

INFORME CIENTIFICO DE BECA

Legajo N°:

BECA DE Estudio

PERIODO 2015

1. **APELLIDO:** Novillo

NOMBRES: Barbara Victoria

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: La Plata **CP:** 1900 **Tel:**

Dirección electrónica (donde desea recibir información): barbinovillo@gmail.com

2. **TEMA DE INVESTIGACIÓN** (Debe adjuntarse copia del plan de actividades presentado con la solicitud de Beca)

Del plan de trabajo

1. Denominación del trabajo.

Aportes a la sustentabilidad de los sistemas productivos del Partido de Magdalena: efecto de diferentes secuencias de cultivos sobre propiedades del suelo.

2. Definición del problema y estado actual del conocimiento sobre la cuestión.

En los últimos años la región agrícola pampeana sufrió un proceso de transformación pasando de sistemas productivos basados en planteos mixtos a una agricultura intensiva, con la incorporación de nuevas superficies con baja aptitud para esta actividad. Ello trajo aparejado el reemplazo de cultivos tradicionales tales como el maíz (*Zea mays* L.) por otros de mayor atractivo económico como la soja (*Glycine max* L.), que además posibilita su combinación con el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) de tal forma de obtener dos cosechas en un año (Casas, 2000; Díaz Zorita et. al., 2003; Forján, 2004).

Los efectos de la expansión de la soja en el país, y de su modelo productivo de monocultura sojera, relacionados con el creciente deterioro ambiental, la fuerte concentración económica y la exclusión social, han sido ampliamente documentados (Ghersa y Ghersa, 1983; Flores y Sarandón, 2003; Pengue, 2001; Ghersa, 2005; Mengo, 2008). La soja, la cual ha venido creciendo a un ritmo cercano al millón de hectáreas anuales en los últimos 7 años, se ha convertido en el cultivo por excelencia. Esto queda demostrado al representar este cultivo, aproximadamente el 50% del área sembrada de nuestro país, como así también aporta un volumen cercano al 50% de la producción agrícola de la Argentina (Altieri y Pengue, 2006). El cultivo de la soja tiende a erosionar los suelos, especialmente en aquellas situaciones donde no es parte de rotaciones largas.

La eficiencia productiva de la soja se basa en la sobreexplotación de la fertilidad que ofrece la pampa húmeda, pero esta explotación minera redundante en problemas como compactación, pérdida de fertilidad y estructura del suelo, exportación de nutrientes, encostramiento, impactos sobre la biodiversidad, afectación del acuífero y problemas de inundaciones (Mengo, 2008) La soja es el principal responsable del crecimiento del uso de agroquímicos en el país (Pengue, 2001). En Argentina la pérdida de suelo se estima entre 19 y 30 millones de toneladas por hectárea en función del manejo, la pendiente del suelo o el clima (Altieri y Pengue, 2006).

Esto junto con los incrementos de los rendimientos de los diversos cultivos y con índices de extracción de nutrientes crecientes produjeron una elevada tasa de extracción de los

mismos que no es repuesta en igual magnitud, generando procesos de degradación y agotamiento que ponen en peligro la sustentabilidad de los sistemas productivos (Casas, 2000, Martínez, 2002). Si bien la difusión creciente de la fertilización ha atenuado, en parte, los procesos de degradación, ésta no se realiza con el criterio de fertilización integral y balance de nutrientes (Golik et al, 2014). Generalmente, el manejo de la nutrición de los cultivos extensivos se evalúa considerando solamente el cultivo inmediato sin tener en cuenta los siguientes en la rotación.

La rotación de cultivos, es decir la alternancia en el tiempo, en el mismo predio, de distintos cultivos puede realizar un aporte crucial al conservar un buen balance de la materia orgánica en los suelos (MOS), control de plagas y enfermedades. La rotación con maíz, por ejemplo, constituye una herramienta efectiva para mejorar el rendimiento, reducir costos y dificultades de producción y aumentar la estabilidad del sistema (Satorre, 2005). Las rotaciones de cultivos disminuyen la pérdida de suelos de 5.000 a 1.100 kg.ha-1.año, lo cual permite conservar más nutrientes y quintuplicar la capacidad productiva de los suelos comparado con el monocultivo de soja (Casas, 2011). La rotación de cultivos con diferentes aportes en cantidad y calidad de rastrojo brinda el sustrato del cual se nutrirán los microorganismos, haciendo que exista un equilibrio de sus poblaciones similar a lo que ocurre en ambientes naturales (Belloso, 2002).

El efecto de la rotación de cultivos anuales en la materia orgánica del suelo está dado principalmente por la cantidad de rastrojos que se producen y se devuelven al suelo (Forján & Manso, 2010). La materia orgánica del suelo es empleada como indicador del estado de salud del mismo por su contribución a los procesos vitales del suelo dentro del ecosistema (Korschens et al., 1998). La Materia orgánica particulada (MOP) tiene un significado especial para el funcionamiento del ecosistema edáfico, ya que representa una fuente de energía primaria para los organismos heterótrofos y una reserva de nutrientes (Galantini & Suñer 2008). La fracción más lábil es más sensible a los efectos del uso de la tierra, motivo por el cual puede utilizarse como indicador temprano del efecto de la rotación de cultivos, de la fertilización o del sistema de labranza sobre la calidad del suelo (Haynes, 2000; Six et al., 2002). La relación MOP/MOS es un importante indicador del efecto de diferentes manejos que modifican el aporte de carbono o su velocidad de descomposición (Galantini et al., 2004; Neufeldt et al., 1999)

La fertilización también puede resultar en efectos residuales indirectos al afectar positivamente propiedades del suelo tales como el contenido de materia orgánica y las fracciones lábiles de la misma (Studdert y Echeverría, 2000; Fabrizzi et al., 2001).

