



1983/2023
40 años de democracia

Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

Trabajo final de graduación modalidad PASANTÍA.

“Efecto del digerido como abono en secuencias agrícolas en el norte de santa fe.”

Autor: Paduán, Lucio Mariano

Asesor: Ing. Agr. (MSc) Szwarc Diego Ernesto

Lugar de trabajo: E.E.A. INTA Reconquista Ruta 11 Km 773 – Reconquista,
Santa Fe, Argentina.

AÑO 2023

ÍNDICE:

INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	5
LUGAR DE REALIZACIÓN.....	5
DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS A DESARROLLAR.....	5
Identificación lote de estudio.....	5
Caracterización edáfica.....	6
Caracterización climatológica.....	6
Prácticas de manejo.....	6
Muestreo de suelo y análisis en laboratorio.....	8
Muestreo de contenido hídrico y balance simplificado de agua.....	9
Siembra y seguimiento del cultivo de trigo.....	10
Seguimiento de riego y manejo sanitario.....	18
Análisis económico de la práctica.....	19
CONCLUSIONES.....	21
COMENTARIOS.....	22
OPINIÓN DEL ASESOR.....	22
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

1-INTRODUCCIÓN:

La producción de granos tiene un papel preponderante en la actividad agrícola mundial. Con el crecimiento de la población humana, la demanda por los cultivos de cereales y oleaginosas aumentó, llevándolos a ocupar la mayor parte de la superficie sembrada en las áreas más productivas del mundo (Satorre 2003).

El trigo es un cereal originario del oeste de Asia que se cultiva desde hace más de 6000 años. Actualmente constituye el cultivo más difundido en el mundo, abarcando una superficie cosechada de 219 millones de hectáreas por año, seguido por el maíz (177 millones de hectáreas), arroz (162 millones de hectáreas) y soja (108 millones de hectáreas). Estos cuatro cultivos cubren el 50% de la superficie cosechada mundial (Abbate, 2023). El trigo es un componente fundamental dentro de un sistema de rotación, porque realiza un importante aporte de residuos orgánicos, que permite mantener y mejorar las condiciones físicas y biológicas de los suelos, además de mejorar la rentabilidad de los sistemas productivos (Martellotto *et al.*, 2007). En la campaña 2022/2023 a nivel nacional, la superficie sembrada fue de 5,9 millones de hectáreas, con una producción de 15,9 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 2843 kg por hectárea. En la provincia de Santa Fe la superficie sembrada fue de 1,1 millones de ha, una producción de 2.7 millones de toneladas y un rendimiento medio de 2779 kg por hectárea (MAGyP, 2024).

Los principales nutrientes que limitan la productividad del trigo en la mayor parte de las zonas de producción de la Región Pampeana son el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y el azufre (S).

La disponibilidad de nutrientes durante el ciclo de cultivo, principalmente de nitrógeno, fósforo, azufre y potasio, afectan los procesos que regulan el crecimiento, la generación del rendimiento y la calidad de los cultivos de grano. Los nutrientes tienen influencia directa sobre diversos procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas. (Satorre 2003).

Los biodigestores son contenedores herméticos donde se combinan bacterias particulares y material orgánico, dando lugar a procesos de fermentación en ausencia de oxígeno; que generan biogás como producto principal (Mieres *et al.* 2021)

Como subproducto se generan líquidos denominados “**digeridos**” cuyas características pueden variar con relación al material utilizado para alimentar los biodigestores. En algunos casos, como cuando ingresan vinazas residuales de plantas de producción de bioetanol (*Thin Stillage*) a base de granos de maíz, el digerido resultante presenta muy bajo contenido de metales potencialmente nocivos para el ambiente y abundantes niveles de elementos nutritivos vitales para las plantas, como nitrógeno, fósforo y potasio, que puede ser utilizado como abono para los cultivos agrícolas.

Este abono representa una oportunidad para los productores del norte de la provincia de Santa Fe, de mejorar su rentabilidad, utilizando este tipo de compuestos orgánicos para mejorar los suelos (muchos de ellos con problemas de degradación), brindando mejoras esencialmente en la fertilidad (Cuadro 1).

Efecto del digerido como abono en secuencias agrícolas en el norte de santa fe

Cuadro 1: Caracterización del digerido, laboratorio de control de calidad Vicentin S.A.I.C.

DETERMINACIÓN	UNIDAD	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	7,77	Potenciometría directa
SÓLIDOS TOTALES	% p/p	4,39	Evaporación y secado en estufa 103°C
MATERIA ORGÁNICA (base seca)	% p/p	59,23	Evaporación calcinación en mufla a 600°C
CENIZAS (base seca)	% p/p	40,77	Evaporación calcinación en mufla a 600°C
NITRÓGENO TOTAL	g/l	5,18	Kjeldahl
NITRÓGENO AMONIACAL	g/l	4,23	Kjeldahl
FÓSFORO TOTAL	g/l	1,59	Espectrometría

Por todo lo anteriormente expuesto, en esta pasantía se analiza el uso del digerido como abono en el cultivo de trigo, a partir de la evaluación de parámetros de productividad como también de calidad.

2 OBJETIVO GENERAL:

Adquirir experiencia, en la utilización del digerido como abono en el cultivo de trigo, evaluando aspectos productivos y económicos.

2.1 Objetivos específicos:

- Estimar el impacto del digerido sobre parámetros del suelo y su relación con la producción de trigo.
- Cuantificar el efecto en la producción y la calidad.
- Realizar un análisis económico de la práctica.

3 LUGAR DE REALIZACIÓN:

La pasantía se desarrolló en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), E.E.A. Reconquista. Ubicado en el departamento General Obligado, de la provincia de Santa Fe, Ruta 11 km 773.(29° 11' latitud sur y 59° 52' longitud oeste), entre los meses de junio a octubre de 2023.

4 DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS DESARROLLADAS:

4.1 Identificación de lotes de estudio.

El trabajo se realizó en el campo de la Estación Experimental Agropecuaria Reconquista del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

El trabajo se realizó en seis lotes de producción agrícola, internamente designados como, lote número 4, lote 17, lote 21, lote 22, lote 24 y el lote pista.

