Pontificia Universidad Católica Argentina

Ingeniería Agronómica

Impacto en el rendimiento del cultivo de trigo con la utilización de arrancadores y bioestimulantes en la Provincia de Buenos Aires

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

Autor: Campolongo Juan Federico

Tutor: Jecke Fernando Ariel

Fecha de defensa: 2024

Resumen

El trigo es uno de los cereales de gran importancia de nuestro país, tanto por su redito económico como la eficiencia agronómica en la intensificación de las rotaciones. Por otro lado, la utilización del grano corresponde a un 30% de la producción anual destinada al consumo interno, principalmente para panificación. El restante se divide entre la exportación y las semillas guardadas.

A nivel mundial el trigo es uno de los granos más importantes del mundo debido a su utilización de productos alimenticios, al aumentar la demanda alimenticia, es imprescindible aumentar la oferta del mismos, para dicho motivo debemos aumentar el rendimiento.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto, de manera cuantificada, la utilización de arrancadores y bioestimulantes sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de trigo en la Provincia de Buenos Aires.

El ensayo se llevo a cabo en el campo la Fe, es un campo experimental del INTA, ubicado en San Antonio de Areco, al norte de la Provincia de Buenos Aires. En la campaña 2022/23 dicho ensayo consto de un diseño en bloques al azar con cuatros repeticiones para cada tratamiento. Se realizaron 8 tratamientos incluyendo al testigo.

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante el programa Infostat, con un error alfa = 0,05 para considerar diferencias significativas entre medias. Los tratamientos arrojaron resultados iguales al rendimiento promedio de la zona.

No hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, probablemente a un déficit hídrico marcado en todo el ciclo del cultivo. No obstante, puede observarse una respuesta levemente positiva por el uso de arrancadores en el cultivo.

Palabra clave: trigo, arrancadores, bioestimulante, macronutrientes, micronutrientes.

Índice

Índice…….3
Introducción……..4
Botánica……....5
Trigo en Argentina ……..7
Fosforo……..7
Nitrógeno…….....8
Azufre……...10
Zinc……...…11
Hipótesis……..11
Objetivos generales……...11
Productos……12
Materiales y métodos……14
Suelo……14
Condiciones climáticas……. 15
Tratamientos……16
Ensayo……..16
Resultados y discusión……..18
Conclusiones…….. 21
Bibliografía…….. 22
Anexos…… 25

Introducción

El trigo es uno de los granos más importantes del mundo debido a su utilización, presentas varias formas de utilización para realizar productos alimenticios. Su origen nace hace más de cien mil años en la antigua Mesopotamia gracias a evidencias arqueológicas donde se desarrolló en el imperio romano y todo Europa.

Hasta el momento no hay evidencia fehaciente del inicio del cultivo, no obstante las bibliografías consultadas sostienen que el cultivo tiene origen en grupos nómades donde volvían a lugares donde el cultivo se encontraba en forma silvestre de manera abundante, a medida que descubrieron que la semilla se podía sembrar, dando origen a los primeros sembradores, generando mayores comunidades

Triticum vulgare, representa actualmente más del 80% de la producción triguera mundial.

El trigo por su rusticidad tiene la capacidad de adaptarse a amplia zona, por dicho motivo se siembra en una gran diversidad de latitudes, desde el ecuador hasta 67° N cerca de noruega y 45° S en argentina y a 3500 metros sobre el nivel de mar.

Si bien en 120 de los 193 países reconocidos por las Naciones Unidas se produce algo de trigo, según los datos de la FAO (FAOSTAT, 2017), la mayor parte se siembra y produce entre los 35° y 55° de latitud del hemisferio norte y entre los 25° y 45° de latitud en el hemisferio sur

Su mayor difusión está dada gracias a la buena adaptación en la gran parte de los suelos agrícolas del mundo, el rango de temperatura optima que se encuentran entre los 10 y 20 °C. amplia diversidad fenológica entre genotipos debido a la adaptación a la temperatura, fotoperiodo y precipitaciones, permitiendo un desarrollo de una amplia gama de ambientes.

El grano de trigo es un grano desnudo, relativamente fácil de trasportar, almacenar y procesar, produciendo harinas con la facultad de fermentar en contactó con levaduras, posee gluten brindando la posibilidad de preparar alimentos blandos y de gran valor nutricional.

Actualmente constituye el cultivo más difundido en el mundo abarcando una superficie cosechada de 219 millones de ha/año. Seguido por el maíz (177 millones ha), el arroz (162 millones ha) y la soja (108 millones de ha). Estos cuatro cultivos cubren el 50% de la superficie cosechada mundial. Desde el punto de vista productivo, el trigo ocupa el cuarto lugar a nivel mundial luego de la caña de azúcar, el maíz y el arroz con cáscara (Abbate, 2017)

Botánica

Es una planta anual de la familia gramínea de tipo C3 monocotiledónea. Su raíz es fasciculada en cabellera, encontrándose la mayoría entre los 25 a 30 cm de profundidad no obstante pueden llegar a crecer a más de un metro de profundidad.

El grano de trigo corresponde a la clasificación de fruto cariópside, de forma ovoide, con presencia de una ranura en la parte ventral de manera longitudinal. Comprende pericarpio y en mayor parte endosperma

El embrión se encuentra en el extremo, el mismo está constituido por el escutelo, coleoptile, plúmula, epiblasto, radícula y coleoptile

La radícula y raíces seminales corresponde a las primeras raíces que se desarrollan en la germinación, hasta que la plántula alcanza las tres primeras hojas. Una vez que la planta de trigo alcanza el desarrollo de las cuatro hojas, se desarrollan las raíces principales a partir de la corona, ubicada en la unión del mesocotilo con el coleóptilo, las raíces principales son muy numerosas tiene la finalidad de proveer agua, nutrientes y sostén a la planta.

El coleoptile como se nombró anteriormente está dentro de la semilla y es la estructura que da origen a la emergencia aérea, gracias a la elongación del mesocotilo, que corresponde a una estructura tubular de color blanco, se aproxima a la superficie del suelo. Una vez que recibe la estimulación lumínica el coleóptilo da origen a la primera hoja.

Las hojas están compuestas por vaina, lamina, lígula y aurícula. Son paraleninervadas alargadas rectas, que nacen de cada nudo. La longitud de la hoja no llega a más de 25 cm.

De las yemas axilares presenten en el tallo principal se desarrollan tallos secundarios denominados macollos, los macollos tiene presencia en la planta una vez que se desarrollan las tres primeras hojas. Los macollos tienen la característica de desarrollar sus propias raíces adventicias. El número de macollo en el cultivo de trigo puede variar entre uno a cinco macollos dependiente de las condiciones del cultivo.

El tallo principal presenta una altura que comprende de los 50 cm a los 1.5 m. dependiendo del cultivo, es de carácter hueco, observándose en los nudos de consistencia maciza. De forma cilíndrica terminado en una espiga. Los entrenudos del tallo se han observado presencia de seis a siete nudos en promedio, dando origen a hojas alternas de cada nudo.

El desarrollo de la caña comienza con la presencia de una pequeña protuberancia en el eje principal en la parte subterránea de la planta, la misma es detectada a través de la palpación del tallo. Luego de detectar el primer nudo se observan signos de formación de la espiga. Principalmente primordios con la ayuda de un lente de aumento. Una vez que el primer nudo del tallo principal sobrepasa la superficie del suelo. La planta presenta un crecimiento vertical bien marcado con presencia de nudos secundarios de una manera rápida, dando origen a la elongación del tallo, con un aumento progresivo de la espiga en el interior del tallo. Cabe destacar que durante esta etapa aún se pueden generar macollos no obstante, los mismo no serán productivos. Esta etapa finaliza cuando se puede observar la espiga completamente visible.

La inflorescencia aparece una vez terminada el desarrollo del tallo donde se observa la invaginación de la espiga en la última hoja denominada hoja bandera. La inflorescencia presenta 15 a 25 espiguilla, dispuestas en un raquis. Las espiguillas están compuestas por dos brácteas, denominadas gluma superior e inferior, que se insertan en el raquis, en su interior se pueden observar lema, palea que cubren la flor y una arista que permite su

contacto, estos cuatros órganos dan origen al antecio. La planta de trigo contiene de tres a cinco antecios dispuestos en una raquilla.

