UCA
Pontificia Universidad Católica Argentina

FACULTAD DE INGENIERÍA
Y CIENCIAS AGRARIAS

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Ingeniería Agronómica

Evaluación de rendimientos en trigo con aplicación de herbicidas desecantes de manera anticipada

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

Autor: Cappelletti Tomas
Tutor: Ing. Agr. Buisan Fernando

Resumen

La necesidad de los productores de ser competitivos frente a inclemencias climáticas y restricciones políticas los obliga a buscar nuevas estrategias para aumentar su rentabilidad. El objetivo de este trabajo es evaluar posibles variaciones en el rendimiento de trigo cuando se decide adelantar la fecha de cosecha, con el mismo fin respecto a la fecha de siembra del cultivo sucesor. Se utilizo herbicida Diquat en 5 fechas distintas, iniciando el 12/11 y finalizando la última aplicación el 24/11, comparando el rendimiento de las mismas con un testigo. Los resultados se muestran en gramos/1000 granos. Para el modelo estadístico no existen diferencias significativas entre los rendimiento, donde la diferencia máxima es de 2,74 gr. entre los tratamientos 1 y 4.

A su vez, se desarrolló una escala morfológica para determinar el grado de correlación entre los parámetros morfológicos seleccionados y el peso de los granos al momento de las aplicaciones. Los resultados arrojados no muestran correlación entre ambos. Sin embargo, si existe una alta correlación positiva cuando solo se consideran los tratamientos 1,2,3 y 4.

Como conclusiones, el rendimiento atípico del tratamiento 5 y el testigo no permite asegurar que porcentaje final del rendimiento se resignaría al utilizar herbecida desecante. De la misma forma, afectó los resultados respecto al estudio sobre la correlación del rendimiento y los parámetros morfológicos seleccionados. Aun así, al analizar en detalle los datos, no se descarta

Palabras clave: trigo, desecante, adelanto de cosecha.

Agradecimientos

Primero quiero agradecer a toda mi familia por el apoyo durante el transcurso de la carrera e impulsarme a tener una formación profesional. También una mención especial a mis amigos y colegas que conocí durante el trascurso de esta etapa.

Por otro lado, un gran reconocimiento a Fernando Buisan quien puso a disposición su tiempo y compromiso para las necesidades y dudas que surgieron durante el desarrollo de este trabajo. También agradecer al personal del establecimiento "La Calma", entre ellos Javier y Joaquín, por la buena predisposición para llevar a cabo los ensayos, con el trabajo que eso conlleva.

Índice

Resumen.....3

Palabras claves.....3

Agradecimientos.....4

Introducción.....6

Objetivos.....8

Hipótesis del trabajo.....8

Materiales y métodos.....9

Recolección de espigas y clasificación según parámetros morfológicos...11

Descripción de escala según aspectos morfológico en las espiguillas y pedúnculo.....11

Obtención de los datos de peso de los granos.....17

Resultados.....19

Análisis estadístico: rendimiento.....19

Clasificación de las espigas según el tipo.....19

Correlación entre parámetros morfológicos y rendimiento.....19

Conclusiones.....21

Discusiones.....22

Referencias bibliográficas.....23

Anexo.....24

Introducción

En la actual Argentina, la agricultura se ve cada vez más presionada por factores que amenazan la productividad y rentabilidad del sector. Por su parte, aspectos políticos como impuestos y restricciones comerciales son cada vez más frecuentes y cambiantes. Por otro lado, la ocurrencia de inclemencias climáticas cada vez más frecuentes y severas (Altieri y otro, 2009) no deben subestimarse a la hora de plantarse como productor agropecuario. Ambas cuestiones desafían al productor, el cual debe adaptarse y generar nuevas respuestas (Rodríguez y otro, 2016) .

A partir de eso el productor debe buscar alternativas para mantener o aumentar su productividad y rentabilidad. Para aumentar los rendimientos por unidad de superficie y por unidad de tiempo sin amplificar el impacto ambiental, se pueden incluir tecnologías de insumos y, especialmente, de conocimientos y procesos (Andrade, 2016). Caviglia y otro (2011) plantean el concepto de intensificación de la rotación, que tiene por fin optimizar el aprovechamiento de recursos como el agua, radicación, nutrientes, entre otros.

