



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Seguimiento en la utilización de un bioinsumo en el establecimiento de maíz (*Zea mays* L.)

Trabajo Final De Graduación, Modalidad Pasantía para
obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

Asesor: Ing. Agr. (Esp.) Germán L. Pérez
Alumno: José Daniel García

AÑO 2019

INDICE

Introducción	2
Objetivos	4
Lugar de realización de la pasantía	4
Descripción de las tareas desarrolladas	5
Muestreo de suelo	5
Acondicionamiento del suelo	8
Análisis de suelo	11
Prueba en cámara de crecimiento	13
Determinaciones biométricas	14
Determinación de materia seca	16
Tinción de raíces para micorrizas	22
Observación microscópica de micorrizas	23
Análisis de actividad microbiana global	26
Comentarios finales	29
Bibliografía consultada	30
Anexo	32

Introducción

El cultivo del maíz tuvo su origen en América, principalmente en México, de donde se difundió hacia el norte hasta Canadá y hacia el sur hasta Argentina. La evidencia más antigua de la existencia del maíz es de unos 7000 años de antigüedad. Ha sido encontrada por arqueólogos en el valle de Tehuacán (México) pero es posible que hubiese otros centros secundarios de origen en América (FAO, 1993)

El maíz junto con otros cultivos de grano tiene un papel preponderante en la actividad agrícola mundial, ocupando, junto a otros cereales y oleaginosas la mayor parte de la superficie sembrada en las áreas más productivas del mundo. En total a nivel mundial es de 1.134.746.667 de toneladas (FAOSTAT Date, CET 2017), teniendo distintos usos como alimentos para ganado vacuno, ganado lechero, pollos, cerdos, molienda húmeda, molienda seca, etanol, biogás y biomateriales entre otros (Satorre et al., 2003).

El consumo de maíz viene incrementándose aceleradamente. El rápido crecimiento de la industria de etanol en Estados Unidos, la evolución de los países asiáticos, la recuperación de la industria aviar, los nuevos mercados y el aumento de la población son algunas de las razones que han llevado a que el consumo mundial de maíz crezca más de un 35% durante la última década (Portal FyO, 2013).

En la República Argentina, el cultivo alcanzó las 43.462.323 tn en la campaña 2017/18. Esta producción se correspondió con una superficie cosechada de 7.138.620 ha y, por lo tanto, un rendimiento promedio de 6.088kg.ha⁻¹(MAGyP, 2019).

En nuestro país, durante los últimos 25 años, los sistemas productivos agropecuarios sufrieron una transformación sustancial, lo cual dio por resultado no sólo una sucesión de niveles récord de producción y productividad, sino también una redefinición de la composición de la oferta granaria (Begenesic, 2002). Este incremento de la producción agrícola argentina está estrechamente relacionado con las mayores tasas de fertilización.

Sin embargo, según informes de la Asociación Civil Fertilizar, en el año 2007, el consumo de nutrientes (N+P₂O₅ +K₂O+S) puede ser estimado en 1,75 millones de toneladas, con una tasa de incremento de 98,700 toneladas por año en el período 1993-2007, posicionándose durante 2016 en 3,61 millones de toneladas. A pesar de lo enunciado, los balances de nutrientes continúan siendo negativos para los suelos. La necesidad de sostener los niveles de producción no se logra solamente con el aporte de nutrientes a través de una fertilización balanceada, sino también con prácticas de manejo tales como rotación de cultivos, siembra directa, incorporación de cultivos de cobertura y manejo integrado de plagas y enfermedades, de manera que contribuya a la preservación y mejorar la

sustentabilidad y calidad del recurso suelo (García, 2008). Se acopla a estas prácticas la utilización de bioinsumos, los cuales contribuyen a mejorar la fertilidad.

El término “bioinsumos” alude a los productos elaborados a partir de organismos benéficos tales como bacterias, hongos, virus, e insectos, o bien a extractos naturales obtenidos de plantas, y que pueden ser utilizados en la producción agrícola para controlar plagas, o promover el desarrollo de las plantas. Son productos que no dejan residuos tóxicos en el medio ambiente y cuya utilización no implica riesgos para la salud de los agricultores y de los consumidores (Whelan, 2013).

Tanto en el maíz como en los demás cultivos de grano el rendimiento generado por el mismo es función de la biomasa total generada y el índice de cosecha (IC) (Satorre, *et al.* 2003). La producción de materia seca está estrechamente vinculada con el aprovechamiento de la radiación solar incidente, con la capacidad del canopeo para interceptarla y la eficiencia del cultivo para transformarla en carbono fijado (Andrade, *et al.*, 1996). Para lograr altos valores de intercepción de la radiación en un cultivo, es importante generar en forma temprana un índice de área foliar (IAF) que permita interceptar rápidamente la mayor proporción de radiación incidente y, además, es esencial que ese valor de IAF se mantenga durante la mayor cantidad de tiempo posible (Satorre, *et al.* 2003). Es así, que, si logramos anticipadamente el correcto y rápido establecimiento del cultivo, estaremos asegurando a igualdad de condiciones, tanto nutricional, como de radiación solar, humedad (edáfica y atmosférica), que disponga de área fotosintéticamente activa capaz de disminuir las brechas de rendimiento.

Objetivos

- *Adquirir experiencia en la utilización de un bioinsumo.*
- *Interpretar los efectos del bioinsumo utilizado sobre la nutrición del suelo, la biomasa vegetal y la actividad micorrízica.*
- *Intensificar la práctica profesional en técnicas de laboratorio.*

Lugar de realización

Instituto Agrotécnico “Pedro M. Fuentes Godo”

La pasantía se llevó a cabo en los laboratorios del Instituto Agrotécnico “Pedro M. Fuentes Godo FCA – UNNE” (Foto1). Está ubicado en el Campus Resistencia, Av. Las Heras 727 en la Ciudad de Resistencia (Chaco).



Foto n°1. Instituto Agrotécnico “Pedro M. Fuentes Godo”- Campus Resistencia

Descripción de las tareas realizadas:

A. Muestreo de suelo

Para llevar a cabo las actividades se muestrearon dos suelos con texturas distintas.

La primera de ellas se recogió en el Campo didáctico experimental FCA –UNNE, coordenadas de referencia a 27°28'27.77"S de latitud y longitud: 58°47'1.03"O, el cual se encuentra ubicado a una distancia aproximada de 27.1Km del Instituto Agrotécnico Pedro M. Fuentes Godo, en la Ciudad de Corrientes Capital, Ruta Nacional N°12 Km 1031.

El suelo de este lote pertenece a la Serie Ensenada Grande, se ubica en relieve normal, en posición de loma con pendientes de 0,5 a 1%.

La vegetación está alterada por cultivos continuados de maíz, mandioca, batata y algodón. El escurrimiento es medio, la permeabilidad moderada, y son bien drenados.

En superficie presenta un horizonte ócrico, espeso, de textura arenosa-franco y de reacción neutra; le sigue un BA arenoso-franco, con presencia de lamelas texturales, débilmente estructurado, de color pardo oscuro y débilmente ácido. Presenta a continuación un horizonte enterrado, argílico, B_t, franco-arcillo-arenoso, pardo rojizo oscuro, que continúa a más de 115 cm. Son profundos, de buenas condiciones físicas para el desarrollo radical y penetración del agua.

Son suelos de baja fertilidad, y de baja retención de humedad; en general los niveles de fósforo son moderados, en los primeros centímetros y la materia orgánica, es de menos del 1% en capa arable con muy pobres niveles de bases de cambio, aunque aumentan en profundidad.

Esta Serie es intensamente utilizada en agricultura tanto en cultivos anuales típicos de la región como en citrus; además se utiliza en forestación y horticultura. Presenta limitaciones, por alta susceptibilidad a la erosión hídrica, baja retención de humedad y baja fertilidad natural. La Clase de Capacidad de Uso es III es y el índice de Productividad es 33 (Escobar E. H; et. Al. 1996).



Figura 1: Imagen de Google earth del Campo Didáctico Experimental, F.C.A. (C.D.E.) con un recuadro de la zona estudiada correspondiente a la Serie Ensenada Grande.

En segundo lugar (Figura 2) se seleccionó un lote perteneciente al establecimiento del productor José Martín ubicado en una coordenada de referencia a $26^{\circ}42'16,00''$ S de Latitud y Longitud: $61^{\circ}04'39,60''$ O. El mismo cuenta con 80 años de actividad agrícola mayormente bajo sistema de labranza convencional y monocultivo de algodón. Hace 7 años que el productor cambió su sistema productivo a labranza cero. En el mismo se realizan cultivos de soja, sorgo, maíz y muchos años atrás algodón.

El suelo de este lote pertenece a la Serie Flecha (Ustocrept Fluvéntico) dentro del Departamento General Belgrano. La descripción de Zurita (2007) para esta serie dice: Es un suelo que se encuentra en lomas tendidas poco evolucionadas, de relieve normal. Tiene un perfil color pardo rojizo claro, con horizonte superficial de textura media, un subsuelo de textura pesada y un material originario de textura media. Muy pobre en materia orgánica; mediana capacidad de retención de agua; débilmente ácido; regular provisión de calcio; buena de magnesio; muy rico en potasio; mediano contenido en fósforo; moderadamente alta capacidad de intercambio de cationes; bajo porcentaje de saturación de bases.

Sus problemas principales son el riesgo de erosión hídrica por encontrarse en lomas tendidas de pendientes largas y escaso contenido de materia orgánica.

Suelo agrícola con Capacidad de Uso Clases II y III según sea la pérdida del horizonte superficial por erosión que, necesita inclusiones de cultivos ricos en rastrojos en la rotación, para corregir su pobreza de materia orgánica. Para el

control del escurrimiento superficial aplicar cultivos en líneas en contorno o bandas en contorno.

Se encuentra con uso intensivo para agricultura principalmente utilizado para el cultivo de algodón por lo que es muy difícil hacer registros de vegetación natural. En cuadros de barbechos largos hay pastos altos, arbustos semileñosos y plantas de hojas anchas.

- Pastos altos: pasto ruso (*Sorghum halepense* L.), cadillo de Santa Fe (*Cenchrus myosuroides* K.), pasto brillante (*Chloris distichophylla*), pasto de monte (*Leptochloa* spp.), pluma blanca (*Pappophorum papiferum*).

- Arbustos semileñosos: vara de oro (*Solidagomicroglossa*), altamisa (*Parthenium hysterophorus*), primavera (*Senecio grisebachii*), cabra yuyo blanco (*Cestrum parqui*).