El área de influencia de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, de la UNLP es amplia, abarcando varios partidos que no quedan exentos de la problemática planteada, principalmente el Partido de Magdalena. Trabajos recientes indican que alrededor del 40% de los suelos de Magdalena son aptos o moderadamente aptos para el cultivo de soja (Etchegoyen, 2011), superficie equivalente a unas 73.000 hectáreas, lo cual da una idea de las posibilidades de crecimiento para el cultivo en el Partido. Todo indica que el avance de la soja en el Partido de Magdalena es inevitable. Con el fin de evitar o minimizar los problemas ambientales asociados al monocultivo sojero se considera necesario generar información local, a través de ensayos, que permitan incluir a este cultivo de manera más racional en los esquemas productivos zonales. Una primera aproximación implica evaluar distintas secuencias que la incluyan y a la vez incrementen la diversidad de cultivos intervinientes en las mismas, atenuando la degradación y agotamiento de los suelos. En la Estación Experimental Julio Hirschhorn (34° 52' LS, 57° 58' LO), dependiente de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, localizada en Los Hornos, se han iniciado ensayos con ese objetivo, evaluando diferentes secuencias agrícolas.

4. Objetivo(s) general(es) y objetivos particulares.

Se plantea como HIPÓTESIS que las secuencias que incluyen a la soja con mayor frecuencia resultan más negativas para las propiedades químicas del suelo, independientemente del nivel tecnológico empleado.

El OBJETIVO GENERAL de este trabajo será evaluar para diferentes secuencias de cultivos factibles para la zona, bajo dos planteos tecnológicos, el volumen y calidad del rastrojo, la extracción de nutrientes, el balance de nutrientes y el efecto de las diferentes secuencias sobre la materia orgánica, por medio del Carbono orgánico del suelo (COS), carbono orgánico particulado (COP) y la relación COP/COS, indicando cuales de ellas son las más adecuadas para mejorar y/o preservar las propiedades de los suelos de la región.

Objetivos específicos:

- Determinación de la biomasa y rendimiento y rastrojo de los diferentes cultivos.
- Analizar la extracción de nutrientes de los distintos cultivos y su contribución a la secuencia que integran.
- Analizar la influencia de diferentes manejos tecnológicos de los cultivos sobre la extracción de nutrientes que los mismos realizan.
- Analizar el balance de nutrientes de los distintos cultivos y su contribución a la secuencia que integran.
- Analizar la influencia de diferentes manejos tecnológicos de los cultivos sobre el balance de nutrientes y su contribución a la secuencia que integran.
- Analizar el efecto de las diferentes diferentes manejos tecnológicos de los cultivos sobre el Carbono orgánico del suelo (COS), carbono orgánico particulado (COP) y la relación COP/COS

5. Métodos y técnicas a emplear.

Entre las herramientas que permiten comparar la sustentabilidad de las distintas alternativas productivas, a los fines de esta presentación, se utilizarán indicadores como el volumen y calidad del rastrojo, balance simplificado de nutrientes, el carbono orgánico del suelo (COS), carbono orgánico particulado (COP) y la relación COP/COS, de secuencias de cultivos cuya segunda repetición está en marcha y es sobre la cual se trabajará. En este marco, en el año 2011, se iniciaron en la Estación Experimental J. Hirschhorn dependiente de la Fac. de Cs. Agrarias y Ftales, UNLP, sobre un suelo Argiudol Típico, similar a los de buena parte de los suelos agrícolas de Magdalena, por lo cual, los resultados son extrapolables a esa zona, ensayos a campo (como parte experimental del proyecto de incentivos acreditado por la UNLP, A 241: Aportes para la diversificación de cultivos y técnicas adaptados al partido de Magdalena) en los que se comparan distintas secuencias agrícolas: cebada/soja 2º-maíz-soja-trigo; colza/soja 2º-maíz-sorgo-trigo; avena/soja 2º-maíz-girasol-trigo y trigo/soja 2º-maíz-soja-trigo, las cuales se manejan bajo dos formas de producción: una tecnología media, considerada como la que aplica el productor promedio de la zona, y una tecnología alta, que es aquella que utilizan los productores que habitualmente obtienen mayores rendimientos en sus cosechas. Ambos manejos conocidos a través de entrevistas a técnicos y productores locales. Con un diseño experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones y parcelas divididas, correspondiendo la parcela mayor a la secuencia de cultivos y la menor (22 m²) al manejo tecnológico.

El balance simplificado de nutrientes ha sido reconocido como útil para evaluar el efecto de las prácticas agrícolas sobre el capital natural (Brindabran et al., 2000; Stoorvogel, 2000). Se calculará en principio para N, P, K y S. Para esto, se considerarán las salidas relacionadas

con los productos cosechados y las entradas a partir de los fertilizantes minerales empleados (García, 2001; Flores y Sarandón, 2003). Para el cálculo de la extracción de los diferentes nutrientes se tomará en cuenta su concentración en los granos de los distintos cultivos y los niveles de producción alcanzados. En el caso del nitrógeno, que se cuenta con equipamiento para evaluarlo, se utilizarán los valores obtenidos, y cuando sea posible hacer lo mismo con los otros nutrientes también. Cuando no sea posible, se utilizará bibliografía referente a la composición química de los distintos cultivos (Ventimiglia et al., 2000; Ciampitti y García, 2007, entre otros).

