelo y el macro y microclima del lugar (Schinner *et al.* 1996). Los hongos celulolíticos constituyen uno de los principales grupos involucrados en la degradación del rastrojo (Toressani *et al.* 1998), siendo importante conocer la tasa de descomposición de los residuos para planificar el uso adecuado de los mismos. La relativa prevalencia de ellos puede variar según regiones y estaciones (Krupinsky *et al.*, 2002).

El objetivo del presente trabajo fue investigar el tiempo y las influencia del ambiente para una total mineralización del rastrojo de trigo infectado y cuantificar e identificar la población de hongos saprofitos involucrados en el proceso de la degradación, en monocultivo de trigo, bajo dos condiciones de recultivo, dos sistemas de labranza y dos dosis de fertilizante.

Materiales y Métodos

El experimento a campo se condujo en la Estación Experimental "Julio. Hirschhorn" de la Facultad de Ciencias Agrarias (La Plata: Lat.: 34° 59' S y Long.: 57° 59' W), sobre un suelo Argiudol típico, Los tratamientos de fertilización fueron: sin nitrógeno (N0) y 160 Kg. Ha⁻¹ de nitrógeno (80Kg.Ha-1 a la siembra y los 80 Kg

restantes en el macollaje). Al partir de un monocultivo con trigo (CRec.), no se contó con un sistema de cultivo alternativo, por ello se eligió comparar la población microbiana del rastrojo y del suelo del monocultivo de trigo con un sistema sin recultivo (SRec.) que se estableció en el perímetro circundante del mismo ensayo. En el sector con recultivo, se evaluó el efecto de la población microbiana teniendo en cuenta la presencia de dos variedades de trigo (V1= Buck Pingo, V2= Buck Bigua). El ensayo quedó organizado en un arreglo factorial: 2 dosis fertilizante x 2 labranzas x 2 variedades x 2 ambientes x 3 repeticiones. Las muestras de rastrojo fueron tallos y hojas de trigo obtenidas al momento de la cosecha en el 2003; los restos se cortaron en trozos de 4 cm y se colocaron en bolsas de 20X21 cm, de malla entramada de polietileno con un tamaño de poro de 0.5mm. Se confeccionaron 25 bolsas por tratamiento calculando un período experimental de 2 años y extracciones cada 4 meses. Cada bolsa contenía un peso de paja equivalente a las 25 avas partes del peso total de paja cosechada en el metro cuadrado original. Se instalaron 24 bolsas por tratamiento colocándolas en forma horizontal y superficial para el sistema SD y se enterraron a 10 cm de profundidad para el sistema LC. La bolsa número 25 fue evaluada como (T₀) muestra de rastrojo previo al inicio del experimento. Las bolsas fueron instaladas en el mes de septiembre de 2003 realizando 3 muestreos sucesivos en los meses de enero, mayo, septiembre de 2004 y mayo de 2005. Se cuantificó; la descomposición de los residuos, por medición del porcentaje de pérdida de peso con respecto al peso de los mismo en el T₀. Las unidades muestreadas se lavaron con agua corriente y secaron en estufa a 35°C hasta peso constante; En cada muestreo se tomaron 3 bolsas –trampa-, que fueron pesadas una vez comprobado su peso constante, calculando la pérdida de peso seco por cada submuestra individual. Para analizar las variaciones de pérdida de peso seco en función del tiempo y de las poblaciones celulolíticas a través del tiempo se aplicó un ANOVA (con valores sin transformar). La presencia y el número de especies patógenas-saprófitas de cada submuestra, se determinó por la técnica del lavado del rastrojo (Reis y Casas, 1998). De cada bolsa se extrajo 5 gr. de rastrojo que se remojó en agua al 2,5% con la adición de tween 80 y se homogeneizó en agitador durante 45 minutos. Las especies fúngicas presentes y el número total de cada una se determinó por observación microscópica en cámara de Fusch Rosenthal de una gota de 450ul repetida 4 veces. La observación consistió en la determinación sistemática y la cuantificación para cada uno de los tiempos de muestreo, de cada una de las especies patógenas y saprófitas presentes en el agua de lavado. Luego se aplicó un ANOVA para analizar la importancia de cada sistema de cultivo en la multiplicación de cada microorganismo. Las medias del ANOVA fueron comparadas utilizando el test de diferencias mínimas significativas (LSD) con un nivel de significancia de 0.05. El resultado final se expresó como número de c/u de los microorganismos/g. rastrojo.

Resultados y Discusión

Los niveles de N disponibles en el rastrojo, fueron aumentando con la sucesión de los tiempos de muestreo, indicando la liberación de N al medio como resultado de la actividad de los microorganismos. Se observaron diferencias para los valores porcentuales de pérdida de peso del rastrojo entre los dos sistemas de recultivo. Además el contenido de N liberado fue mayor para la dosis más alta de aplicación de fertilizante, sin importar la condición de labranza. El nivel de materia orgánica del suelo y la disponibilidad de N-N03, sumado al contenido de N inicial del rastrojo y

sus posteriores modificaciones químicas fueron responsables de, las diferencias en la velocidad de descomposición (Ernst. *et al.* 2002).