Una práctica es el secado anticipado de los cultivos, la cual se utiliza como herramienta de manejo, la cual presenta ciertos beneficios a considerar. La ocurrencia de granizo en cereales de invierno suele ser un fenómeno perjudicial en especial cuando se encuentran en estado reproductivo, con pérdidas hasta del 71% del rendimiento del cultivo (Sierra y otros, 1993). Por otro lado, bajas temperaturas durante la última etapa del llenado de granos en trigo y una mala fertilización nitrogenada, promueven la translocación de compuestos carbonados al grano produciendo los conocidos granos "panza blanca", penalizados en la comercialización por los bajos porcentajes de proteína que presentan (Saghesso y otro, 2006). De forma contraria, abundantes lluvias al final de esta etapa produce un lavado de los mismos, con pérdida de vitriosidad y disminución del peso hectolitrito (Möckel y otro, 1984). Así mismo un adelanto en la cosecha de un cultivo como el trigo en la zona pampeana, repercute directamente en la siembra del cultivo sucesor, como puede ser la soja o el maíz.

Para el cultivo de trigo, el producto aprobado para su uso como desecante es el Diquat, conocido comercialmente como Reglone. Es un herbicida foliar de contacto, no selectivo, soluble en agua. Actúa colapsando la estructura celular y alterando la fotosíntesis de la planta, generando una desecación de la misma. Resiste lluvias que puedan caer 30 minutos posterior a la aplicación. La dilución recomendada es, por cada litro de producto, 40 litros de agua (Singenta,2022).

Cabe destacar que a lo largo del desarrollo de un cultivo, la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos no es lineal. Gardner y otros (1985) describen la tasa de crecimiento de los cultivos (TCC), la cual es exponencial desde la siembra hasta la floración donde se alcanza la máxima área foliar (cultivos de crecimiento determinado). Al entrar en estado reproductivo, la TCC comienza a disminuir de manera paulatina, debido a la senescencia foliar y perdida en la eficiencia del uso de la radicación de las mismas.

En sistemas de doble cultivo (soja2º y maízº2), factores como radiación, temperatura y fotoperiodo son limitantes del rendimiento de acuerdo al grado de incidencia sobre dichos cultivos. Ensayos realizados en el INTA de General Villegas encontraron variaciones en el rendimiento de soja 2º de 60kg/ha/día en ensayos con fecha de siembra (FS) el 11/11 y el 6/12, y de 66 kg/ha/día entre el 6/12 y el 31/12 (Girón y otros; 2016). En el INTA de Marcos Juárez, ensayos de cultivos soja arrojaron valores de rendimientos significativamente diferentes para las cuatro variedades usadas con FS el 23/11 y el 23/12, con disminuciones en el rendimiento de entre 48 y 75kg/ha/día (Murgio y otros; 2012).

Por otro lado, existen trabajos de investigación que estudiaron características del cultivo como humedad en grano y aspectos morfológicos para determinar de manera sencilla el momento en el que los cultivos de trigo alcanzan la madurez fisiológica (MF). Respecto a la humedad de los granos, Hanft y otro (1982) encontraron un rango de valores desde 38 a 43% de agua, el cual se determinó que está afectado por las condiciones ambientales. Otros trabajos muestran cultivos con 37% de humedad en dicho momento (Calderini y otros; 2000). Por lo tanto se concluye que el porcentaje de humedad no es un parámetro que de certeza del momento en el que ocurre la madurez fisiológica del cultivo.

En cuanto a las variables morfológicas, algunos trabajos muestran cierta correlación entre la etapa de llenado de granos y el cambio en la coloración de la espiga. Sofield y otros (1977) describen que la espiga de trigo pierde su coloración verdosa hacia el final de la etapa de llenado de los granos. Por otro lado la hoja bandera mantiene su color incluso después de alcanzada la madurez fisiológica, excepto cuando la temperatura rondaba los 25-30ºC, causando el deceso de la hoja en conjunto con el máximo peso alcanzado por los granos. Para la variedad de trigo rojo de primavera, Hanft y otro (1982) afirman que la aparición de la primera hebra de pigmentación en la espiga coincidió con la madurez fisiológica del cultivo junto con la perdida completa de la coloración verde de las glumas. Sin embargo notaron que cuando se alcanzaba el 95% del peso seco máximo de la espiga esta coincidía con la pérdida total del color verde de la hoja bandera.