- Plantas de hoja ancha: tasi (*Morrenia odorata*), huevo de gallo (*Salpichroa organifolia*), malvavisco (*Sphaeralcea* spp), cerraña (*Sonchus oleraceus*), vinagrillo (*Oxalis cordobensis*), pega-pega (*Desmodium incanum*) (Román L. Pérez-Moreau. 2006).

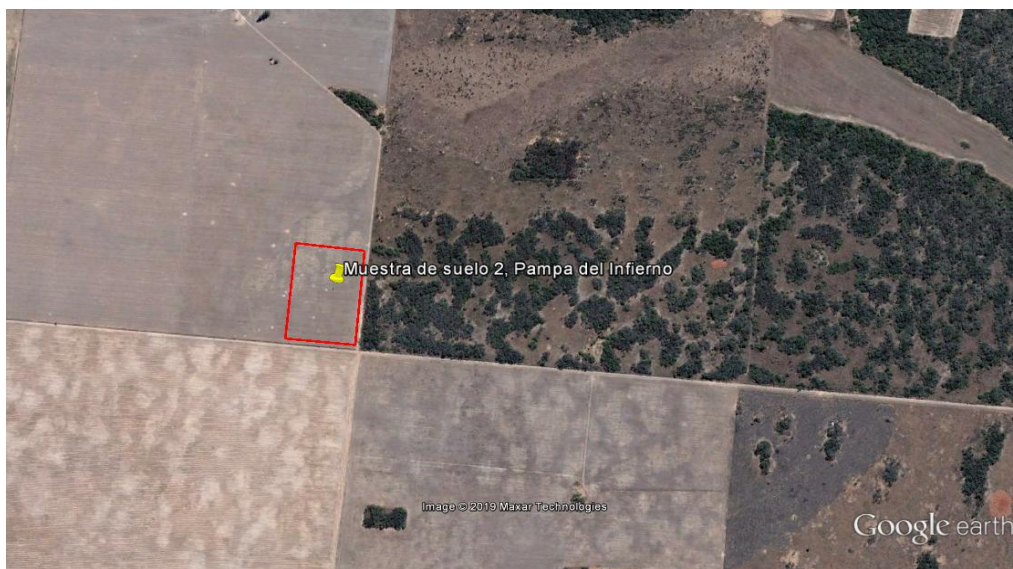


Figura 2: Imagen de Google earth del campo de Martín con un recuadro de la zona estudiada correspondiente a la Serie Flecha (Fg).

B. Acondicionamiento del suelo

Las muestras de suelo obtenidas se trasladaron al Instituto Agrotécnico, donde, en primera instancia se secó al aire libre y luego, se dividió cada muestra en dos partes iguales. Una de ellas se utilizó para el llenado de las macetas y la otra parte se molió, tamizó y se utilizó para realizar los análisis de suelo en laboratorio.



Foto n°2: Procesamiento de suelo del C.D.E.

Llenado de macetas: Con el suelo ya acondicionado se procedió al llenado de macetas, las cuales previamente fueron rotuladas para identificar las diferentes experiencias. Se utilizaron un total de 40 macetas de 1L de capacidad. Estas, se cargaron a $\frac{3}{4}$ partes del total (750mL). Se cargaron 20 macetas con suelo proveniente de la muestra 1, de las cuales, 10 no se les aplicó el bioinsumo (A1-A10) y a las restantes 10, si se le agregó el mismo (A11P-A20P). A continuación, se llevó a cabo el llenado de las restantes 20 macetas, siguiendo un procedimiento similar, pero en este caso con la muestra de suelo dos; 10 macetas solamente suelo (B1-B10) y 10 macetas con el agregado del bioinsumo (B11P-B20P).

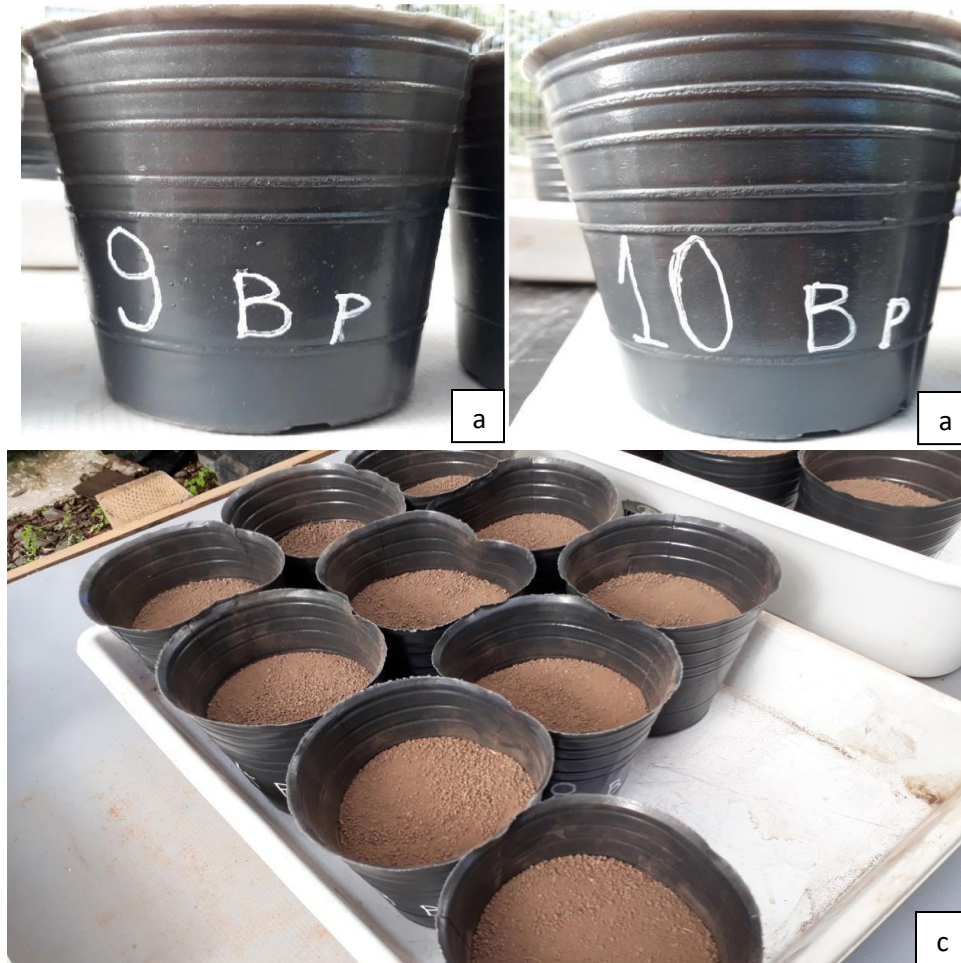


Foto n°3: a) macetas rotuladas, b) macetas cargadas a $\frac{3}{4}$ partes.

Siembra: La siembra se llevó a cabo colocando dos semillas de *Zea mays* L. por cada maceta de manera manual. Luego se procedió a la aplicación del bioinsumo en las macetas rotuladas con el subíndice “P”. Este es una solución nutritiva producida a partir de la fermentación microbiana de residuos de la industrialización de la caña de azúcar, cuya composición es la siguiente:

Tabla n° 1: Composición del producto utilizado.

ANÁLISIS *		%	MICROELEMENTOS		%
Sólidos Totales		56,30	Zinc		0,02
Materia orgánica		29,50	Calcio		1,11
Acidos húmicos		2,47	Magnesio		0,50
Acidos fúlvicos		18,83	Manganeso		0,04
Mat. Mineral Total		23,10	Boro		0,0009
Nitrógeno		1,40			
Nitrógeno Orgánico		1,20	OTRAS PROPIEDADES		
Fósforo		0,24	Densidad		1,319 g/ml
Potasio		6,73	Relación C/N		12
Azufre		2,70	pH		6,48
AMINOACIDOS			%		
Acido Aspártico			Valina		3,00
+ Asparagina		37,2	Fenilalanina		2,60
Acido Glutámico			Isoleucina		2,00
+ Glutamina		24,0	Leucina		3,00
Glicina		2,00	Lisina		2,00
Serina		3,00	Prolina		1,10
Treonina		4,00	Hidroxipropina		1,00
Histidina		1,70	Taurina		0,90
Arginina		1,70	Cistina		
Alanina		6,70	+ Cisteína		1,10

Informe provisto por el Laboratorio de Calidad, Universidad Católica de Cuyo, San Juan, Argentina. Septiembre 2008.

La cantidad a aplicar la determinamos en función de las indicaciones dadas por el fabricante, que si bien, están dadas para la aplicación en una hectárea determinando la superficie de la maceta, podemos calcular la dosis a aplicar por cada una de ellas. Es así que, sabiendo el volumen a aplicar, y con la ayuda de una pipeta de precisión graduada en la dosis correspondiente, se agregó en forma circular sobre la superficie de suelo el producto de forma directa. Luego de aplicado el bioinsumo se realizó el riego de todas las macetas, llevando a capacidad de campo los suelos contenidos en las mismas a través de una piseta con agua destilada y, en las que tenían el producto sobre la superficie, el riego sirvió para lograr distribuir y penetrar el mismo en todo el volumen de suelo.

La dosis recomendada por el fabricante para la aplicación en suelo del producto es de 2 tn/ha, es así, que para la superficie de las macetas de la experiencia (95.03 cm²), la cantidad a aplicar de producto es de 1,9 g. Debido a que la aplicación se llevó a cabo con una pipeta automática, se determinó el volumen correspondiente a los 1,9g en función de la densidad del producto (1.32 g.mL⁻¹). El volumen obtenido fue de 1.43 mL.



Foto n°4: a) Siembra, b) Riego, c) Aplicación del producto.

C. Análisis de suelo

Se llevaron a cabo los análisis de suelo para determinar las características físico-químicas del mismo, las cuales se detallan en el siguiente cuadro:

Tabla n°2: Resultados del análisis de suelo.

