

Trabajo final de graduación

**Descomposición de  
residuos de cultivos  
de verano**

*Bruno Marcos*

*Cetolini Karina*

*DIRECTOR: Elke Noellemeyer*

*CO-DIRECTOR: German Morazzo*

## **INTRODUCCIÓN**

Dada la necesidad de secuestrar carbono (C) en el suelo para mitigar el cambio climático global, es necesario mejorar nuestra comprensión de los procesos que contribuyen a almacenar C en el suelo (Paustian et al., 1998). Los principales factores que intervienen en el almacenamiento de C en el suelo son la cantidad de residuos vegetales que ingresan al suelo y su velocidad de descomposición.

La cantidad de residuos vegetales que ingresan en los suelos agrícolas se ha incrementado en las últimas décadas debido a la introducción de nuevos cultivares, los cuales desarrollan mayor biomasa, y a la adopción de nuevas prácticas agrícolas, como por ejemplo la agricultura de conservación. Según puede verse en un trabajo realizado por Allmaras et al. (1999) en suelos agrícolas de Estados Unidos:

<b><i>CULTIVO</i></b>	<b><i>RESIDUO</i></b>		
	<b><i>1940 (tn.ha<sup>-1</sup>)</i></b>	<b><i>1990 (tn.ha<sup>-1</sup>)</i></b>	<b><i>Cambio (%)</i></b>
<b><i>cebada</i></b>	3.46	4.38	26.5
<b><i>maíz</i></b>	3.51	7.31	108.3
<b><i>avena</i></b>	3.85	4.27	10.9
<b><i>sorgo</i></b>	1.8	3.79	110.5
<b><i>soja</i></b>	2.94	4.25	44.6
<b><i>trigo</i></b>	2.7	2.97	10.0

La velocidad de descomposición de los residuos vegetales depende principalmente de la calidad de los mismos (Kögel-Knabner, 2002). Varios parámetros son utilizados como indicadores de calidad pero el de uso más frecuente es la relación carbono- nitrógeno (C/N). Cuanto menor es la relación C/N mayor es la velocidad de descomposición, dado que el N es un factor limitante para el crecimiento de los microorganismos descomponedores presentes en el suelo.

Douglas y Rickman (1992) dividieron el proceso de descomposición de rastrojos enterrados en dos fases. Durante la FASE I desaparecen las fracciones solubles en agua como azúcares, almidón, ácidos orgánicos, pectinas, taninos y una variedad de compuestos nitrogenados que están rápidamente disponibles para los microorganismos. En la FASE II la tasa de descomposición se reduce y existe poca diferencia entre rastrojos que inicialmente tuvieron concentraciones de N muy

diferentes. Cuando los rastrojos se descomponen sobre el suelo no disponen de N adicional desde el suelo por lo que la FASE I es menos marcada y más dependiente de la constitución química del rastrojo. Esto determina una descomposición más lineal en el tiempo y similar a la FASE II de los rastrojos enterrados.

*El objetivo del presente trabajo es cuantificar la tasa de descomposición de rastrojos con constitución química inicial diferente cuando son dejados sobre el suelo en sistemas de siembra sin laboreo y su posible modificación a través de la mezcla de rastrojos con diferente calidad dados por la rotación de cultivos.*

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se recolectaron 8 muestras al azar en una parcela, en la cual se encontraba establecido un cultivo de avena, situada en el establecimiento El Correntino ubicado en la localidad de 30 de Agosto (prov. de Buenos Aires).

En cada una de las muestras se recogió la totalidad del material vegetal que se hallaba presente en 1 m<sup>2</sup> de superficie. El material vegetal recolectado estaba compuesto por residuos de cosecha de maíz del año anterior (12 meses de permanencia en superficie) y soja (2 meses de permanencia en superficie).

En el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la UNLPam., se pesó cada una de las muestras, se separó manualmente cada uno de los rastrojos pesándose cada uno de ellos con el fin de determinar la masa de cada rastrojo necesaria para realizar el ensayo de incubación.