Los lotes 4, 17 y 21 tienen 21, 37 y 24 ha respectivamente, el cultivo antecesor fue, en todos los casos, girasol y a los 3 lotes se le aplicó digerido previo a la siembra del trigo.

El lote 22 posee una superficie total de 50 ha, el cultivo antecesor de este lote fue algodón. Además, cuenta con un sistema de riego por pivote central que abarca un área de 37,3 ha.

El lote 24 cuenta con una superficie de 18 ha, el cultivo antecesor fue girasol, en este caso no se aplicó digerido, pero se realizó una fertilización típica de la zona con fosfato di amónico y urea a la siembra.

El lote pista tiene una superficie de 10 ha, el cultivo antecesor fue girasol, aquí tampoco se aplicó digerido ni la fertilización típica de la zona.

En los lotes 4, 21, 24 y pista sólo se realizaron el seguimiento sanitario del cultivo, no se evaluaron parámetros de suelo, como humedad antes de la siembra, ni mediciones de factores ambientales. Tratando de emular las prácticas de manejo típicas que podemos encontrar en la zona de influencia de la E.E.A RECONQUISTA.

4.1.1 caracterización edáfica:

El suelo es un Argiudol acuértico, de textura franco-limoso en superficie y arcilloso en profundidad (Vidal, 2006).

4.2.2 Caracterización climatológica.

El clima es de transición entre templado a subtropical, con un régimen hídrico entre sub-húmedo hasta sub-húmedo seco, donde las lluvias se concentran entre los meses de octubre a marzo, con un promedio anual de alrededor de 1200 mm (Series meteorológicas históricas INTA Reconquista, 2010).

Según datos históricos del Observatorio Agrometeorológico de la EEA de INTA Reconquista desde 1970 a 2023 las temperaturas máximas y mínimas promedio anual son de 25,70°C y 14,50 °C respectivamente, con una temperatura promedio anual de 20,20°C. Siendo las temperaturas promedio máxima absoluta de 33,90°C y mínima absoluta de 6,90°C.

La campaña 2023 de trigo se inició sin haberse normalizado las precipitaciones en la región. La anteceden 3 años consecutivos de bajas precipitaciones, con irregular distribución. En los meses de julio y agosto, las lluvias registradas fueron inferiores a la media histórica (Cuadro 2). Ya en la primavera, se comenzó a normalizar la distribución y milímetros registrados. En cuanto a temperatura, la campaña fue más cálida en los meses de invierno que en la primavera. Solo se registraron siete heladas agrometeorológicas entre junio y agosto y una sola helada meteorológica en el mes de junio. Por el contrario, la primavera fue templada, con días de marcada amplitud térmica. Por efecto de la temperatura, los cultivares anticiparon inicio de floración al menos unos 10 días, por lo que la floración se produjo en fechas con alto riesgo de heladas, según proyección histórica. Los cultivares no presentaron daños de heladas en espigas(Brach, 2024. Comunicación personal).

Cuadro 2: precipitaciones registradas durante el ciclo productivo y balance por mes.

Mes	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
2023	133,1	47,2	20,5	63,6	13,1	33,5	136,7	110,4
Histórico	159,2	154,8	62,7	42,9	29,0	34,6	59,0	120,2
Balance	-26,1	-107,6	-42,2	20,7	-15,9	-1,1	77,7	-9,8

4.2.3 Prácticas de manejo:

Después de haber identificado los lotes de estudio, se procedió a realizar el primer monitoreo, para hacer un relevamiento de malezas, con el fin de tomar la decisión de aplicar las medidas de prevención, erradicación o control pertinentes. En el monitoreo debemos realizar la identificación y presencia de cada especie, densidad y tamaño.

La aplicación del digerido se realizó en diferentes momentos y en cada lote en particular (Cuadro 3).La dosis utilizada en este caso es de 30.000 litros por hectárea. El método de aplicación es mediante camiones cisterna (Imagen 1) los que “riegan” el lote con este abono líquido. El método empleado no es el recomendado, por el gran pisoteo que se produce en el lote, pero en la actualidad, no se cuenta con equipos especiales para la aplicación de estos

Efecto del digerido como abono en secuencias agrícolas en el norte de santa fe

residuos. Desde el área de investigación de la EEA Reconquista, se está desarrollando una máquina para la aplicación de este tipo de abonos, con el objetivo de contrarrestar los problemas ocasionados por la metodología anterior y que sea accesible para los productores del norte de la provincia (Fabbro, 2024. Comunicación personal).

Cuadro 3: detalle de los momentos y dosis de los tratamientos.

Lote	Tratamiento	Fecha	Dosis l/ ha o Kg / ha.
17	Digerido	20/04/2023	30.000
22	Digerido	02/05/2023	30.000
21	Digerido	09/05/2023	30.000
24	FDA y UREA	21/06/2023	80 y 80
4	Digerido	31/05/2023	30.000
pista	Testigo	-	0

Respecto a las características del lote a aplicar, este debe presentar capacidad para soportar el tránsito de equipos aplicadores, en caso de suelos con elevada humedad, puede generar huellas y compactaciones difíciles de revertir.



Imagen1: método de aplicación del digerido por gravedad mediante camiones cisterna.

Luego de la aplicación del digerido se realizó en el lote 17 y 22 un control de malezas mecánico con carpidor (modelo GCMM Genovese) lo que permitió a su vez incorporar el abono. En pre siembra se realizó un control químico con la aplicación en todos los lotes de 1.8 kg / ha glifosato + 10 g/ha de metsulfuron + 200 cc / ha aceite vegetal como coadyuvante.

4.2.4-Muestreo de suelo y análisis en laboratorio.

