



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Ingeniería Agronómica

***“Evaluación del uso de purines de tambo en la
producción de maíz para silo.”***

**Trabajo final de graduación para optar por el título de:
Ingeniero Agrónomo**

Autor: Facundo Palacios.

Tutor: I.P.A. Lucas Guillermo Sierra.

Fecha: Febrero 2020.

1 Resumen

La intensificación y concentración de la producción en los sistemas lecheros en Argentina trae aparejado el problema de la generación y acumulación de purines. El objetivo de este ensayo es evaluar el efecto de la aplicación pre-siembra de diferentes dosis de purines de tambo sobre la producción de maíz para silo en el oeste de la provincia de Buenos Aires. Se realizó un DCA con 4 repeticiones en el partido de Carlos Tejedor, provincia de Buenos Aires. Las distintas dosis aplicadas (tratamientos) fueron: 0 Lt ha⁻¹ (Testigo), 20.000 Lt ha⁻¹ (20 Mil) y 40.000 Lt ha⁻¹ (40 Mil). La composición química del purín fue analizada previo a la aplicación. Se determinó la producción de materia verde y de materia seca de cada tratamiento para evaluar si existen diferencias entre ellos. Los resultados fueron analizados mediante análisis de la varianza (ANOVA), empleando para la comparación entre tratamientos la prueba de Tukey. No hubo respuestas significativas ($p > 0,05$) en la productividad de materia verde y de materia seca para las dosis empleadas. Esto sugiere que las dosis empleadas pueden no haber sido suficientes para generar una respuesta ya sea por la ocurrencia de pérdidas vía procesos de lixiviación y volatilización, que deberían ser monitoreadas, o debido a que los nutrientes no se encontraron disponibles durante el ciclo del cultivo.

Palabras claves: Purín, efluente líquido, tambo, maíz para silo.

2 Índice

1	Resumen.....	3
2	Índice	4
3	Introducción	5
3.1	Objetivo.....	7
3.2	Hipótesis	7
4	Materiales y métodos	7
4.1	Caracterización del Sitio Experimental	7
4.2	Condiciones Agro-Climáticas Zonales.....	7
4.3	Historial del sitio experimental.....	7
4.4	Recolección y aplicación del purín	7
4.5	Barbecho y siembra	9
4.6	Descripción del diseño experimental	10
4.7	Cosecha y obtención de resultados.....	10
4.8	Análisis Estadístico	10
5	Resultados y Discusión.....	10
5.1	Caracterización del purín utilizado en el sitio experimental.	10
5.2	Caracterización de los suelos del sitio experimental	11
5.3	Condiciones climáticas durante el ensayo.....	12
5.4	Rendimiento.....	12
6	Conclusiones.....	16
7	Bibliografía	17
8	Anexos	20
8.1	Supuestos del Modelo.....	20
8.1.1	Supuesto Normalidad.....	20
8.1.2	Supuesto Homocedasticidad.....	22
8.2	Unidad cartográfica del lote donde se realizó el ensayo.....	24
8.3	Serie de suelo del lugar donde se realizó el ensayo.....	25

3 Introducción

Desde hace varios años en la Argentina se ha observado una tendencia a la intensificación y concentración de los rodeos lecheros. La cantidad de tambos, para la serie de años 1988-2017, se redujo notablemente de 30.141 a 11.326 unidades productivas, (SENASA, 2018), en cambio la producción de leche incrementó de 5.962 millones de litros en 1985 a 10.526.6 millones de litros en el 2018 (MAGyP, 2019). Esta tendencia ha provocado un fuerte aumento en las cantidades de efluentes generados, donde a su vez, no existe, una adecuación de la infraestructura de las instalaciones de ordeño, ni una planificación sobre su destino final (García y Charlón, 2011). A medida que la actividad se intensificó, consecuentemente lo hicieron los residuos logrando producir grandes impactos en el ambiente (Herrero & Gil, 2008).

Tradicionalmente se utiliza el término “efluentes” para hacer referencia a los residuos generados en el tambo. Este término deriva del sector industrial, donde denota un residuo final de un proceso. Dado que los efluentes de tambo pueden ser reutilizados en forma sustentable para uso agronómico, el término “purín” es el más apropiado (CREA, 2019). La Autoridad del Agua de la provincia de Buenos Aires (ADA) en la resolución 737/18, entiende como “purín” a todo el efluente generado en establecimientos tamberos con capacidad para ser utilizado con las prácticas de uso agronómico (ADA, 2019).

Los purines de tambo están constituidos por las aguas servidas con desechos sólidos (materia fecal, restos de alimentos y barro) y líquidos (agua, orina, leche, productos de limpieza) que se producen en las instalaciones de ordeño (Charlón, 2007). Taverna et al. (2007) menciona que en sistemas pastoriles una vaca en ordeño genera alrededor de entre 14 y 24 litros de purines por día, los cuales contienen aproximadamente 350 gramos de materia seca, esto sin tener en cuenta el agua utilizada por la placa de refrescado y el agua de lluvia. Estos purines representan para un tambo de 200 vacas entre 1000 a 1700 m³ al año, los cuales sumados a excretas acumuladas en corrales y aguadas cercanas, constituyen una de las principales fuentes de contaminación del agua subterránea en las cuencas lecheras de Buenos Aires (Herrero et al., 2000; Herrero et al., 2001) y de Santa Fe (Taverna et al., 2000; Charlón et al., 2001; Taverna et al., 2004). Por lo tanto, un manejo adecuado de estos residuos resulta determinante para limitar su efecto negativo sobre el ambiente.

Para poder intensificar los sistemas lecheros se debe aumentar la producción de granos y forraje que son la principal fuente de alimento de los animales. Uno de los cultivos más comunes que se utilizan para la suplementación en los sistemas pastoriles es el maíz de silo, el cual tiene como objetivo poder aumentar la carga animal (Lagomarsino, 2013). Como consecuencia de ello, se logra mejorar la utilización de las pasturas, aumentar la producción de leche por vaca y por hectárea, mejorar y mantener el estado corporal de las vacas por el mayor consumo de energía en comparación a dietas únicamente de pasturas y optimizar la rentabilidad por vaca y por hectárea (Kellaway & Porta, 1993; Fales et al., 1995). Este planteo implica, necesariamente, una mayor extracción de nutrientes del suelo que deben ser restituidos al sistema para asegurar su sustentabilidad.

Actualmente, el uso de fertilizantes químicos constituye la principal vía de aporte de los nutrientes necesarios para producir elevadas cantidades de biomasa y aumentar los rendimientos. Sin embargo, la utilización de estos fertilizantes también trae varios problemas asociados, siendo los más importantes el aumento del costo de producción de los sistemas lecheros y los riesgos de contaminación del ambiente (agua y suelo) cuando son utilizados en exceso (Imhoff et al., 2011).

La aplicación de residuos orgánicos al suelo para la producción de cultivos agrícolas, es el método más económico y compone uno de los mejores ejemplos de reciclaje de nutrientes dentro de los establecimientos lecheros (Sosa et al., 2014). Esta práctica ha sido experimentada por López et al., (2001); Matsi et al., (2003); Dordas et al., (2008); Sosa et al., (2010); Diez, (2010), Fontaneto et al., (2010), Figueroa Viramontes et al., (2010); Imhoff et al., (2011) y Trejo Escareño et al., (2013). La mayoría de los trabajos muestran respuestas positiva del rendimiento de los cultivos ante la aplicación de dosis crecientes de purín. Por otro lado, también se evidencian mejoras en las propiedades del suelo tales como aumento de la meso y macro porosidad y de la actividad enzimática (Marinari et al., 2000), aumento de la biomasa microbiana, stock de materia orgánica lábil y mayor estabilidad de agregados (Min et al., 2003), disminución de la densidad aparente, aumento de la conductividad hidráulica y del stock de carbono (Khan et al., 2007). A su vez, cabe mencionar, que los purines de estos sistemas representan una oportunidad, ya que pueden utilizarse como biofertilizantes de calidad para el suelo. De esta forma aportan materia orgánica con altos valores de fósforo y nitrógeno principalmente, nutrientes deficitarios en los suelos de la región pampeana, contribuyendo a su vez a la mejora de las propiedades físicas (Posse, 2012). En algunos casos, estos “fertilizantes” pueden presentar un desequilibrio en nitrógeno, fosforo y potasio en relación a las necesidades de los cultivos, pero en general disponen de la mayoría de los nutrientes necesarios para el crecimiento de los cultivos (LAF, 1999).

