

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LUJÁN

Evaluación de la respuesta a un biofertilizante experimental
en cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) a campo

MODALIDAD: Trabajo de Investigación.

Trabajo Final de Aplicación para optar por el título de Ingeniera
Agrónoma

Carrera Ingeniería Agronómica

CAROLINA SILVA

Consejero: Ing. Agr. Dr. José Julián Boero

Tribunal evaluador:
Juan Manuel Vázquez
Federico Rizzo
Walter Alfonso

Junio 2022

Luján, Buenos Aires, Argentina

Índice

Pág.

1. Resumen	2
2. Introducción	3
3. Objetivo general... ..	12
4. Objetivos específicos.....	12
5. Hipótesis... ..	12
6. Materiales y métodos	12
7. Resultados y discusión	18
8. Conclusiones... ..	26
9. Anexo.....	27
10. Bibliografía	28

1. Resumen

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es uno de los tres principales cereales a nivel mundial. En la región pampeana, el rendimiento es limitado por la disponibilidad de nutrientes, por lo que se aplican fertilizantes químicos. Una alternativa a los mismos son los biofertilizantes que se obtienen por degradación de materiales orgánicos, que contienen, además de nutrientes, moléculas promotoras del crecimiento. En este trabajo se evaluó un fertilizante orgánico experimental (OrgalCrops®) sobre un cultivo de trigo a campo, en diferentes dosis y combinaciones con urea. Los objetivos específicos son: (a) evaluar el efecto de la aplicación de un fertilizante orgánico experimental en varias dosis y (b) comparar la respuesta respecto a la aplicación de urea y combinaciones de urea + OrgalCrops®. La hipótesis es: la aplicación de fertilizante orgánico combinado con urea incrementará el rendimiento respecto a los tratamientos que solo reciban uno de los fertilizantes. Se realizó un ensayo a campo en la localidad de Mercedes usando 7 tratamientos: testigo, urea, 2 dosis de OrgalCrops® y 3 combinaciones de urea + OrgalCrops®. Se usó un diseño en bloques completos aleatorizados con 3 repeticiones. Se evaluó la incidencia de enfermedades, el rendimiento y componentes a cosecha. La dosis máxima de OrgalCrops® incrementó el rendimiento respecto al Testigo: el mayor rendimiento se logró con la aplicación de urea + OrgalCrops® (120 l/ha de OrgalCrops® + 50% urea) con una diferencia de 34,8%, seguido por 75 l/ha de OrgalCrops® + 100% urea con una diferencia de 21,5%, que, además, rindieron más que el tratamiento que solo recibió urea. El incremento del rendimiento se explicó por un aumento en el número de granos del 42,1% respecto al Testigo, sin efecto sobre el peso de los mismos. Se demostró que el biofertilizante es una alternativa para mejorar el rendimiento usándolo junto a una aplicación basal de urea.

Palabras clave: trigo, biofertilizantes, materiales orgánicos, rendimiento.

2. Introducción

2.1 Cultivo e importancia del Trigo:

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es un cultivo que tiene su origen en Asia siendo el más producido a nivel mundial, ocupando una superficie sembrada de 219 millones de hectáreas por año, seguido por el maíz, el arroz y la soja (Abbate *et al.*, 2017). En la primer década de 1900, Argentina era el primer exportador mundial con un 23% de la producción. Entre 1900-1930, se producían 123000 ha/año alcanzando la mayor área cosechada, en 1928, con 9 millones de hectáreas, y una producción de 9.5 millones de toneladas (Figura 1) (Miralles & González, 2009). Durante la campaña 2018-2019, la producción alcanzó las 19.5 millones de toneladas obteniendo un rendimiento de 3.2 tn/ha (SINAVIMO, 2021). Para el período 2020-2021, el área sembrada fue de 6.5 millones de hectáreas, con un rinde de 2860 kg/ha, y una producción de 17 millones de toneladas (Bolsa de Comercio de Rosario, 2021).

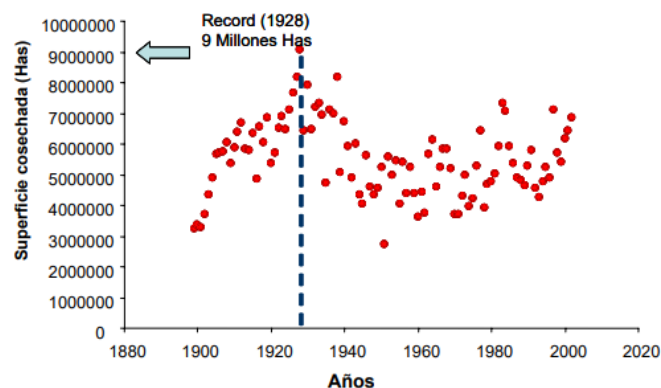


Figura 1: superficie cosechada en Argentina (Miralles & González, 2009).

El trigo es el principal alimento básico para los humanos (Abbate *et al.*, 2017). Ya sean cultivados o silvestres, abarcan una gran cantidad de variedades con diferentes fines productivos (Jobet, 1988).

2.2 Descripción de la especie

De acuerdo a su clasificación taxonómica, pertenece a la subdivisión Angiospermas, clase Monocotiledóneas, dentro de la familia *Poaceae* o gramíneas y subfamilia *Póideas*. Se encuentra dentro del género *Triticum*, especie *Triticum aestivum* L. (García, 2012).

En cuanto a su valor nutricional, es una de las principales fuentes energéticas para los humanos representando el 20% de los carbohidratos en la dieta (Fraschina, 2017). Posee su mayor concentración de proteínas dentro del grano, siendo éstas la gliadina y glutenina que conforman el gluten, el cual es utilizado para la panificación debido a la propiedad de elasticidad que posee (Fraschina, 2017). También, es utilizado como subproductos industriales y para la alimentación animal.

2.3 Morfología

Es una planta herbácea que posee un crecimiento invernal, de 1.2 m de altura con tallos erectos, cilíndricos y huecos en su interior con 6 nudos aproximadamente. Sus raíces son fasciculadas y, en su desarrollo, pueden llegar a medir más de un metro, aunque en los primeros 25 cm de suelo se encuentra el mayor porcentaje de las mismas. Posee hojas rectas, cintiformes, paralelinervadas y alargadas, terminadas en punta, con una longitud entre 15 a 25 cm. Cada planta puede generar entre 4 a 6 hojas (Martínez & Muro, 2019)

Su inflorescencia consta de una espiga dística compuesta por entrenudos cortos donde se distribuyen de 15 a 25 espiguillas solitarias dispuestas alternadamente alrededor de un raquis, generándose de dos a tres flores fértiles por espiguilla (Martínez & Muro, 2019). Cada espiguilla contiene entre 3 a 6 antecios dispuestos en una raquilla (Hernández & Ruiz, 2016). Además, poseen filamentos terminados por glumas que cierran a las flores hasta que éstas llegan a madurar. Las flores se encuentran envueltas por dos brácteas llamadas palea (la más interna) y lemma (la más externa), y no presentan pétalos ni sépalos.

El fruto es un grano que posee forma ovoide y desarrolla una ranura en la parte ventral, y es llamado cariópside (Centelles, 2019). Está formado por una capa externa denominada pericarpio (cubierta externa del grano) que lo protege de factores bióticos, insectos, microorganismos, etc. que pueden causarle daño. Representa entre el 4-6 % de su peso (Abbate *et al.*, 2017). El resto forma parte del endospermo, masa principal del grano, que contiene las sustancias de reserva (Martínez & Muro, 2019). Éste representa el 80% del peso del grano siendo la estructura donde se acumula cerca de un 75% de proteínas (Fraschina, 2017).

El trigo es una planta autógama, lo cual, la fecundación de la flor se produce antes que su apertura, y es fecundada cuando las anteras son expuestas al exterior (Martínez & Muro, 2019).