El análisis de suelos es una de las herramientas clave para conocer el estado de fertilidad química y física de los suelos, y contribuye a cuantificar el estado de fertilidad de los suelos ayudando a definir estrategias de fertilización de cultivos, conocer la evolución de propiedades físicas y químicas de los suelos, evaluar los efectos de distintas secuencias de cultivos sobre la calidad del mismo, identificar problemas edáficos específicos tales como acidez, alcalinidad, sodicidad, toxicidad, etc. para diseñar el uso enmiendas u otras estrategias productivas (Fertilizar, 2017). En nuestro caso nos permitió conocer el aporte del abono orgánico aplicado “digerido”.

Para la toma de muestras, se utilizan, Barrenos (o caladores), que permiten tomar muestras con mayor uniformidad y rapidez, pero no son recomendables de utilizar en suelos muy secos, compactos o con material rocoso. Balde o contenedor impermeable y limpio donde colocar las sub-muestras a medida que se recolectan. Bolsa de plástico resistente, limpia y rotulada para la correcta identificación de las muestras.

La metodología utilizada para el muestreo fue la de azar simple, en zig-zag, se tomó una muestra compuesta por lote a partir de 30 submuestras (Imagen 2). Se muestreo a una profundidad de 0-20 cm para fertilidad (Cuadro 4)

Cuadro 4: análisis de suelo. (Laboratorio EEA Reconquista).

DESCRIPCIÓN MUESTRAS	Cox. %	M.O %	Total %	Ph	C.E dsm	Pdis	NH ₄	NO ₃	CIC	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺²	PSI %	C/N Ref.
						Mg/kg		meq-100 gr ⁻¹							
Lote 4	0.97	1.68	0.08	5.8	0.18	12	6.7	113.2	10.48	5.5 2	2.48	0.35	0.25	2.4	11.5 7
Lote 17	0.99	1.7	0.08	6	0.16	58.5	5.2	79.2	10.32	4.9 6	3.92	0.45	0.35	3.4	11.7 6
Lote 21	1.35	2.33	0.11	5.8	0.16	38.3	6.5	135.5	11.32	5.2 8	4	0.35	0.3	2.7	12.5
Lote 22	0.97	1.68	0.07	6.1	0.08	42.7	3.4	14.2	7.92	4.0 8	2.48	0.25	0.35	4.4	13.5
Lote 24	1.04	1.79	0.08	5.8	0.13	14.8	2.7	24.1	9.52	4.3 2	2.84	0.3	0.25	2.6	12.3 4
pista	0,95	1,64	0,07	5,7 6	0,12	34	6,7	37.3	9,44	4,7 2	3,44	0,3	0,25	2,6	13, 20

Efecto del digerido como abono en secuencias agrícolas en el norte de santa fe



Imagen 2: Toma y acondicionamiento de muestras.

4.2.5 Muestreo de contenido hídrico y balance simplificado de agua.

Antes de la siembra del cultivo de trigo se procedió a tomar muestras con el objetivo de determinar el contenido de humedad presente en el perfil de suelo. Se tomaron 6 muestras de 0- 10 cm; 10-20 cm; 20-40 cm; 40-60 cm; 60-80 cm; 80-100 cm (imagen 3). Se llevaron a estufa hasta peso constante. Luego se determinó humedad presente en cada profundidad y total en el perfil por gravimetría (Cuadro 5). En este punto se debe aclarar que sólo en los lotes 17 y 22 se determinó humedad presente y se realizó balance simplificado de agua.



Efecto del digerido como abono en secuencias agrícolas en el norte de santa fe

Imagen 3: Toma de muestras para humedad presente.

Cuadro 5: Determinación de agua en suelo por gravimetría (laboratorio EEA Reconquista).

Lote 22									
02/06/2023	tara	Peso húmedo	Peso seco	Wg/g	pmp	DAP	LADISP	LATOTAL	LAUTIL
10	32,55	129,75	119,08	0,12331	0,08	1,3	5,6	16,0	22,1
20	32,49	151,11	135,41	0,152546	0,08	1,4	10,2	21,4	28,0
40	32,68	248,49	221,3	0,144152	0,22	1,45	0,0	41,8	17,4
60	32,64	319,9	282,49	0,14973	0,22	1,48	-20,8	44,3	26,6
80	31,92	348,69	296,31	0,198116	0,2	1,42	-0,5	56,3	31,2
100	31,93	311,8	266,43	0,193475	0,2	1,42	-1,9	54,9	31,2
							-5,01	123,51	94,14
							-5%		
Lote 17									
02/06/2023	tara	Peso húmedo	Peso seco	Wg/g	pmp	DAP	LADISP	LATOTAL	LAUTIL
10	32,78	140,95	128,01	0,135882	0,08	1,3	7,3	17,7	22,1
20	32,37	210,44	182,24	0,188163	0,08	1,4	15,1	26,3	28,0
40	32,2	257,62	224,79	0,170466	0,22	1,45	0,0	49,4	17,4
60	32,33	455,45	376,06	0,230966	0,22	1,48	3,2	68,4	26,6
80	32,77	437,84	353,39	0,263396	0,2	1,42	18,0	74,8	31,2
100	32,5	396,79	331,07	0,220116	0,2	1,42	5,7	62,5	31,2
							25,65	161,81	94,14
							27%		

Con el relevamiento de la información disponible en la EEA Reconquista, se determinó el período de barbecho para cada lote en particular. En el caso del lote 17 que tenía como antecesor el cultivo de girasol el cual fue cosechado el 09 de enero del 2023, el periodo de barbecho fue de 144 días, si tomamos como fecha final la del muestreo. En este periodo la precipitación total fue de 275,6mm.

Para el caso del lote 22, cuyo antecesor fue el cultivo de algodón cosechado el 08 de marzo del 2023, el período de barbecho es de 86 días tomando como fecha final la del muestreo. La precipitación acumulada fue de 183,2 mm.

Podemos inferir que la diferencia de agua presente en cada uno de los lotes se debe al mayor período de barbecho que presenta el lote 17 con respecto al 22.

4.2.6 Siembra y seguimiento de cultivo de trigo.

Para llevar a cabo con éxito el cultivo de trigo es importante conjugar los requerimientos del cultivo con la oferta del ambiente. Es necesario, entonces, identificar aquellas variables del ambiente que podrían ejercer diferentes grados de limitación a la oportunidad de siembra (Slafer et al., 2001).