Suelo	pH	Conduct.	C. O.	N.T.	NO ₃	P	K	Na	Textura
	Act.	dS/m	%		ppm		Cmolc/kg		
C.D.E. S/ PROD.	6.3	0.11	0.42	0.04	2.3	8.7	0.1	1.2	Franco Areno Arcilloso
C.D.E. C/ PROD.	6.7	0.39	0.50	0.09	2.3	12.4	0.4	1.4	Franco Areno Arcilloso
P.I. S/ PROD.	7.8	0.31	1.48	0.14	6.9	52	1.5	1.1	Franco Arcillo Limoso
P.I. C/ PROD.	7.8	0.62	1.50	0.16	6.9	52.2	1.9	1.4	Franco Arcillo Limoso

***pH** con potenciómetro 1:2,5 (IRAM-SAGPYA 29574:2009)

***C_{ox}**: Carbono orgánico método semi-micro Walkley-Black (Norma IRAM 29571-2)

***Nitrógeno total**: Método Kjeldahl IRAM 29572-2.

***P**: Fósforo método BrayKurtz N°1 (Norma IRAM-SAGPYA 29570-1),

***NO₃**: Método Fenoldisulfónico (Marbán&Ratto, 2005)

***CE**: Conductividad de extracto en dieciSiemens por metro (IRAM-SAGPYA 21322:2006)

***K y Na**: Fotometría de llama (Sparks et al.,1996)



Fotos n°5: a) Filtrado de solución extractante en análisis de fósforo, b) Medición de pH.

Una vez obtenidos los resultados de los análisis de suelo, de cada una de las macetas, promediando y contrastando los mismos entre, con producto y sin producto, podemos observar que en ambos casos (los dos suelos utilizados) en el suelo con aplicación del bioinsumo la mayoría de los valores de los parámetros medidos se elevan. Podemos decir entonces que efectivamente el producto produce un efecto positivo en las características químicas del mismo, aunque vale la aclaración de que no se realizaron cálculos estadísticos para determinar si son o no significativos estadísticamente dichos incrementos y a su vez, si es justificable económicamente la utilización del mismo como fertilizante en la dosis empleada; solamente se analizaron los valores de manera directa.

D. Prueba en cámara de crecimiento

Luego de realizada la siembra, aplicación del producto y riego, se llevaron las macetas a cámara de crecimiento donde las condiciones ambientales son controladas para eliminar ese factor de variación y poder visualizar el efecto en el crecimiento y desarrollo generado por el producto aplicado.

La temperatura fue fijada en 28°C, el fotoperíodo en 12hs. de luz y la humedad en 65%; de esta manera se induce un crecimiento y desarrollo óptimo.



Foto n°6: Plantas en cámara de crecimiento

E. Determinaciones biométricas

Semanalmente se realizaron mediciones de número de hojas y altura de planta. El seguimiento se llevó a cabo hasta alcanzar las cuatro hojas desplegadas (escala de Ritchie y Hanway, 1982). Dicha fase fenológica se alcanzó a las cinco semanas de realizada la siembra, produciéndose la aparición de una hoja verdadera por semana.

Para realizar esta tarea, en primera instancia y cuando las plántulas no superaban los 20cm de altura, se utilizó una regla graduada en mm (milímetros) de 200mm (20cm) de longitud; una vez que las plantas superaron dicha altura, entre la 2° y 3° semana, la medición se realizó con una cinta métrica. Semanalmente se midió la longitud desde la base del tallo hasta la parte superior de la planta, considerándose esta como la altura hasta la que se extienden las hojas, dirigiendo sus ápices hacia arriba.

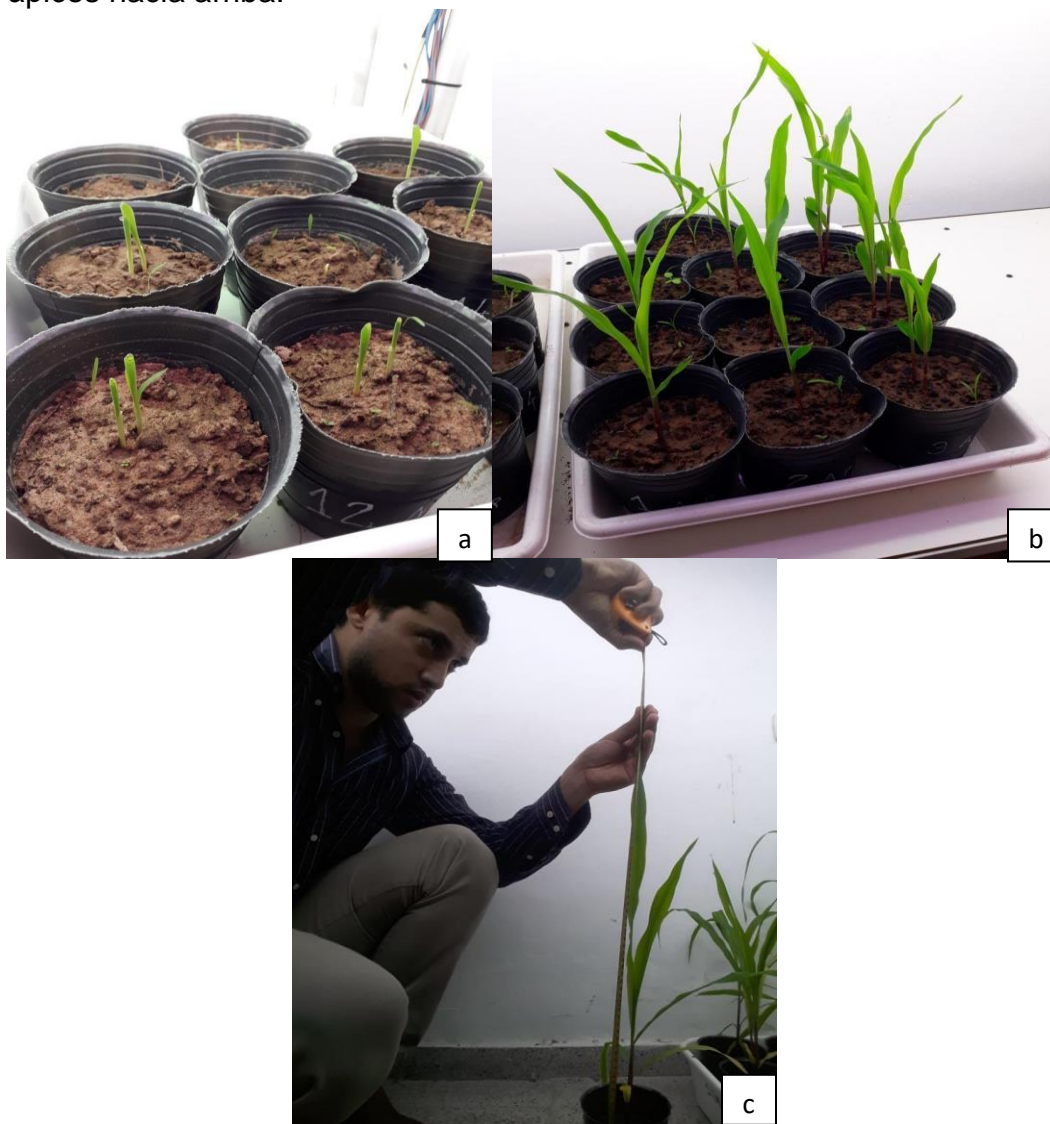


Foto n°7: a) Primeros días post-germinación, b) Plantas con 1 hoja verdadera, c) Medición con cinta métrica de altura.

La evolución de las plantas desde la siembra hasta el momento de la extracción de las macetas y, para cada uno de los suelos, llegadas las cuatro hojas verdaderas donde se comparan las dos experiencias (con producto y sin producto) se presenta a modo de gráfico de líneas a continuación:

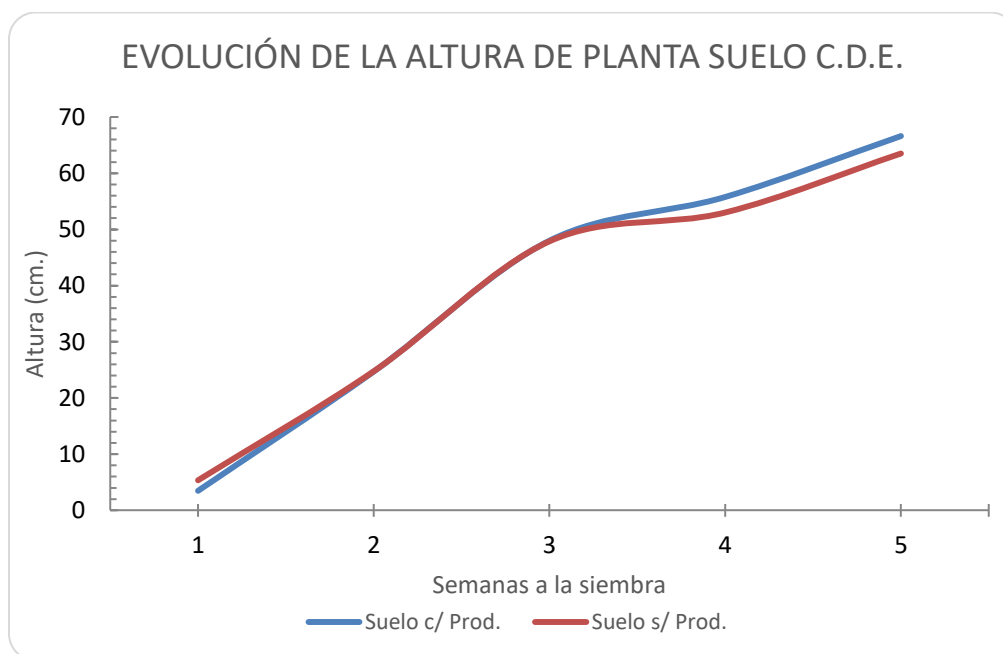


Gráfico n°1: Evolución de la altura de la planta en el suelo proveniente del Campo Experimental de la FCA; Rojo: Sin producto; Azul: Con producto.