Es debido a todo lo mencionado, que existe la pregunta sobre si la última fase del llenado de granos es eficiente en el uso de los recursos y si es posible medirla cualitativamente basándose en el cambio morfológico que experimentan las plantas en dicho momento fenológico.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar los efectos en el rendimiento del cultivo de trigo, al cual se le aplico herbicida desecante (Dicuat) como alternativa viable para adelantar la fecha de siembra del cultivo sucesor.

Objetivos específicos

- Determinar qué porcentaje de rendimiento se resigna al desecar el cultivo en distintos momentos de la etapa reproductiva del mismo.

- Analizar el grado de correlación entre el rendimiento del cultivo y parámetros morfológicos observables en las plantas.

Hipótesis del trabajo

- Rendimiento

H0) valor p≥ 0,05; no hay diferencia significativa entre los rendimientos.

- Correlación entre rendimiento y parámetros morfológicos

H0) valor p≥ 0,05; no existe asociación lineal entre las variables.

Materiales y métodos

El ensayo se llevó a cabo en el establecimiento "La Calma" ubicado en las cercanías de Aron Castellanos, al sur de la provincia de Santa Fe. El ensayo se realizó durante la campaña 2021/2022. La variedad utilizada es Buck Cumelen.
En primera instancia se procedió a la elección del lote para realizar el ensayo, el cual se basó en buscar aquel con nula pendiente, fertilidad uniforme (determinada por índices verdes en imágenes satelitales), buena accesibilidad para la maquinaria, entre otros aspectos.

Para el ensayo se determinaron 5 tratamientos y un testigo, compuesto por 3 repeticiones cada uno, sumando un total de 18 parcelas, a las cuales se asignaron los tratamientos aleatoriamente (cuadro nº1). El armado de las parcelas se realizó mediante mediciones por GPS para asegurar una correcta alineación y superficie. El tamaño de las parcelas fue de 26m x 200m (0,52 ha cada una). Dichas dimensiones se explican por la amplitud de la maquina pulverizadora, la cual abarca 16m. Los 5 metros restantes de cada lado de la parcela sin pulverizar sirvieron como seguro para evitar que la deriva afecte a las parcelas consecutivas, quedando la sumatoria entre franjas pulverizadas de un total de 10 metros. Esto se justifica ya que las fechas de pulverización se fijaron previamente y no en función de las condiciones climáticas adecuadas para una correcta aplicación. Por último, para la recolección de las muestras, el establecimiento puso a disposición una cosechadora con un ancho de plataforma de 10 m., suficiente para trillar la franja del cultivo tratado en cada parcela.

franja trasera																	
T4 R3	T1 R3	TT R3	T2 R3	T3 R3	T5 R3	T4 R2	TT R2	T3 R2	T2 R2	T5 R2	T1 R2	T3 R1	T4 R1	T1 R1	T2 R1	TT R1	T5 R1
franja delantera																	
camino interno																	

cuadro (nº1): disposición física de las parcelas con los tratamientos (T) y sus repeticiones (R); las franja trasera y delantera son porciones de cultivo raleados con una cegadora para facilitar el acceso; TT (tratamiento testigo).

Todas las parcelas contaban con dos estacas para identificar el tratamiento, uno en la parte frontal y otro en la parte trasera de las mismas. Ambas estacas se encontraban alineadas y posicionadas en el centro de la parcela, indicando la línea por la que debía pasar la maquina pulverizadora (imagen nº1).

imagen (nº1): identificación de parcelas.

Para definir la fecha de inicio del ensayo, se remontó a la base de datos del establecimiento de mediciones de humedad en pre-cosecha de cultivos de trigo de los últimos dos años. Además se tomó en cuenta las fechas de inicio de la cosecha de trigo desde la campaña 2013-2014 hasta la actualidad (cuadro nº2).

Precosecha 19-20

Fecha	Lot./Subl.	Variedad	H°
27-nov	6 SW	ACA 908	29,60
21-nov	4NE	ACA 315	26,70
26-nov	5 SW	ACA 908	26,10
25-nov	27	Cronox	26,00
21-nov	13N	ACA 315	25,90
28-nov	6NW	ACA 303	25,70
20-nov	13S	Guerrero	25,00
21-nov	9SW	ACA 303	25,00
25-nov	9 NW	Cronox	24,50
21-nov	4SE	Yarara	23,70
27-nov	21 S	Rayo	23,50
19-nov	5SC	Yarara	21,60
19-nov	8nw	Yarara	20,20
2-dic	6SE	Guerrero	18,70
23-nov			24,44