Los aportes de nutrientes a través de fertilizantes se calcularán según la dosis aplicada y el grado técnico de cada formulación. Se estimará también un aporte de nitrógeno en soja a través de la fijación simbiótica (Gonzalez, 2002).

Se determinará a partir un muestreo compuesto de 0-20 cm en cada parcela: carbono orgánico del suelo (COS) por Walkey-Black modificado (IRAM-SAGyP, 2011), carbono orgánico particulado (COP) (Galantini, 2005) y la relación COP/COS.

Para etapas posteriores se prevé estimar el balance de carbono del suelo, calculando los ingresos y egresos del sistema. Como ingreso se considerarán los niveles de rendimiento e índices de cosecha de los distintos cultivos, los cuales determinan el volumen de rastrojo y raíces producido por cada uno, afectado del respectivo coeficiente de humificación. Las salidas se calcularán en base a datos de contenido de materia orgánica, densidad aparente y profundidad del suelos y un coeficiente de mineralización (Cordone et al., 2005). Asimismo se analizará el efecto de las diferentes secuencias sobre propiedades físicas del suelo como la porosidad y densidad aparente, infiltración y cobertura de la superficie del suelo y la estabilidad estructural.

6. Cronograma mensual de actividades a desarrollar en el período de la beca.

Cronograma de actividades (Consignar sucesivamente cada actividad unitaria):

Actividad	Meses												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A	x	x	x										
B			x	x	x	x	x						
C				x	x	x	x	x	x				
D			x	x	x	x	x	x	x	x	x		
E										x	x	x	

A= Determinación de biomasa y rendimiento de cultivos última campaña

B= Obtención y procesamiento de datos

C= Análisis de los datos

D= Recopilación bibliográfica

E= Redacción del informe

7. Bibliografía.

Altieri, M. y Pengue, W. (2006). GM Soybean: Latin America s new coloniser. Seedling.
 Casas, RA. (2000). La Conservación de los Suelos y la Sustentabilidad de los Sistemas Agrícolas. www.insuelos.org.ar, consulta: mayo 2013.
 Cordone G, F Martínez, A Andriulo y H Ghío (2005). El balance de carbono del suelo. En: Conociendo el suelo en siembra directa. Publicación técnica de AAPRESID, p.9-12.
 Díaz Zorita, M, Garcia, F y Melgar, R. (2003). Fertilización en soja y trigo-soja: respuesta a la fertilización en la Región Pampeana. Resultados de la red de ensayos del Proyecto Fertilizar – INTA. Campaña 2000/2001 y 2001/2002. En: www.fertilizar.org.ar, consulta: agosto 2012.

- Etchegoyen, J. (2011) Evaluación de la aptitud de los suelos para el cultivo de soja. Partido de Magdalena, Pcia de Buenos Aires. 1ra aproximación. Trabajo final de Carrera Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. 71pp.
- Fabrizzi, K, Morón, A y García, F. (2001). Evaluation of new soil quality indicators under different tillage systems in Argentina. *Agronomy Abstracts*. ASA-CSSA-SSSA. Madison, Wisconsin, EE.UU.
- Flores, CC y Sarandón SJ. (2003). ¿Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica? El ejemplo del costo oculto de la pérdida de fertilidad del suelo durante el proceso de Agriculturización en la Región Pampeana Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 105 (1):52-67.
- Forjan, H. (2004) Balance de nutrientes en secuencias agrícolas de la región sur bonaerense: Informaciones agronómicas del cono sur. *Inpofos* 48: 6-10.
- Ghersa, CM y Ghersa MAM. (1983) Cambios ecológicos asociados con la introducción del cultivo de soja en la Pampa Ondulada. IV Conferencia Mundial de Investigación en Soja. Buenos Aires. pp.66-75.
- Ghersa, CM. (2005) El cultivo de soja como motor de cambio en el agro pampeano. *Actas del Congreso MundoSoja*:15-22. Buenos Aires.
- Golik, SI, Chamorro AM, Bezus R, Pellegrini A. (2014). Extracción y balance de nutrientes para distintas secuencias de cultivo en el noreste de la Provincia de Buenos Aires. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino* 34(2): 147-150.
- Gonzalez, N. (2002). Nutrición nitrogenada del cultivo de la soja. Uso de inoculantes. *Actas de 19ª Jornadas de Actuación Profesional*. INTA-FCA UNM del Plata-CIAM.
- Martínez, F. (2002). La soja en la Región Pampeana . *IDIA Año II* Nro 3.
- Mengo, R. (2008). República Argentina: Impacto social, ambiental y productivo de la expansión sojera. Disponible en: <http://www.ecoportel.net/content/view/full/76397>. Último acceso: mayo de 2011.
- Belloso, C. 2002. El maíz, la rotación en siembra Directa y su aporte a la sustentabilidad. *Guía Dekalb del cultivo de Maiz*. Monsanto, Argentina pp 78-80
- Bindraban, PS, Stoorvogel JJ, Jansen, DM, Vlaming J, and Groot JJR. (2000). Land quality indicators for sustainable land management: proposed method for yield gap and soil nutrient balance. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 81:103–112.
- Casas, R. (2011). INTA Informa. Suelos: Los cimientos del país. Año X – 116.
- Ciampitti, IA y García FO. (2007) Requerimientos nutricionales. Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios. I. Cereales, oleaginosos e industriales. *Archivo agronómico* N°11. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur* 33:13-16.
- Galantini, JA, Senesi N, Brunetti G and Rosell R. (2004). Influence of texture on the nitrogen and sulphur status and organic matter quality and distribution in semiarid Pampean grassland soils. *Geoderma* 123: 143-152.
- Galantini, JA, Suñer, L. (2008). Las fracciones orgánicas del suelo: análisis en los suelos de la Argentina. *Agriscientia*, 25(1), 41-55.
- Galantini, JA. (2005). Separación y análisis de las fracciones orgánicas. En: *Tecnologías en análisis de suelos*. L. Marbán y S. E. Ratto. (Eds.). 95-106
- García, F. (2001). Balance y manejo de nutrientes en rotaciones agrícolas. En: AAPRESID (ed.) *Rotación en cultivos en siembra directa*. Publicación técnica de AAPRESID, p.59-68.
- Haynes, RJ. (2000). Labile organic matter as an indicator of organic matter quality in arable and pastoral soils in New Zealand. *Soil Biol. Biochem.* 32: 211-219
- IRAM-SAGyP 29571-3. (2011). Determinación de materia orgánica en suelos- Parte 3 – Determinación de carbono orgánico oxidable por mezcla oxidante fuerte y digestión en tubo de ensayo. Esquema A3. Instituto Argentino de Normalización y Certificación.
- Korschens, M, Weigel A, Schulz E. (1998). Turnover of soil organic matter and long term balances – tools for evaluating sustainable productivity of soil. *Z Pflanzenernahr Bodenk*, v. 161, p. 409-424.