El desconocimiento sobre la composición de los diferentes purines, la eficiencia de uso de los nutrientes que estos contienen y su posible efecto residual entre otros factores, hacen más difícil la aplicación de los mismos (Sosa et al., 2014). Por otro lado, la aplicación de purines en superficie sin una incorporación inmediata al suelo puede resultar en pérdidas importantes de nitrógeno dependiendo de las características del purín y de las condiciones ambientales (Sommer & Hutchings, 2001; Braschkat et al., 1997).

Los residuos ganaderos presentan una enorme variabilidad en su composición y por lo tanto en el contenido de nutrientes presentes, esto depende de muchos factores como por ejemplo: el sistema de estabulación, la alimentación, el sistema de limpieza, tratamiento, duración del almacenaje, etc. Hay que tener en cuenta que los efectos de un mal manejo de los residuos orgánicos puede derivar en la contaminación de los puntos de aplicación y en las zonas aledañas a estos, asociado fundamentalmente al lavado de los nitratos. Para la utilización de purines como fertilizante agrícola es necesario tener en cuenta la composición de los mismos, especialmente el contenido en macronutrientes y los requerimientos nutricionales del cultivo al que se va a aplicar. (Sosa et al., 2014).

En conclusión, la utilización de purines en la producción agrícola si bien presenta dificultades operativas, por lo que implica el manejo del purín y su aplicación en comparación al uso y aplicación de fertilizantes industriales (Schroder, 2005) o la necesidad de realizar análisis previos a la aplicación para conocer su composición, las respuestas obtenidas en el rendimiento y en las mejoras de algunas propiedades de los suelos pueden justificar el uso extensivo de esta práctica que recupera elementos residuales de la producción lechera y la vuelve más sustentable, mientras que a su vez, limita la contaminación ambiental y evita riesgos para la salud humana y animal.

3.1 Objetivo

- El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación pre-siembra de diferentes dosis de purines de tambo, sobre la producción de maíz para silo en el oeste de la provincia de Buenos Aires.

3.2 Hipótesis

- El rinde de kilogramos de materia verde por hectárea aumentará con el uso de purines de tambo como fertilizante en un maíz para silo.
- El rinde de kilogramos de materia seca por hectárea aumentará con el uso de purines de tambo como fertilizante en un maíz para silo.

4 Materiales y métodos

4.1 Caracterización del Sitio Experimental

El estudio se realizó en un establecimiento dedicado a la actividad lechera ubicado en el partido de Carlos Tejedor, 25 km al sur de la localidad de Florentino Ameghino, provincia de Buenos Aires, Argentina, durante la campaña 2018/2019. El mismo se llevó a cabo sobre un suelo Hapludol Típico, perteneciente a la serie Lincoln (Ln), con una capacidad de uso II s y una textura franco arenosa (INTA, 2019). (Anexo 8.2).

4.2 Condiciones Agro-Climáticas Zonales

La temperatura media anual es de 15 °C, siendo la máxima media anual de 22 °C y la mínima media anual de 8 °C (Servicio Meteorológico Nacional, 2019). El periodo libre de heladas promedio es de 120 días, siendo el 8 de octubre la fecha probable de última helada y el 23 de abril la fecha probable de la primera helada. (INTA, 2019). La precipitación media va desde los 800 a los 1000 mm anuales. (Servicio Meteorológico Nacional, 2019).

4.3 Historial del sitio experimental

El lote que se utilizó para llevar a cabo el ensayo forma parte de la superficie destinada al tambo, en donde se realizan rotaciones con pasturas puras y consociadas, verdeos de invierno y de verano, cultivos de cosecha y cultivos para ensilar. El cultivo antecesor fue una pastura de alfalfa sembrada en el otoño del año 2016.

4.4 Recolección y aplicación del purín

Los purines de tambo se recolectaron de la laguna de tratamiento del sistema el día 27 de septiembre. Primero se utilizó un homogeneizador de efluentes (Figura 1 y 2) para mezclar las distintas fases que se forman en la laguna al generarse un proceso de sedimentación. Este proceso afecta la distribución de los nutrientes en las diferentes profundidades o niveles de la laguna. Mediante el homogeneizador se logran aprovechar los nutrientes que sedimentaron y los que se encuentran en la superficie, mientras que a la vez se obtiene un producto más uniforme.

Figura 1 Homogeneizador de efluentes utilizado.



Figura 2 Homogeneizador de efluentes utilizado.



Una vez mezclado el purín se bombeó a un tanque estercolero modelo GEA de 20.000 Lt de capacidad (Figura 3) para su posterior aplicación en el lote el día 27 de septiembre. La aplicación fue superficial en forma de abanico (Figura 4). Con la finalidad de conocer la composición del purín, se tomaron muestras para determinar pH, N-Total (%), P- Total (%), Carbono Orgánico (%) y Materia Seca (%) en laboratorio.

Figura 3. Tanque estercolero utilizado.



Figura 4 Método de aplicación del purín.



Luego de la aplicación del purín, se hizo una pasada con una rastra de discos desencontrados el día 28 de septiembre. Esta labor probablemente haya favorecido a la incorporación del purín e incrementado la disponibilidad de los nutrientes para el cultivo durante la campaña analizada.

4.5 Barbecho y siembra

Previo a la siembra se realizó un barbecho químico, con la aplicación de herbicidas el día 18 de septiembre del 2018, que consistió en 2 Lt ha⁻¹ de sulfosato, 0,5 Lt ha⁻¹ de 2-4 D (Ester Butírico 100 %) y 150 cm³ ha⁻¹ de Banvel. La siembra de la variedad KWS 4360 G se realizó el día 7 de octubre con una sembradora Dumaire 810 de 12 cuerpos a 52 cm, con sistema de siembra mecánico a placas y cajón fertilizador. La densidad de siembra buscada fue de 69.000 a 71.000 pl ha⁻¹ con una distancia entre surcos de 52 cm. Al momento de la siembra se fertilizó todo el lote con 50 kilos de fosfato monoamónico. El día 9 de octubre se realizó una aplicación de herbicidas pre-emergentes con 1,10 kg ha⁻¹ de Atrazina 90 y 1 Lt ha⁻¹ de Dual Gold.

Durante el ciclo del cultivo se realizaron monitoreos para evitar la incidencia en los resultados de factores no deseados (malezas, insectos, enfermedades).

4.6 Descripción del diseño experimental

Se establecieron parcelas de 212,5 m de largo por 6 m de ancho siguiendo un diseño al azar con cuatro repeticiones, donde se aplicaron tres tratamientos (dosis de purín): 0 Lt ha⁻¹ (Testigo), 20.000 Lt ha⁻¹ y 40.000 Lt ha⁻¹ de purín aplicado.

4.7 Cosecha y obtención de resultados

El picado del maíz se realizó el día 20 de febrero del 2019 con una picadora autopropulsada John Deere con cracker de 6 metros de ancho de labor. El material picado de cada repetición (parcela) fue volcado en distintos camiones, los cuales luego fueron pesados para determinar el rinde de materia verde en una báscula electrónica (Modelo Latorre con capacidad para 92.000 Kg y un error del 2,3%). A su vez, de cada camión se extrajeron muestras para luego determinar el porcentaje de materia seca, mediante el uso de un Koster tester, y así calcular el rinde de materia seca.

4.8 Análisis Estadístico

Los resultados para rendimiento de materia verde y materia seca fueron analizados mediante un análisis de la varianza (ANOVA) en un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento. El factor fue la dosis de purín aplicado con tres niveles, Testigo, 20 mil Lt ha⁻¹ y 40 mil Lt ha⁻¹ de purín aplicados. Las comparaciones entre tratamientos se efectuaron utilizando la prueba de Tukey. Se consideraron estadísticamente significativas aquellas pruebas con $p < 0,05$. Todos los análisis estadísticos fueron realizados mediante el programa estadístico Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. (Di Rienzo et al., 2015).

5 Resultados y Discusión.

5.1 Caracterización del purín utilizado en el sitio experimental.

Los resultados del análisis químico del purín aplicado previo a la siembra del maíz se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Características químicas del purín de tambo aplicado.

pH	Materia Seca (%)	N- total (g/Lt)	Carbono orgánico (g/Lt)	P- total (g/Lt)
8,60	19,30	2,20	29,40	0,34

N- total: nitrógeno total. P- total: fósforo total.

A partir de los valores de la Tabla 1, es posible destacar el alto contenido de materia seca, el cual es similar al evaluado por (Charlón., 2004), donde fue de 14%. El valor de nitrógeno total obtenido fue menor al registrado en el trabajo de Gambaudo et al. (2014) y superior al demostrado por Sosa et al. (2014). Para los valores de carbono y fósforo, se considera que fueron altos comparándolos con los registrados por Gambaudo et al. (2014), esto puede deberse al alto contenido de materia seca obtenidos en este ensayo.