Precosecha 20-21

Fecha	Lot./Subl.	Variedad	H°
25-nov	5NW	Yarará	27,60
2-dic	6NE	ACA 315	26,00
1-dic	5NE	ACA 303	25,30
1-dic	5SC loma	ACA 303	25,20
1-dic	5sc bajo	ACA 303	24,80
30-nov	1E	Guerrero	24,60
2-dic	4NW	ACA 315	24,40
30-nov	20E	Yarará	23,50
1-dic	13S loma	ACA 303	23,50
1-dic	23nw	ACA 908	23,10
2-dic	2n	Rayo	22,10
1-dic	7SE	ACA 303	21,50
1-dic	8NW	ACA 303	21,00
2-dic	21n	ACA 908	20,80
2-dic	2S	ACA 908	19,80
1-dic	8NE	Cronox	19,60
1-dic	5SE	Rayo	19,50
2-dic	23NE	Rayo	19,20
1-dic	13S bajo	ACA 303	18,40
14-dic	3Plq	Rayo	13,20
1-dic			22,16

Cosecha

Campaña	Inicio	Fin
13-14	29-nov	12-dic-13
14-15	2-dic	16-dic-14
15-16	8-dic	11-ene-16
16-17	5-dic	17-dic-16
17-18	1-dic	6-ene-18
18-19	4-dic	27-dic-18
19-20	29-nov	27-dic-19
20-21	3-dic	21-dic-20
	2-dic	
	2-dic	

Cuadro(nº2): Los dos cuadros de la izquierda muestran mediciones de humedad en pre-cosecha de las campañas 2019-20 y 2020-21 de algunas variedades cultivadas en el establecimiento. El cuadro de la derecha sintetiza el inicio y fin de cosecha desde la campaña 2013-14 hasta la actualidad.

Considerando que la humedad en grano a la madurez fisiológica (MF) es cercana a 37% (Calderini y otros; 2000), suponemos que el cultivo alcanzaría la MF antes del 23 de noviembre. Para poder determinar qué tan significativas serían las perdías si se decide adelantar la fecha de cosecha, es vital que la MF ocurra durante el periodo de tiempo en el que se realiza el ensayo, de esta manera se podrá asegurar la fecha en la que dicho cultivo alcanza el máximo rendimiento. Esto es posible solo si por lo menos en alguna fecha de las aplicaciones se obtienen valores significativamente inferiores al alcanzado por el testigo (supone el valor máximo alcanzado por el cultivo).
Para poder lograr dichas mediciones, se llegó a la conclusión de que la primera aplicación sea el 12 de noviembre. A partir de eso, se considera una brecha de 3 días entre aplicaciones para notarse así un cambio en el peso de los granos, realizando la última aplicación el 24 de noviembre.

Recolección de espigas y clasificación según parámetros morfológicos

En primera instancia se realizó un recuento del número de espigas según sean originarias de la plántula embrionaria o de los macollos primarios, secundarios o terciarios de la muestra de plantas de las parcelas. Para dicho recuento se encontró una gran variación en la cantidad de cada tipo de espiga (cuadro nº4, anexo) y en el tamaño de estas. Además, se dificulta la posibilidad de separar de forma precisa y sin el error los macollos de plantas enredadas entre sí. Es por ello que se descartó la posibilidad de clasificar a las espigas de acuerdo con su origen y morfología, optándose por clasificar el total de las espigas únicamente por esta última.

La recolección de muestras se realizó horas antes de cada aplicación. Para ello se cortaron las espigas de cinco tramos de 1m en distintas partes de la parcela (sumando un total de 5m lineales por parcela). Luego se hace el recuento del total de espigas juntadas por parcela y se las clasifica de acuerdo con la escala desarrollada a continuación (imagen nº2). Para el armado de dicha escala se consideró la coloración del pedúnculo (parte final de tallo) y de las espiguillas.

Descripción de la escala según aspectos morfológico en las espiguillas y pedúnculo

Mirando la imagen de derecha a izquierda, las espigas se clasificaron según los aspectos antes mencionados como "tipo 1" a "tipo 5" (imagen nº3).

Imagen (nº2): clasificación de espigas según coloración de pedúnculo y espiguillas.