- Neufeldt, H, Ayarza MA, Resck DVS, Zech, W. (1999). Distribution of water - stable aggregates and aggregating agents in Oxisols of the Brazilian Cerrados. In R. Thomas and M. Ayarza: Sustainable land management for the Oxisols of the Latin American savannas, p. 51-63
- Pengue, W (2001) Impactos de la expansión de la soja en Argentina. Globalización, desarrollo agropecuario e ingeniería genética: un modelo para armar. Biodiversidad 29:7-14. Disponible en: <http://www.axel.org.ar/articulos/nutricion/soja/pengue.pdf>. Último acceso: mayo de 2011.
- Satorre, E. 2005. Cambios tecnológicos en la agricultura Argentina actual. Ciencia Hoy, 15(87), 24-31.
- Six J, Callewaer P, Lenders, S, Gregorich and Paustian K. (2002). Measuring and understanding carbon storage in afforested soils by physical fractionation. Soil Sci. Soc. Am. J. 66: 1981-1987.
- Stoorvogel, JJ (2000). Land quality indicators for sustainable land management. Disponible en <http://www.ciesin.org/lw-kmn/mbguidl2.html> Último acceso: agosto de 2014.
- Studdert, GA, Echeverría HE. (2000). Crop rotations and nitrogen fertilization to manage soil organic carbon dynamics. Soil Sci. Soc. Am. J., 64:1496-1503.
- Ventimiglia, LA, Carta HG y Rillo SN (2000). Exportaciones de nutrientes en campos agrícolas. INPOFOS Cono Sur. Buenos Aires. Informaciones Agronómicas 7:11-12.

3. OTROS DATOS (Completar lo que corresponda)

BECA DE ESTUDIO: 1º AÑO: *Fecha de iniciación:* 01/07/2015

2º AÑO: *Fecha de iniciación:*

BECA DE PERFECCIONAMIENTO: 1º AÑO: *Fecha de iniciación:*

2º AÑO: *Fecha de iniciación:*

4. INSTITUCIÓN DONDE DESARROLLA LOS TRABAJOS

Universidad y/o Centro: Universidad Nacional de La Plata

Facultad: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

Departamento: Tecnología Agropecuaria y Forestal

Cátedra: Cerealicultura

Otros: Cátedra de Edafología, Depto de Ambiente y Recursos Naturales

Dirección: Calle: 60 y 119 *Nº:*

Localidad: La Plata *CP:* 1900 *Tel:* 0221-4243483

5. DIRECTOR DE BECA

Apellido y Nombres: Golik, Silvina Ines

Dirección Particular: Calle: *Nº:*

Localidad: La Plata *CP:* 1900 *Tel:*

Dirección electrónica: silvinagolik@yahoo.com.ar

6. EXPOSICIÓN SINTÉTICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO. (Debe exponerse la orientación impuesta a los trabajos, técnicas empleadas, métodos, etc., y dificultades encontradas en el desarrollo de los mismos, en el plano científico y material).

A- TRABAJOS REALIZADOS EN GABINETE.

1- Búsqueda bibliográfica y lectura de trabajos científicos:

Durante el periodo de la beca esta tarea se realizó profundizando en la temática de estudio, en las técnicas utilizadas, como también en los resultados obtenidos por autores en el área de estudio. Se utilizaron diferentes fuentes actualizadas de información nacional e internacional, como buscadores bibliográficos, que contienen base de datos que facilitan la búsqueda en la red.

2- Elaboración de proyecto y presentación a la carrera de Doctorado.

Fecha inscripción: 5 de Octubre de 2015.