Efecto del digerido como abono en secuencias agrícolas en el norte de santa fe

Período libre de heladas: conocer el período en el que el cultivo puede ser realizado sin limitaciones térmicas, permite determinar qué tipo de cultivares (en cuanto a ciclo) podrán ser destinados al planteo de producción elegido (cuadro 6).

Además, debido a que el cultivo aumenta notablemente su sensibilidad a las heladas a partir de la aparición de la hoja bandera, la fecha de última helada determina el momento a partir del cual puede ocurrir la espigazón y, de este modo, que el establecimiento de los granos transcurran sin riesgos (Slafer et al., 2001).

Cuadro 6: Registro de heladas casilla meteorológica (EEA Reconquista). **FPH** = Fecha de primera helada, **FUH** = Fecha de última helada, **PER** = Período con heladas.

Tabs = Temperatura mínima absoluta anual, **FH** = Frecuencia de días con heladas anuales

Reconquista INTA	Período analizado: 1971 – 2011				
	FPH	FUH	PER	Tabs	FH
Valores medios	30-jun	28-jul	29	-1,8	4
Desvío estándar	16	16	28	1,6	3
Valores con probabilidad (20 %):	11-jun	19-ago	69	-3,1	6
Extremos	28-may	10-sep	92	-5,6	12
Año de ocurrencia de los extremos	1971	1976	1976	2007	2007
Nº de años utilizados	40	39	39	40	40
Nº de años sin heladas	10	14	3	3	3

Temperatura: debemos tener en cuenta la temperatura base, óptima y máxima dentro de las cuales se desarrollan los distintos cultivos. Si bien existen variabilidad entre los distintos cultivares puede aceptarse 0 y 25°C como valores generales de temperatura base y óptima, respectivamente.

Si bien la temperatura óptima de siembra, considerando la fisiología de la germinación, es de 20-25 °C, las temperaturas más comunes durante la época de siembra del cultivo están entre 5 y 10 °C. Debemos tener en cuenta que cuanto menor sea la temperatura del suelo más tiempo durará la etapa de siembra – emergencia y mayor será la heterogeneidad del cultivo, (Gráficos 1 y 2). El riesgo de golpe de calor (temperatura máxima > 32°C) durante el llenado de granos también se debe tener en cuenta a la hora de decidir la fecha de siembra (Slafer et al., 2001).

Efecto del digerido como abono en secuencias agrícolas en el norte de santa fe

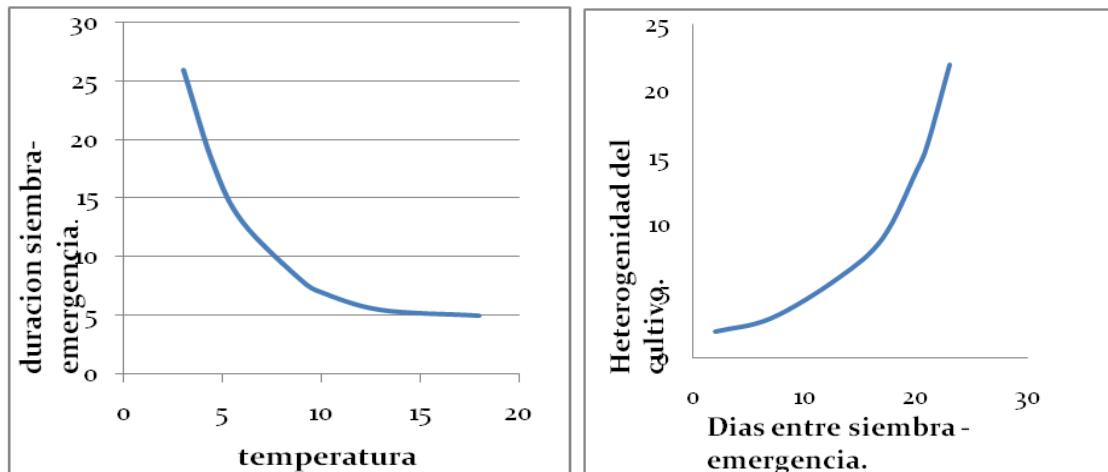


Gráfico 1: duración de la etapa de siembra- emergencia en función a la temperatura.

Gráfico 2: heterogeneidad del cultivo en relación con la duración del periodo entre siembra - emergencia.

Humedad: debe sembrarse con un contenido de humedad de entre 60 – 80 %de la capacidad de campo del suelo.

La profundidad de siembra por regla general debe ser 3 veces el tamaño de la semilla 4 – 5 cm. La densidad de siembra fue de 250 semillas por metro cuadrado, con un distanciamiento entre hilera de 21 cm (50 semillas por metro lineal). Se realizó un tratamiento de semilla con Imidacloprid 60% 80 cc + tebuconazole 6 % 40 cc cada 100 kilos de semilla en todos los lotes. La siembra del cultivo se comenzó en el lote 22 el 29 de mayo del 2023, la variedad utilizada para este caso fue Klein FAVORITO II con un ciclo intermedio (Imagen 4 y 5). Luego se siguió con la labor de siembra en el lote 4 con fecha del 31 de mayo. Posteriormente se interrumpió la siembra por un periodo de 20 días por inclemencias climáticas, y se retomó la actividad el 20 de junio y se finalizó el 22 del mismo mes (Cuadro 7).

Cuadro 7: Fechas de realización de las prácticas de manejo y dosis de tratamientos.