Cada flor de trigo está compuesta por tres estambres y dos estigmas. Generalmente dos a tres flores fértiles por epiquillas, al presentar autofecundación, el trigo es denominado cleistogamia, por ser autógama estrictamente donde la fecundación se produce antes que se abra la flor.

La etapa de floración comienza cuando la espiga se observa a través de la vaina de la hoja bandera, es decir luego de que termina la etapa de espigazon. La floración tiene un tiempo de duración de 14 días promedio. Dicha etapa da por finalizada cuando todos los estambres se hacen visible.

La etapa de llenado de grano comprende desde que ocurre la fecundación hasta la madurez fisiológica, los granos primero presentan un contenido aguoso, luego grano lechoso, masa blanda, masa dura, grano duro y madurez de cosecha. En dicha etapa es importante que tanto la espiga como las dos hojas superiores se encuentren en perfecto estado.

El tallo es recto cilindro herbáceo hueco su longitud depende de la variedad pero oscila entre 60 a 1.50 cm

Escala zadoks

La descripción de los diferentes estadios del cultivo de trigo como se definieron anteriormente se puede promediar mediante el uso de escalas dándonos una referencia del estadio del cultivo. La escala más utilizada en el cultivo de trigo es la escala zadoks, la misma describe estados morfológicos externos, teniendo en cuenta procesos de desarrollo y crecimiento del cultivo. Dicha escala está compuesta por diez fases numéricas, con una sub-fase que también corresponde a diez números.

Tabla de las fases de desarrollo siguiendo la escala decimal Zadoks (Z0.0 a Z9.9)

Etapa principal	DESCRIPCIÓN	Sub-fase	Etapa principal	DESCRIPCIÓN	Sub-fase
0	Germinación	0.0-0.9	5	Espigado	5.0-5.9
1	Producción de hojas TP	1.0-1.9	6	Antesis	6.0-6.9
2	Producción de macollos	2.0-2.9	7	Estado lechoso del grano	7.0-7.9
3	Producción de nudos TP (encañado)	3.0-3.9	8	Estado pastoso del grano	8.0-8.9
4	Vaina engrosada	4.0-4.9	9	Madurez	9.0-9.9

Según J.C. Zadoks, T.T. Chang y C.F.

TP: tallo principal

Nos permite a través de la apreciación morfológica del cultivo tener un promedio de la etapa del cultivo. Presenta un valor agronómico importante, ya que nos permite unificar criterios y tomar decisión agronómica al respecto.

Trigo en argentina

En nuestro país es unos de los cultivos más importantes, dentro de los cultivos de inviernos es el que más superficie ocupa, observándose 6.6 millones de hectáreas cultivadas con una producción de 21,8 millones de toneladas producidas durante la campaña 2021/2022, siendo su utilización un 30% de la producción anual destinada al consumo interno, principalmente para panificación. El restante se divide entre la exportación y las semillas guardadas.

Dicho cultivo presenta una implementación de genética y nuevas tecnologías que dan origen a un avance y crecimiento sostenible, no obstante la fertilización sigue siendo la principal carencia del cultivo.

En nuestro país los elementos de mayor deficiencia son los macronutrientes primarios, siendo el nitrógeno y el fosforo los de mayor deficiencia. Y por parte de los macronutrientes secundarios se viene observando una deficiencia notable en el elemento azufre.

Por dicho motivo vamos a ahondar en estos tres elementos siendo el de mayor importancia el fosforo, seguido de nitrógeno, luego el azufre y por último pero no de menor importancia el zinc.

Cabe destacar que el 98% del trigo que se siembra en nuestro país abarca una amplia región que comprende de los 23° a 40° de latitud y de los 57° a 67° de longitud.

Fosforo

El fosforo interviene en la mayor parte de la base de la vida de las plantas siendo indispensable para la producción de las reacciones bioquímicas de todo el estadio del cultivo. Respiración, síntesis, descomposición de glúcidos, síntesis de proteínas, entre otras.

El papel más relevante de este elemento en cuestión es la transferencia de energía, los iones de fosfóricos tienen la capacidad de recibir energía luminosa captada por la clorofila y transformarla a través de la planta.

El desarrollo radicular aumenta con buena disponibilidad de fosforo en los primeros estadios del cultivo, aumentando la resistencia de la planta al frio y las enfermedades. Por ello se dice que el fosforo es un elemente regulador de la vegetación. Es un factor de calidad ya que afecta los periodos vegetativos que son críticos en el rendimiento del cultivo, fecundación maduración y movimiento de las reservas.

El efecto de una baja disponibilidad de fosforo es evidente en los primeros estadios del cultivo, se puede observar una menor tasa de crecimiento de hojas, un menor número de macollos. El desarrollo radicular se ve afectado negativamente. Estos efectos son irreversibles en la etapa del cultivo y tiene una alta correlación con el rendimiento del cultivo

Cuando hablamos de una baja disponibilidad de fosforo estamos refiriéndonos a un valor inferior de 10 ppm de fosforo. Cabe destacar que el requerimiento de fosforo para el cultivo de trigo oscilan de 3 a 4 kg de fosforo por tonelada de grano. El 80% del fosforo es absorbido por el cultivo es exportado por el grano y el 20% restante vuelve al suelo.

Es importante destacar que el fosforo se encuentra en dos fracciones, como fosforo inorgánico, es el de mayor proporción. Y fosforo orgánico que está ligado a la materia orgánica. La fracción inorgánico puede ser insoluble, poco soluble o soluble.

El fosforo disponible para la planta está dado por la oferta del fosforo en el suelo y la demanda del cultivo, la planta al absorber el fosforo en la parte de la solución del suelo impacta sobre la dinámica de las proporciones del fosforo, dando origen a una tasa de absorción más alta.

Según estudios realizados el cultivo no capta más del 35% del fósforo aplicado, siendo el resto fosforo no disponible fijado en el suelo. Tiene un rol importante el pH del suelo, ya que con un pH por debajo a 6 aumenta la formación de productos con hierros y aluminio y con un pH mayor a 8 se forman productos con calcio. En los dos casos los productos son captores de fosforo. Por ello un pH por donde se encuentre la mayor disponibilidad de fosforo tiene un rango de 6 a 7.

Ciclo del fosforo gráfico.

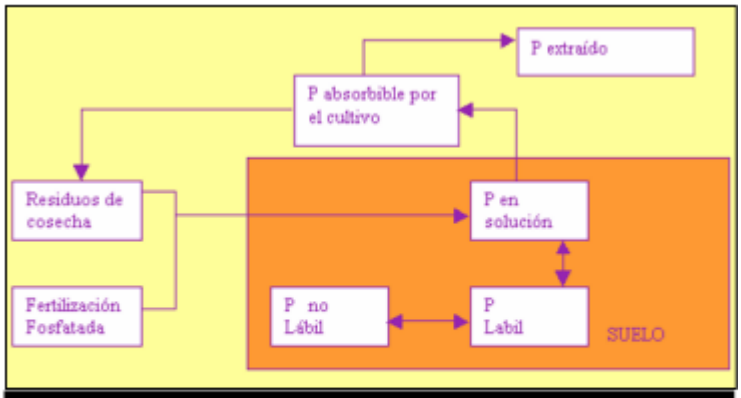

Figura 2. Esquema de la dinámica del fósforo en el suelo.
Fuente: Undurraga.

El presenta trabajo de grado busca determinar de manera indirecta si las bacterias son capaces de ayudar a aumentar la trasformación del fosforo orgánico en inorgánico, aumentando la porción de fosfora lábil para las plantas es decir, aumentar el fosforo disponible en el suelo para la absorción de las plantas.

Nitrógeno

El nitrógeno es uno de los principales nutrientes requerido para el cultivo de trigo, la deficiencia de este elemento afecta al rendimiento y contenido de proteína, por dicho motivo se debe realizar un manejo estratégico para la producción y su eficiencia de utilización.