En la imagen se presentan cinco tipos de espigas las cuales se distinguen las unas de las otras cuando se observa en detalle el pedúnculo y los componentes de las espiguillas.
La característica más sobresaliente es la decoloración del pedúnculo, el cual si se miran las espigas de derecha a izquierda, se nota la decoloración de este el cual se torna de un color verde oscuro a un marrón claro. Sumado a esto, otro carácter sobresaliente es la coloración de las lemmas de los antecitos y glumas que poseen las espiguillas, que presentan nervaduras longitudinales de color verde oscuro que

contrastan con un verde claro, el cual a medida que la espiga se acerca a la madurez da paso a un marrón claro, característico del cultivo que finaliza su ciclo.

Otro componente observado fueron los granos, los cuales se analizaron en detalle respecto a su coloración tanto externa como interna. Dichas observaciones no resultaron útiles para clasificar las espigas debido a la maduración diferencial dentro de la espiga y entre individuos.

Espiga "tipo 1": Se caracteriza por presentar el pedúnculo de color verde oscuro intenso en toda su circunferencia. Respecto a las espiguillas, estas presentan una coloración similar a lo largo de la espiga. Tanto las lemmas de cada antecio, como las glumas de cada espiguilla presentan nervaduras longitudinales de color verde intenso que contrastan con un verde más pálido en el resto de su superficie. Solo se encuentran sin color verde aquellos antecitos estériles, presentando un color marrón pálido (imagen nº3 y 4) .

imagen (nº3 y 4): espiga "tipo 1" entera (izquierda) y en detalle de glumas y lemmas (derecha)

Espiga "tipo 2": el pedúnculo presenta la misma coloración que en la espiga tipo 1. Respecto a las glumas y lemmas, se observa una leve decoloración de estas, especialmente en las espiguillas ubicadas en la parte superior de la espiga (imagen nº5 y 6).

imagen (nº5 y 6): espiga "tipo 2" entera (izquierda) y en detalle de glumas y lemmas (derecha)

Espiga "tipo 3": el color del pedúnculo se torna en un verde más claro. La decoloración de las espiguillas se torna más generalizada a lo largo de la espiga. Muchas de las glumas y antecios presentan un color marrón claro, donde todavía se pueden observar parte de las nervaduras de un tono verde palido (imagen nº7 y 8).

imagen (n°7 y 8): espiga "tipo 3" entera (izquierda) y en detalle de glumas y lemmas (derecha)

Espiga "tipo 4": el pedúnculo presenta en alguna parte de su circunferencia, una porción en la cual el color verde deja lugar a un marrón opaco (característica más relevante a la hora de clasificar las espigas). Las nervaduras dejan de ser visibles, principalmente en la parte media y apical de la espiga. Las espiguillas basales son las ultimas en perder los destellos verdes (imagen nº9 y 10).

imagen (nº9 y 10): espiga "tipo 4" entera (izquierda) y en detalle de glumas y lemmas (derecha)

Espiga "tipo 5": presenta un pedúnculo de color marrón claro en la mayor parte o toda su circunferencia. Respecto al color de las glumas, estas carecen de nervaduras verdes a lo largo de las mismas, presentando un color marrón claro generalizado en su longitud (imagen nº11 y 12).

imagen (nº11 y 12): espiga "tipo 5" entera (izquierda) y en detalle de glumas y lemmas (derecha)

Una vez definidas los tipos de espigas, para este trabajo se las clasifico en dos grandes grupos. Esta agrupación se realizó en función de simplificar los criterios de clasificación y está basada fundamentalmente en el color que presenta el pedúnculo. Las espigas tipo 1, 2 y 3 con pedúnculos de color verde oscuro o claro uniforme, y las espigas tipo 4 y 5 con el pedúnculo de color marrón en toda o parte de su circunferencia. Por lo tanto, simplificar los criterios de clasificación ayuda a disminuir el margen de error de la persona que lo realiza, debido a que los parámetros morfológicos son siempre subjetivos.

imagen (nº13): clasificación de espigas del tratamiento 2 (15/11/21)

imagen (nº14): clasificación de espigas del tratamiento 3 (18/11/21)

Luego de cada clasificación, se realiza un conteo del número de espigas que conforman cada grupo. Los datos obtenidos se compararan con los de los pesos de las muestras obtenidas correspondiente a cada parcela. De esta forma se busca analizar si hay correlación entre la evolución del peso de los granos y del número de espigas según la cantidad que conforma cada grupo.