	Lote 4	Lote 17	Lote 21	Lote 22	Lote 24	Lote pista		
Variedad	FAVORITO II	LIEBRE	POTRO	FAVORITO II	POTRO	LIEBRE	dosis/ ha	Producto
Abono orgánico.	3° semana mayo	20 abril	2° semana mayo	1° semana mayo	-	-	30 mil litros	Digerido
Fertilizante	-	-	-	-	21 de junio	-	80 kg /ha	FDA y UREA.
Control mecánico Malezas.	-	02 de mayo.	-	10 de mayo.	-	-	-	Rastral GCMM
Control químico Maleza.	27 de mayo	19 de junio	17 de junio	26 de mayo	18 de junio	19 de junio	1.8 kgs 10g +200cc	Glifosato + metsulfuron metil+ aceite.
Tratamiento Semilla.	29 de mayo	22 de junio	20 de junio	29 de mayo	20 de junio	22 de junio	80cc + 40 cc/ 100 kg semilla.	Imidacloprid + tebuconazole.
siembra	31 de mayo	22 de junio	20 de junio	29 de mayo	21 de junio	22 de junio	250 sem/ m ²	Trigo

Efecto del digerido como abono en secuencias agrícolas en el norte de santa fe



Imagen 4 y 5: Siembra.

La emergencia del cultivo para los lotes 4 y 22 se produjo aproximadamente a los 10 días después de la siembra, para los lotes 17, 21, 22 y pista la emergencia se dio a los 8 días posteriores a la siembra(Imagen 6). Una vez lograda esta etapa se procedió a determinar el stand de plantas logradas. El recuento de plantas logradas es fundamental para verificar el logro propuesto como objetivo ($250 \text{ pl. } / \text{m}^2$). Para ello, se recorrió el lote siguiendo un patrón aleatorio, abarcándolo de manera representativa. En cada estación de muestreo se colocó una cinta métrica de 1 m de largo en el entre surco y contamos las plantas emergidas en un surco. Esta operación se repitió 10 veces en todo el lote (Imagen 7).



Imagen 6: Emergencia.



Imagen 7: Recuento de plantas logradas.

Efecto del digerido como abono en secuencias agrícolas en el norte de santa fe

Luego calculamos el valor promedio de las plantas emergidas por metro lineal a partir de las estimaciones realizadas. Finalmente, el número de plantas por metro cuadrado se calculó mediante la fórmula $\text{Plantas/ m}^2 = \text{PML} * 100 / \text{DS (cm)}$. Donde PML es el número de plantas por metro lineal (promedio de las 10 mediciones) y DS es la distancia entre surcos del cultivo expresado en centímetros. 100 es un factor de corrección de unidades (Cuadro 8).

Cuadro 8: Stand de plantas logradas.

Identificación de lotes	STAND DE PLANTAS LOGRADAS.			
	PLM.	DS. (cm)	FC unidades.	Plantas/ m ² .
Lote 4	52.2	21	100	248.5
Lote 17	52.6	21	100	250.4
Lote 21	51.2	21	100	243.8
Lote 22	50.4	21	100	240
Lote 24	53.7	21	100	255.7
Lote pista.	50.2	21	100	239

Una vez que el cultivo se halla establecido, comienza la etapa de diferenciación de hojas y vástagos los cuales van a contener la espiga. La duración de esta etapa está fuertemente influenciada por la temperatura. A partir de la aparición de la cuarta hoja comienza la fase de macollaje, en esta etapa la disponibilidad de recursos (nutrientes, humedad y luz) es importante para lograr el máximo número de macollos posible (Slafer et al., 2001).

Es por ello, que el monitoreo de malezas, plagas y enfermedades que afecten la disponibilidad de los recursos, se vuelve imprescindible en estas etapas.

La fase de encañazón corresponde al de acumulación del peso seco de las espigas (**PSE** en g/m²), previo al inicio del llenado de sus granos. Las espigas inician su crecimiento envueltas por las vainas de las hojas, entre 20 y 30 días antes de antesis, alrededor de mediados de encañazón, en coincidencia con la expansión de la anteúltima hoja y la elongación del tercer entrenudo en el vástago principal. Cuando mayor sea la cantidad de radiación fotosintéticamente activa (**RFA**) interceptada durante este periodo, mayor será la tasa de crecimiento del cultivo (**TCC**) y la tasa de crecimiento de las espigas, favoreciendo un mayor (**PSE**) y número de granos por espiga(**NGP**). Dado que la relación entre la eficiencia de intercepción de la radiación (**EIR**) y el índice de área verde (**IAV**) es curvilínea, el aumento de la (**EIR**) resulta despreciable cuando ésta alcanza un valor de 90% medido al mediodía (Abbate, 2017). Por esta razón, cuando el cultivo estaba en tres nudos se procedió a medir la radiación interceptada al mediodía (Imagen 8).

Efecto del digerido como abono en secuencias agrícolas en el norte de santa fe



Imagen 8: Medición de la radiación interceptada.

Para esto se utilizó un ceptómetro de marca Cavadevices, el Procedimiento consiste en tomar dos lecturas de radiación, la primera sobre el cultivo y luego sobre el suelo por debajo del canopeo así, por diferencia podemos calcular el porcentaje de intercepción del cultivo. Para ello, se lo conecta a un software que nos arroja los valores y luego calculamos el porcentaje de intercepción (Cuadro 9).

Cuadro 9: Radiación fotosintéticamente activa interceptada por el cultivo.

LOTE 22 SECANO				LOTE 22 CON RIEGO				LOTE 17 SECANO			
mediciones	RN	RINT.	% DE INTERCEPCIÓN	RN	RINT.	% DE INTERCEPCIÓN	RN	RINT.	% DE INTERCEPCIÓN	RN	RINT.
1	973	42	95,6	993	32	96,7	993	97	90,2		
2	978	21	97,8	1008	16	98,4	998	93	90,6		
3	977	99	90	1027	30	97	986	82	91,6		
4	992	44	95,5	1034	22	97,8	996	77	92,2		
5	984	15	98	1018	25	97,5	997	75	92,4		
6	987	83	91,5	1036	17	98	1004	62	93,8		

A pesar de observarse diferencias significativas, siendo mayor la intercepción con riego, los tres lotes arrojaron valores medios por encima del valor crítico de 90%. En la etapa de espigazón solo seguimos el monitoreo de plagas y enfermedades que pudieran presentarse, ya que es importante que el cultivo tenga buenas condiciones sanitarias en esta etapa, porque aquí se define el peso potencial del grano. En el caso del lote 22 con riego se realizó el seguimiento de este para que este funcione adecuadamente y no falte agua en este período crítico. En cuanto a enfermedades se detectó la presencia de Fusariosis de la espiga (*Fusarium graminearum*), no obstante, no se realizó ningún tratamiento ya que consideramos que la incidencia era baja, solamente se tuvo la precaución en los lotes que estuvieron más afectados de no guardar semilla para la siguiente campaña (Imagen 9 y 10).