Dependiendo el número de cromosomas, pueden ser plantas diploides ($2n$ con 14 cromosomas), tetraploides ($4n$) y hexaploides ($6n$ con 42 cromosomas), como es el caso del trigo harinero *Triticum aestivum* (SINAVIMO, 2021), con los que van a variar sus características morfológicas, como por ejemplo, la estructura de la espiga. Estos dos últimos surgieron por una cruce con hierbas silvestres donde, como resultado, se pudieron obtener especies como *Triticum aestivum* que, actualmente, representa más del 80% de la producción mundial de trigo (Jobet, 1988). A través del mejoramiento, se redujo la altura de la planta ya que, debido a su altura natural, generaba vuelco y, por ende, disminuía su rendimiento por hectárea. Así es que se incorporan al mercado los trigos semienanos que fueron muy difundidos en todo el mundo y, en la actualidad, el 95% de las variedades comerciales poseen incorporados los genes de enanismo (Miralles & González, 2009).

A continuación, en la Figura 2, se muestran las subregiones trigueras con mayor importancia en Argentina, con datos tomados de ensayos realizados entre los años 1994-2015.

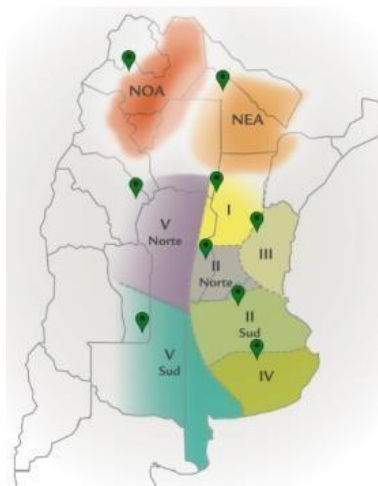


Figura 2: subregiones trigueras de Argentina (Becerra, *et al.*, 2018).

2.4 Requerimientos edafológicos y climáticos

Esta gramínea se desarrolla en un amplio rango de climas y suelos, aunque se adapta bien a estepas, praderas y pampas donde sus suelos poseen adecuada humedad para sus fases de crecimiento, y el clima tiene la temperatura para lograr su maduración. Aun así, se produce desde el Ecuador (a grandes alturas) hasta los 67° N cerca de Noruega y los 45°S en Argentina, a 3500 metros sobre el nivel del mar (Jobet, 1988). Esta plasticidad a los diferentes climas se lleva a cabo por la amplia diversidad de genotipos existentes junto con los diferentes requerimientos de temperatura y fotoperiodo.

La duración de cada etapa en el ciclo ontogénico del cultivo va a depender de tres factores: temperatura, fotoperiodo (duración del día) y vernalización (cuantas horas de frío necesita en grados días). De los tres mencionados, es la temperatura un factor universal que influye desde la emergencia hasta su madurez fisiológica: temperaturas más cálidas aceleran la tasa de desarrollo y, como consecuencia, la floración se desarrolla más tempranamente coincidiendo con temperaturas más frescas. En cambio, la respuesta del cultivo a los restantes factores ocurren en diferentes estadios del ciclo: la vernalización abarca el periodo de inhibición de la semilla hasta finalizar la etapa vegetativa (cambio de ápice a reproductivo), y se da en un rango de 0 a 12°C, siendo la óptima entre 5-7°C. En cuanto al fotoperiodo, responde desde la salida de la primera hoja hasta la floración. Esta respuesta al fotoperiodo es de tipo cuantitativa, y el trigo se define como una planta de día largo, es decir, que a medida que se alargue la duración del día la duración de las etapas se acortan (Miralles, 2004).

Su temperatura óptima de crecimiento se da entre los 10 y 20°C (Abbate *et al.*, 2017), y debe acumular los grados días para alcanzar una temperatura integral térmica, dependiendo la variedad del trigo, que, por lo general, se da entre 1850- 2375°C. Se deben evitar temperaturas demasiado frías en invierno y altas en primavera principalmente durante la maduración (JACTO, 2021). Los rendimientos del cultivo se asocian tanto a la magnitud como a la distribución de las precipitaciones, junto con las características del suelo que son determinantes.

En cuanto a los requerimientos edafológicos, debe implantarse en suelos profundos que permita un buen desarrollo de raíces. Los suelos arcillosos conservan muy bien la humedad en los inviernos lluviosos, mientras que los suelos arenosos requieren de abundante lluvia en primavera dado que poseen baja capacidad de retención. Es fundamental una buena preparación del terreno, limpio de malezas, bien asentado, habiendo roturado el suelo en el caso de haber implantado otros cultivos previamente, dejándolo descansar con un barbecho. El pH del suelo debe rondar entre 5,5 a 7 para obtener buenos rendimientos y permitiendo que los microorganismos logren un beneficio en el crecimiento del cultivo (JACTO, 2021). El cultivo no se desarrolla adecuadamente en suelos ácidos, sino más bien en suelos neutros o alcalinos.

2.5 Componentes del rendimiento

A lo largo de todo el ciclo del cultivo se generan cambios tanto internos (cambio de ápice) como externos. Éstos últimos muestran los cambios que se producen previos al cambio de ápice de crecimiento, que es el que determina el número de hojas que tendrá cada planta, y, por lo tanto, la duración de todo el ciclo. En la Figura 3 se observa el ciclo ontogénico dividido en tres etapas: vegetativa, reproductiva y llenado de grano donde van a quedar determinados los diferentes componentes numéricos. Al entrar el agua a la semilla, comienza el metabolismo enzimático donde se da comienzo a la etapa vegetativa. Con la diferenciación del primer órgano reproductivo, siendo la primera espiguilla que tendrá la primera espiga, es donde comienza la etapa reproductiva: al inicio del crecimiento de las espigas el canopeo debe interceptar un 90% de la radiación incidente (Gallego, 2011). Esta etapa es la más importante en cuanto a componentes de rendimiento debido a que se define el número de espigas por m² y el número de granos por espiga, ambos componentes centrales del número de granos por unidad de área (Miralles, 2004).

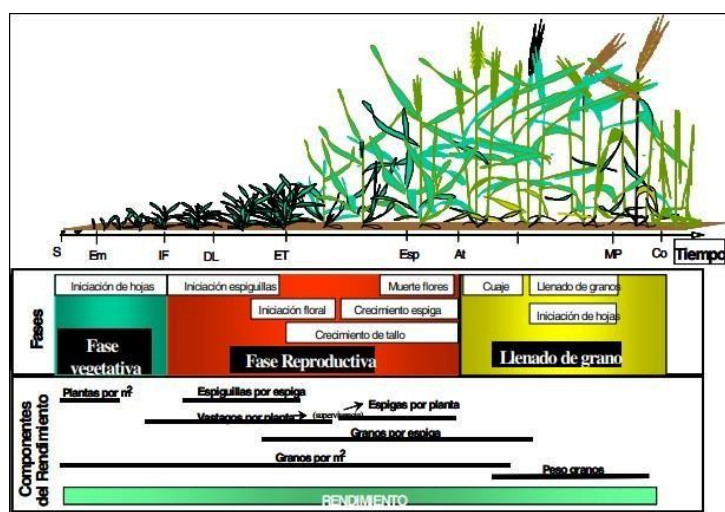


Figura 3: ciclo ontogénico del trigo y sus componentes del rendimiento (Miralles, 2004).

Al momento de cambio de ápice al estado reproductivo, se comienzan a diferenciar las espiguillas, proceso que continúa hasta que se desarrolla la espiguilla terminal, donde queda establecido el número de espiguillas que tendrá la espiga. Durante esta etapa, se produce el inicio y muerte de los macollos. Cuando la planta posee 3-4 hojas es cuando aparece el primer macollo en la axila de la hoja más vieja, continuando su aparición hasta el inicio de la encañazón (elongación de los entrenudos del tallo principal). Luego de la aparición de la espiguilla terminal en el ápice (invisible a simple vista) se produce el inicio de la encañazón.

En la elongación de los entrenudos, la partición de los fotoasimilados se destina al crecimiento del tallo, cesando así la producción de macollos. Luego del comienzo de la elongación del tallo, comienza el crecimiento de la espiga siendo éste uno de los momentos más críticos en la definición del rendimiento, y, particularmente, en el número de granos por espiga: la espiga es el órgano de mayor importancia en cuanto al rendimiento, donde una mayor partición de fotoasimilados hacia las mismas se traduce en un mayor número de granos al momento de la cosecha: el período desde los 20 días prefloración hasta los 10 posfloración es muy importante para el desarrollo del número de granos por unidad de área (Miralles, 2004). El número final de macollos son los que llegarán a producir espigas, quedando establecido el número de espigas por unidad de área, y el número de primordios florales que sobrevivirán dentro de cada una de las espiguillas, obteniendo como resultado final el número de flores fértiles, las que, luego del cuaje, serán establecidas como granos. Del producto de ambos componentes, es decir, el número de espigas por m² y granos por espiga, surge el número de granos por unidad de área. Finalmente, una mayor cantidad de biomasa acumulada a floración determinará un mayor peso de las espigas y, por lo tanto, un mayor número de granos (Miralles, 2004).