Título Proyecto doctoral: "Aportes de diferentes secuencias de cultivos y manejos tecnológicos a la sustentabilidad de los sistemas productivos extensivos del área de influencia de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP".

Director: Golik, Silvina Inés

Lugar: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.

3- Confección del diseño del ensayo: se realizó un diseño experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones y parcelas divididas, correspondiendo la parcela mayor a la secuencia de cultivos y la menor al manejo.

4- Cálculo de las dosis que fueron aplicadas de fertilizantes para cada cultivo, según sus requerimientos particulares de nutrientes.

5- Cálculo de los rendimientos en grano de los cultivos realizados, a partir de los datos obtenidos en cosecha.

6- Cálculo de volumen de rastrojo producido por los distintos cultivos, secuencias y manejos, a partir de la evaluación de la producción de materia seca aérea y rendimiento.

7- Balance simplificado de nutrientes: se calcularon para N, P, K y S. Para esto, se considero las salidas relacionadas con los productos cosechados y las entradas a partir de los fertilizantes minerales empleados (García, 2001; Flores y Sarandón, 2003). Para el cálculo de la extracción de los diferentes nutrientes se tomo en cuenta su concentración en los granos de los distintos cultivos y los niveles de producción alcanzados- Los aportes de nutrientes a través de fertilizantes se calculo según la dosis aplicada y el grado técnico de cada formulación. Se estimo también un aporte de nitrógeno en soja a través de la fijación simbiótica (Heichel, 1987; Álvarez et al, 1995; González, 2006; Salvagiotti et al., 2008).

8- Elaboración de análisis estadístico. Los datos obtenidos fueron volcados en libros Excel, para analizarlos mediante software estadísticos. Se realizó por medio del análisis de la varianza (ANVA) empleando para la separación de medias el test de Tukey ($P < 0,05$).

9- Elaboración de poster para el Segundo Congreso Internacional Científico y Tecnológico de la Provincia de Buenos Aires "Ciencia y Tecnología para el Desarrollo", realizado el día 1 de Octubre de 2015, en el Teatro Argentino de la ciudad de La Plata. Organizado por la Comisión de Investigaciones Científicas de la Ciudad de Buenos Aires.

10- Elaboración de trabajo para presentación en XXV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo", ha realizarse en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Rio Cuarto, del 27 de Junio al 1 de Julio de 2016, a partir de muestras extraídas en el campo, y datos obtenidos del análisis de estas mediante trabajo en el laboratorio.

B- TRABAJOS Y EVALUACIONES REALIZADAS A CAMPO.

- 1- En la Estación Experimental Julio Hirschhorn (ubicada en Los Hornos), se realizó la preparación del lote (control de malezas, marcación de parcelas y bloques) para la siembra de los cereales de invierno y de la colza de la primera repetición, dejando el rastrojo del cultivo antecesor en superficie (siembra directa).
- 2- Se realizó la medición del porcentaje de cobertura por rastrojo en las parcelas, el 25 de agosto de 2015 en la primera repetición y el 3 de septiembre de 2015 en la segunda repetición. La cobertura de la superficie del suelo se realizó con el método intersección de una soga con 100 cuentas, haciendo al menos 4 repeticiones por parcela. Se extendió la cuerda en diagonal a la línea de los surcos y se contó el número de marcas con residuo mayor a 3 mm debajo de las mismas. Ese número nos dió el porcentaje de cobertura del lote.
- 3- Análisis de suelo: se tomaron muestras de suelo para su análisis en laboratorio previo a la siembra de cada cultivo que se utilizaron para decidir el plan de fertilización y en distintos momentos de la secuencia a fin de hacer el seguimiento de carbono orgánico del suelo (por el método de Walkey-Black modificado, IRAM-SAGyP, 2011), carbono orgánico particulado (Galantini, 2005), nitrógeno total y particulado (SAGPyA, 2004). Asimismo se analizaron los efectos de las diferentes secuencias de cultivos (Biomasa área y radical) sobre la Porosidad Total (PT) y Densidad aparente (Dap), cobertura de la superficie del suelo y humedad.
- 4- La siembra de los cereales de invierno y la colza se realizó el 17 de Julio de 2015, sembrado las siguientes variedades de los cultivos: trigo (Buck Meteoro), avena (Bonaerense INTA Calén), cebada (Scarlett), a una densidad para los tres cereales de 300 pl/m² (equivalente a kg/ha 140 kg/ha de trigo, 110,1 kg/ha de avena y 152,6 kg/ha de cebada) y colza HYOLA 830 CC, a una densidad de 100 pl/m² (equivalente a 8 kg de semilla/ha).
- 5- Las labores culturales realizadas fueron: la fertilización los cereales de invierno con PDA (fosfato diamónico), urea y sulfato de amonio para las parcelas de nivel tecnológico alto, y solo con PDA y urea para el nivel tecnológico medio, todos aplicados a la siembra. Se realizó un tratamiento con herbicida Misil II en dosis de 0,1 l/ha. Según los requerimientos de cada cultivo la cantidad de fertilizante aplicado para el nivel tecnológico alto fue: de PDA 120kg/ha para trigo, 70,5kg/ha para cebada, 52,5kg/ha para avena y 110kg/ha para colza; de urea 187,8kg/ha para trigo, 95kg/ha para cebada, 110,9kg/ha para avena y 76,5kg/ha para colza; y de sulfato de amonio 85,7kg/ha para trigo, 67,1kg/ha para cebada, 45kg/ha para avena y 100kg/ha para colza. Y para el nivel tecnológico medio se aplicó para todos los cultivos igual dosis: 50kg/ha de PDA y 100kg/ha de urea. La fertilización se realizó al voleo, a mano.
- 6- Se efectuó el seguimiento fenológico de los cultivos, mediante claves ampliamente utilizadas para cada uno de ellos: CETIOM (1988) para colza y Zadoks et al. (1974) para trigo, cebada y avena.
- 7- Se realizó la cosecha de los cereales de invierno (trigo, avena y cebada) entre el 18 y 22 de diciembre de 2015, y de la colza el 29 de diciembre de 2015. Se cosecharon 3 metros lineales de cada parcela, mediante el peso de los mismos se obtuvo la biomasa, y para el caso de los cereales se contó el número de macollos. Luego de cada muestra se extrajeron las espigas/panojas y se procedió a pesar 30 de estas, para su posterior trillado y obtención del número de granos/m² y el PMG mediante cálculos realizados en gabinete.
- 8- Preparación del lote para siembra de soja, entre diciembre y enero de 2016.
- 9- Se realizó la siembra directa de soja el 15 de enero de 2016, utilizando la variedad DM4612. Se recomienda su utilización en la zona núcleo sojera, oeste, centro-sur de Bs. As., tiene un ciclo de crecimiento IV medio, indeterminado, alto potencial de ramificación, baja susceptibilidad al vuelco, resistente a cancro de tallo y a una raza de Phytophthora, siendo susceptible a mancha ojo de rana.