Es de destacar la variabilidad en la composición y en el contenido de nutrientes encontrada en los distintos trabajos citados. Es frecuente en este tipo de residuos y depende, principalmente, de factores como la alimentación, sistema de limpieza,

tratamiento y duración del almacenaje. (Sosa et al., 2016). Es por esto que resalta la necesidad de realizar análisis químicos antes de que sean utilizados, para poder conocer las cantidades de nutrientes que serán aplicados.

A partir de los datos analíticos del purín y las dosis utilizadas, se calculó la cantidad de nutrientes aplicados por hectárea. (Tabla 2).

Tabla 2. Cantidad de nutrientes aplicados por hectárea.

Aporte de nutrientes (kg ha ⁻¹)	N	P	C
Testigo	---	---	---
20.000 Lt ha ⁻¹	44,00	6,80	590,00
40.000 Lt ha ⁻¹	88,00	13,60	1180,00

N: Nitrógeno; P: Fósforo; C: Carbono.

El aporte de nitrógeno por parte del purín equivale a 44 Kg ha⁻¹ de N para la dosis de 20.000 Lt ha⁻¹ y a 88 Kg ha⁻¹ para la dosis de 40.000 Lt ha⁻¹. Parte de lo aportado se da en formas orgánicas (no disponible inmediatamente para las plantas), la mayor parte estaría compuesta por fracciones inorgánicas (derivados de la orina) que en el suelo pasan rápidamente a formas disponibles (Diez, 2010). Por otro lado existe un porcentaje de N que se pierde por volatilización cuando el purín se esparce en forma líquida sobre el suelo (Reynoso, 2018), este proceso puede haberse visto limitado debido a que al día siguiente de la aplicación del purín se realizó una pasada con una rastra de discos desencontrados para incorporarlo al suelo.

Los valores de P aportados al suelo equivalen a 6,8 Kg ha⁻¹ y 13,6 Kg ha⁻¹ para las dosis de 20.000 Lt ha⁻¹ y 40.000 Lt ha⁻¹ respectivamente. Estas cifras equivalen a haber fertilizado con 30 y 60 kg de SPT.

Por ultimo en cuanto al carbono, las cantidades suministradas al suelo fueron de 590 Kg ha⁻¹ para el tratamiento de 20.000 Lt ha⁻¹ y de 1180 Kg ha⁻¹ para el tratamiento de 40.000 Lt ha⁻¹. A diferencia de los elementos anteriores, las fuentes de nutrientes que también aportan C son muy escasas, es por esto que no debe despreciarse la contribución por parte del purín. En un ensayo realizado por Galarza et al. (2011), se observó que los kilos de C aportados por parte del rastrojo de un cultivo de maíz, corresponden a alrededor de un 40% del rendimiento en grano de dicho cultivo, lo que en este ensayo equivaldría a haber aportado al suelo el rastrojo de un maíz de 1.500 Kg ha⁻¹ de granos y de un maíz de 3.000 Kg ha⁻¹ de granos. Hay que tener en cuenta que el suministro de C al suelo en lotes de maíz para silo es muy bajo, debido a que se utiliza la totalidad de la parte aérea de la planta.

5.2 Caracterización de los suelos del sitio experimental

Seis días antes a la aplicación del purín, el día 21 de septiembre, se analizaron las propiedades químicas del suelo que se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros químicos del suelo evaluado previo a la aplicación del purín.

Profundidad (cm)	pH	Carbono oxidable (%)	Materia orgánica (%)	Fosforo extraíble (ppm)	N-nitratos (ppm)
0-20	6,00	1,66	2,90	15,80	13,00

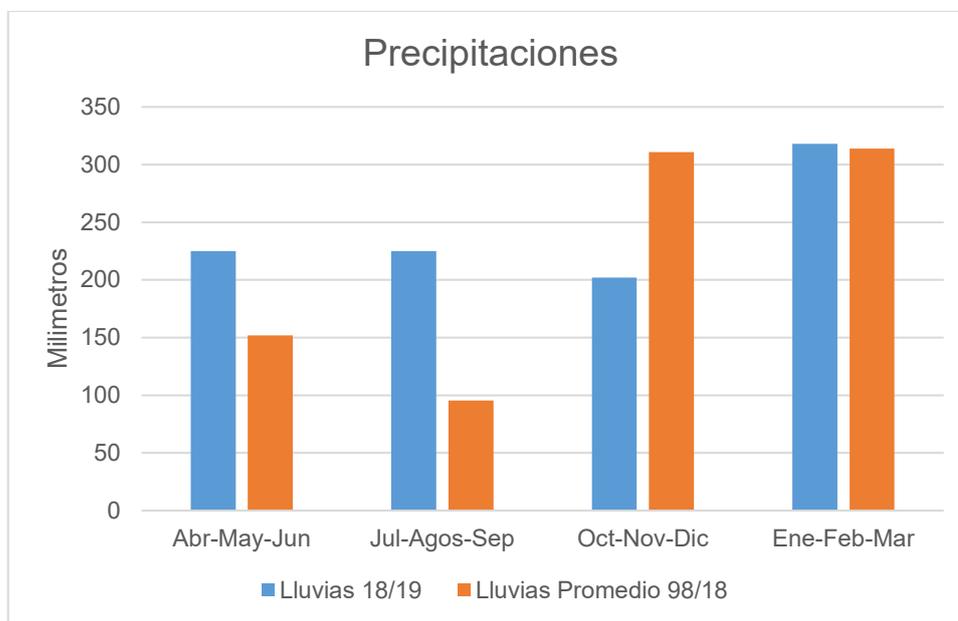
N-nitratos: Nitrógeno de nitratos.

Los niveles de materia orgánica y de pH se encontraron dentro del rango promedio de la zona que va de 2,0% a 2,9% para materia orgánica y de 6,0 a 6,4 para pH (Sainz Rosas et al., 2011). En cuanto al nivel de fosforo extraíble, este estuvo apenas por encima del rango promedio de la zona que es de 10, a 15,1 ppm (Sainz Rosas et al., 2013). El valor de N-nitratos fue bajo, de 13 ppm que equivale a alrededor de 33 Kg ha⁻¹ de N. A su vez el suelo presentó un nivel de carbono oxidable de 1,66%.

5.3 Condiciones climáticas durante el ensayo

Las condiciones de temperatura y precipitaciones durante el ensayo fueron buenas desde el punto de vista agronómico, lo que permitió una óptima emergencia y un correcto desarrollo del cultivo. Durante los meses de octubre a diciembre las precipitaciones se encontraron por debajo del promedio histórico de los últimos 20 años (Figura 5), de todas maneras estas condiciones no afectaron el normal desarrollo del cultivo. Probablemente se deba a que en los meses anteriores las precipitaciones fueron superiores al promedio y por lo tanto el perfil del suelo se encontraba con buen contenido de humedad.

Figura 5. Precipitaciones período Abr 2018 - Mar 2019 y promedio histórico (1998 – 2018) medidos en el establecimiento.



5.4 Rendimiento

El promedio general del ensayo fue de 43.294 Kg ha⁻¹ para materia verde y de 18.670 Kg ha⁻¹ para materia seca (tabla 4). El valor de materia verde fue similar al promedio histórico del establecimiento que es de 42746 Kg ha⁻¹ (2005 – 2018). En cuanto al

porcentaje de materia seca promedio del ensayo, este fue del 43%, debido a que se retrasó el picado por malas condiciones del tiempo.

Tabla 4 Rendimiento promedio de materia verde y materia seca para cada tratamiento en kilogramos por hectárea.

Tratamiento	Materia Verde (Kg ha ⁻¹)	Materia Seca (Kg ha ⁻¹)
Testigo	41.471	17.798
20.000 Lt ha ⁻¹	42.882	18.511
40.000 Lt ha ⁻¹	45.529	19.702
Promedio	43.294	18.670

Tratamientos: Testigo, sin aplicación de purín. 20.000 Lt ha⁻¹ de purín aplicado. 40.000 Lt ha⁻¹ de purín aplicado.

En la tabla 5 y 6 pueden observarse los valores más altos para la variable rendimiento en materia verde y materia seca (6090 y 2679,60 respectivamente), los cuales ambos pertenecen al tratamiento fertilizado con 40.000 Lt ha⁻¹ de purín de tambo. Los tratamientos Testigo y 20.000 Lt ha⁻¹ obtuvieron el valor más bajo registrado para rendimiento de materia verde (5020), mientras que para materia seca, el valor más bajo lo obtuvo el tratamiento Testigo (2083,30). La máxima diferencia en rendimiento para ambas variables de estudio se produjo entre el testigo y la dosis de 40.000 Lt ha⁻¹, las cuales fueron 517,5 Kg de materia verde y 242,79 Kg de materia seca.