La respuesta a la fertilización está relacionada en forma directa con la demanda del cultivo, el aumento del nutriente aumenta el rendimiento potencial. Cabe destacar que cuando la condicione hídrica es adecuada para el cultivo, el rendimiento del trigo tiende a asociarse más a la disponibilidad de nitrógeno.

En el cultivo de trigo se puede dividirlo en dos etapas, por un lado la etapa antes de la floración, denominada prefloración y por otro lado la etapa después de la floración, post-floracion. Esto es importante para determinar los momentos en que se desarrollan los diferentes componentes del rendimiento.

La primera etapa, comprende el crecimiento y desarrolla la parte vegetativa hasta la aparición de las flores. En esta etapa es la que determina el rendimiento potencial del cultivo.

El Nitrógeno (N) debe estar disponible para el cultivo hacia fines de macollaje y/o principio de encañazón, momento en que la absorción de la planta es más activa. En el momento de floración, el trigo habrá tomado aproximadamente el 80% del total del Nitrógeno (N) disponible. (Aloe J. y Toribio M., 2007)

El nitrógeno tiene un rol importante en los componentes del rendimiento, no obstante la respuesta a este macronutriente varia con la dosis utilizada. Entre los componentes del rendimiento el nitrógeno controla el macollaje, la producción de espigas, el desarrollo de flores fértil y el llenado de grano.

Una disponibilidad alta de nitrógeno en las primeras etapas del cultivo tiende a promover una proliferación de carácter excesiva de macollo, esto genera una caída del rendimiento, generalmente por deterioros de granos.

No obstante una disponibilidad de nitrógeno alta en la etapa de encañazon, tiene un efecto beneficios en la supervivencia de macollos y formación de espigas.

Por dicho motivo es importante la aplicación de nitrógeno para ser eficiente en el uso de los recursos y expresar el potencial del cultivo, no obstante es imprescindible aplicarlo en el momento adecuado del cultivo.

La aplicación de nitrógeno busca aumentar la biomasa aérea, manteniendo o aumentar el número de granos por espiga. La dosis adecuada de nitrógeno prolonga la duración del área foliar, a mayor duración de área foliar fotosintéticamente activa aumenta el rendimiento.

El nitrógeno disponible al finalizar la etapa de macollaje tiene efecto positivo en la tasa de desarrollo de las flores y supervivencia, dando origen a más granos por espiguillas.

Por otro lado La disponibilidad de nitrógeno en el ciclo del cultivo en etapas tardías está relacionada a mejorar la calidad de las proteínas del grano.

Por otro lado el peso de los granos generalmente se correlaciona negativamente con el rendimiento, esto es debido a varios factores, no obstante con el nitrógeno puntualmente esta explicado debido al aumento de granos por metro cuadrado, aumentando la competencia intraespecífica.

Es importante mantener en condiciones optima la hoja bandera ya que, un 60 % de los hidratos de carbono del grano pueden provenir de la hoja bandera (Marshall y Biscoe, 1982, citado por Reilly, 1989). Y según la bibliografía consultada se ha determinado que cada día más de duración de la hoja bandera incrementa 200 kg la materia seca/ha (De Vos, 1979)

Con respecto al requerimiento de nitrógeno para el cultivo de trigo, los mismos oscila entre 30 a 35 kg de nitrógeno por tonelada de grano.

Azufre

El nitrógeno con el azufre son los nutrientes que dan origen a la calidad de proteína del grano de trigo, es decir son los que condicionan la cantidad de gluten y proteína

El trigo tiene un requerimiento bajo de este elemento, en comparación a cultivos de con alto contenido de aceites, no obstante la extracción del elemento a través de varios ciclos productivos y la falta de reposición lleva a presentar deficiencia de este elemento

La importancia del azufre se encuentra formando parte de proteínas siendo las más importantes cistina, cisteína y metionina, también está presente en vitaminas, biotinas y tiamina.

Presenta gran importancia en distintas enzimas es constituyente del metabolismo celular principalmente para la coenzima A, interviniendo en la estructura de las proteínas. Como así también en la formación de la clorofila siendo protagonista del rendimiento y la calidad de la proteína.

Existe una importante interacción entre las fertilizaciones con N y S (Woodinget al., 2000). Ambos elementos no deben ser considerados en forma separada ya que tienen efectos determinantes sobre el rendimiento y la calidad el grano, ya sea en la harina como en la masa (Moss et al., 1981)

La deficiencia de este elemento se observa a través de síntomas visibles siendo la clorosis de las hojas más jóvenes, menor altura del cultivo y menor macollaje del cultivo.

El azufre en el suelo proviene de la materia orgánica, siendo el azufre mineralizado disponible para el cultivo muy variable, según la bibliografía consultada oscila entre 1,7 a 6%. Y la principal salida de azufre esta dada por la extracción por cosecha.

TABLA 1 | **Cantidad de S total absorbido y extraído en grano expresado en kg de S por tonelada de grano base seca en trigo, soja, girasol y colza.**

Cultivo	Absorción total kg S ton^{-1}	Extracción en grano kg S ton^{-1}
Trigo	5	2
Soja	4	3
Girasol	5	2
Colza	12	7

Referencia: Ciampitti, García, 2007.

S disponible: es la forma de S utilizada por las plantas en forma de sulfato (SO4=) de sales como sulfato de calcio, sodio y potasio. Existe una correlación significativa entre la cantidad de SO4= y la cantidad de sitios de absorción de las arcillas, dependiendo del tipo de arcilla y del pH. Los sulfatos al igual que los nitratos, son iones solubles y móviles y por lo tanto susceptibles a lixiviación (Galantini et al., 2020), cabe destacar que el azufre disponible es

escaso por ello es necesario la aplicación al cultivo de este elemento para poder mantener los requerimientos del mismo.

En nuestro país no hay datos certeros de diagnóstico y recomendación para la fertilización del trigo con S, por lo que se utilizan los valores de S extractable en suelo de los ensayos realizados en otros países donde se recomiendan cantidades entre 20-40 kg de S ha-1, cuando el valor del S-SO4= se encuentra por debajo de 10 ppm (Jones, 1986)

El azufre es un elemento esencial para las plantas. En las mismas cumple múltiples funciones y es integrante de varios aminoácidos, responsables de la formación de las proteínas. Por otro lado, la absorción de nitrógeno se ve limitada cuando la disponibilidad de este nutriente se encuentra en niveles muy bajos. (Ventimiglia et al, 2019)

Zinc

El zinc presenta un rol importante en el cultivo de trigo, por un lado tiene la función de activador enzimático, catalizando reacciones metabólicas, siendo la respiración, la síntesis de clorofila y proteínas. Una de las más importantes en conjunto a la regulación del crecimiento.

Este elemento al presentar poca movilidad en la planta se observan los síntomas de deficiencia en la mitad de la planta, tanto en hojas viejas como en hojas nuevas que se encuentre en dicha ubicación. Observándose nervaduras cloróticas, en casos de un déficit mayor, se observan nervaduras necróticas a ambos lados de la nervadura central.

Se puede afirmar que aplicaciones localizadas de Zn al momento de la siembra aportan respuestas significativas en cuanto a rendimiento, y diferencias no significativas en cuanto a calidad comercial (AAPRESID, 2013)

Hipótesis

Los arrancadores y bioestimulante en el cultivo de trigo presentan una respuesta positiva significativamente para el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de trigo en la provincia de buenos aires.

La aplicación de nitrógeno y azufre en conjunto con los arrancadores y bioestimulantes presentan respuestas positivas significativamente para el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de trigo en la provincia de buenos aires.

Objetivo general

El objetivo del presente trabajo es evaluar el impacto en forma cuantificada, la aplicación de arrancadores y bioestimulante sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de trigo en la provincia de buenos aires.