El ensayo de incubación consistió en tres tratamientos: residuos de maíz, residuos de soja y mezcla de ambos residuos. En base al porcentaje de residuos de soja y maíz presente en las muestras, la masa utilizada de cada uno de los residuos fue de 5,3 gr de maíz , 2,7 gr soja y 8 gramos de la mezcla de ambos (5,3 gr de maíz y 2,7 gr de soja). Para cada tratamiento se tomaron 18 submuestras las cuales se colocaron en bolsitas de 0,01 m<sup>2</sup> realizadas con tejido mosquitero de 2 mm de mesh.

Las bolsitas se colocaron en bandejas plásticas que contenían suelo a un 80 % de capacidad de campo. Durante el ensayo de incubación las bandejas se mantuvieron en una cámara con ambiente controlado a una temperatura de 24 °C.

A los 30, 60 y 90 días se retiraron 6 bolsitas de cada tratamiento, se llevaron a estufa hasta peso constante, se pesaron y por diferencia de pesada se determinó el porcentaje de masa perdida, luego cada una de las muestras fue molida en un molinillo Resh-Müller con rejilla de 0,1 mm<sup>2</sup> de diámetro. Sobre el material vegetal molido se realizaron las siguientes determinaciones químicas:

-Carbono orgánico por digestión ácida con dicromato de potasio a 120 °C por 1 h y cuantificación colorimétrica (Soon y Abboud., 1991).

-Nitrógeno orgánico por digestión ácida y cuantificación colorimétrica (Willis et al., 1996).

Los datos fueron procesados estadísticamente a través de un análisis de varianza, debido a la falta de homocedasticidad que se observaron en algunos análisis se eliminaron algunos datos para cumplir con los requisitos del ANOVA. Para comparar las medias se utilizó el test de contraste de Scheffé ya que el mismo reúne las siguientes características: es coherente con el ANOVA, las réplicas para cada media pueden ser distintas, es robusto ante la falta de normalidad y homocedasticidad.

## **RESULTADOS**

A los 30 días del inicio del período de incubación no se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,36$ ) en el % de masa perdida entre los residuos de los rastrojos analizados. Mientras que si se observaron diferencias estadísticamente significativas a los 60 ( $p < 0,05$ ) y 90 ( $p < 0,01$ ) días del inicio del período de incubación. A los 60 días el % de masa perdida en el rastrojo de soja fue 1,5 y 2,5 veces mayor que en el de la mezcla de rastrojos y en el de maíz respectivamente. Al final del período de incubación (90 días) el % de masa perdida en el rastrojo de soja fue 1,5 y 3 veces mayor que en el de la mezcla de rastrojos y en el de maíz respectivamente, (Gráfico 1).

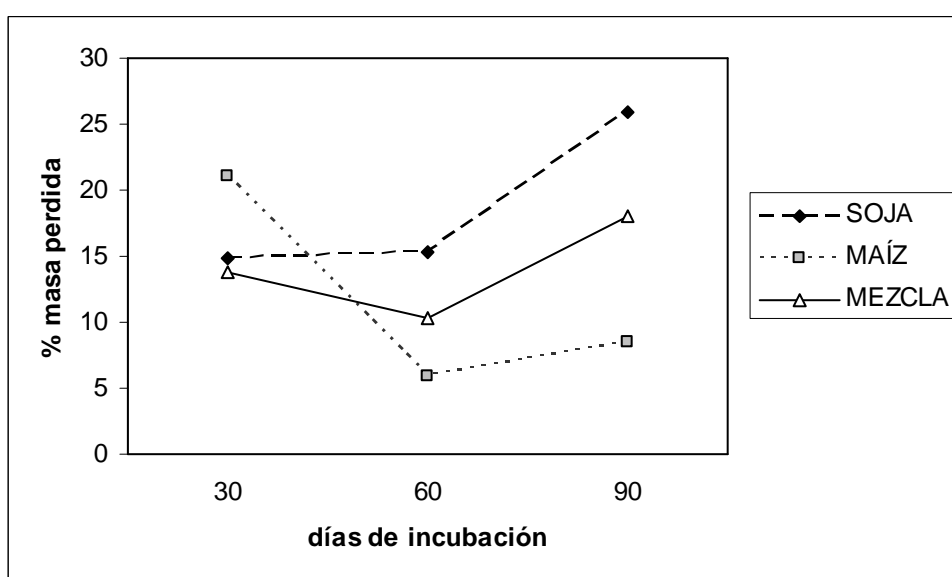


Gráfico 1. % de masa perdida de los rastrojos de soja, maíz y mezcla en función de los días de incubación.