A su vez, los componentes del rendimiento pueden dividirse en subcomponentes, se muestran a continuación en la Figura 4.

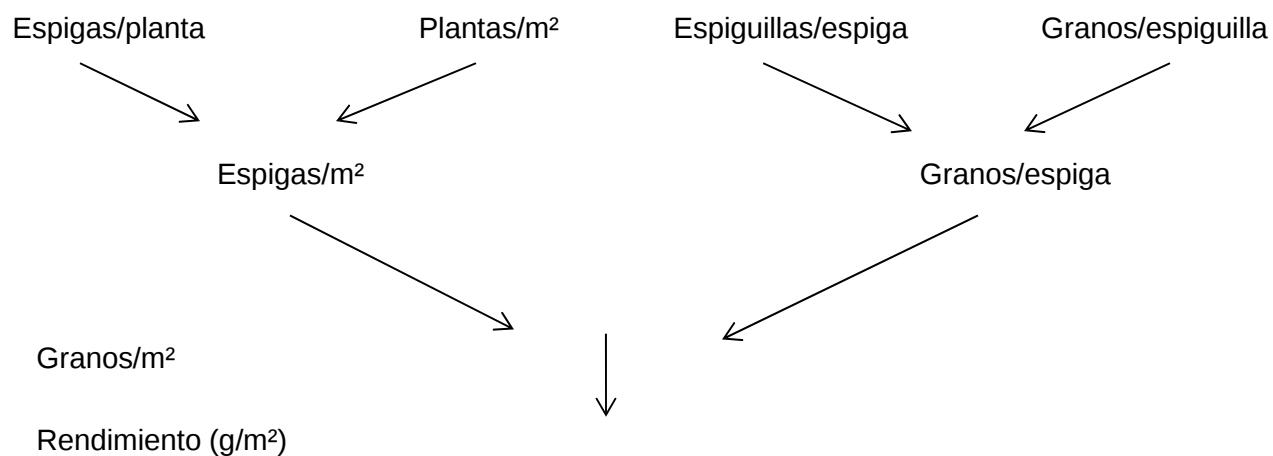


Figura 4. Esquema de los componentes del rendimiento en un cultivo. Fuente: elaboración propia.

Debido a esto, el número de granos se desglosa en:

$$\text{NG: NG por ER} \times \text{n}^\circ \text{ ER por planta} \times \text{n}^\circ \text{ plantas por m}^2$$

Donde NG por ER: número de granos por estructura reproductiva, n° ER por planta: número de estructuras reproductivas por planta.

2.6 Fertilización en gramíneas

El uso de fertilizantes le proporciona al cultivo los nutrientes que necesita para su desarrollo, mejorando su calidad alimentaria y contribuyendo a la sustentabilidad del sistema ya que se evita la sobreexplotación de los suelos. También, en suelos que tengan baja fertilidad, el uso de fertilizantes aumenta la profundidad a la que las raíces se desarrollan.

La fertilización en trigo no solo aumenta el rendimiento, sino que también mejora la calidad tanto industrial como comercial. Dentro de los cultivos extensivos, es el que más refleja el déficit de fertilidad en el suelo (INTA, 2000). En cuanto al nitrógeno, es absorbido como nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+), donde se combina para formar aminoácidos y proteínas, y se involucra directamente en el desarrollo y rendimiento del cultivo jugando un papel importante, también, para la absorción de otros nutrientes (FAO, 2002). Durante todo el crecimiento y desarrollo del cultivo hasta la etapa de antesis, llega a acumular entre un 40-45% de la biomasa aérea total, representando, en la etapa de floración, un 70-75% de acumulación de nitrógeno (Correndo & García, 2016).

En la zona es el nutriente que más limita la producción por la gran cantidad que demanda el trigo y por las deficiencias en los suelos (Correndo & García, 2016). Un déficit del mismo disminuye la conversión en la radiación interceptada, el índice de área foliar y su duración, por ende, afecta el peso de las espigas a la floración, lo que está relacionado con el número de granos por unidad de superficie que es el principal componente del rendimiento (Calvo & Echeverría, 2006). También, se ve afectada la tasa de crecimiento cercana a la floración, siendo éste su período crítico. Para que la tasa sea máxima, las hojas deben interceptar entre un 90-95% de la radiación para poder convertirla en biomasa utilizando la mayor eficiencia posible (Correndo & García, 2016). Por otro lado, dicho déficit disminuye el rendimiento debido a que se acorta el período crítico, generando una reducción en la partición de la biomasa que es destinada hacia las estructuras reproductivas, y, también, llega a disminuir el proceso de fotosíntesis durante la etapa de llenado de granos (Correndo & García, 2016).

Para conocer la fertilidad actual de nitrógeno en el suelo, deben tenerse en cuenta ciertos aspectos como el cultivo antecesor, cuantos años seguidos se implementó la agricultura continua, la cantidad de agua acumulada en el período de barbecho sumado al aporte de las precipitaciones durante el ciclo del cultivo y el contenido de fósforo en el suelo (INTA, 2000).

En la siembra o macollaje del trigo, la fertilización con nitrógeno genera altos rendimientos (Calvo & Echeverría, 2006). En los suelos de Argentina, dicho nutriente se encuentra en deficiencia para el correcto desarrollo del cultivo, junto con el fósforo (P), y, en los últimos años, se incluyó el azufre (S) en diversas zonas trigueras. Luego del agua, el nitrógeno es el factor que más limita el rendimiento: por cada tonelada de grano requiere 27 kg de los cuales extrae 18 kg (Correndo & García, 2016) y, para un rendimiento de 5000 kg/ha requiere de 150 kg de N/ha, mientras que extrae 99 kg/ha (IPNI, 2002). Es por esto, la importancia de realizar un manejo eficiente de fertilización para asegurar la correcta nutrición del cultivo.

Tradicionalmente, el déficit de nitrógeno se corrige con el aporte de fertilizantes tradicionales, pero sus altos costos limitan su uso. El cultivo absorbe solamente entre 20-40% del fertilizante aportado, lo restante se pierde por diversas vías como la eutrofización de los cuerpos de agua, la lluvia ácida, el incremento del efecto invernadero y la destrucción de la capa de ozono (Cabrera *et al.*, 2012).

2.7 Biofertilizantes y fertilizantes orgánicos

Los biofertilizantes son productos generados a nivel industrial mediante la degradación de materiales orgánicos, los que se inoculan con bacterias. A partir de este proceso, se logra un fertilizante líquido orgánico donde los nutrientes se encuentran disponibles. Estos productos, debido a su proceso, resultan seguros para el ambiente y su aplicación. Además de los nutrientes, aportan diferentes moléculas, como ácidos húmicos y enzimas que favorecen al cultivo y a la actividad biológica del suelo.

Pueden estar representados por microorganismos, estiércoles, extractos de plantas y abonos verdes. Son productos que, al ser inoculados, conviven en simbiosis con las plantas favoreciendo su nutrición y protección contra enfermedades. Estos microorganismos viven en el suelo de forma natural (Cabrera *et al.*, 2012).

Debido al alto costo de los fertilizantes nitrogenados y al riesgo de que el nitrógeno aplicado pueda llegar a perderse, ya sea de forma gaseosa o por lixiviación, generando un riesgo económico y una posible contaminación ambiental, se plantea como alternativa la aplicación de dichos fertilizantes.

En el presente trabajo se utilizó OrgalCrops®, un fertilizante orgánico líquido de bases orgánicas en suspensión, compuesto por ácidos húmicos y fúlvicos, fitohormonas, vitaminas, macro y micronutrientes que provienen de la biosíntesis microbiana.

La elaboración de estos productos se realiza por medio de un proceso de descomposición microbiana controlada, bajo condiciones adecuadas de humedad, de materiales orgánicos. A partir de esto, se obtiene materia orgánica estable, rica en nutrientes y minerales, libre de fitotoxinas y microorganismos patógenos, sin riesgos de efectos adversos. Posteriormente, se extraen los nutrientes y minerales del compost junto a microorganismos benéficos, para generar el producto que se comercializa.