Efecto del digerido como abono en secuencias agrícolas en el norte de santa fe



Imagen 9 y 10: Espigas con síntomas de Fusariosis.

La cosecha se comenzó en el lote 22, el día 27 de octubre, para ello se contrató una cosechadora marca AGCO ALLIS 550 OPTIMA de un contratista de la zona. Junto al contratista se reguló la cosechadora para que la misma no supere los límites de tolerancia de pérdidas, según las recomendaciones de boletín INTA PRECOP la tolerancia es de 80 kg / ha, pero debido al potencial de rendimiento del lote y que la cosecha se dio bajo ciertas condiciones meteorológicas desfavorables se aceptó un valor de tolerancia de 100 kg /ha (Imagen 11 y 12). Por la falta de piso debido a las precipitaciones se demoró la recolección afectando en gran parte de los lotes la calidad del grano.

Durante esta etapa se tomó muestras en todos los lotes, mediante un marco de 50 cm x 50cm para poder determinar Nº de espigas/ m², Nº de espiguillas / espiga, Nº de granos / espiga, Nº de granos/ m² y peso grano / m², luego en gabinete se procedió a determinar todos los factores descritos anteriormente (Cuadro 10) y los granos se enviaron al laboratorio de la E.E.A RECONQUISTA para evaluar los parámetros de calidad. (Imagen 13 y 14).

Efecto del digerido como abono en secuencias agrícolas en el norte de santa fe

Cuadro 10: Componentes del rendimiento. **NE:** número de espiga, **Nes:** número de espiguillas, **NG:** número de granos, **E:** espigas, **PG:** peso de granos, **HUM:** humedad.

Resultado de componentes de rendimiento.									
lote	NE/ m ²	Nes/ E	NG/ es	NG/E	NG/m 2	PG/m 2 (g)	HUM. (%)	REN. ESTIMA DO	VARIE DAD
17	596	14	3	47	28.012	540,72	14,9	5.407,20	LIEBRE
22 RIEGO	532	18	3	56	29.792	833	15	8.330	FAVORITO
22 SECANO	440	14	3	45	19.800	565,08	14,9	5.650	FAVORITO
4	400	16	3	46	18.400	458	14,7	4580	FAVORITO
24	632	14	2,5	38	24.016	575,52	17	5755,2	POTRO
21	540	14	2	30	16.200	480	15	4800	POTRO
PISTA	452	14	3	45	20.340	466,4	15,2	4664	LIEBRE

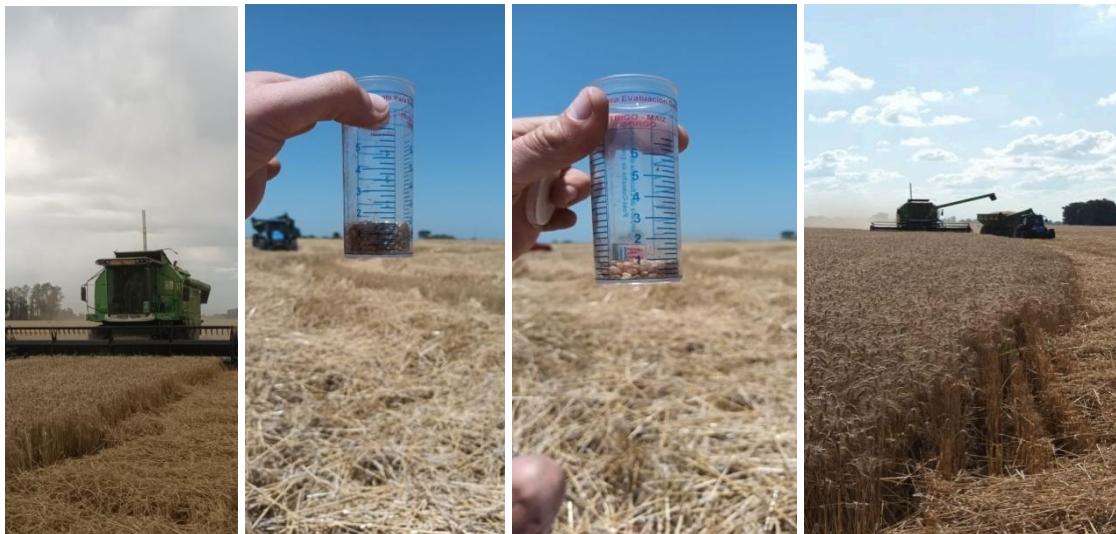


Imagen 11 y 12: Proceso de cosecha y determinación de pérdidas.

Efecto del digerido como abono en secuencias agrícolas en el norte de santa fe



Imagen 13 y 14: Muestras tomadas antes de la cosecha.

Con las muestras obtenidas se procedió a evaluar los parámetros de calidad del grano, en el laboratorio de la E.E.A Reconquista (Cuadro 11).

Cuadro 11: Parámetros de calidad proteína y gluten.