Objetivos específicos

- ✓ Evaluar cual es la dosis que mejor correlaciona con el rendimiento
- ✓ Evaluar la importancia de los arrancadores y biosteimulantes
- ✓ Evaluar el impacto sobre el rendimiento, sus componentes y parámetros fisiológicos en el cultivo de trigo por la aplicación de Microstar pz.
- ✓ Evaluar el impacto sobre el rendimiento, sus componentes y parámetros fisiológicos en el cultivo de trigo por la aplicación de Microstar pz bio.
- ✓ Evaluar el impacto sobre el rendimiento, sus componentes y parámetros fisiológicos en el cultivo de trigo por la aplicación de Biowish.
- ✓ Evaluar el impacto sobre el rendimiento, sus componentes y parámetros fisiológicos en el cultivo de trigo por la aplicación de Solmix

Productos

Arrancadores microstar pz

Microstar pz es un arrancador con tecnología de microgranulos potenciados con tecnología preservación del fosforo TPP que presentan aporte de nitrógeno fosforo azufre y zinc. Con ácidos orgánicos que ofrece una mejor protección a la liberación del fosforo, reduce la fijación con los coloides del suelo con un bloque de cationes metálicos y anión ortofosfato en presencia de calcio, brindando un mayor aprovechamiento al fosforo. Dicho fertilizante es producido por synertech con normas de calidad internacional específicamente ISO9001 e ISO14001.

El arrancador presenta varias ventajas para el cultivo, algunas de ellas, son el desarrollo del sistema radicular con un establecimiento rápido y homogéneo del cultivo, facilita la absorción de nutrientes con una distribución uniforme, la aplicación a campo no presenta grandes dificultades para su aplicación.

Son microgranulados con un tamaño de partícula que oscilan entre los 0,8 y 1,2 mm lo cual genera una alta superficie de contacto.

Microstar pz bio

Presenta las mismas características descriptas de microstar pz con el agregado de bacterias vivas que cuentan con cuatro cepas específicas de bacillus. Bacillus subtilis bacillus licheniformis, bacillus amyloliquefaciens y bacillus pumilus. Aumentando la producción de exudados radiculares.

Estas bacterias se asocian a las raíces atrapes de una relación endofíticas, al penetrar la raíz y luego salir entregan los nutrientes del fertilizante. Al liberar sustancias organizas, son metabolitos que biodisponibilizan los nutrientes presentes del suelo. Las raíces aumentan su tamaño y vigor, esto permite a la planta una mayor superficie de suelo con una exploración mayor lo que permite ser más eficiente en la captura de agua como otros nutrientes esenciales.

Su desarrollo esta dado por una alianza con la empresa BiOWiSH, cuyo producto se describe a continuación. Cabe destacar que es de carácter innovador basado en nutrición biológica

que potencia los atributos de la nutrición balanceada provista por las mezclas químicas Microstar CMB y Microstar PZ.

Bioestimulantes

BIOWISH crop liquid technology Es un producto de base biológica que tienen como objetivo estimular los procesos naturales. Esto nos permite a mejorar el rendimiento, restaurar el suelo, tener un uso más eficiente de los nutrientes. Dándonos mayor sustentabilidad y eficacia de la biología del suelo

Es una solución microbiana para el crecimiento del cultivo con énfasis en el cuidado del recurso suelo, sin producir un deterioro en el mismo.

Permite aumentar los rendimientos de los cultivos, con un aumento del desarrollo radicular, aumento de la disponibilidad de nutrientes, estimulando la actividad microbiana del suelo mejorando el vigor de la planta.

Actúa principalmente por dos modos de acción por un lado aumenta la actividad endofítica y por otro lado modifica la microbioma del suelo, esto estimula el aumento de bacterias fijadoras de nitrógeno, las bacterias solubilizadoras de fosfatos, mitigan las vías de señalización de estrés de la planta, mejoran la retención de humedad y la calidad del suelo, hay un aumento de las enzimas hidrolíticas las mismas ayudan a las descomposición de los residuos orgánicos.

Al presentar una interacción endofilitica con la raíz de la plántula producen un aumento en la producción de exudados benéficos. Cabe destacar que este bioestimulante presenta una amplia condición de funcionamiento, es decir actúa en un rango de pH que va de 3.5 a 9.5

Presenta una buena complementariedad a mezclar con fertilizantes tanto líquidos como sólidos.

Solmix

Es un fertilizante liquido aportando al cultivo nitrógeno y azufre con una disponibilidad para el cultivo de carácter inmediato. Es un producto químico desarrollado por la empresa Bunge.

Se caracteriza por presentar baja volatilización, generando perdidas mínimas de aplicación, también presenta una amplia variedad de fórmulas, adecuando la cantidad de nitrógeno y azufre a los diferentes requerimientos.

Otra ventaja no menor es la compatibilidad que tiene con herbicidas, y la posibilidad de formular la aplicación en conjunto de Nitrógeno y azufre, ya que la urea presenta baja compatibilidad con el sulfato de amonio.

La fertilización con azufre en el cultivo de trigo permite darle una nutrición adecuada, mejorando el rendimiento.

Materiales y métodos

Localización del ensayo

El ensayo se llevó a cabo en San Antonio de Areco, campo la fe ruta 8 km 125 Las coordenadas y la cota del área del ensayo se obtuvieron de google earth:

Longitud: - 59º 36´40´´O Latitud: - 34º 13´ 20´´S.

Cota: 41 metros

Campaña 2022/2023

Suelo

El mismo se estableció sobre un suelo Serie Capitán Sarmiento (Sm11), Argiudol vértico, familia fina, illítica, térmica (Soil Taxonomy V. 2014)

El perfil se encuentra ubicado en la latitud 34º 13' 20" S y longitud 59º 36' 40" O; Una altitud de 52 m.s.n.m. y a 2,7 km. al este-sudeste de la estación Duggan (F.C.G.B.M.), partido de Capitán Sarmiento provincia de Buenos Aires. Mosaico I.G.M. 3560-4-4, Duggan. Es bien drenado, escurrimiento medio y permeabilidad moderada. El horizonte Bt es arcilloso y arcillo limoso con 40 a 60 % de arcilla. En algunos perfiles del horizonte C, el calcáreo puede aparecer casi a 2 m. de profundidad y depende de la posición en el relieve.

En la siguiente tabla se presenta el análisis de suelo de la campaña

Tabla 1: Análisis de suelo efectuado al momento de la siembra

Materia Orgánica	Fósforo extractable	N-Nitratos (0-20) cm	N-Nitratos (20-40) cm	pH	CE
%	mg kg^{-1}	ppm	Ppm	agua 1:2,5	dS m -1
3.4	45.7	13.1	5.2	5.4	0.13
Medio	Medio	Medio	Medio	Neutro	Bajo

El campo la fe situado en el partido de san Antonio de Areco corresponde a la región pampa ondulada. Presenta gran importancia loess. Paisaje de lomas alargadas suavemente onduladas con pendiente de 0.5 a 1 %. Como se detalló anteriormente corresponde a un Argiudoles típicos, de textura franco limoso arcilloso de color oscuro, profundo, bien drenando que le otorga aptitud agrícola de capacidad de uso II. No sódico, no alcalino.

Tabla 9: perfil de suelo típico de la región. Fuente INTA – Serie Capitan Sarmiento.

Ap (0-28cm)	Pardo muy oscuro en húmedo; franco limoso; bloques subangulares; ligeramente duro; friable; ligeramente plástico; adhesivo; suave.
BAt (28-38cm)	Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo; franco arcilloso limoso; bloques subangulares medios; blando
Bt (38-97cm)	Pardo oscuro en húmedo; arcilloso; prismas regulares gruesos; friable; plástico; abundantes clayskins.
C (180-225cm)	Pardo a pardo claro en húmedo y rosado en seco; franco arcilloso limoso; masivo; suelto; no adhesivo.

Condiciones Climáticas

En la Figura 1 se presentan las precipitaciones mensuales registradas entre los meses de Junio hasta Noviembre del año 2022 y las precipitaciones históricas promedio mensuales registradas para los mismos meses entre 1982 y 2021.

La precipitación total registrada durante el ciclo de crecimiento del cultivo ascendió a los 55 mm, mientras que el promedio histórico entre el año 1982 y 2021 para los mismos meses fue de 427 mm. Dicha diferencia hídrica pone en evidencia la considerable disminución de oferta hídrica que tuvo durante su crecimiento.