10- Las labores culturales realizadas fueron la fertilización con SPT (super fosfato triple) a la siembra. Y la aplicación del herbicida glifosato el 5 de febrero y el 12 de marzo de 2016.

11- El seguimiento fenológico de la soja se realizó según la clave de Fehr y Caviness (1977) estando ésta en emergencia el 26/27 de enero de 2016, y en R2 el 7 de marzo de 2016.

C- TRABAJOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS EN LABORATORIO.

1- A las muestras de suelo una vez que llegaron al laboratorio se le dieron entrada en el libro del mismo, dándole una nomenclatura para el trabajo posterior.

2- Luego de ingresadas, se procedió a secarlas en estufa a 40°C, en la que estuvieron tres días.

3- Una vez secas, las muestras se molieron y tamizaron en un tamiz de 2mm para homogeneizarlas.

4- Dependiendo del objetivo, las muestras se utilizaron con un tamaño de 2mm, o debieron ser tamizadas hasta un tamaño de 0,05mm.

5- Se determinó la densidad aparente (Dap), esto se refiere a la relación entre la masa seca de una porción de suelo (muestra) y el volumen que ocupó dicha muestra en el campo, con su ordenamiento natural. El muestreo se realizó con anillos de tamaño variable.

6- Se siguió la metodología de Walkey-Black modificado (IRAM-SAGyP, 2011) para determinar carbono orgánico; y Galantini (2005) para carbono orgánico particulado, la cual consistió en 12 horas de agitado de todas las muestras, luego tamizado en húmedo separando por tamaño de partículas, secado y posterior elaboración de carbono orgánico total para cada fracción que se obtuvo.

7- Se utilizó la metodología de nitrógeno total y particulado (SAGPyA, 2004) para analizar y comparar muestras de dos años diferentes.

8- Se calculó la porosidad total al inicio de los ensayos (a partir de la Dap).

Porosidad Total (PT): se calculó a partir de la Dap con la siguiente ecuación:

$$PT (\%) = (1 - Dap/2,5) \times 100$$

Densidad aparente (Dap): se refiere a la relación entre la masa seca de una porción de suelo (muestra) y el volumen que ocupó dicha muestra en el campo, con su ordenamiento natural. La Dap varía básicamente en función de la textura, del estado de agregación, del contenido de materia orgánica y del contenido de humedad (sobre todo en suelos con materiales expansibles); por lo tanto, el manejo que recibió el suelo afecta su expresión. La Dap se calculó mediante la siguiente fórmula: $Dap (g/cm^3) = \text{masa (g de suelo seco)} / \text{volumen (cm}^3)$

El muestreo se realizó con anillos de tamaño variable. Es conveniente que sea con el suelo húmedo, en lo posible en capacidad de campo. También es importante realizar muestreos en la parte superficial y subsuperficial, a los fines de analizar el impacto que provoca el tipo de manejo sobre esta propiedad del suelo.

9- Se determinó la Humedad del suelo: por el método gravimétrico a la siembra y cosecha de cada cultivo de las distintas secuencias.

7. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN REALIZADOS O PUBLICADOS EN EL PERIODO.

7.1. PUBLICACIONES. Debe hacerse referencia, exclusivamente a aquellas publicaciones en la cual se halla hecho explícita mención de su calidad de Becario de la CIC. (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha aclaración no debe ser adjuntada. Indicar el nombre de los autores de cada trabajo, en el mismo orden que aparecen en la publicación, informe o memoria técnica, donde fue publicado, volumen, página y año si corresponde; asignándole a cada uno un número. En cada trabajo que el investigador presente -si lo considerase de importancia- agregará una nota justificando el mismo y su grado de participación.

1- Novillo, B. V.; Golik, S. I.; Lanfranco, J. W. 2015. "Secuencias de cultivos y manejos tecnológicos para la sustentabilidad". Segundo Congreso Internacional Científico y Tecnológico de la Provincia de Buenos Aires "Ciencia y Tecnología para el Desarrollo". Organizado por la CIC. La Plata, 1 de Octubre de 2015. Poster.