El análisis de varianza para la pérdida de peso porcentual del rastrojo (Tabla 1) demostró que los sistemas de labranza, los ambientes con y sin recultivo y las dosis de fertilizantes variaron significativamente a través de los tiempos a excepción del último muestreo, para fertilización. Con respecto a las interacciones, la combinación de la labranza por la fertilización para los tiempos T1 y T2 y la labranza por el sistema de recultivo en el T1 demostraron diferencias.

La figura 1 muestra la reducción del peso seco del rastrojo en los diferentes tiempos (T0, T1, T2 y T3) y las condiciones de recultivo (Con Rec., Sin Rec.) Según los resultados observados el sistema Sin Rec. resultó ser el de mayor equilibrio microbiológico favoreciendo una mineralización más acelerada, comparada con el sistema Con Rec.

El efecto de la combinación de la condición de recultivo con los sistemas de labranza se observó a través de una similar reducción del peso seco en SD para ambas dosis de fertilizante, mientras en SC la reducción fue mayor para el tratamiento fertilizado. Coincidiendo con (Krupinsky *et al* 2002, Luque, *et al* 1999), la labranza cero, aumentó la diversidad de especies microbianas con poblaciones de alta densidad en las capas superficiales del suelo; esto se debió a la acumulación heterogénea de residuos a través del tiempo. También la densidad de estos organismos fue mayor a altas dosis de N en el suelo. Según (Ernst *et al.* 2002) esto se relacionó con la disponibilidad de nutrientes y la actividad microbiológica de la micota celulolítica.

La diferencia de peso del rastrojo degradado para las dos variedades no fue significativa, por ello el análisis posterior se realizó sobre Buck Pingo.

La pérdida de peso del rastrojo fue proporcional a la concentración de N inicial y a la ubicación en el suelo. La mayor pérdida de peso se registró en la combinación SCN160. Cuando se evaluó el ritmo de mineralización del rastrojo, con la combinación de alta dosis de fertilizante con el sistema sin recultivo se obtuvo la total mineralización de los residuos a los 13 meses de iniciado el experimento.

La Tabla 2 muestra que la frecuencia de microorganismos se vio influenciada por los sistemas de labranza, la dosis de fertilizante y los tiempos de muestreo además de algunas interacciones. El número total de microorganismos observados de muestras de rastrojo bajo SD (327/g.r.) fue superior con respecto al número aislado desde SC (173/g.r.).

También resultó menor la frecuencia de microorganismos observados desde muestras provenientes de parcelas con N0 (206 /g.r.) comparadas con las obtenidas desde parcelas fertilizadas con N160 (293./g.r); la frecuencia de microorganismos fue similar en los primeros tres tiempos aunque algo inferior en el último monitoreo.

Bipolaris sorokiniana fue el patógeno que se diferenció significativamente de las restantes 21 especies saprofitas y hemibiotrofas identificadas. Se encontró en gran cantidad en LC y en la condición fertilizada. La razón fue que *B.sorokiniana* sobrevive en rastrojo enterrado y como conidio durmiente libre en el suelo por más de 14 meses (Reis y Casas 1998; Steewart *et al* 1999). La mayoría de las especies identificadas se desarrollaron de igual manera en ambos sistemas de labranza a excepción de *Torula sp.*, *Cladosporium sp.* *Mycosphaerella graminicola*, *Septoria tritici* *Alternaria triticina* y *Fusarium graminearum*. Con respecto al ritmo de permanencia de estas especies en el suelo se vio que muchos de ellos disminuyeron con el tiempo o quedaron en número constante a excepción de *B.sorokiniana* abundantes en las muestras de enero y mayo para luego disminuir y *M. graminicola*,

S. tritici *S.nodorum* que aumentaron en enero para luego disminuir. El aumento de la población coincidió con el encañamiento del cultivo y ascenso de la densidad de esporas en el ambiente. En el inicio de la exposición del rastrojo, predominó el resto de los saprofitos que ya se encontraban en la paja en pie desde la última cosecha. Las especies *Torula sp.*, *Ulocladium sp.*, *Cladosporium herbarum*, se encontraron con mayor frecuencia en este período.

Bajo SC y la mayor concentración de Nitrogeno en general todas las especies descritas estuvieron en menor concentración en el tiempo inicial, a excepción de *Alternaria* Grupo infectoria, *Torula sp.* *Curvularia sp.* y *Ulocladium sp.* que se destacaron porque inicialmente estuvieron en número elevado y disminuyeron gradualmente a medida que transcurrieron los muestreos. Para el último muestreo la especie más destacada fue *Fusarium equiseti*, mientras que las restantes especies se encontraron en número equilibrado.

Se concluyó que para asegurarse una siembra futura del cultivo, con una población disminuida del patógeno de la mancha de la hoja, en un sistema de monocultivo de trigo, la condición no disturbada acelera la descomposición del rastrojo, alcanzando la degradación total a los 13 meses de exposición de las trampas a la Siembra Directa y las dos dosis de fertilizante; en cambio, en un sistema disturbado, fue necesario esperar 21 meses para que ocurriera esta situación.