Tabla 5. Estadística descriptiva de los tres tratamientos: Testigo, 20.000 Lt ha⁻¹ y 40.000 Lt ha⁻¹ de purín aplicado. Resultados expresados en kilogramos de materia verde.

Medidas resumen

TRATAMIENTO	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
20 MIL	RINDE Kg MV	4	5467,50	368,54	5020,00	5830,00
40 MIL	RINDE Kg MV	4	5805,00	276,71	5450,00	6090,00
TESTIGO	RINDE Kg MV	4	5287,50	328,77	5020,00	5760,00

Tabla 6. Estadística descriptiva de los tres tratamientos: Testigo, 20.000 Lt ha⁻¹ y 40.000 Lt ha⁻¹ de purín aplicado. Resultados expresados en kilogramos de materia seca.

Medidas resumen

TRATAMIENTO	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
20 MIL	RINDE Kg MS	4	2360,18	204,07	2108,40	2565,20
40 MIL	RINDE Kg MS	4	2511,99	156,52	2316,25	2679,60
TESTIGO	RINDE Kg MS	4	2269,20	191,13	2083,30	2534,40

Los resultados expresados en las tablas 7 y 8, y en las figuras 6 y 7 muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas (p-valor > 0,05) entre los distintos tratamientos para las dos variables de rendimiento analizadas. Si bien se puede observar un leve aumento en el rinde de materia verde y en el rinde de materia seca a

medida que aumenta la dosis del purín aplicado, este no es estadísticamente significativo.

Tabla 7. Análisis de la varianza y test de Tukey para la variable rendimiento de materia verde.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RINDE Kg MV	12	0,36	0,22	5,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	552150,00	2	276075,00	2,58	0,1298
TRATAMIENTO	552150,00	2	276075,00	2,58	0,1298
Error	961450,00	9	106827,78		
Total	1513600,00	11			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=645,27284

Error: 106827,7778 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
TESTIGO	5287,50	4	163,42	A
20 MIL	5467,50	4	163,42	A
40 MIL	5805,00	4	163,42	A

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

Tabla 8. Análisis de la varianza y test de Tukey para la variable rendimiento de materia seca.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RINDE Kg MS	12	0,28	0,12	7,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	120359,01	2	60179,50	1,76	0,2267
TRATAMIENTO	120359,01	2	60179,50	1,76	0,2267
Error	308023,86	9	34224,87		
Total	428382,87	11			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=365,23485

Error: 34224,8733 gl: 9

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
TESTIGO	2269,20	4	92,50	A
20 MIL	2360,18	4	92,50	A
40 MIL	2511,99	4	92,50	A

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

Figura 6. Kilogramos de materia verde de los diferentes tratamientos.

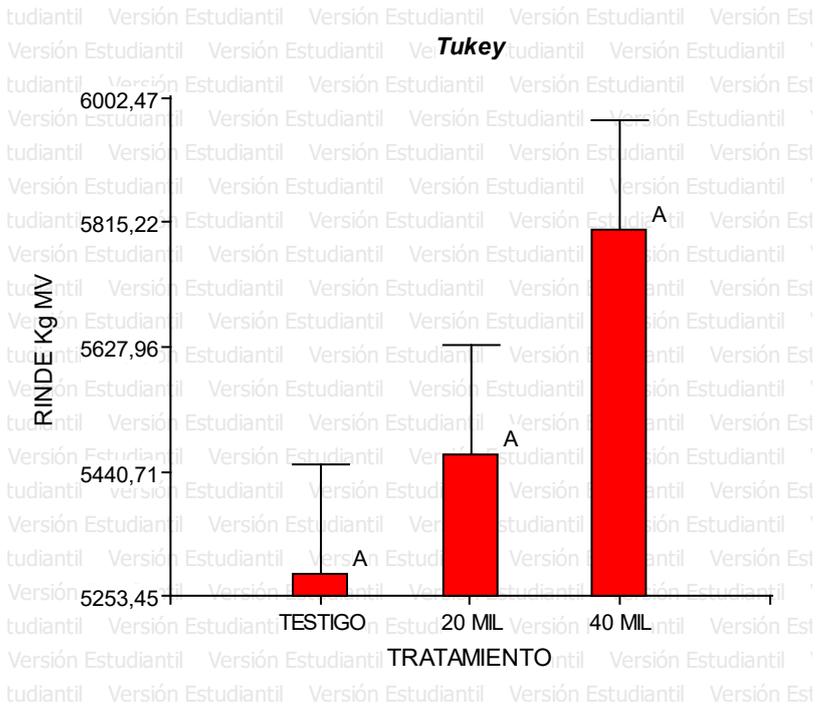
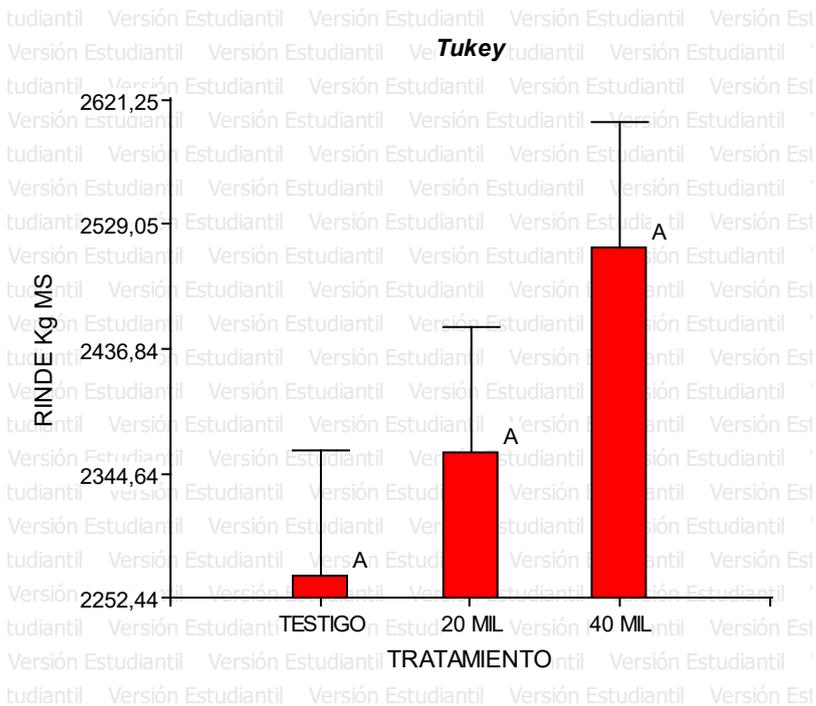


Figura 7. Kilogramos de materia seca de los diferentes tratamientos.



Los valores obtenidos en este ensayo concuerdan con los obtenidos por Charlon y Taverna (1998), quienes no encontraron diferencias significativas en el rendimiento de materia verde y materia seca a la aplicación equivalente de 50 Kg ha⁻¹ y 100 Kg ha⁻¹ de nitrógeno aportados por purines líquidos de tambo, frente a un testigo. De igual manera,

Sosa et al. (2014) tampoco observaron diferencias significativas aplicando un equivalente a 47 Kg ha⁻¹ (30.000 Lt ha⁻¹) y 95 Kg ha⁻¹ (60.000 Lt ha⁻¹) de nitrógeno previo a la siembra de forma superficial versus un testigo. A su vez, Lardone et al., (2016) no registraron diferencias en la producción de biomasa en un cultivo de maíz fertilizado con estiércol sólido proveniente de feedlot. Esto puede deberse a que parte de los nutrientes aportados no estén disponibles inmediatamente para las plantas (Diez, 2010).

Por el contrario los resultados en este ensayo se contraponen a los obtenidos por Richmond y Torrens Baudrix, (2018), quienes obtuvieron una diferencia de rendimiento de materia seca de un 21,3% en un maíz para silo, fertilizado con una dosis de 12.573 Kg ha⁻¹ de purines sólidos de tambo, la cual equivale aproximadamente a la dosis de 40.000 Lt ha⁻¹ de purín aplicados en este ensayo.

Los resultados logrados pueden ser consecuencia de que las dosis utilizadas no hayan sido suficientes para generar una respuesta, debido a la baja cantidad de nutrientes aplicados por parte del purín, a la ocurrencia de pérdidas importantes de nutrientes en forma gaseosa o al tiempo que se requiere para que los nutrientes aportados pasen a estar disponibles para la planta.