7.2. PUBLICACIONES EN PRENSA. (Aceptados para su publicación. Acompañar copia de cada uno de los trabajos y comprobante de aceptación, indicando lugar a que ha sido remitido. Ver punto 7.1.)

7.3. PUBLICACIONES ENVIADAS Y AUN NO ACEPTADAS PARA SU PUBLICACIÓN. (Adjuntar copia de cada uno de los trabajos. Ver punto 7.1.)

1- Novillo, B. V.; Pellegrini, A. E.; Chamorro, A. M.; Bezus, R.; Voisin, A.; Lanfranco, J. W. & Golik, S. I. 2016. "Distribución del carbono orgánico y la fracción particulada en diferentes secuencias de cultivos". XXV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Ordenamiento Territorial: un desafío para la Ciencia del Suelo, a realizarse en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, del 27 de Junio al 1 de Julio de 2016. Trabajo completo.

7.4. PUBLICACIONES TERMINADAS Y AUN NO ENVIADAS PARA SU PUBLICACIÓN. (Adjuntar resúmenes de no más de 200 palabras)

7.5. COMUNICACIONES. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores)

7.6. TRABAJOS EN REALIZACIÓN. (Indicar en forma breve el estado en que se encuentran)

8. OTROS TRABAJOS REALIZADOS. (Publicaciones de divulgación, textos, etc.)

8.1. DOCENCIA

1- "1° Jornadas de Prácticas docentes en la Universidad Pública". Transformaciones actuales y Desafíos para los Procesos de Formación; realizado el 7 y 8 de abril de 2016 en la Universidad Nacional de La Plata. Asistente.

8.2. DIVULGACIÓN

8.3. OTROS

9. ASISTENCIA A REUNIONES CIENTÍFICAS. (Se indicará la denominación, lugar y fecha de realización y títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas)

1- Conferencia "Nuevas estrategias para la transformación de la biomasa y residuos agrícolas en combustibles y productos químicos", realizado el 24 de Agosto de 2015 en el Centro de Investigaciones LEMIT, La Plata. Expositor Dr. Marcelo Domine. Asistente.

2- "II Jornadas Nacionales de Suelos de Ambientes Semiáridos", aprobado por Resolución N° 212/15 CS, realizado en el auditorio de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa, los días 9 y 10 de septiembre de 2015. Organizado por la AACS, INTA, CONICET-INCITAP y Gobierno de la Pampa, en la ciudad de Santa Rosa, La Pampa. Asistente.

3- Segundo Congreso Internacional Científico y Tecnológico de la Provincia de Buenos Aires "Ciencia y Tecnología para el Desarrollo", realizado el día 1 de Octubre de 2015, en el Teatro Argentino de la ciudad de La Plata. Organizado por la Comisión de Investigaciones

Científicas de la Ciudad de Buenos Aires. "Secuencias de cultivos y manejos tecnológicos para la sustentabilidad". Expositor (presentación de poster).

4- "V Taller de Física de Suelos. Metodologías físicas para investigación de propiedades del suelo. Infiltración", realizado el 30 de Noviembre de 2015 en la Estación Experimental Julio Hirschhorn de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Asistente.

10. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC. (Señalar características del curso o motivo del viaje, duración, instituciones visitadas y si se realizó algún entrenamiento)

1. Nombre: Ciencia, de la Filosofía a la Publicación

Duración: 18/04/2016 – 22/04/2016

Asistido o aprobado: aprobado.

Institución: Curso de Posgrado perteneciente a la Maestría en Protección Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.

Carga horaria: 45hs

2. Nombre: Ciencia, Tecnología y Sociedad

Duración: 4/04/2016 – 27/06/2016

Asistido o aprobado: En realización.

Institución: Curso de Posgrado, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

Carga horaria: 60hs.

3- Nombre: Procesos evolutivos de Residuos Orgánicos para producción de Lombricompostos.

Duración: 08/09/15 - 06/10/15

Asistido o aprobado: aprobado.

Institución: Curso de Grado Optativo, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.

Carga horaria: 30hs

11. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO

12. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO

13. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TITULOS ANTERIORES (Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período)

1- Integrante de Planes de Investigación y Desarrollo:

Proyecto: Sistemas agrícolas extensivos en el área de influencia de la Facultad de Ciencias Agrarias y Ftales. Aportes para su sustentabilidad. Director: Golik Silvina. Co-director: Chamorro Adriana.

Acreditado: por la UNLP. Período: 2016-2019

Subsidiado: por la UNLP. Aprobado.