Obtención de los datos de peso de los granos

Para la recolección de las muestras, se utilizó una cosechadora de 10 metros de ancho de labor. Para definir la fecha de cosecha del ensayo, el cual está determinado por la humedad de grano de las parcelas testigo, se realizó la trilla el día 2 de diciembre de una porción del lote en el cual se encontraba el ensayo y se

determinó que contenía la humedad necesaria para ser trillado. La recolección de las muestras del ensayo de realizo ese mismo día.
Una vez obtenidas las muestras, se procedió a pesarlas. Para ello se hizo un recuento de 1000 semillas de cada muestra y se las peso (cuadro nº5, anexo). Esto se realizó dos veces, la primera fue a los 15 días y la segunda a los 20 días de la recolección, para asegurar que la humedad de los granos no afectó el resultado del ensayo.

Análisis Estadístico

Para el siguiente trabajo se utilizó el programa estadístico Infostat. El nivel de significación usado fue del 95% (Valor p= 0,05).

Resultados

Rendimiento

En cuanto a las medidas de rendimiento, se expresaron en peso de 1000 granos. Para el modelo, no se presentan valores significativamente diferentes entre los tratamientos, siendo el valor p= 0,8365 (cuadro nº6,anexo). La diferencia mínima significativa (DMS) calculada por el modelo fue de 7,80 gr., resultando una diferencia máxima de 2,74 gr. entre el tratamiento 1 (30,93 gr) y el tratamiento 4 (33,67 gr). La diferencia porcentual entre estos tratamientos fue de 8,13%.

Respecto al tratamiento testigo, el cual se esperaba que alcanzara valores máximos, arrojo valores promedios de 32,20 gr. Contrastando con los tratamientos 1 (valor mínimo) y el tratamiento 4 (valor máximo), la diferencia porcentual fue de 3,95% y de -4,56%, respectivamente.

Respecto al tratamiento 5 en la parcela R1T5, se detectó sintomatología de "Pietin", al cual se le atribuye el bajo rendimiento observado.

Clasificación de las espigas según el tipo

En el siguiente cuadro (nº3) se presenta la cantidad de espigas de cada grupo según la clasificación morfológica descripta anteriormente, de acuerdo con la coloración que presentaba el pedúnculo.
En la columna 6 se ve reflejado el aumento en la cantidad de espigas tipo 4 y 5 a medida que avanzan los días. En la última columna, se expresa el porcentaje que representan estas últimas sobre el total de espigas de cada tratamiento.

fecha	tratamiento	repeticion	nº espigas (5m)	espigas 1-2-3	espigas -4-5	prom nº espigas	prom esp 4-5	% de esp 4-5
		1	639	435	204			
		2	593	386	207			
12-nov	1	3	613	391	222	615	211	34%
		1	582	350	232			
		2	600	348	252			
15-nov	2	3	604	279	325	595	270	45%
		1	638	159	479			
		2	568	163	405			
18-nov	3	3	504	146	358	570	414	73%
		1	645	22	623			
		2	613	26	587			
21-nov	4	3	584	15	569	614	593	97%
		1	556	6	550			
		2	554	7	546			
24-nov	5	3	572	3	569	561	555	99%
		1	561	0	561			
		2	612	0	612			
cosecha	testigo	3	601	0	601	591	591	100%

cuadro(nº3): clasificación de espigas según parámetros morfológicos estandarizados, correspondientes a cada fecha de tratamiento.

Correlación entre parámetros morfológicos y rendimiento

Para el total de los tratamientos, no existe un alto grado de correlación entre ambos parámetros estudiados, donde el valor p= 0,33 y el valor R= 0,49, indicando una correlación positiva pero no significativa (cuadro nº7, anexo).

En contraste, a los efectos de los valores atípicos del tratamientos 5 y del testigo, el análisis de correlación entre el resto de los tratamientos (1,2,3 y 4) si mostro una fuerte correlación positiva, siendo el valor p= 0,01 y valor de R= 0,99 (cuadro nº8, anexo).

Para facilitar el entendimiento, se realizó un gráfico para contrastar ambos parámetros (grafico nº1). Se puede apreciar la relación entre el aumento del número de espigas tipo 4 y 5, y el aumento en el peso de los granos hasta el 21/11, correspondiente al tratamiento 4. En las fechas siguientes se notan los valores atípicos mencionados de los tratamientos correspondientes al 24 de noviembre (T5) y del testigo.