Bibiligrafia

- Carmona, M. y Reis, E.M. 1998. control de patógenos necrotróficos de los cereales de invierno a través de la reducción de las fuentes de inóculo, actas de conferencias del 5to congreso nacional de Aapresid, pp. 49-69.
- Krupinsky,Jj; Bailet, K; Mc Mullen, M; Gossen, B;Turkington, K. 2002. Managing plant disease risk in diversified cropping systems. *Agronomy Journal*, 94: 198-209 pp.
- Reis, E.M. 1992. Potencialidad de controle de doenças de trigo e da cevada por rotação de culturas. *Rev. Inia. Inv. Agr.* 1: 177-187 pp.
- Reis, E.M; Carmona. M. A. Mancha amarilla de la hoja del trigo, apoyo: Bayer. 14p., 1995.
- Reis, E.; Silva,C.; Casa, R.; Medeiros, C. 1998. Decomposicao dos restos culturais do trigo e sobrevivencia saprofitica de *Bipolaris sorokiniana*. *Fitopat. brasileira* 23:62-64.
- Schinner, F; Ohlinger, R; Kandeler, E; Margesin, R. 1996. *Methods in soil biology.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg. New York, 3-5 pp.
- Stewart S., Pereyra S., Díaz de Ackermann M.1999. Manchas foliares de trigo y cebada bajo siembra directa: conceptos y estrategias de control. Versión on-line, La Estanzuela Uruguay..25pp.
- Toresani, S.; Pioli, R.; Gómez, E.; Luque, A.; Sánchez,M.; Sacchi, O. 1998. Degradación del rastrojo de trigo en dos sistemas de labranza. influencia de variables ambientales. 3º Congreso rosarino y XVIII reunión anual de la Sociedad de biología de Rosario. libro de resúmenes, pág.74. nov. 17 y 18. Rosario.

Tabla 1 Análisis de la Varianza del porcentaje de reducción en el peso seco del rastrojo a través del tiempo (T0 a T3), en dos sistemas de labranza, dos condiciones de fertilización nitrogenada, dos ambientes y dos variedades

Variables	T0		T1		T2		T3	
	Cuadro medio	P	Cuadro medio	P	Cuadro medio	P	Cuadro medio	P
Labranza	8607.7	0.000*	10740	0.000*	4184.5	0.000*	992.4	0.002*
Ambiente (con y sin recultivo)	248.6	0.049	533.9	0.004*	1887.6	0.000*	964.0	0.002*
Fertilizante	799.6	0.000*	918.1	0.000*	643.6	0.008*	219.3.	0.129
Variedad	67.1	0.297	97.6	0.197	31.01	0.544	111.9	0.275
Interacciones								
Labranza por fertilización	100.3	0.205	1495.8	0.000*	1570.4	0.000*	573.2	0.017
Labranza por recultivo	220.2	0.064	540.1	0.004*	0.525	0.937	91.8	0.321

P < 0.05

Tabla 2 Análisis de la Varianza de la frecuencia de los microorganismos presentes en el rastrojo, en dos ambientes, dos sistemas de labranza, dos condiciones de fertilización nitrogenada, y tres cuatrimestres de monitoreo.

Variable	CM	P
Ambientes(con y sin recultivo)	0.247	0.552
Labranzas	6.74	0.002*
Fertilización	2.11	0.082
Tiempos	2.37	0.017*
Microorganismos	13.32	0.000*
Interacciones		
Labranza x Microorganismo	1.679	0.0000*
Tiempo x Microorganismo	1.870	0.0000*
Fertilizante x Microorganismo	1.644	0.0000*
FertilizantexTiempoxMicroorganismo	0.996	0.022
LabranzaxFertilizantexTiempoxMicroorganismo	1.226	0.000*

Figura 1. Evolución de la mineralización del rastrojo de trigo de 21 meses en los dos sistemas de recultivo (Eje X distintos tiempos del experimento; Eje Y pérdida porcentual de peso).

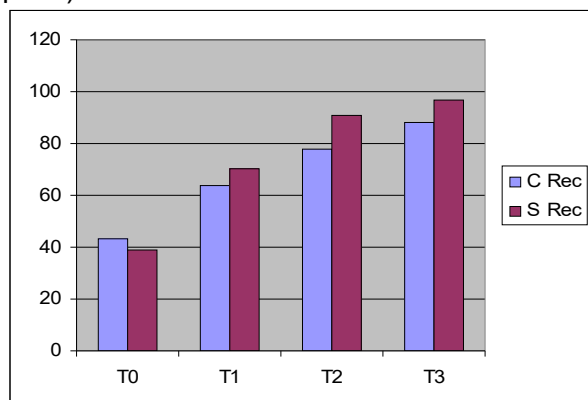


Fig.2 Permanencia de las 4 especies patógenas más importantes en el rastrojo de trigo