Durante los meses de Febrero, Marzo y Abril hubo adecuadas precipitaciones que recargaron el perfil del suelo, en conjunto a las bajas temperaturas del otoño e inicios del invierno permitieron que el cultivo al momento de la siembra tenga humedad en el suelo para comenzar su crecimiento. Sin embargo, las mismas comenzaron a disminuir desde el mes de Mayo en adelante y esta tendencia continuo durante todo el desarrollo del cultivo, con precipitaciones mensuales inferiores a los 20 mm en la etapa crítica del cultivo, lo que limito fuertemente el rendimiento.

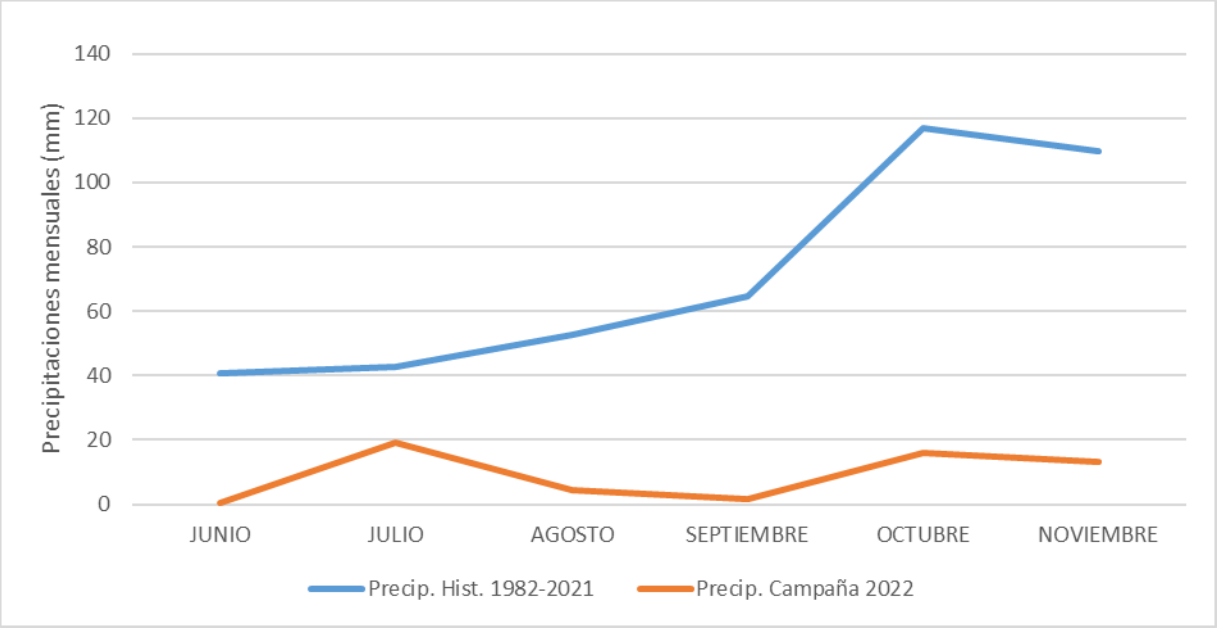

Figura 1: Precipitaciones mensuales campaña 2022 y precipitaciones promedio mensuales Históricas (1982-2021) en la localidad de San Antonio de Areco.

Historial del lote

En el establecimiento se viene realizando agricultura a más de 15 años, bajo la práctica de siembra directa, llevando a cabo un uso del suelo de manera sustentable, incorporando rotaciones de gramíneas y leguminosas. En esta campaña el antecesor del cultivo de trigo fue soja.

Tratamientos

Tabla 2: detalles de los tratamientos realizado en el correspondiente trabajo.

Tratamiento	Descripción	Dosis	Momento de aplicación
1	testigo		
2	Microstar PZ BIO	40 Kgs	
3	Microstar PZ	40 kgs	
4	Microstar PZ + biowish	40kgs + 200grs/ha	siembra
5	Microstar PZ + biowish	40 kgs + 400grs/ha	siembra
6	Microstar PZ + biowish + UAN/SOLMIX	40kgs + 200grs/ha	chorreado
7	Microstar PZ + biowish + UAN/SOLMIX	40 kgs + 400grs/ha	chorreado
8	Microstar PZ BIO + biowish + UAN/SOLMIX	40 kgs + 200 grs/ha	chorreado

En la tabla 2 se puede observar cómo fue planificado el ensayo del trabajo propuesto, consta de 8 tratamiento incluyendo al testigo, observándose los diferentes productos con las dosis en diferentes cantidades y momento de aplicación.

Ensayo

Diseño experimental

Se llevaron a cabo cuatros repeticiones de cada uno de los tratamientos para ellos se utilizaron parcelas con diseño bloque al azar, dividiendo el área de manera homogénea, distribuyendo los tratamientos dentro de cada bloque al azar. Los tratamientos que se realizaron fueron 8 incluyendo al testigo.

Las parcelas contaron con un tamaño de 1.5 metros por 5 metros. Dejando un espacio de 1 metro entre cada parcela en las cabeceras y 0.5 metros en los laterales. Distancia entre surco fue de 0.2 metros.

Las variables respuestas fueron planta/m2, espiga por plantas, cobertura y NDVI.

La siembra se llevó a cabo el 29 de junio del 2022 con la técnica de siembra directa, la misma fue posible gracias a una máquina experimental del INTA de siete cuerpos, con un tipo de bajada a chorrillo.

Se utilizó para el ensayo la variedad trigo DM aromo de ciclo corto, el PMG de dicha variedad corresponde a 37g, el poder germinativo de 90% previamente curada con compinche SX 250/100kg de semilla.

La densidad de planta objetivo fue de 350.000 plantas por hectáreas con una profundidad de siembra que oscilo entre los 5 a 7 cm debido a encontrarnos con déficit hídrico, buscando humedad del suelo.

La densidad de siembra 130kg por hectárea.

El 29 de julio de 2022 se realizó el conteo de plantas por metro cuadrado, en dicho momento del cultivo todavía no se ha observado presencia de macollaje, utilizando la escala de zadoks

el cultivo se encontraba en Z1.2 No obstante, se utilizó la aplicación Canopeo para poder determinar la cobertura de suelo del cultivo.

El 12 de agosto de 2022 se procedió a la fertilización con nitrógeno y azufre en conjunto con la aplicación de microstar a cada uno de los tratamientos correspondientes.

El 25 de septiembre 2022 se llevó a cabo el conteo de macollos, arrojando un resultado 2 a 3 macollos por plantas, utilizando la escala de zadoks el cultivo se encontraba en Z2.5 y en el mismo momento del cultivo se evaluó la cobertura de suelo a través de la aplicación Canopeo.

El 21 de noviembre 2022 se procedió a contar espigas por metro cuadrado. Luego se procedió a la cosecha del cultivo. La misma se realizó el 5 de noviembre de 2022, se trillo a cada parcela con una maquina cosechadora del INTA cosechando 5 surcos.

Una vez cosechada cada parcela fue identificada y guardada la semilla en sus respectivas bolsas de ensayos para luego evaluar los datos en el laboratorio.

La obtención de datos se realizó el 14 de diciembre de 2022 en el laboratorio del INTA de San Antonio de Areco. Se llevo a cabo el pesaje de las bolsas posteriormente la medición de humedad promedio de cada semilla y el peso de 1000 semillas dichos datos son elemental para calcular el rendimiento.

Se realizó un análisis de la varianza para un diseño en bloques completos al azar y se compararon las medias con el test Tukey al 0,05 con el programa Infostat Version 2018e.

En la siguiente tabla se presentan las condiciones climáticas durante la pulverización de Biowish en Z1.2

Tabla 3. Condiciones climáticas durante la aplicación de los tratamientos en Z1.2

Variable	Momento de aplicación
Temperatura	9.9 °C
Vel. Viento	0,5 Km/h
Vel Rafaga	4.4 km/h
Precipitacion diaria	0 mm
Humedad atmosferica	89 %

Resultados y discusión

A continuación se detallan los resultados obtenidos de las diferentes variables en estudios.