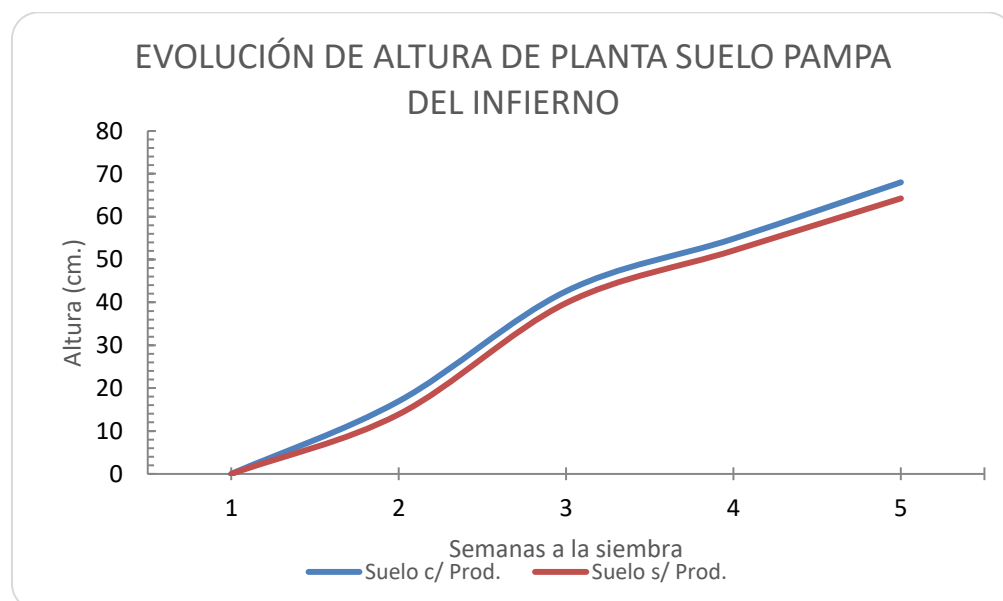


Gráfico n°2: Evolución de la altura de la planta en el suelo proveniente de Pampa del Infierno, Chaco; Rojo: Sin producto; Azul: Con producto

F. Determinación de Materia seca (M.S.)

Una vez alcanzadas las 4 hojas desplegadas (escala de Ritchie y Hanway, 1982) se procedió al vaciado de las macetas para diseccionar las plantas en tallo y raíz, para posteriormente realizar el pesado en fresco de ambas partes por separado.

En primer lugar, se realizó la extracción del suelo de las macetas en unas bandejas plásticas rotuladas (de igual manera que las macetas), para su secado, molido, tamizado y posterior análisis.

Una vez retirada las plantas de las macetas, con sumo cuidado para no dañar las raíces y raicillas, éstas se enjuagaron en un balde con agua para quitar los restos de suelo y se realizó el corte en la zona del cuello de la planta en la unión del tallo con la raíz, ésta última se colocó una bolsa de nylon rotulada (de igual manera que las macetas) para conservarlas.



Foto n°8: a) Desarmado de macetas; b) Corte de raíz del resto de la planta.

En lo que respecta al tallo y hojas se realizó el pesado en fresco en una balanza de precisión, se colocó en bolsas de papel madera rotuladas para identificarlas y se llevaron a estufa a 60°C hasta alcanzar el peso constante, momento en el cual se realizó el pesado en seco.

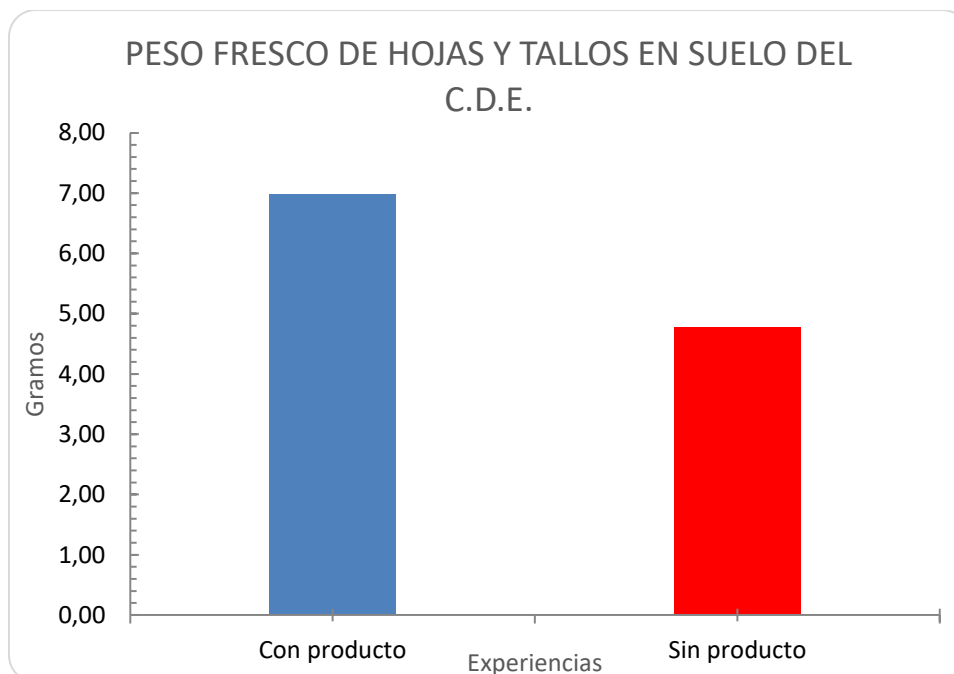


Gráfico n°3: Comparación de peso fresco de tallos y hojas en el suelo proveniente del Campo experimental de FCA. Azul: Con producto; Rojo: Sin producto;

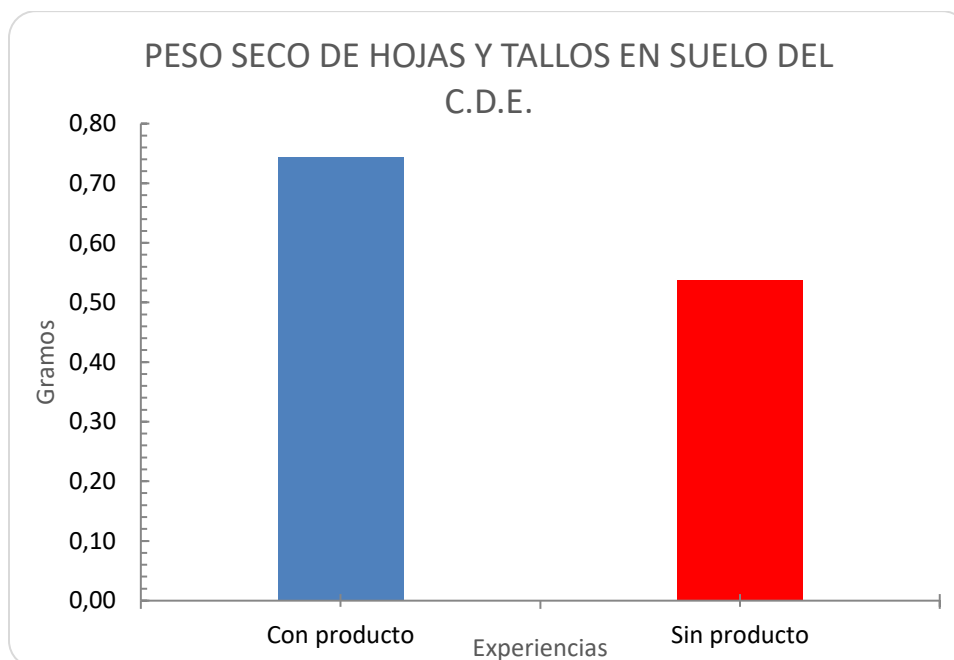


Gráfico n°4: Comparación de peso seco de tallos y hojas en el suelo proveniente del Campo experimental de FCA. Azul: Con producto; Rojo: Sin producto;

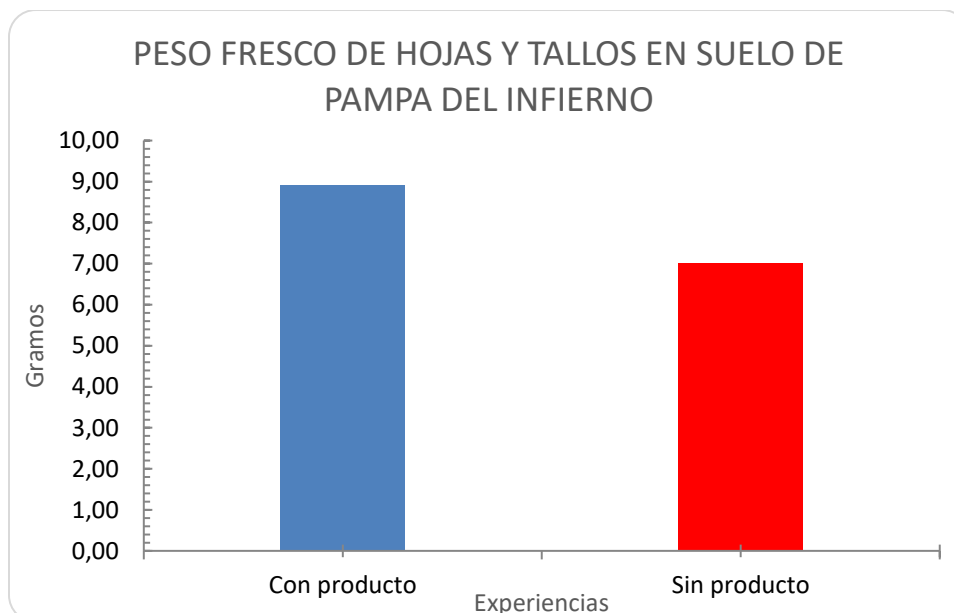


Gráfico n°5: Comparación de peso fresco de tallos y hojas en el suelo proveniente de Pampa del Infierno, Chaco. Azul: Con producto; Rojo: Sin producto;

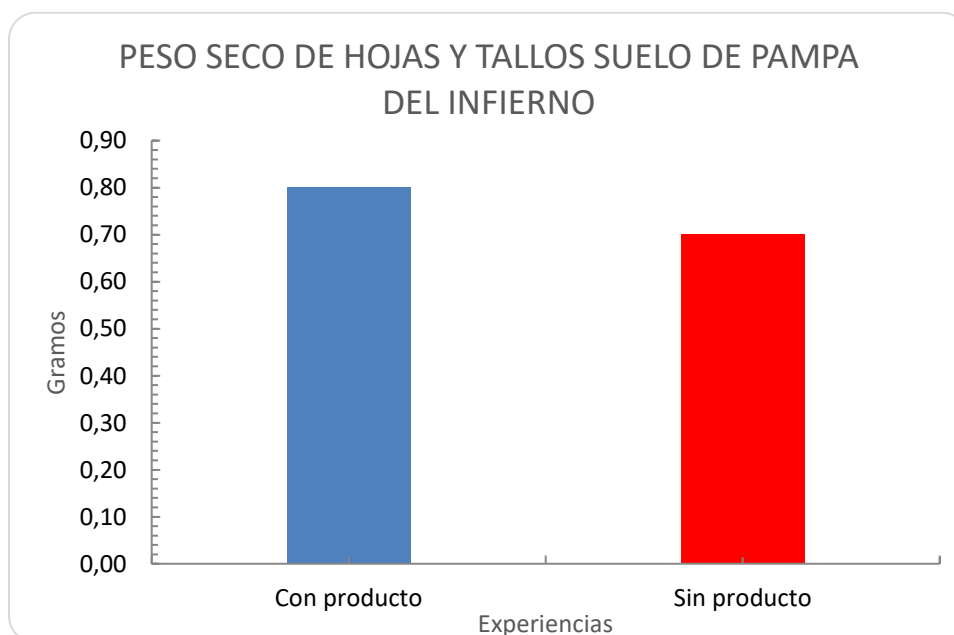


Gráfico n°6: Comparación de peso seco de tallos y hojas en el suelo proveniente de Pampa del Infierno, Chaco. Azul: Con producto; Rojo: Sin producto;

En lo que respecta a las raíces, el proceso fue más extenso debido a que en el siguiente paso se las necesitaban en fresco (para determinar infección por micorrizas) y a su vez se realizó también como tarea extra la medición de volumen radical. Es así que en ese mismo momento se debió realizar primero el análisis de volumen radical, luego se realizó el corte de 20 segmentos de 1 cm. de longitud, de distintas regiones (raíces 1^{rias} 2^{rias}, etc.) por cada planta para tinción de micorrizas (éstas fueron colocadas en frascos para su conservación); y por último la pesada en fresco de las raíces a partir

de donde se colocaron en bolsas de papel madera también para ser llevadas a estufa a 60°C hasta peso constante y realizar el pesado de las mismas en seco.