Algunas ventajas de su uso, respecto a los fertilizantes químicos, se nombran a continuación:

- Aumenta la productividad y mejora la sanidad de la planta, disminuyendo el riesgo de enfermedades o situaciones climáticas adversas.
- Aumento de la capacidad de las plantas para absorber agua y nutrientes del suelo.
- Aumento del vigor de las plantas adultas.
- Favorece la estructura y características físico-químicas del suelo y su porosidad, mejorando la infiltración de agua y su retención.
- Regeneran la materia orgánica promoviendo la formación de los complejos húmico-arcilloso, y regulan el pH edáfico.
- Restauran la microbiota y aumentan la acción de hongos y bacterias del suelo.
- Ayuda a retener los nutrientes y permite la fijación del carbono en el suelo.
- Aumenta la CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico) y regula la CE (Conductividad Eléctrica).
- Al ser nutrientes orgánicos, su absorción por parte de las plantas será lenta y de manera controlada, además, no existe riesgo de sobredosificación.
- Aumento de la calidad de los granos.

Su momento de aplicación, en el cultivo de trigo, es a la siembra y en macollaje con una dosis recomendada entre 55 a 110 l/ha, aplicándose tanto en el suelo como de manera foliar.

En trabajos previos se observaron respuestas positivas a la aplicación de este producto. Sobre campo natural en Entre Ríos, se observaron aumentos de la productividad de materia seca y aumento de la materia orgánica del suelo (Caffarone, 2020). En otro trabajo realizado, donde se evaluó el comportamiento de diferentes cultivares de Triticale, Centeno y Trigo con la aplicación de dicho fertilizante, se obtuvieron resultados positivos en cuanto al aumento de la materia orgánica, mejorando la estructura, textura y porosidad beneficiando a los microorganismos del suelo (Correa Sanz, 2020). En otros cultivos como papa y tomate se observaron aumentos en la productividad (Caffarone, 2020, Raffo, 2020).

Si bien los datos preliminares mostraron buenas respuestas de los cultivos a la aplicación de estos productos, es necesario realizar ensayos en diferentes cultivos, principalmente en situaciones de campo, para conocer su comportamiento y ajustar las dosis a los objetivos de producción. Además, es necesario conocer la respuesta de los cultivos a la aplicación de este producto combinado con un fertilizante convencional, como urea aplicada, para corregir deficiencias nutricionales de base.

3. Objetivo general

El objetivo general del trabajo es evaluar un fertilizante orgánico experimental sobre un cultivo de trigo a campo, aplicado en diferentes dosis y en combinaciones con urea.

4. Objetivos específicos

Los objetivos específicos son:

- (a) Evaluar el efecto de la aplicación de un fertilizante orgánico experimental en varias dosis sobre el rendimiento y componentes en un cultivo de trigo a campo.
- b) Comparar la respuesta, en términos de rendimiento, de la aplicación del fertilizante orgánico experimental respecto a la aplicación de urea y combinaciones de urea + fertilizante experimental.

5. Hipótesis

La hipótesis del presente trabajo es: la aplicación de fertilizante orgánico combinado con urea incrementará el rendimiento respecto a los tratamientos que solo reciban uno de los fertilizantes.

6. Materiales y métodos

6.1 Tratamientos y diseño experimental

El ensayo se realizó en el establecimiento "Las Lilas", partido de Mercedes, provincia de Buenos Aires, Argentina, sus coordenadas son 34°34'21.2"S 59°26'39.1"W.



Figura 5: ubicación del ensayo dentro del establecimiento Las Lilas.

El lote fue trabajado según lo descrito en la Tabla 1. El cultivo antecesor fue maíz.

Fecha	Labor	Detalles
1/05/2021	Barbecho mecánico	Disco
12/05/2021	Barbecho mecánico	Disco + rastra + rolo
5/06/2021	Pulverización presiembra	3 Lts de GlifoPower + 5 gr Metsulfuron + 0,6 Lts 2,4D + Coadyuvante
8/06/2021	Fertilización incorporada	80 kg/ha DAP presiembra
11/06/2021	Siembra	371 semillas/m ² DM Ceibo + 250 cc/ha curasemilla (Th/carb/inoc)

Tabla 1: detalles de las labores realizadas previo a la siembra del ensayo.

Análisis de suelo.

A continuación se muestran los datos que corresponden al análisis de suelo del sitio experimental (Tabla 2).

Tabla 2. Datos de análisis de suelo a diferentes profundidades en la campaña 2021.

Profundidad	Materia Orgánica (%)	DAP	NO ₃ (ppm)	N-NO ₃ (kg ha)	pH (1:2,5)	P extractable (ppm)	Humedad (%)
0-20 cm	3,63	1,3	23,12	13,57	7,04	6,01	21,09
20-40 cm		1,3	11,05	6,49			18,15

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos del Laboratorio de Chivilcoy, Bs As.

La disponibilidad total de nitrógeno en el suelo es de 20,06 kg/ha.

La siembra se realizó el 11 de junio de 2021, usando el cultivar Don Mario (DM) Ceibo. Estavariedad tiene determinadas características:

- Ciclo corto
- Porte vegetativo semierecto
- Peso de 1000 semillas 35 g
- Altura media 75 cm
- Tolerancia vuelco y desgrane
- Bajo requerimiento de frío
- Moderadamente tolerante a la roya de la hoja
- Grupo de calidad 2: buena calidad molinera y panadera

Fuente: ficha técnica DM Ceibo (Don Mario, 2022).



Figura 6: Vista del cultivo implantado al momento de aplicar los tratamientos.

El diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados con 7 tratamientos en total y en tres repeticiones. Cada unidad experimental fue de 5 surcos de 5 metros de largo cada uno. El diseño se muestra en la Tabla 3 y los tratamientos se detallan a continuación:

1. Testigo sin fertilizar.
2. 100% urea al macollaje*
3. 90 Lts OrgalCrops®/ha post emergente.
4. 120 Lts OrgalCrops®/ha post emergente.
5. 75 Lts OrgalCrops®/ha post emergente y 50% urea al macollaje.
6. 75 Lts OrgalCrops®/ha post emergente y 100% urea al macollaje.
7. 120 Lts OrgalCrops®/ha post emergente y 50% urea al macollaje.

- 100% urea= 120 kg/ha que equivalen a 55,2 kg de N.

6	3	5	1	7	2	4
7	4	6	2	1	3	5
1	2	3	4	5	6	7
Camino						

Tabla 3. Diseño experimental que corresponde a los 7 tratamientos.

La composición del fertilizante OrgalCrops® se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4. Contenido nutricional y características microbiológicas de OrgalCrops®.

MO (%)	39,8
pH	6,7
NT (%)	3,4
P (%)	8,5
K (%)	24,9
S (%)	0,8
Ca (%)	0,72
Mg (%)	0,5
Zn (%)	0,02
Fe (%)	0,14
Mn (%)	0,01
B (%)	0,01
Cobre (mg L-1)	0,18
Zinc (mg L-1)	5,69
Níquel (mg L-1)	0,013
Cadmio (mg L-1)	0,016
Plomo (mg L-1)	0,017
Cromo (mg L-1)	0,0140
Relación C/N	13,5
Ácidos húmicos y fúlvicos	12,40 %
Mesófilos aerobios (UFC/ml)	1x10(8) a 5x10(9)
Hongos patógenos	Negativo
Levaduras	Negativo

Fuente: elaboración propia con los datos de la cartilla informativa de OrgalCrops®.

En cuanto al mantenimiento sanitario del ensayo, se aplicó fungicida el 10/12/2021, al igual que el lote de producción, utilizando: 400 cc/Ha de AmistarXtra®, Azoxistrobina + cyproconazole: más 1 L/ha de aceite vegetal.

Aplicación de los tratamientos.

El día 13 de septiembre de 2021 se realizó la aplicación de los tratamientos. El cultivo se encontraba macollaje (estado aprox. Z2.8) (Zadoks, *et al.*, 1974).



Figura 7: estado del cultivo al momento de aplicar los tratamientos.