En la tabla 4 se presentan las medidas de rendimiento, peso de mil granos y peso hectolitrico.

Tabla 4: Medias de rendimientos, pesos de mil gramos y el peso hectolitrico.

Tratamiento	Descripción	Rendimiento (kg/ha)	PMG (gr)	PH (kg/hl)
1	Testigo	1318,75 A	29,25 A	76,90 A
2	Microstar PZ BIO	1685,25 A	31 A	76,70 A
3	Microstar PZ	1743,25 A	30,75 A	77,40 A
4	Microstar PZ + biowish	1778,75 A	30,75 A	77,55 A
5	Microstar PZ + biowish	1792 A	32,75 A	77,35 A
6	Microstar PZ + biowish + UNA/SOLMIX	1730,75 A	30,5 A	76,38 A
7	Microstar PZ + biowish + UNA/SOLMIX	1881,25 A	31 A	77,05 A
8	Microstar PZ BIO + biowish + UNA/SOLMIX	1900,50 A	32,75 A	77,65 A

En la tabla 4 se puede observar los resultados del ensayo, donde no presenta diferencia significativa en el rendimiento en los diferentes tratamientos. No obstante se observa un incremento de rendimiento entre el testigo y el resto de los tratamientos. Se puede observar que el testigo que no fue aplicado presenta el menor rendimiento.

Por otro lado, el PMG del ensayo no presenta diferencia significativa entre los diferentes tratamientos llevados a cabo. El PMG de mayor peso corresponde a dos tratamientos, el tratamiento 5 y el tratamiento 8 con un PMG en gr de 32.75. El testigo arrojo el PMG de menor peso.

Con respecto el peso hectolitrito el ensayo no presenta diferencia significativa entre los diferentes tratamientos evaluados. El PH de mayor tamaño corresponde al tratamiento 8 y el de menor tamaño corresponde al tratamiento 6. El testigo no se encuentra entre los 3 de menor PH.

En la table 5 se presentan las medias de plantas por metro cuadrado y cobertura en Z1.2.

Tabla 5: medias de plantas por metros cuadrado y cobertura.

Tratamiento	Descripción	Plantas/m2	Cobertura
1	Testigo	307,25 A	4,05 A
2	Microstar PZ BIO	281,50 A	4,33 A
3	Microstar PZ	312,50 A	3,95 A
4	Microstar PZ + biowish	296,75 A	3,80 A
5	Microstar PZ + biowish	317,50 A	4,53 A
6	Microstar PZ + biowish + UNA/SOLMIX	288,50 A	4,48 A
7	Microstar PZ + biowish + UNA/SOLMIX	276,50 A	4,30 A
8	Microstar PZ BIO + biowish + UNA/SOLMIX	287,00 A	4,28 A

En la table 5 se observa las primeras tomas de dato del cultivo (Z1.2), siendo plantas por metros cuadrado y cobertura a través de la aplicación Canopeo. Los datos arrojados

demuestran que no hay diferencia significativa entre los diferentes tratamientos del ensayo. No obstante se puede observar que el tratamiento 5 presenta mayor cantidad de plantas por metro cuadrado, y el de menor plantas por metro cuadrado fue el tratamiento 7, el testigo no supera al tratamiento 5 pero se encuentra entre los 3 primeros tratamientos de mayores plantas por metro cuadrado.

Con respecto a la cobertura no hay diferencia estadísticamente significa entre los diferentes tratamientos. Se observa que el tratamiento de mayor cobertura corresponde al tratamiento 5 y el de menor cobertura fue el tratamiento 4. El testigo se encuentra entre los 3 tratamientos de menor cobertura.

En la tabla 6 se presentan las medias de macollos por metro cuadrado, cobertura e índice de vegetación de diferencian normalizada de Greenseeker.

Tabla 6: medias de macollos por metros cuadrado, cobertura y NVDI en Z2.5.

Tratamiento	Descripción	Macollos/m2	Cobertura	NDVI
1	Testigo	517,25 A	36,73 A	0,34 A
2	Microstar PZ BIO	532,25 A	39,20 A	0,35 AB
3	Microstar PZ	571,00 A	41,00 A	0,38 AB
4	Microstar PZ + biowish	544,50 A	40,48 A	0,38 AB
5	Microstar PZ + biowish	596,00 A	41,33 A	0,39 AB
6	Microstar PZ + biowish + UNA/SOLMIX	536,00 A	41,75 A	0,38 AB
7	Microstar PZ + biowish + UNA/SOLMIX	542,00 A	42,48 A	0,38 AB
8	Microstar PZ BIO + biowish + UNA/SOLMIX	517,75 A	41,60 A	0,40 B

La tabla 4 corresponde a la segunda toma de datos del cultivo (Z2.5), en la misma se observaron macollos por metros cuadrado, cobertura como se nombró anteriormente el método y NDVI

Los datos arrojados demuestran que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes tratamientos. No obstante se puede observar que el tratamiento 5 presento mayores macollos por metro cuadrado y el testigo fue el de menor macollos por metros cuadrados.

La cobertura en Z2.5 no presenta diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados. El tratamiento que arrojo mayor cobertura fue el tratamiento 7 y el de menor cobertura fue el testigo.

Con respecto al NVDI los datos muestran que si existe diferencia estadísticamente significativa. Se puede observar que el tratamiento 8 presento el mayor NVDI y el testigo el menor.

En la tabla 7 se presenta las medias de espiga por metro cuadrado.

Tabla 7: medias de espigas por metro cuadrado de los diferentes ensayos en Z7.3

Tratamiento	Descripción	Espigas/m2
1	Testigo	411,25 A
2	Microstar PZ BIO	410,25 A
3	Microstar PZ	439,00 A
4	Microstar PZ + biowish	420,75 A
5	Microstar PZ + biowish	423,25 A
6	Microstar PZ + biowish + UNA/SOLMIX	436,75 A
7	Microstar PZ + biowish + UNA/SOLMIX	450,00 A
8	Microstar PZ BIO + biowish + UNA/SOLMIX	463,00 A

La tabla 7 corresponde a la tercera toma de muestra, evaluando espigas por metro cuadrado. Los datos demuestran que no hay diferencia estadísticamente significativa. No obstante se puede observar que el tratamiento 8 fue el tratamiento de mayor espiga por metros cuadrados, y el tratamiento de menor número de espigas por metros cuadrados fue le tratamiento 2.

En la tabla 8 se presentan las medias de granos por metro cuadrado y grano por espigas.

Tabla 8: Medias de grano por metro cuadrado y granos por espigas.

Tratamiento	Descripción	Granos/m2	Granos/espigas
1	Testigo	4476,75 A	10,85 A
2	Microstar PZ BIO	5379,75 A	13,08 A
3	Microstar PZ	5703,00 A	13,08 A
4	Microstar PZ + biowish	5767,00 A	13,78 A
5	Microstar PZ + biowish	5562,00 A	13,08 A
6	Microstar PZ + biowish + UNA/SOLMIX	5631,50 A	13,00 A
7	Microstar PZ + biowish + UNA/SOLMIX	6063,00 A	13,50 A
8	Microstar PZ BIO + biowish + UNA/SOLMIX	5809,50 A	12,60 A

En la tabla 8 se evalúa los granos por metro cuadrado y los granos por espigas, los datos en dicha tabla demuestran que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tratamientos. No obstante, se puede observar que el tratamiento 7 presento mayor cantidad de granos por metro cuadrado y el tratamiento testigo presento el de menor cantidad de granos por metro cuadrada, diche diferencia corresponde a 1.586,25 granos por metro cuadrado.

Por otro lado los granos por espiga tampoco presentaron diferencia estadísticamente significativa, se observa que el de mayor grano por espiga corresponde al tratamiento 4 y el de menor grano por espiga corresponde al testigo.

Conclusiones

La campaña 2022/2023 se caracterizó por ser unas de las campañas más secas de los últimos años. El estrés hídrico que sufrió el cultivo en todo el ciclo, no permitió expresar su potencial y por ende el potencial de los tratamientos, no obstante el rinde obtenido en el ensayo fue el promedio de la zona.