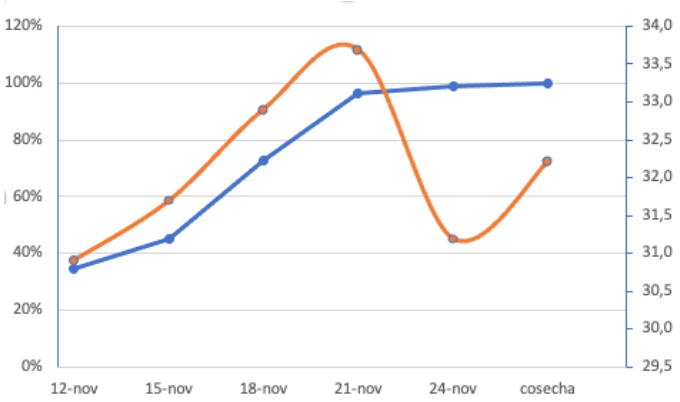

gráfico (n °1): comparación entre el porcentaje de espigas tipo 4-5 (azul) y el peso en gr/1000 granos (naranja), en las fechas de los tratamientos.

Conclusiones

Respecto a los rendimientos del ensayo, los resultados atípicos del tratamiento 5 y del testigo no permiten asegurar que porcentaje del rendimiento se resignaría al adelantar la fecha de cosecha del cultivo. Siendo que el modelo no determina diferencias significativas entre los tratamientos, hay que considerar que la merma en el rendimiento entre el tratamiento 1 y 4 es del 8,1% . A partir de dicho porcentaje que se resigna y el aumento en el potencial de rendimiento del cultivo sucesor (debido al adelanto en la fecha de siembra del mismo), se podrá analizar productiva y económicamente que tan factible será interrumpir el ciclo del trigo. Factores como predicciones climáticas o precios de granos son primordiales para decidir adelantar o no la fecha de cosecha del trigo.

En cuanto al análisis de correlación entre los parámetros morfológicos seleccionados y el rendimiento de cada tratamiento, no arroja ninguna certeza sobre determinar en qué porcentaje del peso final se encuentran los granos debido a las inconsistencias en el tratamiento 5 y el testigo. Sin embargo, la información aportada por el resto de los tratamientos no deja de ser relevante como se demuestra en el cuadro nº8 (anexo), donde el grado de correlación es sumamente alto.

Por otro lado, anticipar la cosecha del cultivo puede actuar como una herramienta para evitar inclemencias climáticas como granizo o excesivas lluvias que impidan una correcta cosecha y deterioro de los granos.

Discusión

A pesar de los resultados y las conclusiones que se sacaron a partir de este trabajo, las cuales no explican todas las dudas e incertidumbres que se plantean desde un principio de manera concreta, abre la puerta a una línea de investigación de la cual no hay mucha información presente. Incluso si los resultados hubieran sido solidos en cuanto a los rendimientos esperados, no sería suficiente para afirmar y generalizar hacia otros casos.

Durante el ensayo, uno de los planteos que surgieron fue si al interrumpir el ciclo del cultivo modificaría la composición del grano. Esto se debería a que, según varios autores, la proteína en el grano se fija antes y en mayor proporción que los carbohidratos. Ahí es donde surge la interrogante para analizar si el porcentaje de pretina aumentaría en relación al peso de los granos al realizar un secado anticipado del cultivo, logrando a la comercialización un plus en el precio por el nivel de proteína.