LOTE	Observaciones	Proteína	Gluten	Humedad
Pista	Liebre sin digerido y sin riego	11,7	25,6	15,3
4	Favorito con digerido sin riego	10,5	22,6	14,4
17	Liebre con digerido sin riego	11,5	25,2	15,3
21	Potro con digerido sin riego	11,1	24,8	15,3
22	Favorito con digerido sin riego	11,9	27,7	15,4
22	Favorito con digerido con riego	10,2	22,9	15,5
24	Potro sin digerido sin riego	11,6	25	16,9

4.2.7 Seguimiento de riego y manejo sanitario.

El lote 22 cuenta con riego artificial del tipo pivote central. El riego por aspersión consiste en aplicar el agua al suelo simulando una lluvia. Este efecto es conseguido gracias a la presión con la que fluye el agua dentro de un sistema de tuberías y es expulsada al exterior a través de las boquillas de un aspersor. Normalmente, la presión requerida se obtiene a partir de bombas hidráulicas las cuales aspiran el agua desde un canal, río o pozo. En la E.E.A RECONQUISTA el equipo de riego funciona con agua proveniente de dos perforaciones, se utilizan dos bombas centrífugas cada una con un caudal de 80.000 lts / h, el equipo tiene un ancho de labor de 354 metros (Imagen 15 y 16). Este lote, cuyo antecesor era algodón presentaba menor período de

Efecto del digerido como abono en secuencias agrícolas en el norte de santa fe

barbecho por lo que tendría, a priori, mayor déficit hídrico. El riego comenzó el 20 de junio con una lámina de 14,2 mm. En el cuadro 12 se detalla la totalidad de riegos y sus respectivas láminas.



Imagen 15 y 16: Detalles del equipo de riego.

Cuadro 12: Detalle de los riegos.

Trigo	Lote 22		
Riegos	Fecha de inicio	Caudal (m ³)	Lámina (mm)
1	20/07/2023	5284	14,2
2	01/08/2023	8909	23,9
3	11/08/2023	15602	41,8
4	24/08/2023	22774	61,1
Total			141

En cuanto al manejo sanitario, lo que se realizó una vez emergido el cultivo fue monitoreo semanal durante todo el ciclo con el fin de determinar presencia de plagas y enfermedades para decidir si era necesario realizar un control de estas. En el periodo de inicio a fin de macollaje se observó la presencia de pulgón verde de los cereales (*Schizaphis graminum*). Para esta plaga desde la emergencia hasta 15 días el umbral de control es 3-5 pulgones/planta; Después de los 15 días de la emergencia 10 a 15 pulgones/planta (Vitti et al., 2021). En este caso, como no se llegó al umbral de control, no se realizó ningún tratamiento para esta plaga. Además, en el mismo período se registró la presencia de oruga militar tardía (*Spodoptera frugiperda*), pero no se requirió un control químico ya que no se llegó al umbral de control.

4.2.8 Análisis económico de la práctica:

Al comienzo de la pasantía se realizó un análisis de márgenes brutos, teniendo en cuenta para ello tres técnicas de producción (Cuadro 13).

Cuadro 13: Análisis de margen bruto.

ANALISIS DE MARGEN BRUTO Y RENDIMIENTO DE INDIFERENCIA EN DOLARES			
	Fertilización tradicional	Digerido	Digerido + riego
Rendimiento (Kg/ha)	2000	2000	4000
Precio estimado (U\$s/tn)	280	280	280
INGRESO BRUTO	560	560	1120
Gasto comercialización (5%)	28	28	56
INGRESO NETO	532	532	1064
TOTAL COSTO DIRECTO	196,225	200,625	260,7
Cosecha (9.95%)	55,7	55,7	111,4
Flete corto + largo (15%)	84	84	168
MARGEN BRUTO	196,1	191,7	523,9
REN. INDIFERENCIA	1300	1316	2129

De acuerdo con el contenido de nitrógeno y fósforo que tiene el digerido aplicado (Cuadro 1), estaría aportando 155,4 kg / ha de nitrógeno y 47,7 kg/ ha de fósforo a la dosis utilizada. El costo del digerido fue de 140 dólares por ha, incluido flete y aplicación.

El precio de la urea en ese momento era de 630 dólares por tonelada y el FDA (fosfato diamónico) fue de 920 dólares por tonelada, entonces, el costo por hectárea para urea es de 50,4 dólares y 73,6 dólares para FAD (dosis de 80 kg/ ha). Estos fertilizantes aportan 36 kg/ha de nitrógeno para el caso de la urea y el FAD aporta 14,4 kg/ha de nitrógeno y 36,8 kg/ha de fósforo. A priori parecería que la utilización de digerido es más costosa, pero si consideramos el aporte de N y P de este, con respecto a los fertilizantes minerales, estos últimos aportan 105 kg menos de N y 10,9 kg menos de P. Por último, para igualar lo que aporta el digerido en N y P se deben aplicar 120 kg/ ha de FAD y 345 kg/ha de urea, lo que en términos económicos tendría un costo total de 327,75 dólares por ha, 234% más costoso.

Por otra parte, teniendo en cuenta el rendimiento obtenido del lote con riego (Cuadro 14), si lo comparamos con el de secano podemos ver que se obtuvo 2100 kg / ha más, lo que representa 588 dólares de ingreso bruto por hectárea. Esto indica que la utilización del riego permite maximizar las ganancias, incrementando la eficacia en el uso de los insumos, optimizando así los recursos disponibles.

Efecto del digerido como abono en secuencias agrícolas en el norte de santa fe

Cuadro 14: Rendimiento obtenido.

CULTIVAR	LOTE	HA	RINDE A CAMPO	
			Kg/ ha	Kg lotes
Favorito	4	21 36	3.286	69.010
Liebre	17		3.289	118.410
Potro	21	24	2.565	61.570
Favorito	22 R	37	5.149	190.510
Favorito	22 S	12	3.048	36.580
potro	24	18	3.255	58.590
liebre	pista	10	2.610	26.100

En términos generales la utilización del digerido es más económica que una fertilización mineral, considerando que aporta más beneficios al suelo, mejorando el rendimiento y por lo tanto el ingreso económico a los productores del norte de Santa Fe.

5-CONCLUSIONES:

El suelo del lote presentó buena aptitud agrícola, bajos contenidos de materia orgánica (M.O. ;<2%), bajos niveles de nitrógeno total (N. Total.; <0,09%), acidez moderada (pH <6,18). El digerido en la dosis utilizada no determinó cambios de M.O., N.Total ni pH. Tampoco cambió la capacidad de intercambio catiónico (CIC), calcio intercambiable (Ca++), magnesio intercambiable (Mg++) y sodio intercambiable (Na+), (Cuadro 3). El digerido si propició cambios en contenidos de fósforo disponible (P.disp.) y nitratos (NO₃).