Al evaluar el % de masa perdida de los rastrojos en función del tiempo de incubación, se observaron diferencias estadísticamente significativas en el % de masa perdida en los rastrojos de soja ( $p < 0,05$ ) y maíz ( $p < 0,05$ ) pero no en el de la mezcla ( $p > 0,43$ ). El % de la pérdida de masa en el residuo de soja a los 90 días de incubación es mayor que el promedio del % de masa perdida de los períodos anteriores, mientras que el % de la pérdida de masa en el residuo de maíz a los 30 días de incubación es mayor que el promedio del % de masa perdida de los períodos anteriores.

No se observaron diferencias estadísticamente significativas al analizar el contenido de carbono orgánico entre los residuos de los diferentes rastrojos durante el período de incubación y al analizar la variación del contenido de carbono orgánico en cada rastrojo en función del período de incubación, (Tabla 1).

Tabla 1. Contenido de Carbono orgánico ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) en los rastrojos de soja, maíz y mezcla en función del tiempo de incubación.

	0 días	30 días	60 días	90 días	p
SOJA ( $\text{g.kg}^{-1}$ )	435,56	415,91	397,33	375,94	0,15
MAÍZ ( $\text{g.kg}^{-1}$ )	422,96	404,20	404,01	370,98	0,28
MEZCLA ( $\text{g.kg}^{-1}$ )	416,23	420,28	414,70	406,53	0,51
p	0,25	0,90	0,70	0,40	

El contenido de nitrógeno orgánico presentó un comportamiento diferente con respecto al contenido de carbono orgánico entre los residuos de los diferentes rastrojos durante el periodo de incubación, dado que se observaron diferencias estadísticamente significativas a los 90 días de incubación ( $p < 0,01$ ) y no se observaron diferencias estadísticamente significativas al comienzo del período de incubación ( $p > 0,41$ ), a los 30 días de incubación ( $p > 0,81$ ) y a los 60 días de incubación ( $p > 0,59$ ). Las diferencias observadas a los 90 días de incubación se deben a que el contenido de nitrógeno orgánico en el residuo de soja es mayor que el promedio del contenido de nitrógeno orgánico en los residuos de maíz y mezcla ( $p < 0,01$ ). Al analizar estadísticamente el contenido de nitrógeno orgánico en los residuos de los diferentes rastrojos en función del tiempo de incubación, no se

observaron diferencias estadísticamente significativas en los residuos de maíz ( $p > 0.69$ ) y mezcla ( $p > 0.44$ ), pero sí se observaron diferencias estadísticamente significativas en los residuos de soja ( $p < 0,05$ ), las cuales se debieron al mayor contenido de nitrógeno orgánico a los 90 días de incubación que el promedio del período de incubación anterior ( $p < 0,05$ ), (Gráfico 2).

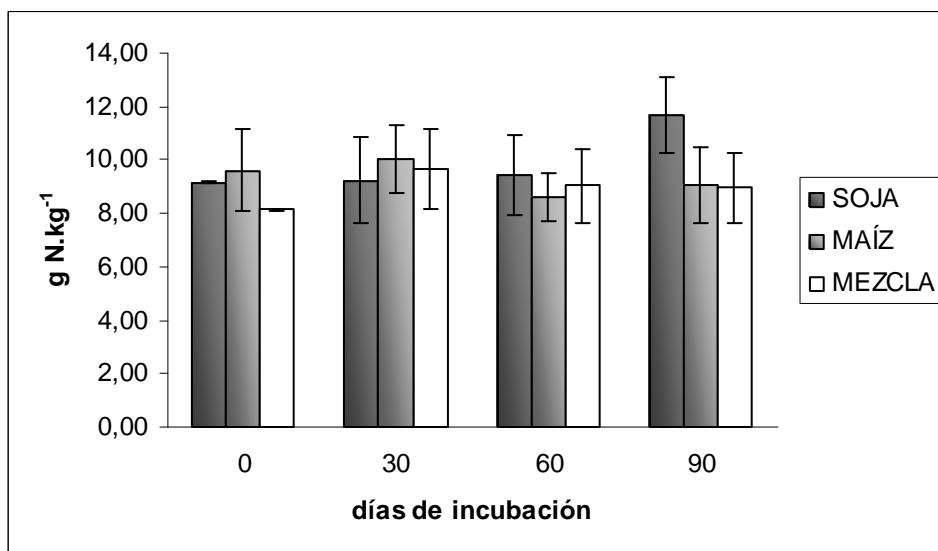


Gráfico 2. Contenido de Nitrógeno orgánico ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) en los rastrojos de soja, maíz y mezcla en función del tiempo de incubación