Si bien no se observó un incremento en el rendimiento con el uso de purines de tambo, las ventajas de su uso se cuantificaron en otros aspectos, como por ejemplo el agregado de C, N y P al suelo, sobre todo en lotes destinados a maíz de silo, donde el retorno de estos nutrientes por parte del rastrojo es casi nulo. Otro beneficio fue el ahorro en la compra de nutrientes por fuera del sistema. A su vez cabe destacar la importancia de darle una solución ambiental al problema que conlleva acumular los purines en lagunas permeables, donde pueden producir contaminación de las aguas subterráneas.

El mayor efecto del uso de purines de tambo en relación a la fertilización química es el producto de la aplicación reiterada en el tiempo, donde juega un papel importante la acumulación del C agregado, aparte del P y del N contenidos en el mismo, Richmond y Torrens Baudrix, (2018).

A pesar de no haber obtenido diferencias significativas, se recomienda repetir la experiencia aumentando la cantidad de litros de purín aplicados por hectárea y monitoreando las pérdidas que puedan ocurrir debido al proceso de volatilización, para evaluar si existen diferencias en los rendimientos de materia verde y seca.

6 Conclusiones

Los rendimientos de materia verde y de materia seca del maíz para silaje no aumentaron significativamente con la aplicación del purín líquido de tambo previo a la siembra, aunque se pudo observar un incremento mínimo de los tratamientos fertilizados con respecto al testigo.

El rendimiento medio del ensayo fue de 43.294 Kg ha⁻¹ de materia verde y de 18.670 Kg ha⁻¹ de materia seca, que se lograron debido a las excelentes condiciones de desarrollo y crecimiento del cultivo durante la campaña 2018-2019.

Si bien no fueron significativas las diferencias de los rendimientos en este ensayo, contribuyen a remarcar la importancia de utilizar purines de tambo como enmienda orgánica, no solo sobre el rendimiento, sino como mejoradores de suelo y como una solución ambiental al problema que conlleva almacenarlos en lagunas permeables.

El uso de purines de tambo podría resultar beneficioso para aumentar la fertilidad potencial a futuro en un lote de maíz de silo, teniendo en cuenta que el aporte de nutrientes por parte de este tipo de cultivo es casi nulo, ya que se utiliza la totalidad de la parte aérea de la planta para la confección del silo.

Se podría considerar que una fertilización basada exclusivamente en aportes de purines de tambo podría reducir o sustituir parte de la fertilización inorgánica.

7 Bibliografía

Braschkat, J., Mannheim, T. & Marschner, H. (1997). Estimation of ammonia losses after application of liquid cattle manure on grassland. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 160(2), 117-123.

Charlón, V. 2007. Residuos en las instalaciones de ordeño. *Revista IDIA XXI* 9: 80-85.

Charlón, V., Taverna, M. (1998) Respuesta productiva de la aplicación de efluentes de tambo en un cultivo de maíz para silo. *Información Técnica para Productores 1997-1998*. 89 (1). 22-24.

Charlón, V; L Romero; A Cuatrin & M Taverna. 2004. Efecto de la utilización de los residuos orgánicos en un verdeo de invierno. 27º Congreso Argentino de Producción Animal 24: 324-326.

Charlón, V; M Taverna; A Cuatrin & L Negri. 2001. Características del agua disponible en las instalaciones de ordeño de tambos ubicados en la cuenca lechera central de la Argentina. *Revista Argentina de Producción Animal* 2: 228-231.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. *InfoStat* versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

Diez, M. (2010). Manejo de los efluentes originados en tambo: Una experiencia en el este de La Pampa. *Informaciones Agronómicas del Cono Sur (IPNI)*, (47), 16-18.

Dordas, C. A., Lithourgidis, A. S., Matsi, T. & Barbayiannis, N. (2008). Application of liquid cattle manure and inorganic fertilizers affect dry matter, nitrogen accumulation, and partitioning in maize. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 80(3), 283-296.

Fales et al., 1995. Stocking rate affects production and profitability in a rotationally grazed pasture system. *J Prod. Agric.*, 8:88-96.

Figueroa-Viramontes, U., Cueto-Wong, J. A., Delgado, J. A., Núñez Hernández, G., Reta-Sánchez, D. G., Quiroga-Garza, H. M.,... & Márquez Rojas, J. L. (2010). Dairy manure on yield and apparent nitrogen recovery in silage corn. *Terra Latinoamericana*, 28(4), 361-369.

Fontanetto H.; Gambaudo, S.; Sosa, N.; Imhoff, S. & Zen O. (2010). Efluentes del tambo: su utilización como fertilizante orgánico en maíz. Cuadernillo Fertilidad y Fertilizantes. *Rev. Agromercado* N° 47.

Galarza, C., Vallone, P., Gudelj, V., Cazorla, C., Baigorria, T., & Juárez, I. E. M. (2011). Caracterización de rastros en sistemas agrícolas estabilizados. *EEA Marcos Juárez*.

Gambaudo, S. P., Imhoff, S. D. C., Carrizo, M. E., Marzetti, M., & Racca, M. S. (2014). Uso de efluentes líquidos de tambo para mejorar la productividad de cultivos anuales y la fertilidad del suelo.

García, K., Charlón, V. (2011). Recirculación y reutilización del efluente de tambo luego de su tratamiento: cambios en la eficiencia del sistema. III Congreso Internacional de Ambiente y Energías Renovables, Villa María, Córdoba, Argentina. ISBN 978-987-1253-89-0

- Herrero, M. A., & Gil, S. B. (2008). Consideraciones ambientales de la intensificación en producción animal. *Ecología austral*, 18(3), 273-289.
- Herrero, MA; G Sardi; V Maldonado May; M Flores; A Orlando & L Carbó. 2000. Distribución de la calidad del agua subterránea en sistemas de producción agropecuarios bonaerenses. I. Calidad físico química y condiciones de utilización del agua. *Revista Argentina de Producción Animal* 20: 229-237.
- Herrero, MA; MS Iramain; S Korol; H Buffoni; M Flores; M Pol; V Maldonado May; G Sardi & MS Fortunato. 2001. Calidad de agua y contaminación en tambos de la cuenca de Abasto sur, Buenos Aires, Argentina. *Revista Argentina de Producción Animal* 22: 61-70.
- <http://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/series/Lincoln.htm> Carta de suelos de la República Argentina INTA. Agosto, 2019.
- http://climayagua.inta.gob.ar/estadísticas_de_heladas_meteorológicas Estadísticas de Heladas Meteorológicas. Julio, 2019.
- <http://visor.geointa.inta.gob.ar/?p=812> Visor GeoINTA. Agosto, 2019.
- <http://www.ada.gba.gov.ar/node/80> Resolución 737/18 - Uso Agronómico de los purines de tambo. Noviembre, 2019.
- <http://www.senasa.gob.ar/cadena-animal/bovinos-y-bubalinos/informacion/informes-y-estadísticas>. Existencias tambos por categoría. Marzo, 2018.
- https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_lecheria/estadisticas/_01_primaria/index.php Producción Primaria, 2019.
- https://www.crea.org.ar/efluentes/?page_id=349 ¿Qué es un efluente? ¿O mejor hablamos de purín? Noviembre, 2019.
- <https://www.smn.gob.ar/clima/atlasclimatico> Atlas Climático Argentina. Julio, 2019.
- Imhoff, S., Ghiberto, P., Carrizo, M.E., Charlón, V., Zen, O., Gambaudo, S., 2011. Uso alternativo de efluentes de tambo para disminuir el impacto ambiental. V Congreso Iberoamericano sobre Desarrollo y Ambiente de REDIBEC. Santa Fe, Argentina.
- Kellaway & Porta. 1993. Feeding concentrates supplements for dairy cows. Dairy Research and Development Corporation. Australia.
- Khan, A. U., Iqbal, M. & Islam, K. R. (2007). Dairy manure and tillage effects on soil fertility and corn yields. *Bioresource technology*, 98(10), 1972-1979.
- LAF, 1999. "Avaluació i aprofitament dels residus orgànics d'origen ramader en agricultura". Quaderns de divulgació, núm. 5. Laboratori d'Anàlisi i Fertilitat de sòls. [Sidamon, Lleida].
- Lagomarsino, H. R. (2013). Uso de maíz grano y silaje en sistemas lecheros del Sur de Córdoba. In Jornada de Actualización. Calidad del grano de maíz para la industria y la producción en bovinos (Balcarce, 15 de Noviembre de 2013).
- Lardone A., Diez M., Barraco M., Sardiña C. & Méndez D. (2016). Aplicación de estiércol de feedlot: efecto sobre el cultivo de maíz y algunas propiedades de suelo. Memoria Técnica EEA General Villegas. 2015-2016.
- López-Mtz, J. D., Díaz, A. E., Martínez, E. R. & Valdez, C. R. D. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra*, 19(4), 293-299.

- Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B. & Grego, S. (2000). Influence of organic and mineral fertilisers on soil biological and physical properties. *Bioresource Technology*, 72(1), 9-17.
- Matsi, T., Lithourgidis, A. S. & Gagianas, A. A. (2003). Effects of injected liquid cattle manure on growth and yield of winter wheat and soil characteristics. *Agronomy Journal*, 95(3), 592-596.
- Min, D. H., Islam, K. R., Vough, L. R. & Weil, R. R. (2003). Dairy manure effects on soil quality properties and carbon sequestration in alfalfa–orchardgrass systems. *Communications in soil science and plant analysis*, 34(5-6), 781-799.
- POSSE, A. J. (2012) Efecto de la aplicación de efluentes de Feed Lot como biofertilizante sobre el rendimiento del cultivo de maíz.
- Reynoso, B. S. Tratamiento de efluentes de tambo y su afectación agrícola en el suelo y cultivos (Tesis de Licenciatura en Diagnostico y Gestion Ambiental). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (2018).
- Richmond, P. F., & Torrens Baudrix, L. (2018). Efecto de la aplicación de efluente sólido de tambo sobre la producción de forraje y el suelo en General Viamonte (Bs. As.). AER 9 de Julio.
- Sainz Rozas, H. R., Echeverría, H. E., & Angelini, H. P. (2011). Niveles de carbono orgánico y pH en suelos agrícolas de las regiones pampeana y extrapampeana argentina. *Ciencia del suelo*, 29(1), 29-37.
- Sainz Rozas, H., Eyherabide, M., Echeverría, H. E., Barbieri, P., Angelini, H., Larrea, G. E., Ferraris, G. N. & Barraco, M. (2013). ¿Cuál es el estado de la fertilidad de los suelos argentinos? In Simposio Fertilidad 2013. IPNI Cono Sur-Fertilizar, Rosario, mayo 2013. Int. Inst.
- Schröder, J. (2005). Revisiting the agronomic benefits of manure: a correct assessment and exploitation of its fertilizer value spares the environment. *Bioresource Technology*, 96(2), 253-261.
- Sommer, S. G., & Hutchings, N. J. (2001). Ammonia emission from field applied manure and its reduction—invited paper. *European Journal of Agronomy*, 15(1), 1-15.
- Sosa, N., Alladio, M., Federico, P., & Orcellet, J. M. (2016). Evaluación de aplicación de residuos sólidos de tambo en cultivo de maíz. Rafaela: INTA.
- Sosa, N., Gambaudo, S., Fontanetto, H. & Keller, O. (2010). Aplicación de enmienda orgánica en el cultivo de maíz. Publicación miscelánea. EEA Rafaela, (118).
- Sosa, N., Orcellet, J. M., Gambaudo, S., & Minetti, I. (2014). Uso de efluente de tambo en la producción de maíz para silo. Jornada Nacional de Forrajes Conservados. 5. 2014 04 09-10, 09 y 10 de abril de 2014. Manfredi, Córdoba. AR.
- Taverna, M; V Charlón & A Cuatrín. 2000. Calidad físico-química y bacteriológica del agua en tambos y su relación con algunas prácticas de manejo de los efluentes. Libro de Resúmenes 11º Conferencia de la Organización Internacional de la Conservación del Suelo, Buenos Aires.
- Taverna, M; V Charlón; C Panigatti; A Castillo; P Serrano & J Giordano. 2004. Manual sobre el manejo de los residuos originados en las instalaciones de ordeño. Una contribución al logro de ambientes locales sanos. Edit. INTA. 75 pp.

Taverna, M; V Charlón; K García & E Walter. 2007. Manejo de Efluentes de Tambos «INTA Rafaela». Revista IDIA XXI 9: 86-92.

Trejo-Escareño, H. I., Salazar-Sosa, E., López-Martínez, J. D. & Vázquez-Vázquez, C. (2013). Impacto del estiércol bovino en el suelo y producción de forraje de maíz. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 4(5), 727-738.

8 Anexos

8.1 Supuestos del Modelo

Para que las conclusiones que se obtienen a partir del Anova sean válidas, se debe verificar que se cumplan los siguientes supuestos:

- Las muestras deben ser aleatorias y las observaciones independientes entre sí.
- Las observaciones de cada tratamiento deben proceder de poblaciones normales (Normalidad).
- Los tratamientos deben tener la misma variabilidad (Homocedasticidad).

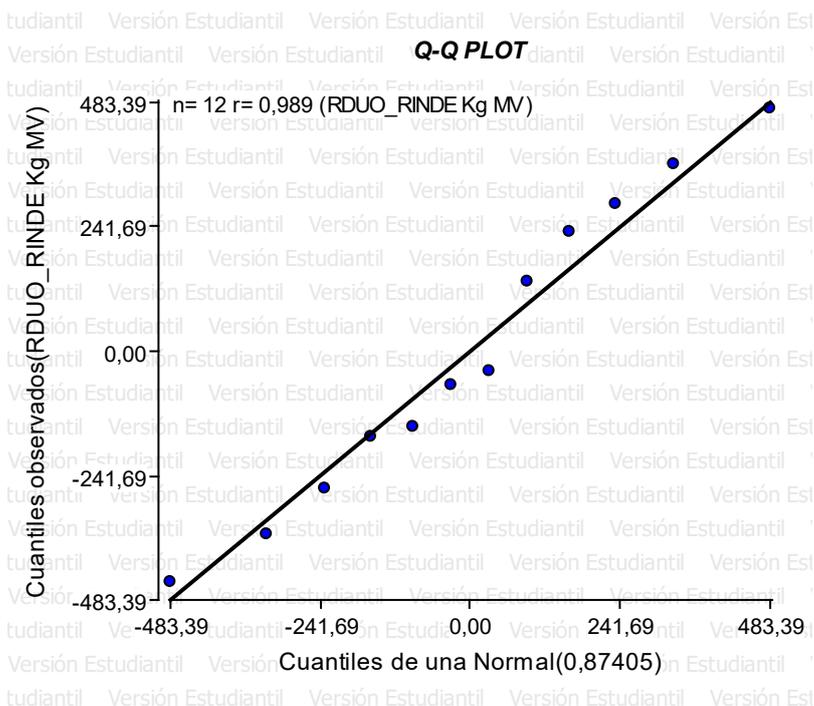
8.1.1 Supuesto Normalidad

Para probar que las observaciones de cada tratamiento proceden de poblaciones normales se realizan dos métodos, uno gráfico (Q-Q-Plot) y uno analítico (Prueba de Shapiro – Wilks).

8.1.1.1 Q-Q Plot

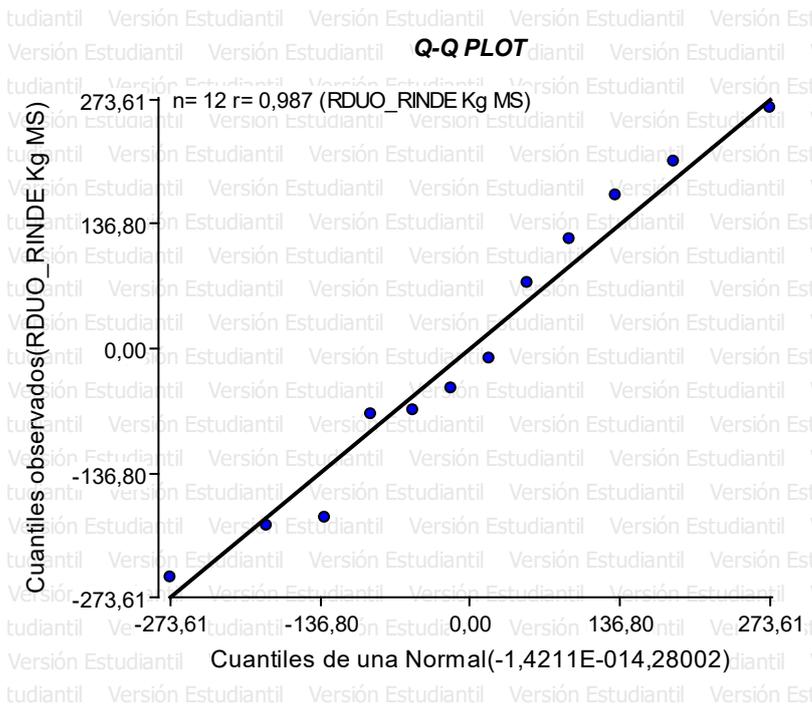
Consiste en un gráfico de dispersión de los cuantiles observados vs los cuantiles esperados suponiendo distribución normal. Si la distribución es normal, los datos deben quedar alineados sobre una recta a 45°.