Durante el ciclo del cultivo, el ensayo se visitó periódicamente para monitorear el estado sanitario. Se muestrearon plantas en antesis (Z6.5) (Zadoks, *et al.*, 1974) para verificar el crecimiento, las fotos se muestran a continuación.

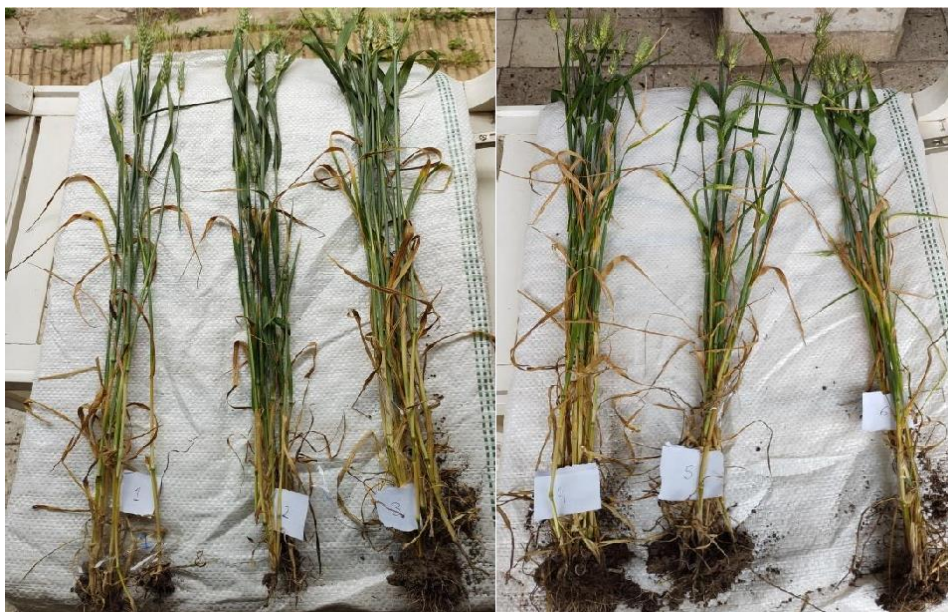


Figura 8: tratamientos 1-6 en antesis.



Figura 9: tratamientos 6 y 7 en antesis.

Durante las visitas al cultivo, también se evaluó incidencia y severidad de enfermedades foliares usando métodos de muestreo y evaluación descritos para trigo (Carmona & Sautua, 2015).

La cosecha se realizó de forma manual, unos días más tarde de alcanzar la madurez fisiológica, el 23 de noviembre de 2021. Se cosechó el surco central de cada parcela. La Figura 10 muestra el cultivo al momento de la cosecha.



Figuras 10: Vista del ensayo al momento de su cosecha.

Luego se trillaron las muestras utilizando la trilladora estacionaria de la Universidad de Luján. Los granos fueron secados a estufa hasta peso constante para determinar el rendimiento. Previo a la cosecha, se contabilizó el número de espigas sobre un metro lineal de surco.

También, se determinó el peso de los granos mediante conteo manual y pesada, y se calcularon los componentes numéricos del rendimiento.

Análisis de los datos

Se calcularon las medias e indicadores de dispersión de los datos, y se calcularon las diferencias en valores absolutos y porcentuales de cada tratamiento respecto al Testigo.

Se analizaron los datos mediante ANOVA. Se compararon los tratamientos mediante test LSD Fisher y se realizaron contrastes ortogonales para determinar los efectos del tratamiento y comparar el efecto del OrgalCrops® vs urea y comparar entre las diferentes combinaciones. Se compararon las dosis y las diferentes combinaciones OrgalCrops®-urea. En todos los casos se usó un nivel de significancia de 0,05.

7. Resultados y discusión

7.1 Condiciones climáticas durante el ciclo del cultivo

A lo largo de este período (junio a noviembre del 2021), se observaron bajas precipitaciones en general, a excepción del mes de septiembre, y temperaturas algo superiores a las medias de la zona.

En la Figura 11 se puede observar el gráfico correspondiente a las temperaturas comparando la media mensual de los registros históricos de los últimos 30 años, y el promedio mensual del año 2021. Se puede observar que los valores de temperatura, para el año 2021, se asemejaron bastante a la media histórica, siendo levemente superiores los meses de noviembre y diciembre.

Por otro lado, en la Figura 12, se observa el gráfico correspondiente a las precipitaciones comparando la media mensual de los registros históricos de los últimos 30 años, y el promedio mensual del año 2021. Las precipitaciones tuvieron una marcada diferencia en comparación al registro histórico, sobretodo en el mes de octubre, que coincide con el período crítico del cultivo. A consecuencia de ello la absorción de agua y nutrientes fue limitada bajo el estrés hídrico.

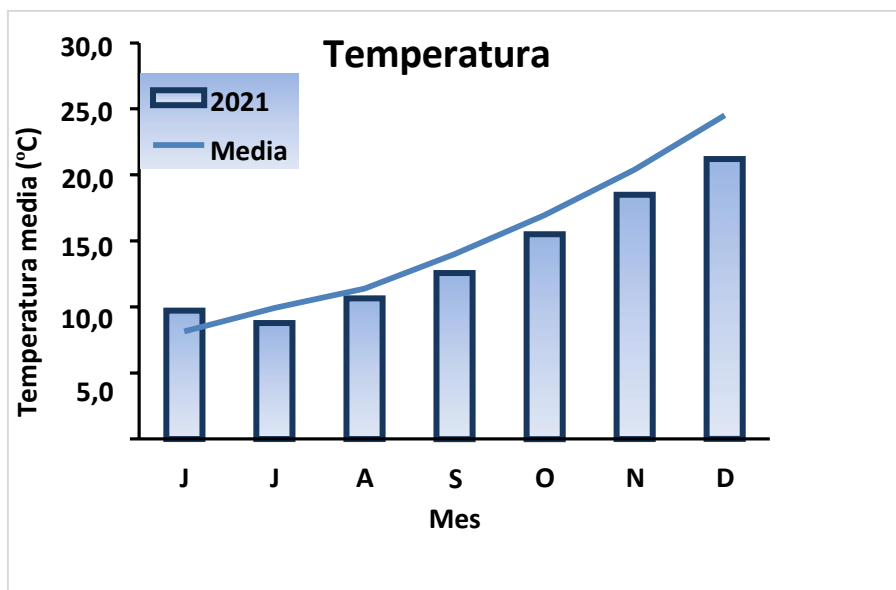


Figura 11: Temperaturas medias de los últimos 30 años en comparación con la media del año 2021, desde junio hasta diciembre. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Estación Experimental de Mercedes.

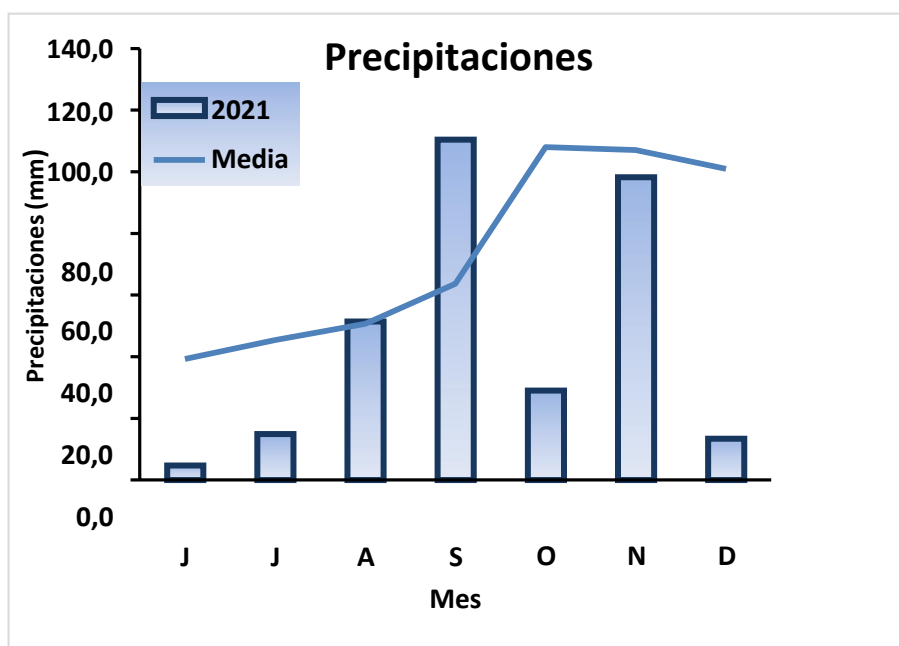


Figura 12: Precipitaciones medias de los últimos 30 años en comparación con la media mensual del año 2021, desde junio hasta diciembre. Fuente: elaboración propia en base a datos de la Estación Experimental de Mercedes.