Foto n°9: Raíces luego de la extracción.

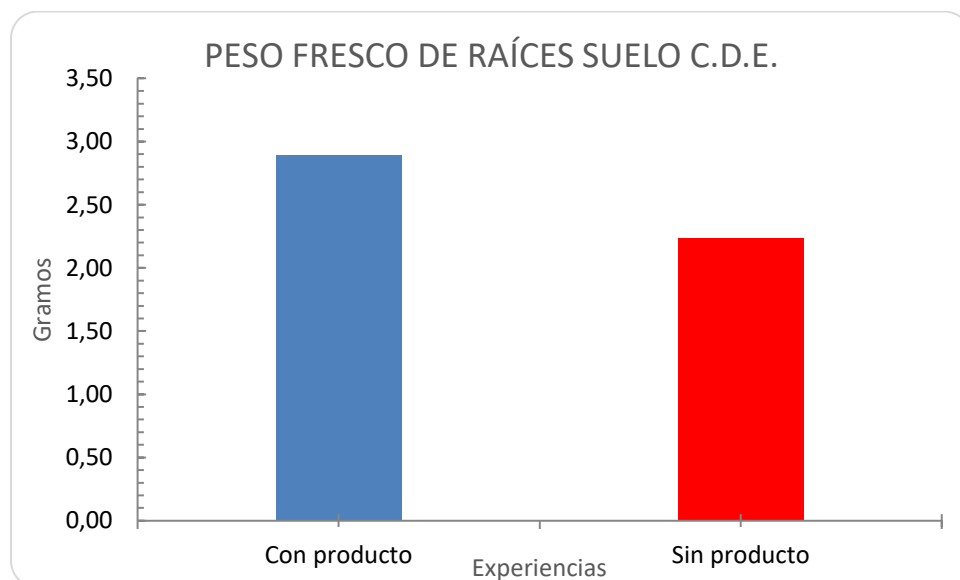


Gráfico n°7: Comparación de peso fresco de raíces en el suelo proveniente del campo experimental de la FCA. Azul: Con producto, Rojo: Sin producto.

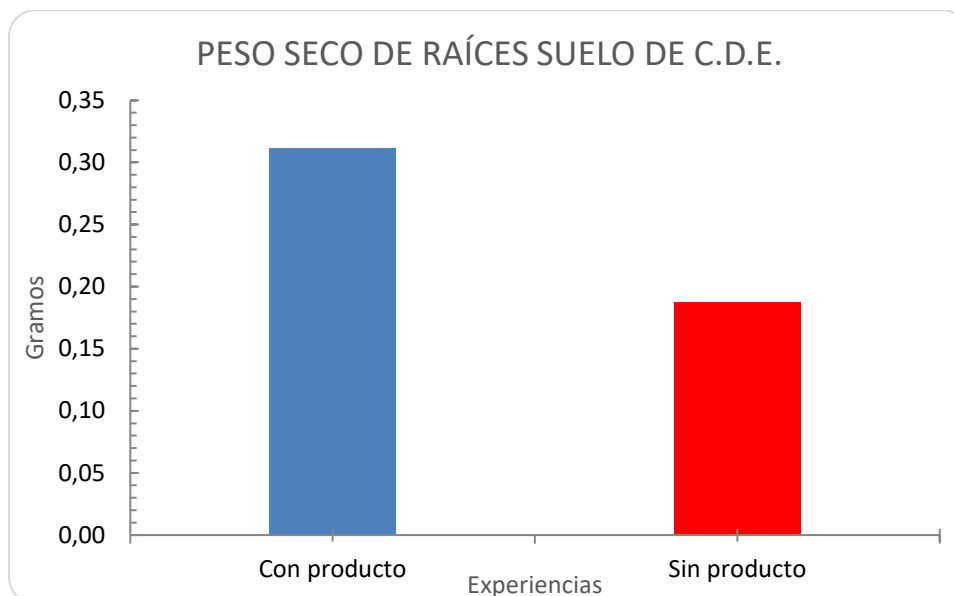


Gráfico n°8: Comparación de peso seco de raíces en el suelo proveniente del campo experimental de la FCA. Azul: Con producto; Rojo: Sin producto;

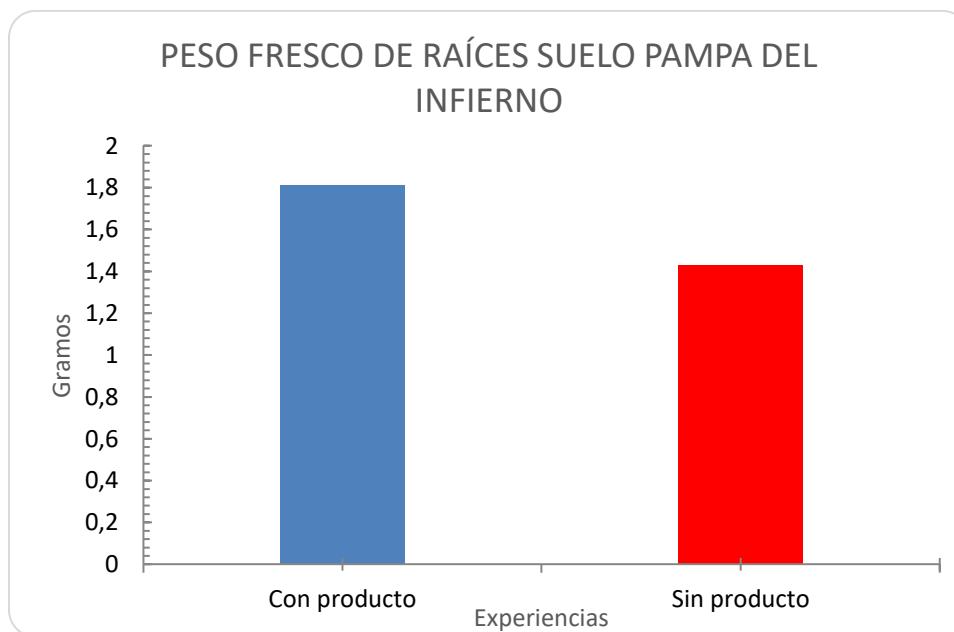


Gráfico n°9: Comparación de peso fresco de raíces en el suelo proveniente de Pampa del Infierno, Chaco. Azul: Con producto; Rojo: Sin producto;

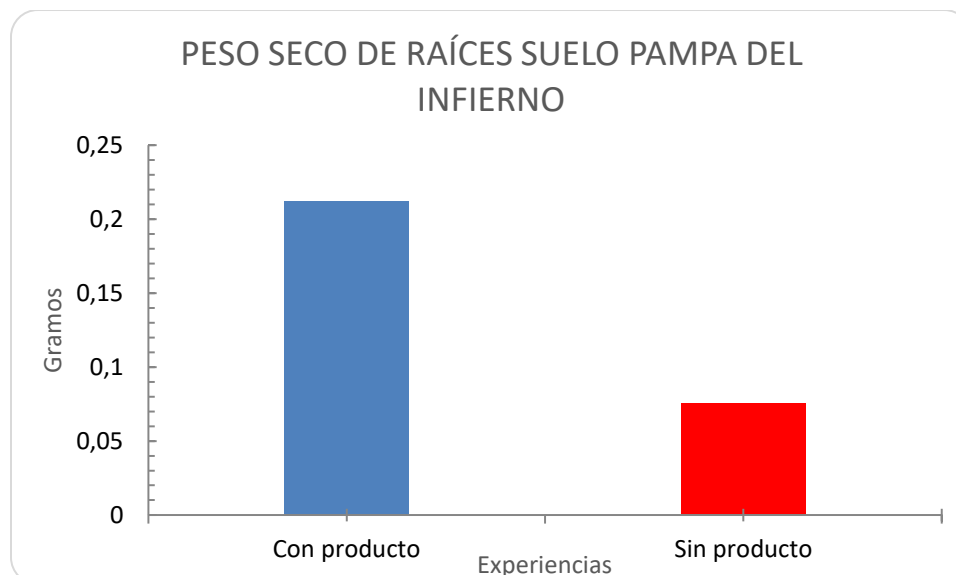


Gráfico n°10: Comparación de peso seco de raíces en el suelo proveniente de Pampa del Infierno, Chaco. Azul: Con producto; Rojo: Sin producto;

A su vez además se llevó a cabo la medición de volumen radical, utilizando para ello una bureta de 10mL de capacidad conteniendo agua a un nivel conocido y que a su vez permita sumergir completamente las raíces. En el caso de esta experiencia se eligió enrasar a 9mL y luego sumergir las raíces y de esa manera para el total de las raíces. Los resultados se expresan gráficamente a continuación:

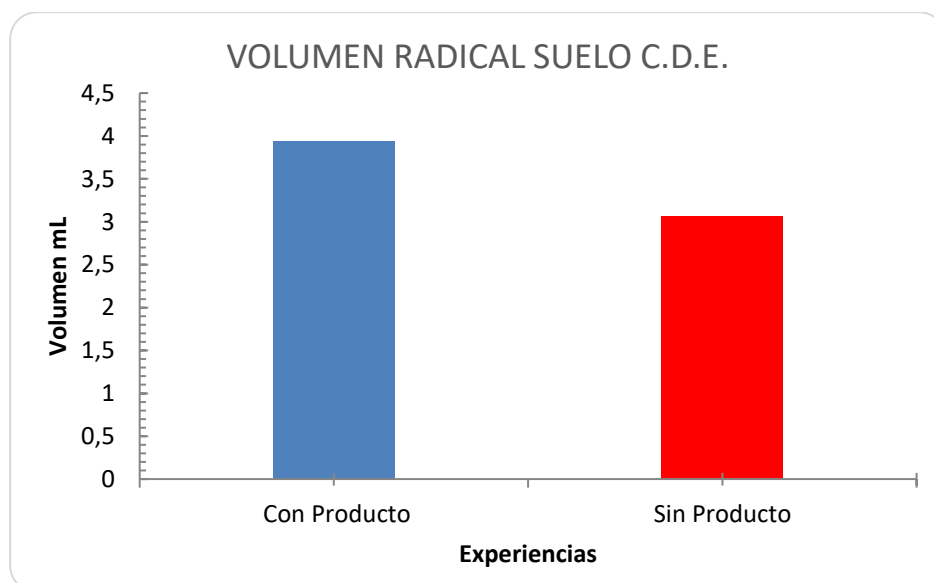


Gráfico n°11: Comparación de volumen radical en el suelo proveniente del campo experimental de la FCA. Azul: Con producto; Rojo: Sin producto

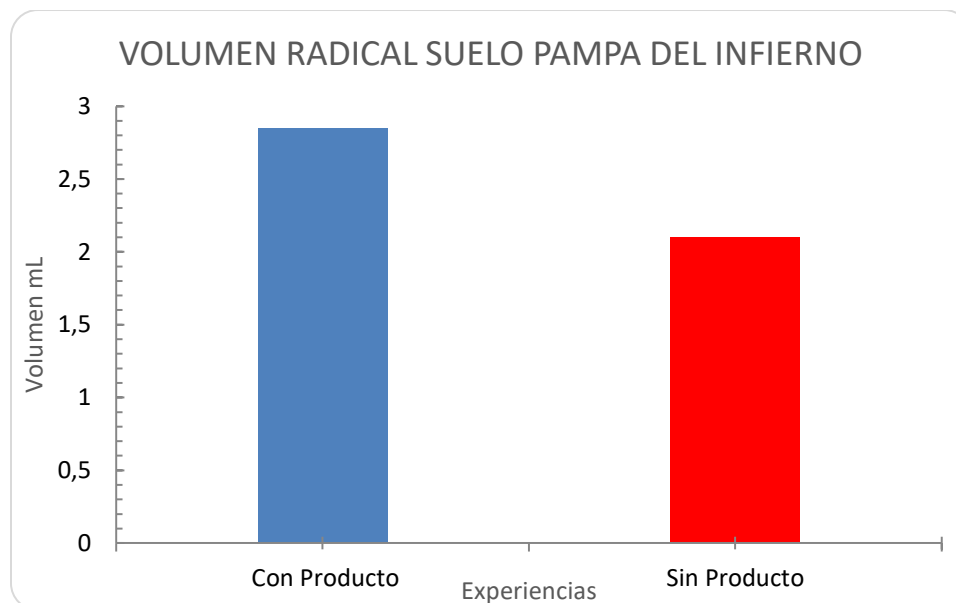


Gráfico n°13: Comparación de volumen radical en el suelo proveniente de Pampa del Infierno, Chaco. Azul: Con producto; Rojo: Sin producto

G. Tinción de raíces para micorrizas

A las raíces obtenidas luego de desarmar las macetas, de donde se obtuvieron los 20 segmentos de 1cm aproximadamente y que fueron colocadas en un frasco por cada maceta y rotulados de la misma manera que ellas, se las sometió a la metodología propuesta por Phillips y Hayman 1970 (Frioni 1999) (**Ver tabla n°3;**) en la cual se decoloran las raíces y se sumergen en una solución de azul de tripán para teñir las estructuras fúngicas.

Tabla n°3: Metodología de Phillips y Hayman 1970 (Frioni 1999)

Para la tinción de estructuras fúngicas se siguió la metodología propuesta por Phillips y Hayman (1970):

- Se lavaron las raíces con abundante agua corriente.
- Se cubrieron las mismas con solución de KOH al 10% por 24hs.
- Se lavaron 2 o 3 veces las raíces con agua corriente, utilizando preferiblemente un tamiz para evitar las pérdidas durante el enjuague.
- Se realizó la inmersión en H_2O_2 al 10%. Se las dejó durante 5 minutos y se lavaron las raíces con agua corriente.
- Se procedió luego a acidificar con una solución de HCl al 0,1N durante 10 minutos.

- Pasado los 10 minutos se descartó todo el HCl, sin lavar.
- Posteriormente se sumergieron las raíces en ácido láctico al 5%, se agregaron unas gotas de azul de tripán al 0,05% y se guardaron para su posterior observación.



Foto n°10:a) Colocación de gotas de azul de tripán para tinción, b) Colocación de HCl 0,1N.

H. Observación microscópica de micorrizas

Se montaron 10 segmentos de raíces de aproximadamente 1 cm entre porta y cubreobjeto y se buscaron estructuras fúngicas de micorrizas (hifas, vesículas y/o arbuscúlos) al microscopio en un aumento de 50X para obtener un valor porcentual de colonización radical.

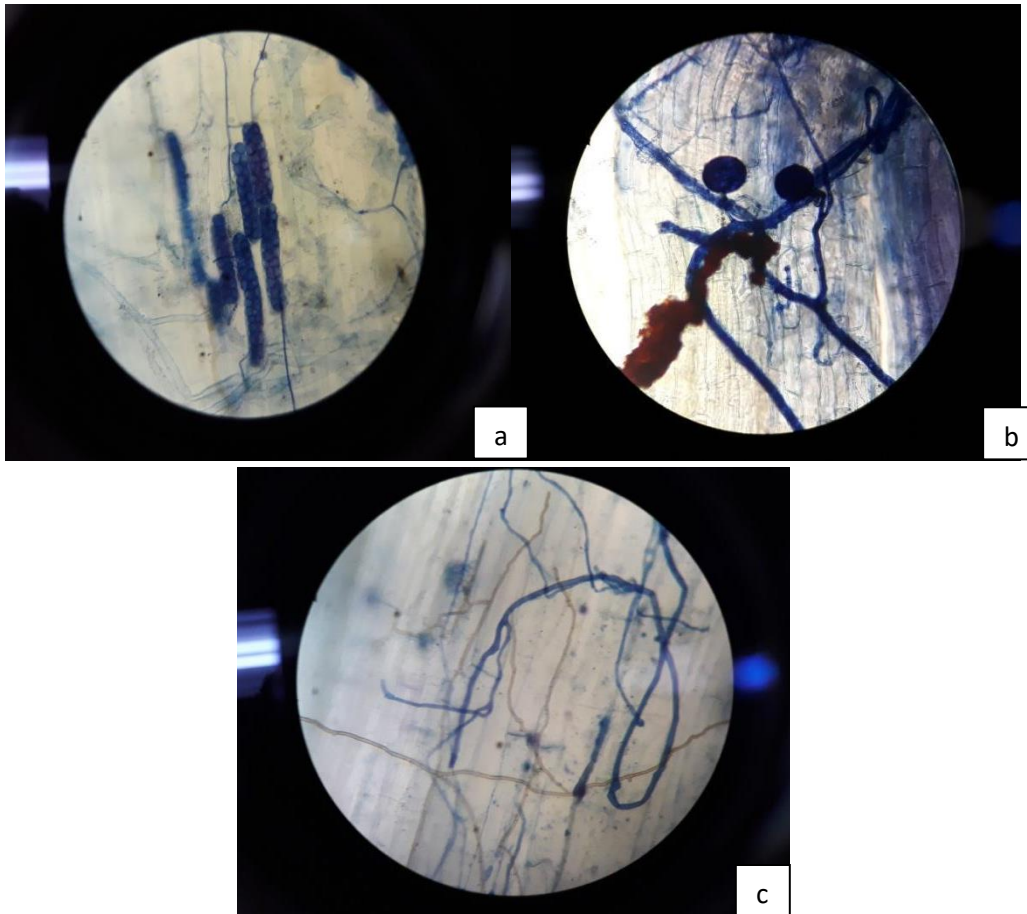


Foto n°11: Observación microscópica aumento 50X, donde se visualizan diversas estructuras fúngicas:
a) Otras estructuras fúngicas encontradas, b) y c) vesículas e hifas.

De la observación de las muestras obtenidas se determinó el porcentaje de micorrización en función de la presencia o no de estructuras micorrízicas (hifas, vesículas y/o arbuscúlos).

Estos resultados se expresan en los siguientes gráficos:

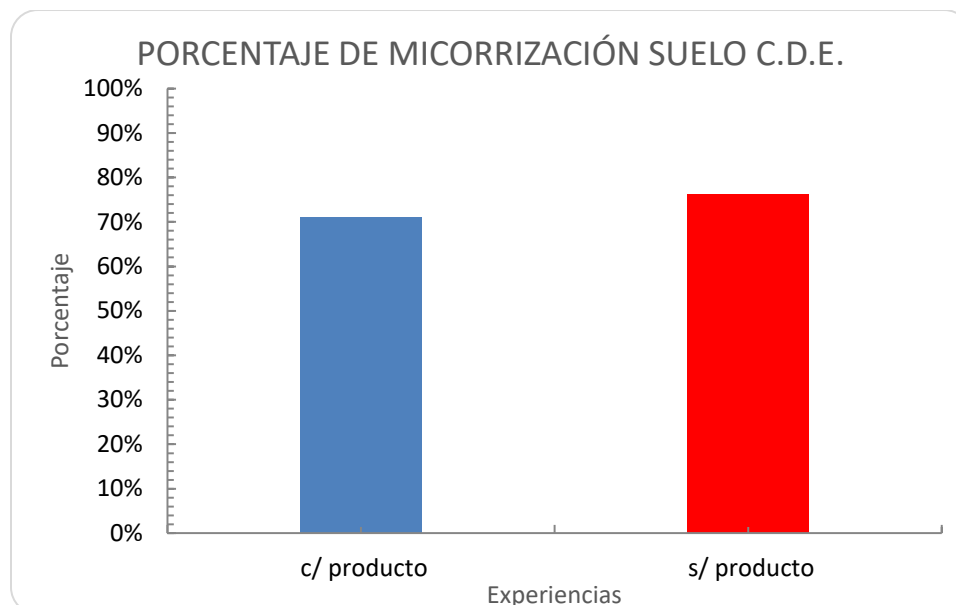


Gráfico n°14: Porcentaje de micorrización del suelo del Campo Didáctico Experimental, FCA. Azul: Con producto; Rojo: Sin producto.