2- Extensión

14. TITULO DEL PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PERIODO DE PRORROGA O DE CAMBIO DE CATEGORÍA (Deberá indicarse claramente las acciones a desarrollar)

En el 2do año se contempla seguir con el cronograma de actividades:

Activ.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1							X					
2							X	X				
3								X	X	X	X	X
4					X							
5					X							
6								X				
7						X	X	X				
8									X	X	X	
9									X			
10									X	X	X	X
11										X	X	X
12	X	X	X	X								
13					X							
14					X	X	X					
15							X	X	X	X	X	
16						X						
17						X						
18	Fecha a consignar											

- 1- Cosecha de soja. Obtención y procesamiento de muestras.
- 2- Obtención de datos de cosecha de soja. Análisis estadístico.
- 3- Mediciones de propiedades físicas y químicas del suelo.
- 4- Siembra de cultivo de cobertura.
- 5- Aplicación de compost.
- 6- Secado de cultivo de cobertura.
- 7- Obtención de datos de cultivo de cobertura y de la aplicación de compost. Análisis estadístico.
- 8- Muestreo de suelo. Análisis de laboratorio.
- 9- Siembra de maíz.
- 10- Conducción y mantenimiento de maíz, seguimiento fenológico y sanitario.
- 11- Obtención de datos de maíz. Análisis estadístico.
- 12- Cosecha de maíz. Obtención y procesamiento de muestras.
- 13- Obtención de datos de cosecha de maíz. Análisis estadístico.
- 14- Mediciones de propiedades físicas y químicas del suelo.
- 15- Siembra cultivo de cobertura.
- 16- Aplicación de compost.
- 17- Análisis de los resultados y redacción de trabajos para su difusión y trabajo parcial de doctorado.
- 18- Realización de cursos. Fecha a consignar.

Evaluaciones

- Seguimiento fenológico de los cultivos: se hará según claves ampliamente utilizadas para cada uno, Fehr y Caviness (1977) para soja, Ritchie y Hanway (1982) para maíz.
- Producción: en la madurez de cada cultivo (de cosecha y de cobertura) se determinará la producción de materia seca aérea, el rendimiento y sus componentes y se calculará el índice de cosecha, utilizando muestras de tamaño usuales para cada uno de ellos y las metodologías apropiadas también para cada uno.
- Volumen y cobertura de rastrojo: las muestras utilizadas para evaluar producción de materia seca aérea y rendimiento permitirán calcular el volumen de rastrojo producido por los distintos cultivos, secuencias y manejos. El porcentaje de cobertura del suelo por el

rastrojo se hará determinando el % de cobertura con el método de intersección de una soga con 100 cuentas, haciendo repeticiones y promediando.

- Balance simplificado de nutrientes: se calculará en principio para N, P, K y S. Para esto, se considerarán las salidas relacionadas con los productos cosechados y las entradas a partir de los fertilizantes minerales empleados (García, 2001; Flores y Sarandón, 2003). Para el cálculo de la extracción de los diferentes nutrientes se tomará en cuenta su concentración en los granos de los distintos cultivos y los niveles de producción alcanzados. En el caso del nitrógeno, que se cuenta con equipamiento para evaluarlo, se utilizarán los valores obtenidos, y cuando sea posible hacer lo mismo con los otros nutrientes también. Cuando no sea posible, se utilizará bibliografía referente a la composición química de los distintos cultivos (Osaki et al., 2001; Ciampitti y García, 2007; García y Ciampitti, 2009).

- Los aportes de nutrientes a través de fertilizantes se calcularán según la dosis aplicada y el grado técnico de cada formulación. Se estimará también un aporte de nitrógeno en soja y en los cultivos de cobertura leguminosos a través de la fijación simbiótica (Heichel, 1987; Álvarez et al, 1995; González, 2006; Salvagiotti et al., 2008).

- Para los cultivos de cobertura (CC) y residuos orgánicos (compost) se calculara su efecto sobre el cultivo sucesor: calculando el valor de reemplazo del fertilizante (dosis de fertilizante a la cual el cultivo comercial con barbecho invernal iguala en rendimiento al cultivo comercial con cultivo de cobertura y sin fertilizante); y disponibilidad hídrica: a la siembra y secado de CC se determinaran los contenidos de agua útil en el perfil (0-120 cm) por el método gravimétrico. Se determinara el uso consuntivo (UC) de los CC, mediante la suma del contenido hídrico del suelo al momento de la siembra y las precipitaciones ocurridas durante el ciclo del CC, a la cual se le restará el contenido hídrico del suelo al momento de finalizar el ciclo de los CC. La eficiencia de utilización del agua (EUA) se realizará haciendo el cociente entre la ms y el UC. El costo hídrico de los CC se estimará como la diferencia entre el agua útil del barbecho y el agua útil al momento del secado.

- Eficiencia de uso del N (EUN) (kg grano kg de Nd-1) se calculará como la relación entre el rendimiento y el Nd (Ni+Nfertilizante). Nd= N disponible, Ni = N inicial

- Análisis de suelo: se continuara con la toma de muestras de suelo para su análisis en laboratorio previo a la siembra de cada cultivo las que se utilizarán para decidir el plan de fertilización. En distintos momentos de la secuencia a fin de hacer el seguimiento de carbono orgánico del suelo (por el método de Walkey-Black modificado, IRAM-SAGyP, 2011), carbono orgánico particulado (Galantini, 2005), nitrógeno total y particulado (SAGPyA, 2004) y fósforo (Bray Kurtz 1 modificado, IRAM-SAGyP 29570-1). Asimismo se analizará el efecto de las diferentes secuencias de cultivos (Biomasa área y radical) sobre la Porosidad Total (PT) y densidad aparente (Dap), infiltración y cobertura de la superficie del suelo y la estabilidad estructural. Y humedad del suelo.

Condiciones de Presentación

A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Becario, la que deberá incluir:

- a. Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 14).
- b. Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, deben agregarse al término del desarrollo del informe
- c. Informe del Director de tareas con la opinión del desarrollo del becario (en sobre cerrado).

Nota: El Becario que desee ser considerado a los fines de una prórroga, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.

.....
Firma del Director

.....
Firma del Becario