La mayoría de los parámetros evaluados no mostraron diferencias significativas entre tratamientos. A pesar de ello, los tratamientos con Microstar PZ Bio y Microstar Pz solo (tratamientos 2 y 3) mostraron incrementos del orden del 28 % al 32 % con respecto al testigo absoluto, indicando la importancia que tiene el P en años secos.

La respuesta por el uso de Biowish pulverizado oscilo en torno al 2-3 % con respecto a su testigo (tratamiento 3); mientras que la adición del mismo a la fertilización liquida mostro incrementos del 0 % al 13 %.

El único parámetro que mostro una diferencia significativa fue el NDVI evaluado en Z 3.2 donde el tratamiento 8 logro superar al testigo.

El ensayo no presento diferencia estadísticamente significativa por lo cual la hipótesis es rechazada, cabe destacar que dicho ensayo se realizó en un solo año y el mismo fue de condiciones desfavorable tanto para el cultivo, como la utilización de arrancadores y bioestimulantes.

Sin embargo puede observarse una respuesta levemente positiva por el uso de arrancadores en el cultivo y de menor impacto por el uso de bioestimulantes debido, probablemente, a las extremas condiciones climáticas que limitaron la expresión de los mismos.

Bibliográfica

USDA, (27 de octubre de 2023). *Wheat Sector at a Glance.* Recuperado de: https://www.ers.usda.gov/topics/crops/wheat/wheat-sector-at-a-glance/#prospects

Divito Guillermo A. y García Fernando Oscar. (2017). *Manual del cultivo de trigo.* Recuperado de: http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/e0f085ed5f091b1b852579000057902e/9f61f86f928f631e0325830e006c3082/$FILE/Manual%20de%20Trigo%20Cap%201.pdf

Jobet Claudio F. (1988). *ORIGEN DEL TRIGO Y SU DISTRIBUCION EN EL MUNDO*. Recuperado de: https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/41495/NR06895.pdf

Abbate Pablo Eduardo. (2017) *El trigo, su difusión, importancia como alimento y consumo.* Recuperado de: file:///C:/Users/ASUS/Downloads/ManualdeTrigoCap01PEA.pdf

Pontif.Universidad Catolica de Chile. (2012). *Crecimiento y desarrollo de la planta de trigo*. Recuperado de: https://www7.uc.cl/sw_educ/cultivos/cereales/trigo/semillas.htm

AAPRESID. (2017). *Resumen del manual de trigo*. Recuperado de: https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2017/10/Resumen-Manual-Trigo-IPNI.pdf

Martínez Allendes y Muro Lara. (2019). *El trigo.* Recuperado de: https://trabajoinformatica1516.wordpress.com/morfologia-y-fisiologia/

FAO. (2016). *Escala Zadoks*. Recuperado de: https://www.calister.com.uy/wp-content/uploads/2016/06/zadoks.pdf

Berardo Angel. (2012). *Criterios para el diagnóstico de la fertilización fosfatada.* Recuperado de: https://www.laboratoriofertilab.com.ar/Trabajos/Trigo1.pdf

Capelli J. M. (2011). *Fertilización fosfatada de trigo.* Recuperado de: https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/390/1/doc.pdf

Fertilab. (2021). *La fijación de fosforo en el suelo.* Recuperado de: https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/178-La-Fijacion-de-Fosforo-en-el-Suelo.pdf

Duggan Torres Martín. (13 de mayo de 2009). *Ciclo del fósforo en agroecosistemas y reacción de los fertilizantes fosfatados en el suelo.* Recuperado de: https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2009/05/13/118178

García Andrea. (2004). *MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN CON NITRÓGENO EN TRIGO Y SU INTERACCIÓN CON OTRAS PRÁCTICAS AGRONÓMICAS*. Recuperado de: http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/111219240807141622.pdf

Ferraris Gustavo. (2009). *Fertilización nitrogenada de trigo y otros cereales de invierno.* Recuperado de: https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2021/02/2009-no-11-Fertilizacio%CC%81n-nitrogenada-de-trigo-y-otros-cereales-de-invierno.pdf

Aloe Juan M. y Toribio Mirta. (Junio de 2007). *Investigación y desarrollo.* Recuperado de: https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/07/bt-n-10-fertilizacion-del-cultivo-de-trigo-2007-comprimido.pdf

Rizobacter. (2023). *Microstar PZ BIO.* Recuperado de: https://rizobacter.com.ar/es/productos/argentina/microstar-pz-bio

Rizobacter. (2023) *Mocrostar PZ.* Recuperado de: https://www.rizobacter.com.ar/es/productos/argentina/microstar-pz

Rizobacter. (2023). *Energía superior para un buen arranque.* Recuperado de: https://www.rizobacter.com.ar/sites/default/files/2022-04/FOLLETO%20MICROSTAR%202022%20-%20DIGITAL.pdf

BiOWiSH. (2023). *BiOWiSH CROP*. Recuperado de: https://www.biowishtechnologies.com/product/crop/

BiOWiSH. (2023). BiOWiSH CROP LIQUID. Recuperado de: https://www.biowishtechnologies.com/product/crop-liquid/

BUNGE. (Marzo de 2020). *Fertilizantes Líquidos SolMIX.* Recuperado de: https://www.bungeargentina.com/sites/default/files/2020-03/SolMIX.pdf

Galantini J., Landriscini M. y Fernandez R. (Agosto de 2020) *fertilización con azufre*. Recuperado de: https://www.profertil.com.ar/wp-content/uploads/2020/08/fertilizacion-en-azufre.pdf

Reussi Calvo N., Echeverria H., Barbieri P. y Sainz Rozas H. (Septiembre de 2006) *Nitrógeno y azufre en trigo: ¿Rendimiento o proteína?* Recuperado de: http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/4689D0DC7771AC5385257995007A4806/$FILE/2.pdf

Ventimiglia L. y Torrens Baudriz L. (Abril de 2019) *Trigo: Mejorando el rendimiento.* Recuperado de: https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/4989/INTA_CRBsAsNorte_EEAPergamino_Ventimiglia_Luis_Trigo_mejorando_el_rendimiento_con_azufre.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Esposito Gabriel. (Marzo de 2021) *Fertilización con Zn en el cultivo de maíz y trigo.* Recuperado de: https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2021/03/GabrielEsposito_FertilizacionconZincenMaizyTrigo.pdf

Equipo técnico Desab. (Mayo de 2022) *La importancia del Zinc en el rendimiento del trigo*. Recuperado de: https://agropro.ag/notas-de-interes-la-importancia-del-zinc-en-el-rendimiento-del-trigo/

Pautasso J. M., Barbagelata P. A. y Melchiori R. M. (2022) *RESPUESTA AL AGREGADO DE POTASIO Y ZINC EN TRIGO, SOJA Y MAÍZ EN ENTRE RÍOS* . Recuperado de: https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/13629/INTA_CREntreRios_EEAParana_Pautasso_JM_Respuesta_agregado_de_potasio.pdf?sequence=1&isAllowed=y

AAPRESID. (12 de Abril de 2013) *Fertilización con Zn: ¿Hay respuesta en Trigo?* Recuperado de: https://www.aapresid.org.ar/blog/fertilizacion-con-zn-hay-respuesta-en-trigo/

Anexos

Nueva tabla : 28/12/2022 - 17:33:28 - [Versión : 30/4/2020]

Análisis de la varianza

Rinde

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Rinde	32	0,28	0,00	20,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1003045,00	10	100304,50	0,81	0,6232
Tratamiento	917845,38	7	131120,77	1,06	0,4235
Rep	85199,62	3	28399,87	0,23	0,8751
Error	2604231,88	21	124011,04		
Total	3607276,88	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=835,21256

Error: 124011,0417 gl: 21

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	1318,75	4	176,08	A
2	1685,25	4	176,08	A
6	1730,75	4	176,08	A
3	1743,25	4	176,08	A
4	1778,75	4	176,08	A
5	1792,00	4	176,08	A
7	1881,25	4	176,08	A
8	1900,50	4	176,08	A