De los resultados obtenidos en los porcentajes de micorrización en el suelo proveniente del C.D.E., observamos que en el caso que no se aplicó el bioinsumo el valor es mayor.

Esto podría deberse a que la deficiencia de nutrientes disponibles en la zona de exploración radical, promueven la micorrización, lo cual ayudaría a compensar dicha deficiencia.

Al analizar lo sucedido en el suelo proveniente de Pampa del Infierno el comportamiento es inverso, o sea, mayor infección en el suelo con la aplicación del producto, aunque sin embargo, en ambos casos el porcentaje infección es bajo; esto podría estar directamente relacionado a la historia del lote, el cual viene de 80 años de labranza convencional que ocasiona la pérdida de hospederos para la actividad y supervivencia de las micorrizas.

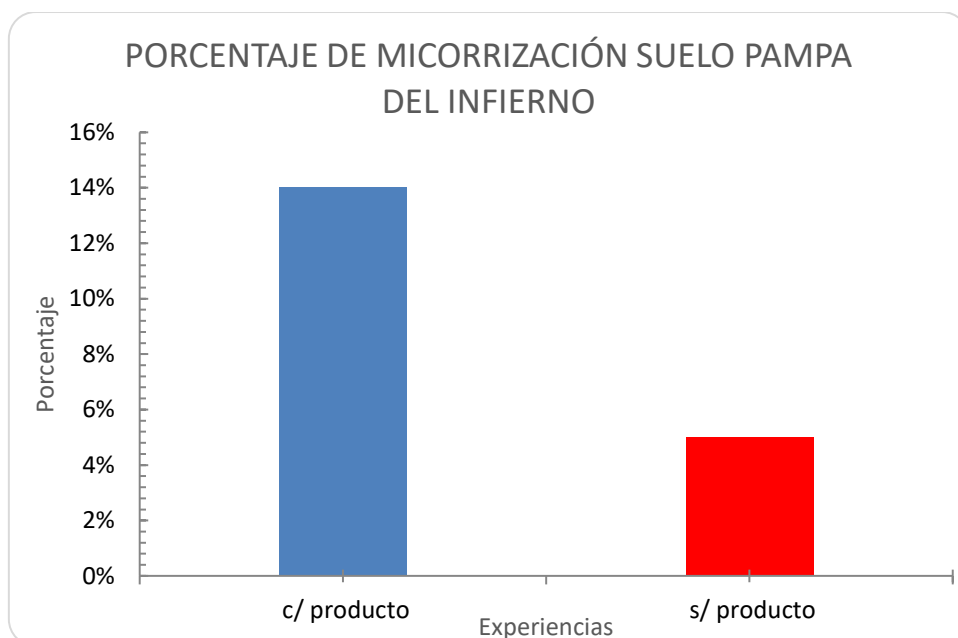


Gráfico n°15: Porcentaje de micorrización del suelo de Pampa del Infierno. Azul: Con producto; Rojo: Sin producto.

I. Análisis de actividad microbiana global

Como análisis complementario se llevó a cabo la medición de la actividad respiratoria en cada uno de los suelos con la utilización del producto y sin el mismo.

Dicha determinación se llevó a cabo en laboratorio mediante técnicas de incubación, (Schinner *et al.*, 1996) colocando 30 g de suelo seco y tamizado (2 mm). Para cada suelo, con y sin aplicación de producto, se realizaron 5 repeticiones y un blanco cada 5 repeticiones. Se humedeció el suelo a capacidad de campo y se colocó en bolsitas de polietileno permeables a gases e impermeable a vapor de agua, estas a su vez se introdujeron en envases de cierre hermético con NaOH 0,5 N, se le agregó algunas gotas de fenolftaleína y se tapó perfectamente. Se llevó a incubación a 28-30°C.

A 7 días se tituló el hidróxido con el CIH 0,5 N. Para ello, se tomaron 5 mL del NaOH 0,5 N del frasco, se lo colocó en un erlenmeyer de 250 mL y se le agregó unas gotas de fenolftaleína y de BaCl. Se cargó la bureta con el CIH 0,5 N y se tituló el NaOH 0,5N hasta que el color del indicador vire a blanco. Se hizo lectura de la cantidad de mL de ácido gastados. Para la segunda semana se realizó el mismo procedimiento pero con el mismo suelo.

A su vez se realizaron también testigos en blanco, uno inicial y otro final. Para ello se colocaron en un frasco los 30 mL del NaOH 0,5 N y la bolsita vacía. El CO₂ producido se obtiene por diferencia entre la concentración inicial y final del NaOH 0,5 N no combinado.

En la práctica, para minimizar el error operativo, la diferencia se obtiene entre el título promedio de los blancos y el título de cada una de las muestras.

De la diferencia entre la cantidad de NaOH presente inicialmente y el remanente después de la exposición al CO₂ se obtuvo la cantidad de gas producido por respiración (Anderson, 1982) mediante la siguiente fórmula:

Cálculos:

mg CO₂ por cada 100g de suelo seco:

$$= \frac{(B-M) \times N \times 22 \times 30 \times 100 \times h}{5 \times P}$$

B: mL gastados en el blanco

M: mL gastados en la muestra

N: Normalidad del ácido

22: Peso equivalente del CO₂

30: mL de NaOH colocado en el frasco

5: Alícuota titulada (mL)

P: Peso, en gramos, de la muestra colocada en la bolsita

100: g de suelo

h: Corrección de humedad

La medición se llevó a cabo durante dos semanas, sin embargo, la expresión gráfica de los resultados corresponde a la primera semana, ya que, en la segunda semana, los valores obtenidos fueron ínfimos, haciendo más representativos expresar solamente a los obtenidos en la primera.

Los resultados indican que hubo una leve pero mayor respiración en los casos en los que se aplicó el producto, de esta manera podemos decir entonces que se vio favorecida la actividad microbiana debido a la adición del bioinsumo.

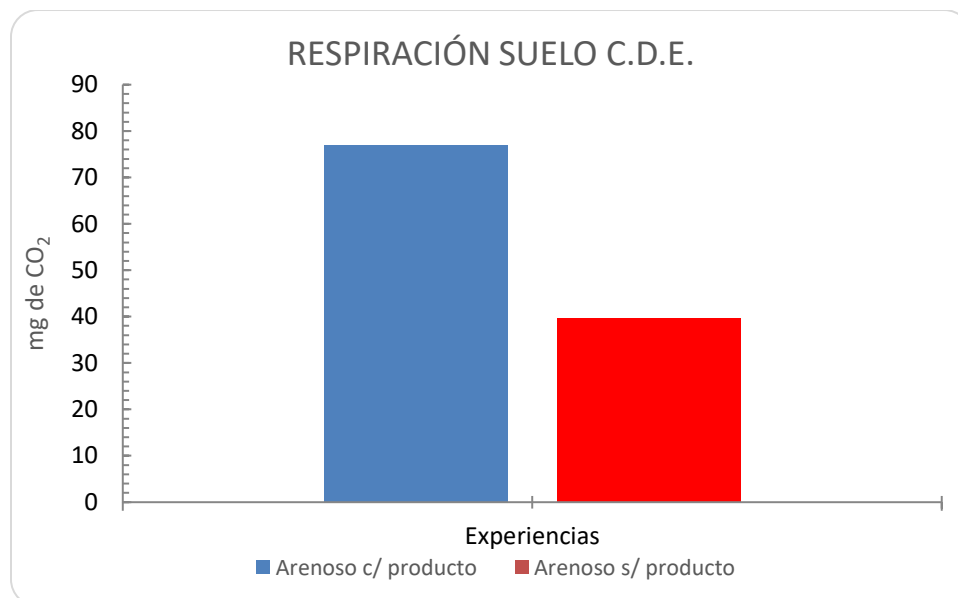


Gráfico n°16: Efecto de la aplicación del bioinsumo en la respiración del suelo del Campo Didáctico Experimental, FCA. Azul: Suelo con producto; Rojo: Suelo sin producto.

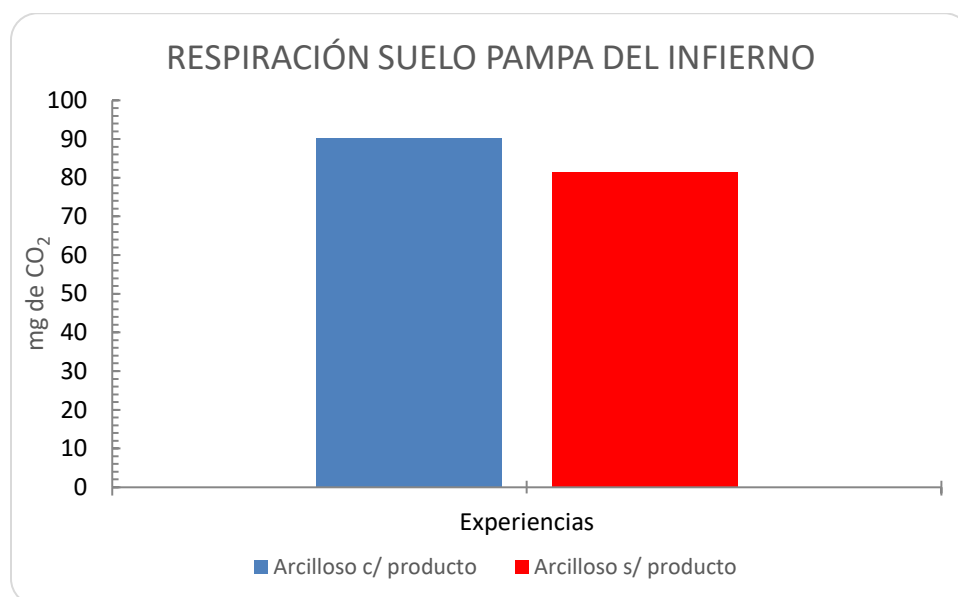


Gráfico n°17: Efecto de la aplicación del bioinsumo en la respiración del suelo de Pampa del Infierno. Azul: Suelo con producto; Rojo: Suelo sin producto.

Comentarios finales:

Al finalizar la experiencia, luego de haber puesto en práctica diversas técnicas y conocimientos adquiridos en la carrera y que se requirieron durante todo el transcurso de la misma, se logran obtener las conclusiones derivadas y a su vez tan esperadas luego del inicio de este tipo de actividades.