7.3 Estado sanitario del cultivo

Durante el periodo de crecimiento del cultivo no hubo presencia significativa de enfermedades foliares debido a que se realizaron los tratamientos fitosanitarios correspondientes en el lote.

Además de los tratamientos, la temporada donde se produce el ataque de enfermedades foliares resultó más seca de lo habitual, condición que resulta desfavorable para el ataque de enfermedades foliares.

7.4 Rendimiento y componentes

El tratamiento Testigo tuvo un rendimiento medio de 3,30 tn/ha (Tabla 5), resultando por debajo de los rendimientos de la zona de la campaña 2021, que estuvo entre un mínimo de 3,8 tn/ha y un máximo de 4,3 tn/ha (datos aportados por contratistas de la zona).

Tabla 5: medidas resumen para rendimiento, número de granos y peso de granos.

Rendimiento (tn/ha)								
Trat.	N*	Media	D.E. **	CV***	Mín. ****	Máx. *****	Dif. *****	Dif. %
1	3	3,30	0,1	3,09	3,23	3,42	-	-
2	3	3,90	0,47	12,09	3,48	4,41	0,6	18,2
3	3	3,94	0,52	13,19	3,47	4,5	0,64	19,4
4	3	3,68	0,37	10,08	3,32	4,06	0,38	11,5
5	3	3,89	0,12	2,95	3,78	4,01	0,59	17,9
6	3	4,01	0,32	7,99	3,82	4,38	0,71	21,5
7	3	4,45	0,35	7,77	4,15	4,83	1,15	34,8
Numero de granos/m2								
Trat.	N	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.	Dif.	Dif. (%)
1	3	10536	419,05	3,98	10176	10996	-	--
2	3	12146	1475,68	12,15	10894	13773	1610	15,3
3	3	11568	1542,76	13,34	10387	13314	1033	9,8
4	3	11851	1346,33	11,36	10547	13236	1315	12,5
5	3	12736	536,16	4,21	12144	13188	2201	20,9
6	3	12943	836,49	6,46	12247	13871	2407	22,8
7	3	14974	668,93	4,47	14566	15746	4438	42,1
Peso de granos (mg)								
Trat.	N	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.	Dif.	Dif. (%)
1	3	31,33	0,32	1,03	31,1	31,7	-	-
2	3	32,10	0,26	0,82	31,9	32,4	0,77	2,5
3	3	34,10	0,89	2,61	33,4	35,1	2,77	8,8
4	3	31,07	0,4	1,3	30,7	31,5	-0,26	-0,8
5	3	30,57	0,47	1,55	30,2	31,1	-0,76	-2,4
6	3	30,97	0,78	2,51	30,1	31,6	-0,36	-1,1
7	3	29,73	1,12	3,78	28,5	30,7	-1,6	-5,1

*: Número de repeticiones.
 **: Desvío estándar.
 ***: Coeficiente de variación.
 ****: Mínimo.
 *****: Máximo.
 *****: Diferencia del Testigo.

7.5 Efecto de la fertilización sobre el rendimiento.

Los distintos tratamientos se diferenciaron significativamente entre sí en cuanto al rendimiento (Tabla 6; Figura 13). Los tratamientos fertilizados, a excepción del tratamiento n°4 (120 l/ha de OrgalCrops®), se diferenciaron del Testigo. En comparación al Testigo, los que obtuvieron los mayores rendimientos fueron los tratamientos que recibieron ambos fertilizantes. El mayor incremento se dio en el tratamiento n°7 (120 l/ha de OrgalCrops® + 50% urea), con un valor medio de 4,45 tn/ha y un incremento, respecto al tratamiento Testigo, de 34,8%. Luego, el tratamiento n°6 (75 l/ha de OrgalCrops® + 100% urea) con un valor medio de 4,05 tn/ha y un incremento, respecto al Testigo, de 21,5% (Tabla 5).

Tabla 6: Análisis de la varianza para la variable rendimiento. Se consideraron diferencias significativas cuando el valor p fue menor a 0,05.

F.V. *	SC **	Gl ***	CM ****	F *****	p-valor
Modelo	2,19	6	0,37	2,90	0,0471
Cultivar	2,19	6	0,37	2,90	0,0471
Error	1,76	14	0,13		
Total	3,95	20			

*: Fuente de variación.
 **: Suma cuadrado.
 ***: Grado de libertad.
 ****: Cuadrado medio.
 *****: Valor F.

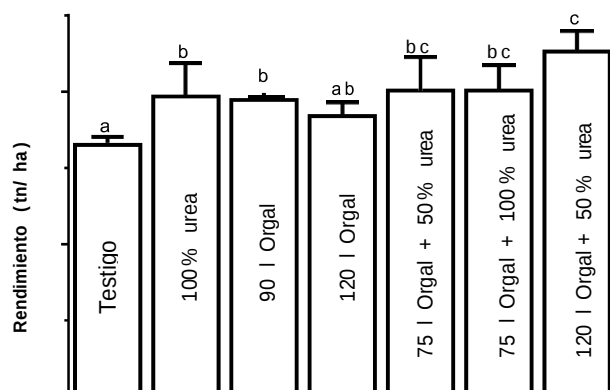


Figura 13: Rendimiento medio de los diferentes tratamientos. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (LSD Fisher <0,05).

7.6 Comparación entre fertilizantes y combinaciones

La aplicación de OrgalCrops® en dosis de 90 l/ha incrementó el rendimiento respecto al Testigo, mientras que la dosis de 120 l/ha no se diferenció. La aplicación de urea también incrementó el rendimiento.

Para el caso de los tratamientos que recibieron combinaciones de urea + OrgalCrops®, el tratamiento con 120 l/ha de OrgalCrops® + urea tuvo un significativo incremento respecto a los tratamientos que recibieron solo urea y solo OrgalCrops® (Contrastes en Tabla 7). El tratamiento que recibió 75 l/ha de OrgalCrops® + 100% de Urea no se diferenció del que recibió solo urea en igual dosis, por lo tanto, la dosis de 75 l/ha no resultó suficiente para alcanzar el máximo potencial.

Tabla 7: Contraste entre tratamientos.

Contraste	Cont.*	E.E. **	SC***	GI****	CM*****	F*****	p-valor
Control vs 100% urea	-0,6	0,29	0,54	1	0,54	4,27	0,0478
Control vs 90 l/ha Orgal	-0,64	0,29	0,62	1	0,62	4,94	0,0432
Control vs 120 l/ha Orgal	-0,38	0,29	0,21	1	0,21	1,7	0,2132
75 l/ha Orgal + 50% urea vs 75l/ha Orgal + 100% urea	-0,12	0,29	0,02	1	0,02	0,17	0,6889
100% urea vs 75 l/ha Orgal + 100% urea	-0,11	0,29	0,02	1	0,02	0,15	0,7064
120 l/ha Orgal + vs 120 l/ha Orgal + 100% urea	-0,78	0,29	0,91	1	0,91	7,22	0,0177

*: Contraste: diferencia de medias (tn/ha)

**: Error estándar.

***: Suma cuadrado.

****: Grado de libertad.

*****: Cuadrado medio.

*****: Valor F.

7.7 Efecto de la fertilización sobre el peso de granos (mg).

El peso de granos varió significativamente entre los tratamientos aplicados (Tabla 8). La fertilización con OrgalCrops® (90 l/ha) incrementó el peso de granos solo para el tratamiento n°3 respecto al Testigo (34,1 vs 31,3 mg) (Figura 14). El mayor peso se obtuvo en el tratamiento n°3 que recibió solo del fertilizante orgánico. El menor peso se obtuvo el tratamiento n°7 que recibió 120 l/ha de OrgalCrops® + 50% de urea (29.73 mg). Comparando el peso de los granos del Testigo con el peso de la variedad de trigo utilizada en el ensayo (35 g), se puede observar que el Testigo tuvo un menor peso debido a que, durante la etapa de llenado de granos, el cultivo sufrió un estrés hídrico impactando negativamente en esta variable.