Figura 8. Gráfico de Q-Q Plot para la variable rendimiento de materia verde.



En la figura 8 se puede observar que los residuos están alineados, siguiendo una distribución normal.

Figura 9. Gráfico de Q-Q Plot para la variable rendimiento de materia seca.



En la figura 9 se puede observar que los residuos están alineados, siguiendo una distribución normal.

8.1.1.2 Prueba Shapiro-Wilks

Se trata de una prueba estadística no paramétrica cuya hipótesis nula es:

H0: la variable tiene un buen ajuste a una distribución normal, los residuos se distribuyen normalmente. $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu$

H1: la variable no tiene un buen ajuste a la normal los residuos no se distribuyen normalmente. $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu$

Condición de Rechazo: si el valor p es menor (<) a 0,05 se rechaza H0.

Tabla 9. Prueba de Shapiro – Wilks para la variable rendimiento de materia verde.

Shapiro-Wilks (modificado) para rendimiento de materia verde

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO RINDE Kg MV	12	0,00	295,64	0,94	0,6210

Dado que el valor p es mayor (>) a 0,05 (tabla 9) no se rechaza H0, por lo que podemos concluir que no hay evidencias estadísticamente significativas que demuestren que la variable no tiene un buen ajuste a una distribución normal.

Tabla 10. Prueba de Shapiro – Wilks para la variable rendimiento de materia seca.

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
RDUO RINDE Kg MS	12	0,00	167,34	0,93	0,5504

Dado que el valor p es mayor (>) a 0,05 (tabla 10) no se rechaza H0, por lo que podemos concluir que no hay evidencias estadísticamente significativas que demuestren que la variable no tiene un buen ajuste a una distribución normal.

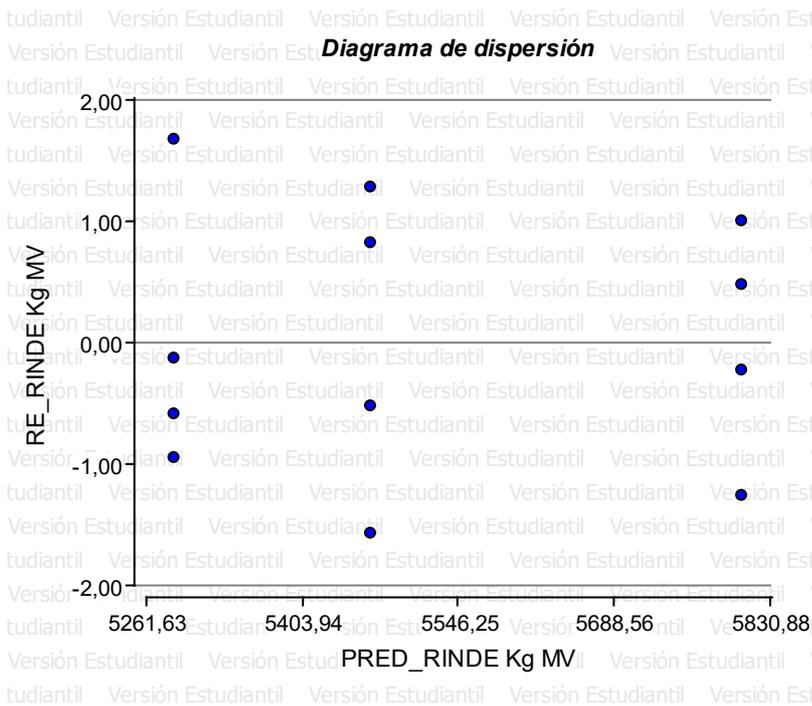
8.1.2 Supuesto Homocedasticidad

Para probar que todos los tratamientos tienen la misma variabilidad se realizan dos métodos, uno gráfico (Gráfico de dispersión) y uno analítico (Prueba de Levene).

8.1.2.1 Gráfico de dispersión

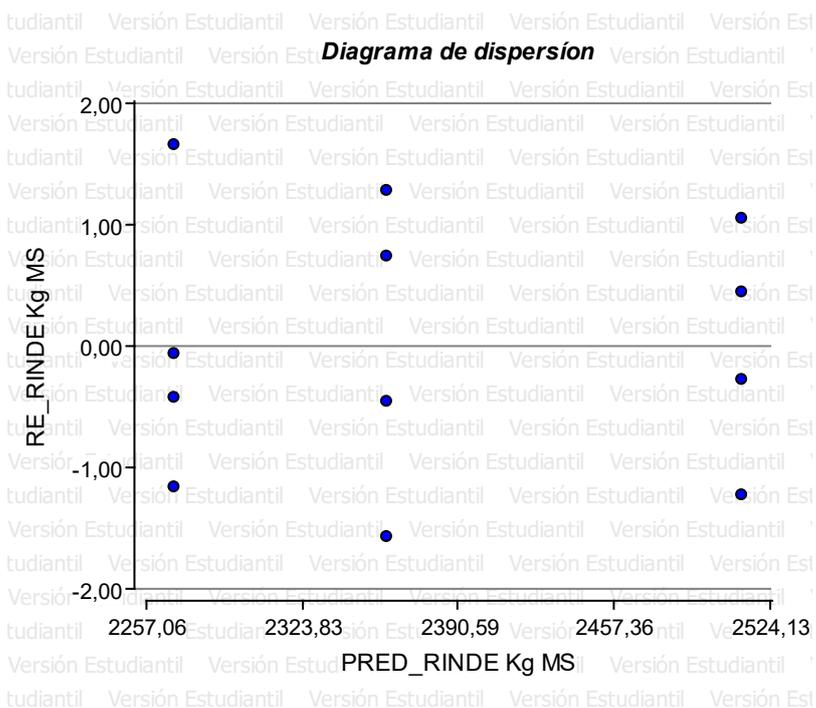
Consiste en un gráfico de residuos estandarizados vs esperados o predichos. Se espera encontrar una distribución al azar y con variabilidad constante.

Figura 10. Diagrama de dispersión para la variable rendimiento de materia verde.



En la figura 10 se puede observar una distribución al azar y una variabilidad constante.

Figura 11. Diagrama de dispersión para la variable rendimiento de materia seca.



En la figura 11 se puede observar una distribución al azar y una variabilidad constante.

8.1.2.2 Prueba Levene

La prueba de Levene consiste en realizar un análisis de la varianza usando como variable dependiente el valor absoluto de los residuos.

H0: la variabilidad es igual en todos los tratamientos.

H1: la variabilidad no es igual en todos los tratamientos.

Condición de Rechazo: si el valor p es menor (<) a 0,05 se rechaza H0.

Tabla 11. Prueba de Levene para la variable rendimiento en materia verde.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS RINDE Kg MV	12	0,07	0,00	61,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16129,17	2	8064,58	0,35	0,7143
TRATAMIENTO	16129,17	2	8064,58	0,35	0,7143
Error	207768,75	9	23085,42		
Total	223897,92	11			

En la tabla 11 se puede observar que el valor p es mayor (>) a 0,05 por lo tanto no se rechaza H0. Podemos concluir que la variabilidad es homogénea en todos los tratamientos.

Tabla 12. Prueba de Levene para la variable rendimiento en materia seca.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS RINDE Kg MS	12	0,05	0,00	66,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3784,40	2	1892,20	0,23	0,8016
TRATAMIENTO	3784,40	2	1892,20	0,23	0,8016
Error	75117,67	9	8346,41		
Total	78902,07	11			

En la tabla 12 se puede observar que el valor p es mayor (>) a 0,05 por lo tanto no se rechaza H0. Podemos concluir que la variabilidad es homogénea en todos los tratamientos.

8.2 Unidad cartográfica del lote donde se realizó el ensayo.

Figura 12. Ubicación del lote donde se realizó el ensayo.



Figura 13. Ubicación del lote donde se realizó el ensayo.