En el mercado existen una variada gama de productos químicos de distinto origen y para diversos objetivos de acuerdo con las necesidades que surjan en cada uno de los ambientes presentes. Desde eliminar malezas e insectos plaga, prevenir o erradicar enfermedades hasta corregir deficiencias nutricionales la oferta es amplia. Este último, corregir deficiencias, entre otros, sumado a que es un producto de origen orgánico, aspecto muy relevante si consideramos la sostenibilidad de los ambientes, es el objetivo final del producto utilizado en la pasantía y, adquirir experiencia en la utilización del mismo es una de las metas de este trabajo final, la cual fue conseguida a través de la manipulación del mismo y la medición de los efectos tanto en suelo como en el establecimiento, en este caso, del maíz.

El bioinsumo utilizado produjo efecto positivo en las distintas variables medidas. Si bien estos valores no fueron evaluados a nivel estadístico, abre futuras líneas de investigación para el grupo de trabajo, donde se tendrían que evaluar la respuesta de la planta y el suelo a distintas dosis del bioinsumo.

En lo concerniente a la actividad micorrízica, se vio disminuido el nivel de infección en un 5%, entre el suelo sin aplicación del producto y con bajo nivel nutricional (suelo C.D.E.), y el mismo suelo sin aplicación, esto se asociaría a que el bioinsumo pone a disposición de las raíces los nutrientes deficitarios.

En el transcurso de la pasantía se pusieron en práctica técnicas de laboratorio, indispensables para todas las pruebas, análisis, mediciones y procesamiento de material. Todas estas fueron llevadas a cabo de manera supervisada para lograr la máxima calidad y perfección en la aplicación y de esa manera lograr consolidar el conocimiento y la práctica de dichas técnicas de manera más que satisfactoria.

Bibliografía consultada

Anderson JP. 1982. Soil respiration. In: Page AL, Miller RH, Keeney DR (eds). *Methods of soil analysis: Chemical and Microbiological properties*. 2nd ed. American Society of Agronomy Inc, Wisconsin, USA, Pp 831-871.

Andrade F.; Cirilo A.G.; Uhart S.; Otegui M. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Editorial La Barrosa- EEA Balcarce, CERBAS, INTA-FCA, UNMP (Eds.). DekalbPress. Buenos Aires. 292 pp.

Begenesic, F. 2002. Hacia un país sojero. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Dirección de Agricultura. 12 p.

Escobar E. H.; Ligier H. D.; Melgar R.; Matteio H.; Vallejos O. 1996. Mapa de suelos de la provincia de corrientes 1:500.000. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro Regional Corrientes

FAO. 1993. El maíz en la alimentación humana. Disponible en: <http://www.fao.org/3/T0395S/T0395S00.htm#Contents>

FAOSTAT. 2019. Producción y rendimiento de maíz en el mundo 17/18. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>

Frioni, L. 1999. Procesos microbiológicos. Editorial de la Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto. Tomo II. Cap I y II.

García F. 2003. La nutrición que se viene. XXIV Congreso AAPRESID

J. C. Lagler. 2017. Bioinsumos: distintas percepciones haciendo foco en la fertilización biológica. Revista de la Facultad de agronomía, UBA.

MAGyP. 2019. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación. Disponible en: <http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>. Último acceso: Abril 2019

Phillips, J. M. and D. S. Hayman. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment to infection. Trans. Brit. Mycol. Soc. 55: 158-161.

Portal fyo. 2013. El maíz en la argentina y el mundo. Datos necesarios para interpretar el mercado de maíz y tomar mejores decisiones. Disponible en: <http://portal.fyo.com/especiales/maiz/mapa.html>. Último acceso: Septiembre 2013

Ritchie, SW & JJ Hanway. 1982. How a corn plant develops. Iowa State University of Science and Technology.Cooperative Extension Service Ames, Iowa.Special Report N° 48.

Román L. Pérez-Moreau. 2006. Flora Chaqueña. Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro de Investigaciones de Recursos Naturales, Instituto de Recursos Biológicos

Satorre E.H., R.L. Benech Arnold, G.A. Slafer, E.B. de la Fuente, D.J. Miralles, M. E. Otegui& R. Savin.2003. Producción de granos. Ed. Facultad Agronomía Universidad de Buenos Aires. 783 pp

Sparks, D. L. (ed.) 1996. Methods of Soil Analysis.Part 3-Chemical Methods.ASA, SSSA, CSSA, Madison, WI, USA.

Whelan Agustina. 2013. Bioinsumos: un giro hacia la sustentabilidad. Revista N°59.

ANEXO



INSTITUTO AGROTÉCNICO "Pedro M. Fuentes Godo"



Facultad de Ciencias Agrarias

Instituto Agrotécnico "Pedro M. Fuentes Godo"

Datos en suelo seco a 40 °C.

Productor: Ing. Agr. German L. Perez (Pasante: Daniel García).

Fecha recepción muestras: 24/05/2019

Fecha de envío de los datos: 18/06/2019

MN°	pH	Conduct.	C. O.	N. T.	NO ₃	P	K	Téxtura	Observ.
	Act.	dS/m	%		ppm		Cmolc/kg	Clasificación	
3776	5.8	0.07	0.55	0.09	2.3	3.1	0.2	Franco Arenoso Arcilloso	Prof. 0 - 20 cm. Textura arenosa
3777	7.0	0.16	1.56	0.18	6.9	33.9	0.2	Franco Arcillo Limoso	Prof. 0 - 20 cm. Textura franco

- pH actual con potenciómetro (relación 1 : 2,5).
- Conductividad de extracto en decisiemens por centímetro (dS.m-1).
- Carbono Orgánico (C.O.) método semi-micro Walkley-Black IRAM 29571-2.
- Nitrógeno Total método semi-micro Kjeldahl -IRAM 29572-2.
- Nitrato (NO₃), método de ácido fenoldisulfónico.
- Fósforo método Bray Kurtz N°1 - IRAM 29570-1.
- Potasio (K), por fotómetro de llama.

Se advierte los resultados son de corte general y deberán ser ajustadas a cada condición Edafo-Climática.


Ing. Agr. Gerardo Carrizo
C.P.P. 953
Coordinador de Laboratorios
Instituto Agrotécnico "Pedro M. Fuentes Godo" - FCA-UNNE



Laboratorio evaluado dentro del Programa de Interlaboratorios para Suelos Agropecuarios.



INSTITUTO AGROTÉCNICO

“Pedro M. Fuentes Godo”



Facultad de Ciencias Agrarias

Instituto Agrotécnico “Pedro M. Fuentes Godo” Datos en suelo seco a 40°C.

Productor: Ing. Agr. German L. Perez (Pasante: Daniel García).

Fecha recepción muestras: 28/06/2019

Fecha de envío de los datos: 12/07/2019

MN°	pH	Conduct.	C. O.	N. T.	C/N	P	K	Ca	Mg	Na	Observ.
	Act.	dS/m	%		ppm						
3790	6.7	0.36	0.55	0.10	5	11.7	0.4	2.4	0.6	1.3	S. Campito c/ Prod. – Rep. 1
3791	6.9	0.31	0.47	0.09	5	11.9	0.4	2.2	0.6	1.3	S. Campito c/ Prod. – Rep. 2
3792	6.7	0.40	0.47	0.06	8	11.8	0.4	1.8	0.7	1.3	S. Campito c/ Prod. – Rep. 3
3793	6.8	0.42	0.47	0.06	8	13.6	0.4	2.1	0.1	1.4	S. Campito c/ Prod. – Rep. 4
3794	6.8	0.48	0.55	0.07	8	13.1	0.4	1.9	0.2	1.4	S. Campito c/ Prod. – Rep. 5
3795	6.3	0.13	0.39	0.04	9	9.7	0.1	1.8	0.6	1.2	S. Campito s/ Prod. – Rep. 1
3796	6.3	0.12	0.47	0.03	16	9.2	0.1	1.9	0.4	1.1	S. Campito s/ Prod. – Rep. 2
3797	6.3	0.07	0.39	0.04	10	9.6	0.1	1.8	0.1	1.1	S. Campito s/ Prod. – Rep. 3
3798	6.3	0.13	0.47	0.04	11	7.9	0.1	1.8	2.0	1.2	S. Campito s/ Prod. – Rep. 4
3799	6.4	0.08	0.39	0.03	14	7.5	0.1	1.9	0.9	1.2	S. Campito s/ Prod. – Rep. 5
3800	7.7	0.76	1.48	0.15	10	51.2	1.9	15.1	1.9	1.4	S. Río Muerto c/ Prod. – Rep. 1
3801	7.8	0.62	1.48	0.18	8	51.9	1.8	15.1	1.4	1.3	S. Río Muerto c/ Prod. – Rep. 2
3802	7.8	0.53	1.51	0.16	9	52.2	1.8	14.9	1.9	1.3	S. Río Muerto c/ Prod. – Rep. 3
3803	7.8	0.55	1.52	0.16	10	49.1	1.8	15.2	2.2	1.4	S. Río Muerto c/ Prod. – Rep. 4
3804	7.8	0.67	1.52	0.14	11	57.0	1.9	14.6	1.9	1.4	S. Río Muerto c/ Prod. – Rep. 5
3805	7.8	0.31	1.48	0.16	10	57.5	1.5	14.2	0.6	1.1	S. Río Muerto s/ Prod. – Rep. 1
3806	7.8	0.35	1.48	0.12	12	45.0	1.5	13.8	1.2	1.1	S. Río Muerto s/ Prod. – Rep. 2
3807	7.8	0.34	1.48	0.14	10	54.2	1.5	15.5	1.5	1.1	S. Río Muerto s/ Prod. – Rep. 3
3808	7.8	0.30	1.48	0.14	11	55.0	1.4	14.8	0.6	1.1	S. Río Muerto s/ Prod. – Rep. 4
3809	7.8	0.29	1.48	0.13	11	51.1	1.4	15.2	0.6	1.1	S. Río Muerto s/ Prod. – Rep. 5

- pH actual con potenciómetro (relación 1 : 2,5).
- Conductividad de extracto en decisiemens por centímetro (dS.m-1).
- Carbono Orgánico (C.O.) método semi-micro Walkley-Black IRAM 29571-2.
- Nitrógeno Total método semi-micro Kjeldahl -IRAM 29572-2.
- Nitrato (NO₃), método de ácido fenoldisulfónico.
- Fósforo método Bray Kurtz N°1 - IRAM 29570-1.
- Potasio (K) y Sodio (Na) extractable, por fotómetro de llama.
- Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) extractable, con Acetato de Amonio, pH 7.

Se advierte los resultados son de corte general y deberán ser ajustadas a cada

condición Edafo Climática.



Laboratorio evaluado dentro del Programa de Interlaboratorios para Suelos Agropecuarios.