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

PMG

Variable	N	R²	R² Aj	CV
PMG	32	0,36	0,06	6,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	47,81	10	4,78	1,18	0,3553
Tratamiento	37,97	7	5,42	1,34	0,2805
Rep	9,84	3	3,28	0,81	0,5017
Error	84,91	21	4,04		
Total	132,72	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,76900

Error: 4,0432 gl: 21

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	29,25	4	1,01	A
6	30,50	4	1,01	A
4	30,75	4	1,01	A
3	30,75	4	1,01	A
7	31,00	4	1,01	A
2	31,00	4	1,01	A
5	32,75	4	1,01	A
8	32,75	4	1,01	A

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

PH

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
PH	32	0,20	0,00	1,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,88	10	0,79	0,52	0,8544
Tratamiento	5,53	7	0,79	0,52	0,8058
Rep	2,35	3	0,78	0,52	0,6726
Error	31,60	21	1,50		
Total	39,47	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,90922

Error: 1,5046 gl: 21

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
6	76,38	4	0,61	A
2	76,70	4	0,61	A
1	76,90	4	0,61	A
7	77,05	4	0,61	A
5	77,35	4	0,61	A
3	77,40	4	0,61	A
4	77,55	4	0,61	A
8	77,65	4	0,61	A

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

N° Plantas/m2 Z12

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
N° Plantas/m2 Z12	32	0,41	0,14	8,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10380,00	10	1038,00	1,49	0,2121
Tratamiento	6357,38	7	908,20	1,30	0,2974
Rep	4022,63	3	1340,88	1,92	0,1569
Error	14647,88	21	697,52		
Total	25027,88	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=62,63896

Error: 697,5179 gl: 21

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
7	276,50	4	13,21	A
2	281,50	4	13,21	A
8	287,00	4	13,21	A
6	288,50	4	13,21	A
4	296,75	4	13,21	A
1	307,25	4	13,21	A
3	312,50	4	13,21	A
5	317,50	4	13,21	A

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

N° Macollos/m2 Z 32

Variable	N	R²	R² Aj	CV
N° Macollos/m2 Z 32	32	0,29	0,00	11,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32000,06	10	3200,01	0,87	0,5712
Tratamiento	20164,47	7	2880,64	0,79	0,6069
Rep	11835,59	3	3945,20	1,08	0,3807
Error	77005,66	21	3666,94		
Total	109005,72	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=143,62118

Error: 3666,9360 gl: 21

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	517,25	4	30,28	A
8	517,75	4	30,28	A
2	532,25	4	30,28	A
6	536,00	4	30,28	A
7	542,00	4	30,28	A
4	544,50	4	30,28	A
3	571,00	4	30,28	A
5	596,00	4	30,28	A

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

N° Espigas/m2 Z73

Variable	N	R²	R² Aj	CV
N° Espigas/m2 Z73	32	0,34	0,02	8,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14264,56	10	1426,46	1,06	0,4332
Tratamiento	9851,72	7	1407,39	1,04	0,4312
Rep	4412,84	3	1470,95	1,09	0,3745
Error	28298,91	21	1347,57		
Total	42563,47	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=87,06468

Error: 1347,5670 gl: 21

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
2	410,25	4	18,35	A
1	411,25	4	18,35	A
4	420,75	4	18,35	A
5	423,25	4	18,35	A
6	436,75	4	18,35	A
3	439,00	4	18,35	A
7	450,00	4	18,35	A
8	463,00	4	18,35	A

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

N° Granos /m2

Variable	N	R²	R² Aj	CV
N° Granos /m2	32	0,23	0,00	19,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7442273,50	10	744227,35	0,62	0,7763
Tratamiento	6354548,38	7	907792,63	0,76	0,6244
Rep	1087725,13	3	362575,04	0,30	0,8218
Error	25009134,38	21	1190911,16		
Total	32451407,88	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2588,25179

Error: 1190911,1607 gl: 21

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	4476,75	4	545,64	A
2	5379,75	4	545,64	A
5	5562,00	4	545,64	A
6	5631,50	4	545,64	A
3	5703,00	4	545,64	A
4	5767,00	4	545,64	A
8	5809,50	4	545,64	A
7	6063,00	4	545,64	A

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

Granos/espiga

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Granos/espiga	32	0,27	0,00	18,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	42,89	10	4,29	0,79	0,6408
Tratamiento	22,05	7	3,15	0,58	0,7656
Rep	20,84	3	6,95	1,28	0,3084
Error	114,36	21	5,45		
Total	157,25	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,53467

Error: 5,4457 gl: 21

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	10,85	4	1,17	A
8	12,60	4	1,17	A
6	13,00	4	1,17	A
5	13,08	4	1,17	A
3	13,08	4	1,17	A
2	13,08	4	1,17	A
7	13,50	4	1,17	A
4	13,78	4	1,17	A

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

Cobertura Z12

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Cobertura Z12	32	0,47	0,22	16,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,59	10	0,86	1,88	0,1081
Tratamiento	1,83	7	0,26	0,57	0,7727
Rep	6,77	3	2,26	4,92	0,0096
Error	9,62	21	0,46		
Total	18,22	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,60547

Error: 0,4582 gl: 21

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
4	3,80	4	0,34	A
3	3,95	4	0,34	A
1	4,05	4	0,34	A
8	4,28	4	0,34	A
7	4,30	4	0,34	A
2	4,33	4	0,34	A
6	4,48	4	0,34	A
5	4,53	4	0,34	A

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

Cobertura Z25

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Cobertura Z25	32	0,36	0,06	23,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	162,27	10	16,23	1,20	0,3440
Tratamiento	89,06	7	12,72	0,94	0,4957
Rep	73,21	3	24,40	1,81	0,1766
Error	283,43	21	13,50		
Total	445,71	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=8,71332

Error: 13,4969 gl: 21

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	12,01	4	1,84	A
3	13,87	4	1,84	A
6	15,47	4	1,84	A
4	15,51	4	1,84	A
5	15,69	4	1,84	A
8	15,97	4	1,84	A
2	16,77	4	1,84	A
7	17,87	4	1,84	A

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

Cobertura Z32

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
Cobertura Z32	32	0,32	0,00	8,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	104,07	10	10,41	0,97	0,4951
Tratamiento	94,04	7	13,43	1,25	0,3193
Rep	10,03	3	3,34	0,31	0,8164
Error	225,01	21	10,71		
Total	329,08	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,76345

Error: 10,7146 gl: 21

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	36,73	4	1,64	A
2	39,20	4	1,64	A
4	40,48	4	1,64	A
3	41,00	4	1,64	A
5	41,33	4	1,64	A
8	41,60	4	1,64	A
6	41,75	4	1,64	A
7	42,48	4	1,64	A

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

NDVI Greenseeker Z32

Variable	N	R^2	R^2 Aj	CV
NDVI Greenseeker Z32	32	0,53	0,31	6,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01	10	1,4E-03	2,37	0,0457
Tratamiento	0,01	7	1,7E-03	2,88	0,0284
Rep	2,1E-03	3	7,0E-04	1,19	0,3363
Error	0,01	21	5,9E-04		
Total	0,03	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05760

Error: 0,0006 gl: 21

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
1	0,34	4	0,01	A	
2	0,35	4	0,01	A	B
6	0,38	4	0,01	A	B
7	0,38	4	0,01	A	B
3	0,38	4	0,01	A	B
4	0,38	4	0,01	A	B
5	0,39	4	0,01	A	B
8	0,40	4	0,01		B

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

NDVI Greenseeker Z53

Variable	N	R²	R² Aj	CV
NDVI Greenseeker Z53	32	0,37	0,07	12,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	10	1,8E-03	1,23	0,3313
Tratamiento	0,01	7	2,1E-03	1,40	0,2577
Rep	3,7E-03	3	1,2E-03	0,82	0,4967
Error	0,03	21	1,5E-03		
Total	0,05	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,09160

Error: 0,0015 gl: 21

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
1	0,27	4	0,02	A
2	0,30	4	0,02	A
6	0,31	4	0,02	A
4	0,31	4	0,02	A
7	0,32	4	0,02	A
3	0,33	4	0,02	A
8	0,34	4	0,02	A
5	0,34	4	0,02	A

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