Tabla 8: Análisis de la varianza para la variable peso de granos (mg).

F.V	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	34,66	6	5,78	12,57	0,0001
Trat.	34,66	6	5,78	12,57	0,0001
Error	6,43	14	0,46		
Total	41,10	20			

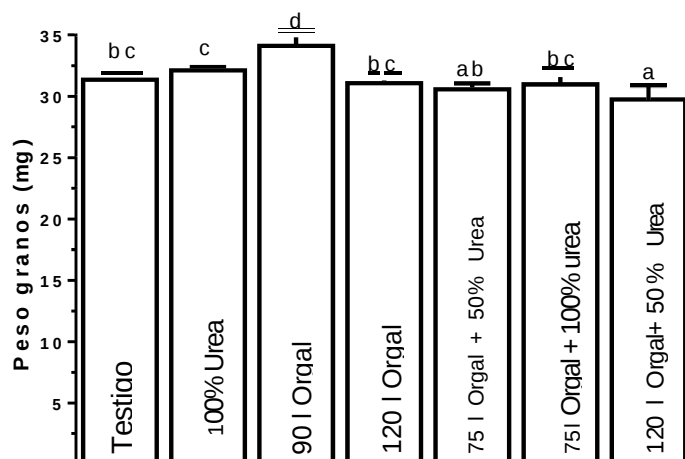


Figura 14: peso de granos de los diferentes tratamientos. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (LSD Fisher <0,05).

7.8 Efecto de la fertilización sobre el número de granos por m²

El número de granos/m² varió significativamente entre los tratamientos aplicados (Tabla 9).

Tabla 9: Análisis de la varianza para la variable número de granos por m².

F.V	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	34703643	6	5783940,63	5,07	0,0058
Trat.	34703643	6	5783940,63	5,07	0,0058
Error	15959719	14	1139980,00		
Total	50663363	20			

La fertilización con OrgalCrops® incrementó el número de granos por m² respecto al Testigo (Figura 15). El mayor número se obtuvo en el tratamiento n°7 que recibió ambos fertilizantes con la dosis más alta de OrgalCrops® (120 l/ha) en combinación con 50% de urea (14974 granos por m² vs 10536 granos por m²). El menor número se obtuvo en el tratamiento Testigo que no recibió ninguna fertilización.

El número de granos fue lo que explicó el aumento del rendimiento, no así el peso de los granos que no aumentó en el tratamiento fertilizado.

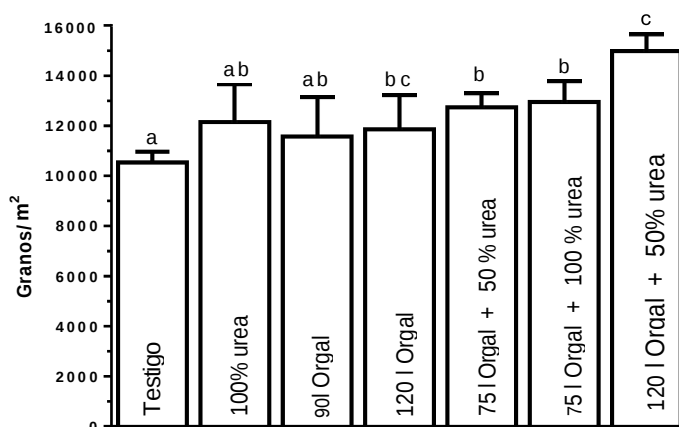


Figura 15: número de granos por m² de los diferentes tratamientos. Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (LSD Fisher <0,05).

7.9 Discusión

El ensayo se desarrolló bajo una condición de marcado déficit hídrico, principalmente en la etapa antesis-llenado de granos. Varios de los tratamientos evaluados incrementaron el rendimiento. El mayor rendimiento se obtuvo con la combinación de ambos fertilizantes utilizando la mayor dosis de OrgalCrops® (120 l/ha de OrgalCrops® + 50% urea). La aplicación de OrgalCrops® incrementó el rendimiento en el caso de la dosis de 90 l/ha. Sin embargo, la dosis más alta incrementó el número de granos pero no el rendimiento, probablemente debido a un aumento del consumo de agua del cultivo lo que se tradujo en un mayor estrés en el llenado y una consiguiente disminución del peso de los granos.

Resultados similares se observaron en un trabajo previo realizado en trigo (Veronesi, 2020) donde la aplicación de OrgalCrops® a la siembra (50 l/ha) y en macollaje (25 l/ha) generó un aumento en el rendimiento y el número de granos/m².

En cultivos hortícolas, tales como tomate y papa, este biofertilizante aumentó el rendimiento de los mismos (Caffarone, 2019; Raffo, 2019).

Trabajos realizados en forrajeras pudieron demostrar que la aplicación incrementó la materia seca cosechada y mejoró el rebrote (Caffarone, 2020; Correa Sanz, 2020).

En este ensayo se pudo comprobar que la dosis del producto evaluado debería ser de, al menos, 120 l/ha para lograr la respuesta máxima. Debería evaluarse, en futuros ensayos, una mayor dosis para poder determinar la dosis óptima en cultivos de grano. Posiblemente, en la campaña evaluada, la respuesta pudo estar limitada debido al estrés hídrico. Según lo observado en el presente trabajo, para lograr los mayores rendimientos se deben combinar ambos fertilizantes. En este trabajo, el aporte de N de la dosis más alta (120 l/ha) de OrgalCrops® aportó solamente 4 kg/ha. Por lo tanto, el efecto sobre el rendimiento se debe al aporte de otros nutrientes y/o efectos promotores del crecimiento, aunque el aporte de N es muy bajo respecto a la demanda del cultivo (30 kg N/tn) (Ciampitti y García, 2008). Por lo tanto, el rendimiento se maximizará cuando la demanda de N esté cubierta mediante la aplicación de urea. En este caso, además, el aporte del suelo (20 kg/ha de N-NO₃) fue muy inferior al requerimiento del cultivo.

Las diferencias de rendimiento se atribuyeron a las diferencias en el número de granos fijados en los distintos tratamientos (Figura 15) que es el principal componente del rendimiento (Miralles, 2004).

Respecto al peso de los granos, se observó un efecto dispar de los distintos tratamientos aplicados. La aplicación de OrgalCrops®, solo en dosis de 90 l/ha, incrementó el peso de los

mismos, aunque dicho tratamiento mostró un menor número de granos fijados, por lo que el mayor peso puede deberse a un efecto del tratamiento, o bien, a una menor partición de fotoasimilados hacia los granos, mientras que la aplicación de urea + OrgalCrops® en las dosis máximas (tratamiento n°7) disminuyó el peso de granos. Esta disminución se atribuye a que, en dicho tratamiento, hubo un marcado incremento del número de granos. El mayor número de granos, combinado con el estrés hídrico marcado durante la etapa de llenado, llevó a un menor peso de los mismos.

8. Conclusiones

- Al término de la investigación, se pudo verificar la hipótesis planteada en dicho trabajo “La aplicación de fertilizante orgánico combinado con urea incrementará el rendimiento respecto a los tratamientos que solo reciban uno de los fertilizantes”. Se determinó que el tratamiento de OrgalCrops® + urea aumentó el rendimiento del cultivo en comparación a los tratamientos que recibieron solo uno de los fertilizantes. Sin embargo, este incremento se dio solo con la mayor dosis de OrgalCrops®.
- La dosis de 120 l/ha de OrgalCrops® incrementó el rendimiento respecto al Testigo, aunque no alcanzó para lograr el máximo rendimiento (OrgalCrops® más urea) debido a la limitación de N del cultivo, por lo tanto, el fertilizante, en las condiciones evaluadas, debería aplicarse junto a una fuente de N.
- Se determinó que el principal efecto de la fertilización es un incremento en el número de granos.

Comentario final.

Son necesarios más ensayos con dosis más altas para ajustar las dosis de OrgalCrops® y lograr maximizar el rendimiento.