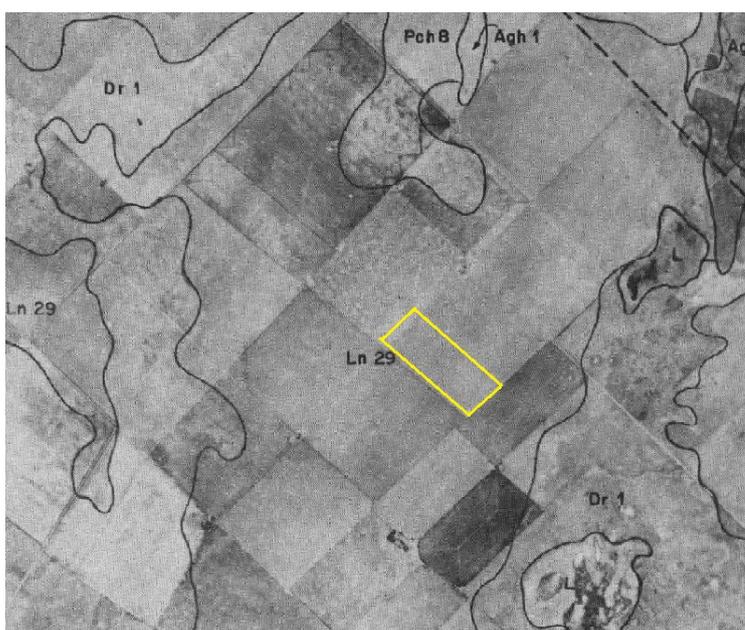
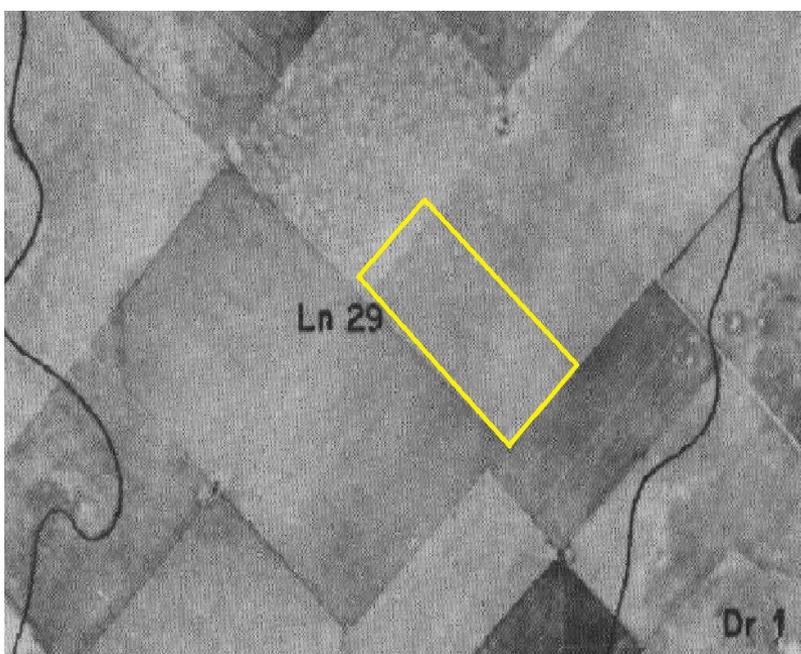


Figura 14. Ubicación del lote donde se realizó el ensayo.



Figura 15. Ubicación del lote donde se realizó el ensayo.



8.3 Serie de suelo del lugar donde se realizó el ensayo

SERIE LINCOLN (Ln)

Es un suelo profundo, oscuro y con aptitud agrícola, que se encuentra en un paisaje suavemente ondulado, ocupando los sitios de lomas de la Subregión Pampa Arenosa, con escaso a moderado desarrollo, habiendo evolucionado sobre un sedimento eólico franco arenoso, no alcalino, no salino con pendiente predominante de 0-1 %.

Clasificación taxonómica: Hapludol Típico, Franca gruesa, mixta, térmica (USDA- Soil Taxonomy V. 2006).

Descripción del perfil típico: N° 16/979 C. Fecha de extracción muestras, noviembre de 1966.

A	0-30 cm; negro (10YR 2/1) en húmedo; franco arenoso; bloques subangulares medios, moderados que rompe en bloques subangulares finos y granular; friable; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo; abundantes raíces; límite claro y suave.
Bw	30-70 cm; pardo oscuro (7,5YR 3/2) en húmedo; franco arenoso; bloques subangulares gruesos y medios moderados que rompe en bloques subangulares medios y finos; friable; ligeramente plástico; no adhesivo; escasos barnices húmico arcilloso; raíces abundantes; límite claro y suave.
BC	70-109 cm; pardo (7,5YR 4/4) en húmedo; franco arenoso; bloques subangulares medios, débiles que rompe en bloques subangulares finos y grano simple; muy friable; ligeramente plástico, no adhesivo; moteados de hierro moderados, gruesos y precisos; raíces comunes; límite claro y suave.
C	109-130 cm; pardo (7,5YR 4/4) en húmedo; franco arenoso; bloques subangulares gruesos y medios, débiles que rompe en bloques subangulares menores y grano simple; muy friable; ligeramente plástico; no adhesivo; moteados de hierro comunes, gruesos y precisos; raíces comunes.

Ubicación del Perfil: Latitud: S 34° 32' 38". Longitud: W 61° 25' 16". Altitud: 84,5 m.s.n.m. a 3 km. al sudoeste de la localidad de L. N. Alem; partido homónimo, provincia de Buenos Aires; fotomosaico 3560-7-3, L. N. Alem.

Variabilidad de las características: El epipedón mólico (A), varía entre 30-35 cm; franco a franco arcillo arenoso; negro a pardo oscuro (10YR 1,7/1 y 10YR 3/2) en húmedo (SSCC-229); menor espesor; Bw, franco arcillo arenoso (Rel. arc. B/A=1.1); El BC, entre 30 y 40 cm. de espesor; solum 70-120 cm. de profundidad.

Fases: Drenaje, pendiente, anegabilidad y depresión.

Series similares: Junín, Fortín Tiburcio, Santa Isabel, Teodelina.

Suelos asociados: Alem, Ortiz de Rosas, Teodelina, Saforcada, Morse, La Oriental, Vedia, El Recuerdo, Nueve de Julio, Norumbega.

Distribución geográfica: Partidos de L. N. Alem y Junín.

Drenaje y permeabilidad: Bien a algo excesivamente drenado con un escurrimiento medio a rápido, permeabilidad moderadamente rápida. Nivel freático profundo.

Uso y vegetación: Campo arado.

Capacidad de uso: II s

Limitaciones de uso: Retención de humedad.

Índice de productividad según la región climática: 64,8 (B)

Rasgos diagnósticos: Epipedón mólico (30 cm.), régimen de humedad údico, horizonte cámbico (rel. arc. B/A = 1,17).

Datos Analíticos:

Horizontes	A	Bw	BC	C
Profundidad (cm)	5-25	35-65	75-105	110-130
Mat. orgánica (%)	2,22	0,63	0,31	0,15
Carbono total (%)	1,29	0,37	0,18	0,09
Nitrógeno (%)	0,115	0,054	NA	NA
Relación C/N	11,2	6,8	NA	NA
Arcilla < 2 μ (%)	12,1	14,1	8,4	10,4
Limo 2-20 μ (%)	10,0	9,7	11,8	7,4
Limo 2-50 μ (%)	19,0	15,2	19,5	15,2
AMF 50-75 μ (%)	10,8	13,2	10,4	11,7
AMF 75-100 μ (%)	29,1	22,3	36,8	25,2
AMF 50-100 μ (%)	0,0	0,0	0,0	0,0
AF 100-250 μ (%)	25,9	32,5	22,7	34,7
AM 250-500 μ (%)	2,4	2,7	2,2	2,8
AG 500-1000 μ (%)	0,0	0,0	0,0	0,0

AMG 1-2 mm (%)	0,0	0,0	0,0	0,0
Calcáreo (%)	0,0	0,0	0,0	0,0
Eq.humedad (%)	13,7	13,4	12,7	11,3
Re. pasta Ohms	NA	NA	NA	NA
Cond. mmhos/cm	NA	NA	NA	NA
pH en pasta	5,9	6,5	6,7	7,3
pH H₂O 1:2,5	6,3	6,8	7,0	7,6
pH KCL 1:2,5	5,5	5,3	5,4	6,0
CATIONES DE CAMBIO				
Ca++ m.eq./100gr	7,2	6,9	5,9	6,2
Mg++ m.eq./100gr	2,5	2,8	2,9	3,1
Na+ m.eq./100gr	0,1	0,1	0,2	0,2
K m.eq./100gr	1,0	1,0	1,2	0,9
H m.eq./100gr	4,9	2,9	2,4	2,9
Na (% de T)	0,8	0,9	0,3	1,9
V.S m.eq./100gr	10,8	10,8	10,2	10,4
CIC m.eq./100gr	12,2	11,7	0,7	10,5
Sat. con bases (%)	88	93	95	99
NA: No analizado				

- Símbolo: Ln29
- Serie principal: Lincoln
- Serie Secundaria: Cañada Seca
- Serie terciaria: Ameghino
- Taxonomía Serie Principal: Hapludol Típico
- Taxonomía Serie Secundaria: Hapludol Thapto Árgico
- Taxonomía Serie Terciaria: Hapludol Entico
- % Principal: 60
- % Secundaria: 30
- % Terciaria: 10
- % Otros: 0