La relación C/N presentó un comportamiento estadístico similar al presentado por el del contenido de nitrógeno orgánico entre los residuos de los diferentes rastrojos durante el periodo de incubación, dado que se observaron diferencias estadísticamente significativas a los 90 días de incubación ( $p < 0,01$ ) y no se observaron diferencias estadísticamente significativas al comienzo del período de incubación ( $p > 0.32$ ), a los 30 días de incubación ( $p > 0.93$ ) y a los 60 días de incubación ( $p > 0.76$ ). Las diferencias observadas a los 90 días de incubación se deben a que la relación C/N en el residuo de soja es menor que el promedio de la relación C/N en los residuos de maíz y mezcla ( $p < 0,05$ ). Cuando se analizó la relación C/N en los residuos de los diferentes rastrojos en función del período de incubación no se observaron diferencias estadísticamente significativas en los rastrojos de maíz y mezcla, pero sí se observaron diferencias estadísticamente significativas en los residuos de soja ( $p < 0,05$ ), las cuales se debieron a la menor relación C/N a los 90 días de incubación que el promedio de la relación de los períodos anteriores y a que la relación C/N a los 60 días de incubación fue menor que la del período anterior ( $p < 0,05$ ), (Gráfico 3).

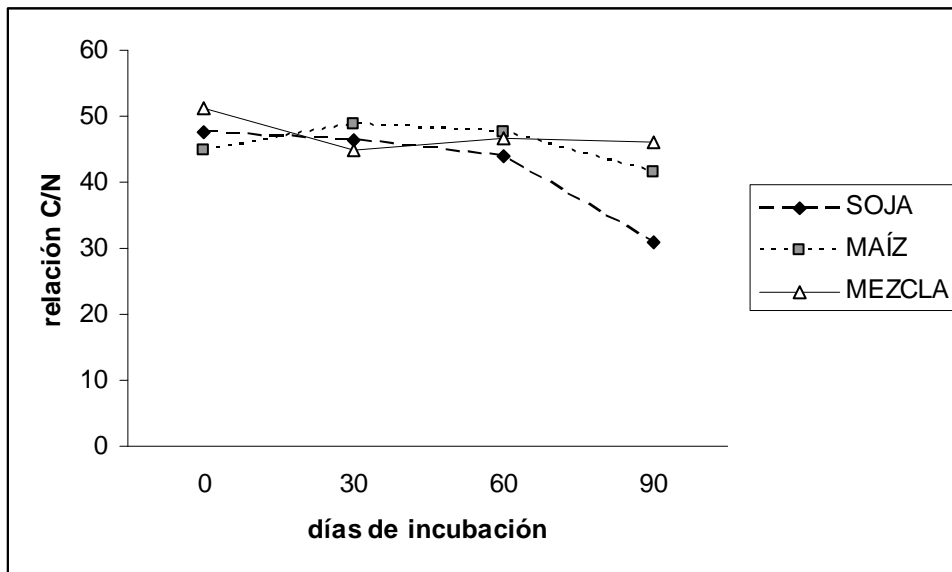


Gráfico 3. Relación C/N en los rastrojos de soja, maíz y mezcla en función del tiempo de incubación

## **DISCUSIÓN**

La pérdida de masa en los diferentes rastrojos a través del tiempo de incubación es coincidente a lo informado en la literatura científica (Cortet et al, 2006; Hadas et al, 2004). Una explicación posible a la mayor pérdida de masa observada en el rastrojo de soja con respecto a la de los rastrojos mezcla y maíz durante el período de incubación podría deberse a una mayor cantidad de nitrógeno orgánico disponible en dichos residuos, lo cual facilita la acción de los organismos descomponedores del suelo, si bien no se observaron diferencias en el contenido de nitrógeno orgánico total al inicio de la experiencia entre los rastrojos, los residuos de soja tendrían mayor cantidad de sustancias nitrogenadas orgánicas lábiles que el rastrojo de maíz.