En el lote 22 en particular el contenido de nitratos fue inferior con respecto a los demás, pero en cuanto a fósforo hubo un incremento de este. El lote 4 presentó bajo contenido de fósforo, pero elevado contenido de nitratos, esto puede deberse al método de aplicación del mismo ya que su distribución en el lote no es homogénea.

En forma general el agregado de digerido favoreció fundamentalmente cambios en los contenidos de nitratos y fósforo disponibles. Dos de los nutrientes más importantes para la nutrición del cultivo de trigo.

El agregado de digerido aumento el rendimiento promedio, y con el uso del riego se evidenció una mayor eficiencia de utilización de los fertilizantes, ya que con riego se obtuvo el mayor rendimiento (5149 kg/ha), 97% mayor al lote pista (testigo) y un 68,8% más que el lote 22 sin riego, pero con digerido.

En cuanto a la calidad, el agregado de digerido no presentó cambios en el contenido de proteína y de gluten, igual situación ocurrió con fertilización mineral.

Finalmente, el uso del digerido mejora los niveles de fertilidad de los suelos aportando fundamentalmente nitrógeno y fósforo, combinado con el uso del riego se vuelve más eficiente su utilización.

6 COMENTARIOS:

Esta experiencia permitió conocer sobre la utilización de digerido, para elevar los niveles disponibles de N y P en suelo y consecuentemente el rendimiento del cultivo de Trigo, siendo una herramienta válida para los productores en el norte de Santa Fe. La información registrada en condiciones de campo resulta de gran utilidad para recomendar el uso de este residuo industrial y la ventaja económica que su uso tiene para los productores, sobre todo aquellos que tienen a disposición sistemas de riego que permiten ser más eficientes en el uso de insumos, aprovechando así, los recursos disponibles. Además, el uso secuencial del digerido permite mejorar las condiciones de los suelos ya que indirectamente aumenta el nivel de rastrojo dejado por el cultivo elevando el porcentaje de materia orgánica de los mismos.

7 OPINIÓN DEL ASESOR:

Durante el transcurso de esta pasantía titulada, “Efecto del digerido como abono en secuencias agrícolas en el norte de santa fe” el pasante Lucio Mariano Paduán DNI N°:31.486.867 se ha desarrollado con total solvencia y proactividad, tanto en lo teórico disciplinar como en las actividades prácticas a campo y laboratorio. Además de tener buena predisposición y compromiso con el trabajo, participó de otras tareas ajenas a la pasantía y mantuvo buenas relaciones interpersonales con otros equipos de trabajo dentro de la institución.

Ing . Agr. (MSc) Diego E. Szwarc

INTA Reconquista

Asesor

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Abbate, P.E., Andrade, J.P., Bindraban, P.S. y Culot, J.P. 1994. Determinación del rendimiento en trigo. Boletín técnico N° 133. ISSN 0522-0548.

Abbate, P. E. 2017. Capítulo 3: Bases ecofisiológicas del manejo del cultivo de trigo en la región pampeana. Manual del cultivo de trigo. Instituto Internacional de Nutrición de Plantas Programa Latinoamérica Cono Sur (IPNI), Acassuso, Buenos Aires, Argentina. Págs., 33-52.

Abbate, P. E. 2023. Trigo como alimento: su cultivo y producción en Latinoamérica. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, INTA.<https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/handle/20.500.12123/15210>.

Brach, A. M., Mieres Venturini, L., Zuil, S., Sandoval, M. N. 2017. Efecto de dosis variables de nitrógeno sobre el rendimiento y calidad de trigo.<https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/3429>.

PADUAN Lucio Mariano

Efecto del digerido como abono en secuencias agrícolas en el norte de santa fe

Ministerio de Agroindustria de la Nación. Estimaciones agrícolas serie de estadística agrícola por cultivo, campaña, provincia y departamento de la República Argentina. Fecha de acceso abril 2024.<https://datosestimaciones.magyp.gob.ar/>.

Fertilizar. 2017. Asociación civil, Protocolo de muestreo de suelos. Boletín técnico <https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2021/03/PautasMuestreoSuelosFertilizar.pdf>

Mieres Venturini, L., Brach, A. M., Sandoval, M. N. 2021. Abonado de trigo y soja con digerido proveniente de digestores. <https://inta.gob.ar/documentos/abonado-de-trigo-y-soja-con-digerido-proveniente-de-biodigestores>.

Martellotto, E., Salinas, A., Capuccino, V., Giubergia, J., Salas, H., Lovera, E., Lingua, S., Alvarez, C. 2007. Resultados de ensayos de fertilización en el área central de Córdoba. Campaña 2005. En: Trigo 2007. Boletín de divulgación técnica nº1. EEA INTAManfredi (Ed.), Argentina, pp 41-46.

Satorre, E. H. (2003). Producción de granos. Bases funcionales para su manejo. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

Series meteorológicas históricas. INTA Reconquista, 2023. www.inta.gov.ar/reconquista/info/meteor.htm [Con acceso 25/11/2023].

Slafer G. A., Calderini D. F., Miralles D. J., Savin R. 2001. Guía de Manejo de Trigo. Revista Súper Campo 81, 67-98.

Sur, P.L.C. 2017. Manual del cultivo del trigo. Buenos Aires, Argentina: Instituto Internacional de Nutrición de Plantas.

Vidal, C. M. 2006. Evaluación de la aptitud de las tierras para riego por aspersión en el Noreste santafesino. Tesis Especialización en riego de tierras agrícolas. <http://www.inta.gov.ar/reconquista/info/documentos/agricultura/capitulo2.pdf> [Con acceso 21/06/2023].

Vitti, D., Almada, M. y Szwarc, D. 2021. Insectos En El Cultivo De Trigo-Guía Ilustrada. <https://inta.gob.ar/documentos/insectos-en-el-cultivo-de-trigo-guia-ilustrada>.