9. Anexo 1. Resultados de rendimiento, peso de los granos y número de los granos para todos los tratamientos.

Trat.	Urea (%)	OrgalCrops (l/ha)	Bloque	Rendimiento (tn/ha)	Peso grano (mg)	Granos/m ²
1	0		1	3,42	31,10	10996
1	0		2	3,23	31,70	10176
1	0		3	3,26	31,20	10436
2	100	0	1	3,81	32,40	11771
2	100	0	2	4,41	32,00	13773
2	100	0	3	3,48	31,90	10894
3	0	90	1	4,50	33,80	13314
3	0	90	2	3,47	33,40	10387
3	0	90	3	3,86	35,10	11005
4	0	120	1	4,06	30,70	13236
4	0	120	2	3,32	31,50	10547
4	0	120	3	3,65	31,00	11770
5	50	75	1	3,78	31,10	12144
5	50	75	2	4,01	30,40	13188
5	50	75	3	3,89	30,20	12878
6	100	75	1	4,38	31,60	13871
6	100	75	2	3,83	30,10	12711
6	100	75	3	3,82	31,20	12247
7	50	120	1	4,83	30,70	15746
7	50	120	2	4,15	28,50	14566
7	50	120	3	4,38	30,00	14610

10. Bibliografía

Abbate, P, Cardos, M y Campaña, L. 2017. *El trigo, su difusión, importancia como alimento y consumo*. <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2017/10/Resumen-Manual-Trigo-IPNI.pdf>. Divito, G, García, F (ed.). Manual del Cultivo de Trigo. Buenos Aires, Argentina. pp 7.

Becerra, F., Bolleta, I., Madariaga, L. y Magris, F. 2018. *Caracterización de cultivares de trigo (Triticum aestivum) según su calidad de grano y harina dentro de las subregiones trigueras*. <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/11297/Becerra%3B%20Bolletta%3B%20Madariaga%3B%20Magris%20-%20Caracterizaci%C3%B3n%20de%20cultivares%20de%20trigo%20%28Triticum%20aestivum%29%20seg%C3%BAAn%20su%20calidad%20del%20grano%20y%20harina%20dentro%20de%20las%20subregiones%20trigueras.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Bolsa de Comercio de Rosario. 2021. <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/gea/estimaciones-nacionales-de-produccion/estimaciones>. Fecha de último acceso: 23/09/2021.

Cabrera, O., Arturo Díaz, F., Peña-Cabriales, J. y Nuñez, J. 2012. *Impacto de los biofertilizantes en la agricultura*. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000600015.

[Tesis de Grado]. Universidad del Salvador. Buenos Aires, Argentina. Caffarone, F. 2020. *Evaluación de la respuesta de suelos Salinos-Sódicos a la aplicación de yeso y fertilizantes orgánicos en el sur de la provincia de Entre Ríos*.

[Tesis de Grado]. Universidad del Salvador. Buenos Aires, Argentina.

Caffarone, F. 2020. *Incremento de rendimiento expresado en % sobre testigo*.

[Tesis de Grado]. Universidad del Salvador. Buenos Aires, Argentina. Caffarone, F. 2019. *Ensayos comparativos en papa spunta*.

Calvo, N y Echeverría, H. 2006. *Estrategias de fertilización nitrogenada en trigo: balance hídrico para el sur bonaerense*. https://www.suelos.org.ar/publicaciones/vol_24n2/24-2_reussi_Calvo_115-

122.pdf.

Carmona, M., y Sautua, F. 2015. *Manual práctico para el diagnóstico de enfermedades foliares y su control con fungicidas en los cultivos de trigo y cebada*.
https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/92061/mod_resource/content/2/enfermedades-Trigo-Cebada-FAUBA-BASF.pdf. FAUBA-BASF. 50-52.

Centelles, V. 2019. *Características del trigo*. <https://www.botanical-online.com/botanica/trigo-caracteristicas>.

Correa Sanz, L. 2020. Evaluación del comportamiento de líneas experimentales fertilizadas orgánicamente en Triticale, Centeno y Trigo [Tesis de Grado] Universidad del Salvador. Buenos Aires, Argentina.

Correndo, A y García, F. 2016. *Algunas pautas para el manejo nutricional del cultivo*.
<http://lacs.ipni.net/article/LACS-1258>.

Don Mario, Semillas. 2022. *Trigo*. <https://www.donmario.com/uruguay/trigo/dm-ceibo/>. Fecha de último acceso: 19/03/2022.

Estación Experimental de Mercedes, 2022. Datos de los registros meteorológicos de los últimos 30 años de Mercedes, Buenos Aires.

FAO, 2002. *Los fertilizantes y su uso*. <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>. Fecha de último acceso: 14/10/2021.

Fraschina, J. 2017. *El trigo, su difusión, importancia como alimento y consumo*.
<https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2017/10/Resumen-Manual-Trigo-IPNI.pdf>.
Divito, G, García, F (Ed.). Manual del Cultivo de Trigo. Buenos Aires, Argentina pp 57.

Gallego, M. 2011. *Evaluación de cultivares de trigo. Campaña 2011-2012*. Programa Nacional de Cereales. INTA E.E.A Las Breñas.
https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-evaluacion_cultivares_trigo_2011.pdf.

García, G. 2012. *Desarrollo fenológico en trigo y cebada: principales etapas y generación de hojas, espiguillas y flores.*
http://www.metrice.udl.cat/es/misc/curso_paysandu/2.%20Ciclo%20ontog%E9nico%20G%20Garcia.pdf.

GrowFields: cartilla informativa. 2021. *Fertilizantes Líquidos Orgánicos*. Fecha de último acceso: 23/10/2021.

Hernández, R. y Ruíz, G. 2016. *Cereales*.
<http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/botaxo/wp-content/uploads/sites/14/2016/08/Cereales-2016.pdf>.

INTA, 2000. *Fertilización en el cultivo de trigo*.
[http://www.agrobit.com/Documentos/A_1_4_Trigo%5C611_ag_000002fe\[1\].htm#:~:text=La%20fertilizaci%C3%B3n%20en%20trigo%20es,y%20experiencia%20sobre%20el%20tema](http://www.agrobit.com/Documentos/A_1_4_Trigo%5C611_ag_000002fe[1].htm#:~:text=La%20fertilizaci%C3%B3n%20en%20trigo%20es,y%20experiencia%20sobre%20el%20tema).

IPNI. 2002. *Requerimientos nutricionales de los cultivos*.
[http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/0B4CDA48FABB666503257967007DD076/\\$FILE/AA%203.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/0B4CDA48FABB666503257967007DD076/$FILE/AA%203.pdf). Archivo Agronómico N° 3.

JACTO, Argentina, 2021. *El cultivo de trigo en Argentina*.
<https://blog.jacto.com.ar/cultivo-de-trigo-en-argentina/>.

Jobet, C. 1988. *Origen del trigo y su distribución en el mundo*.
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/41495/NR06895.pdf>

Martínez, A. y Muro, L. 2019. *El trigo. Morfología y Fisiología*.
<https://trabajoinformatica1516.wordpress.com/morfologia-y-fisiologia/>.

Miralles, D. 2004. *Consideraciones sobre ecofisiología y manejo de Trigo*.
Publicación Miscelánea N° 101.

Miralles, D. y González, F. 2009. *El trigo en Argentina: Perspectivas ecofisiológicas del pasado, presente y futuro para aumentar el rendimiento*.

https://www.agro.uba.ar/noticias/sites/default/files/miralles_aapresid.pdf.

[Tesis de Grado]. Universidad del Salvador. Buenos Aires, Argentina. Raffo, L. 2020.

Aumento de rendimiento/ha con diferentes fertilizaciones. [Tesis de Grado]. Universidad del Salvador. Buenos Aires, Argentina.

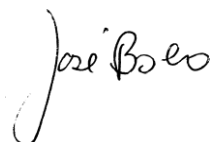
Raffo, F. 2019. *Ensayo comparativo en tomate platense*.

Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de Plagas (SINAVIMO). 2021. *Triticum aestivum*. <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/triticum-aestivum>. Fecha de último acceso: 22/20/2021.

[Tesis de Grado]. Universidad del Salvador. Buenos Aires, Argentina.

Veronesi, L. 2020. *Respuesta del cultivo de trigo al agregado del fertilizante orgánico en el sudeste de Entre Ríos, Argentina*.

Zadoks, J.C., Chang, T.T. & Konzak, C.F. 1974. *A decimal code for the growth stages of cereals*. *Weeds Res.*, 14: 415.



Firma del Consejero



Firma del Estudiante