Con respecto al contenido de carbono orgánico la falta de diferencias que se observaron durante el período de incubación, podría deberse a que se cuantificó carbono orgánico total, sin discriminar entre carbono orgánico lábil y recalcitrante, hallándose el carbono lábil en una proporción mucho menor por lo que su descomposición no incidió en el valor de carbono orgánico total en los diferentes rastrojos.

El contenido de Nitrógeno orgánico en función del tiempo de incubación presento un comportamiento disímil al citado por Ernst et al. (2002). Ellos observaron que en rastrojo de soja la concentración de nitrógeno orgánico no se modificó con el tiempo y en el rastrojo de maíz aumento. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos Sanchez et al. (1996). Esta disimilitud podría deberse a que en los residuos de soja la cantidad de carbono orgánico recalcitrante sería mayor que en los de maíz por lo que el nitrógeno sería liberado más lentamente lo que produce un aumento en su concentración a medida que avanza el proceso de descomposición.

La menor relación C/N observada en el rastrojo de soja en relación a los demás rastrojos a los 90 días de incubación podrían deberse a que en dichos residuos la proporción de restos vegetales con una elevada concentración de carbono orgánico recalcitrante sería mayor por lo que el nitrógeno sería liberado mas lentamente con el consecuente aumento de su concentración en el residuo de soja lo cual, lo cual explicaría la disminución de la relación C/N en dicho residuo. La disminución en la relación C/N a través del tiempo de incubación podría deberse a que a través del tiempo el carbono orgánico lábil se descompone aumentando la proporción de carbono orgánico recalcitrante con la consecuente inmovilización de nitrógeno orgánico en el residuo de soja.

## **CONCLUSIÓN**

La velocidad de descomposición del rastrojo de soja fue mayor que el de la mezcla de rastrojos y esta a su vez que la del rastrojo de maíz. Estas diferencias en la velocidad de descomposición de los diferentes rastrojos pueden ser explicadas parcialmente por la variación en los contenidos de carbono y nitrógeno orgánico y por la relación C/N. Dado que los vegetales presentan una composición química cualitativa semejante pero una composición química cuantitativa diferente para discernir las diferencias en la tasa de descomposición se debería caracterizar más específicamente las sustancias presentes en los residuos vegetales.



## **BIBLIOGRAFÍA**

- Allmaras, R.R, Schomberg, H.H, Douglas Jr., C.L and Dao, T.H. 1999. Conservation tillage's unforeseen advantage. Res. Eng. Technol. Sustain. World. 6: 7-8.
- Cortet, J., Andersen, M.N., Caul, S., Griffiths, B., Joffre, B.L., Sausse, C., Thompson, J. and Krogh, P.H. 2006. Decomposition processes under Bt (*Bacillus thuringiensis*) maize: Results of a multi-site experiment. Soil biology and Biochemistry 38: 195-199.
- Douglas Jr., C.L. and R.W. Rickman,. 1992. Estimating crop residue decomposition from air temperature, initial nitrogen content, and residue placement. Soil Sci. Soc. Am. J. 56: 272-278.
- Ernst, O.; Bentancur, O. y . Borges, R.. 2002. Descomposición de rastrojo de cultivos en siembra sin laboreo: trigo, maíz, soja y trigo después de maíz o de soja. Agrociencia. (2002) Vol.VI N° 1 pág. 20-26
- Kögel-Knabner, I. 2002. The macromolecular organic composition of plant and microbial residues as inputs to soil organic matter. Soil Biology and Biochemistry 34: 139-162.
- Hadas, A., Kautsky, I., Goek, M. and Kara, E.E. 2004. Rates of decomposition of plant residues and available nitrogen in soil, related to residue composition through simulation of carbon and nitrogen turnover. Soil Biology and Biochemistry 36: 255-266.
- Paustian, K., Cole, C.V., Sauerbeck, D., Sampson, N., 1998. CO<sub>2</sub> mitigation by agriculture: an overview. Climatic Change 40 : 135-162.
- Sanchez, S.R.; Studdert, G.A. y Echeverria, H.E., 1996. Descomposición de residuos de cosecha en un argiudol típico. Ciencia del Suelo. 14: 63-68.