Referencias bibliográficas

- *Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2009). Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. LEISA revista de agroecología, 24(4), 5-8.*
- *Andrade, F. H. Los desafíos de la agricultura. Acassuso: International Plant Nutrition Institute. 2016, pág. 63.*
- *Calderini, D. F., Abeledo, L. G., & Slafer, G. A. (2000). Physiological maturity in wheat based on kernel water and dry matter. Agronomy Journal, 92(5), 895-901.*
- *Caviglia, O. P., Novelli. L. 2011. Intensificación agrícola: un enfoque a nivel de sistema para mejorar la eficiencia en el uso de recursos y nutrientes, y la sustentabilidad ambiental. Actas Simposio Fertilidad 2011. IPNI-Fertilizar. (Pp. 35.42).*
- *Forjan, H.J.; Manso, M.L. Rotaciones y secuencia de cultivos en la región mixta cerealera del centro-sur bonaerense. Tres Arroyos, Bs As., Ediciones INTA, 2016, pág. 86.*
- *Gardner, F.P.; Brent Pearce, R; Mitchel, R.L. (1985). Carbon fixation by crop canopies. In: Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press. p. 31-57.*
- *Girón, P., Miranda W., Barraco M.R., Ladrone A.V. (2016), Evaluación de distintas fechas de siembra de soja en función de grupos de madurez y espaciamiento entre hileras. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, General Villegas: pág. 43-48.*
- *Hanft, J. M., & Wych, R. D. (1982). Visual Indicators of Physiological Maturity of Hard Red Spring Wheat. Crop Science, 22(3), p. 584-588.*
- *https://www.syngenta.com.ar/product/crop-protection/herbicida-no-selectivo-defoliante-desecante/reglone. Reglone. 2022.*
- *Möckel, F. E., & Cantamutto, M. A. (1984). Endosperma no vitreo en trigo: una revisión bibliográfica. Rev. Fac. de Agr, 1-2.*
- *Murgio, M., Fuentes, F., Salines, L., Soldini, D., & Vigna, A. (2012). Respuesta del rendimiento de cuatro cultivares de soja en diferentes fechas de siembra. Informe de actualización técnica. EEA Marcos Juárez, (25).*
- *Rodríguez, A. G., & Meza, L. M. (2016). Agrobiodiversidad, agricultura familiar y cambio climático.*
- *Saghesso, M.L., Molfese, E.R. (2006). Calidad en trigo pan. instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Balcarce.*
- *Sierra, E. M., Beltran, A. B., & Maio, S. (1993). Peligrosidad del granizo para los cereales en la región Pampeana. Rev. Fac. Agr, 14, 35-43.*
- *Sofield, I., Evans, L. T., Cook, M. G., & Wardlaw, I. F. (1977). Factors influencing the rate and duration of grain filling in wheat. Functional Plant Biology, 4(5), p.785-797.*

Anexo

Datos obtenidos

- cuadro nº4: cantidades de espigas por planta según origen de las parcelas correspondientes al tratamiento 1.

	cantidad de espigas según origen				
parcelas muestreadas	pl. embrio.	1º macollo	2º macollo	3º macollo	TOTAL
T1R1	46	38	45	16	145
T1R2	102	60	32	13	207
T1R3	44	57	28	14	143

- cuadro nº5: orden espacial y resultados (gr/1000 granos) de los tratamientos con sus repeticiones.

tratamiento		gr/1000 granos
	T5	25,6
	testigo	29,6
	T2	29
	T1	29
	T4	31,8
R1	T3	30,2
	T1	32,4
	T5	34
	T2	34,6
	T3	33,6
	testigo	34
R2	T4	34,2
	T5	34
	T3	35
	T2	31,6
	testigo	33
	T1	31,4
R3	T4	35

Análisis estadístico: Rendimiento

- cuadro nº6:

Análisis de la varianza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
p./1000 granos	18	0,14	0,00	8,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16,39	5	3,28	0,40	0,8365
tratamientos	16,39	5	3,28	0,40	0,8365
Error	97,23	12	8,10		
Total	113,62	17			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=7,80650

Error: 8,1022 gl: 12

tratamientos	Medias	n	E.E.	
1	30,93	3	1,64	A
5	31,20	3	1,64	A
2	31,73	3	1,64	A
testigo	32,20	3	1,64	A
3	32,93	3	1,64	A
4	33,67	3	1,64	A

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

Análisis estadístico: Correlación

- cuadro nº7: análisis de correlación entre parámetros morfológicos y rendimiento de todos los tratamientos.

Coeficientes de correlación

/

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Peso Prom	Esp 4-5
Peso Prom	1,00	0,33
Esp 4-5	0,49	1,00

** el 0,33 corresponde al valor p.*
** el 0,49 corresponde a R; arroja valores de -1 a 1 e indica el signo y el grado de correlación de las variables*

- cuadro nº8: análisis de correlación entre parámetros morfológicos y rendimiento de los tratamientos 1,2,3 y 4.

Coeficientes de correlación

Correlación de Pearson: Coeficientes\probabilidades

	Peso Prom	Esp 4-5
Peso Prom	1,00	0,01
Esp 4-5	0,99	1,00

** el 0,01 corresponde al valor p.*
** el 0,99 corresponde a R; arroja valores de -1 a 1 e indica el signo y el grado de correlación de las variables*