

## TRABAJO DE INTENSIFICACIÓN

Efectos de la densidad, fecha de siembra y elección del cultivar sobre caracteres agronómicos en trigo candeal (*Triticum turgidum* spp. *durum*) en el sur bonaerense



***Lucas Ezequiel Tumini***

Tutor

**Dr. Claudio Pandolfo**

Asesor externo

**Dr. Adelina Larsen**

Consejeros

**Dr. Alejandro Presotto, Dr. Juan Martinez**



Departamento de Agronomía  
**Universidad Nacional Del Sur**

Noviembre 2020

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Del Sur y al Departamento de Agronomía por permitirme la posibilidad de poder adquirir los conocimientos para formarme como profesional durante todos estos años.

A los profesores que han dejado en mí una enseñanza y huella durante esta etapa como alumno.

Al Dr. Claudio Pandolfo por ser mi tutor, que desde un principio me dio la posibilidad de realizar el trabajo con él, brindándome su tiempo y asistencia, estando predispuesto en todo momento a responder todas las dudas y consultas durante todo el trabajo.

A la Dr. Adelina Larsen por recibirme en la Chacra de Barrow desde el primer momento. Por permitirme realizar esta linda experiencia y por la predisposición durante la realización de los ensayos en la chacra y en las distintas etapas a lo largo del desarrollo de este trabajo para asesorarme y responder todas las dudas y consultas. Por demostrarme como es el desempeño de un profesional en un instituto como INTA. Por hacerme sentir cómodo durante el pasaje en la chacra y por demostrarme cómo funciona el grupo de mejoramiento y su compromiso con el mismo.

A todo el personal técnico que forma parte del grupo de mejoramiento por ayudarme a realizar el ensayo y en la toma de datos.

A los consejeros, el Dr. Alejandro Presotto y el Dr. Juan Martínez por tomarse el tiempo para hacer sus aportes y correcciones.

A mi familia. En especial a mis padres, Mónica y Hugo, por educarme como persona y por permitirme poder realizar esta linda carrera. A todo su esfuerzo, dedicación y apoyo para que esto sea posible y a hacerme fuerte para jamás bajar los brazos y que todo esfuerzo tiene su recompensa. A mis tres hermanas, Anto, Fiore y Orne por ser mis consejeras y amigas de vida. Por siempre apoyarme y a estar unidos.

A mis amigos, los de la infancia y los que me dejo el paso por la universidad con los cuales compartí muchos momentos y que siempre estuvieron, permitiendo que esta etapa sea más fácil.

Por último, a todas aquellas personas que de alguna u otra forma siempre estuvieron para apoyarme y hacer que este sueño de ser ingeniero agrónomo

sea posible, y que más allá de todos los obstáculos que surjan a lo largo de tus sueños nada hace cambiar lo que uno se propone si está dispuesto a lograrlo.

A pesar de la situación actual en el cual me tocó recibirme, donde el COVID-19 no me permitió hacerlo como lo esperaba, igual puedo decir que nada cambia esa satisfacción y orgullo de poder lograrlo.

Simplemente gracias.

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	II
ÍNDICE .....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS .....	VI
<b>1. RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
2.1. Importancia del cultivo de trigo.....	3
2.2. El trigo candeal en Argentina.....	3
2.3. Determinación del rendimiento y sus componentes .....	5
2.4. Efectos de la densidad y fecha de siembra en el rendimiento .....	8
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>12</b>
<b>4. HIPÓTESIS.....</b>	<b>12</b>
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>20</b>
6.1. Variables climáticas.....	20
6.2. Caracteres agronómicos .....	22
6.2.1. Componentes del rendimiento a nivel planta .....	23
6.2.2. Componentes del rendimiento a nivel parcela.....	28
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>42</b>
<b>9. APÉNDICE .....</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> Regiones de cultivo de trigo para fideos. Fuente: SAGPyA (2000).....	4
<b>FIGURA 2:</b> Etapas del ciclo de cultivo de trigo y generación de componentes del rendimiento. SI: siembra, EM: emergencia, IF: iniciación floral, DL: doble lomo, ET: espiguilla terminal, ES: espigazón, AN: antesis, MF; madurez fisiológica, CO: cosecha. Etapas: ES: establecimiento, PM: pre-macollaje, MC: macollaje, EN: encañazón, EA: espigazón-antesis, LLG: llenado de grano, SC: secado del grano. Fuente: Modificado de Slafer y Rawson (1994).....	7
<b>FIGURA 3:</b> Ubicación de la Chacra Experimental Integrada Barrow y ensayo de trigo candeal 2019. Fuente: Google Earth. ....	13
<b>FIGURA 4:</b> a-b-c: establecimiento de los ensayos y conteo de plántulas para la determinación de las densidades logradas. d: macollaje. e-f: espigazón. g: fin de llenado de grano. h: cosecha manual de un metro lineal de surco para el posterior análisis de las plantas. i: cosecha mecánica de las parcelas con cosechadora experimental. j: contador de granos para la posterior determinación del P1000. k: determinación del rendimiento y PH de las muestras obtenidas luego de la cosecha de las parcelas. ....	17
<b>FIGURA 5:</b> Precipitaciones y temperaturas medias históricas (1938-2018) y para las campañas 2018/19 y 2019/20. Fuente: Elaboración propia a partir de datos aportados por la estación agrometeorológica de la Chara Experimental Integrada Barrow. ....	20
<b>FIGURA 6:</b> Precipitaciones y temperaturas medias históricas (1938-2018) y durante la campaña 2018/19 y 2019/20 durante el ciclo del cultivo. Fuente: Elaboración propia a partir de datos aportados por la estación agrometeorológica de la Chara Experimental Integrada Barrow.....	21
<b>FIGURA 7:</b> Número de espigas planta <sup>-1</sup> para la densidad de 100 plantas m <sup>-2</sup> , para las campañas 2018 y 2019, en siembra normal (SN) y tardía (ST).....	25
<b>FIGURA 8:</b> n° de espigas m <sup>-2</sup> para la campaña 2019/20 en las dos épocas de siembra. ....	30
<b>FIGURA 9:</b> n° de espigas m <sup>-2</sup> para las distintas densidades, campaña 2019/20 siembra normal. ....	30
<b>FIGURA 10:</b> Rendimiento promedio para la campaña 2018/19 y 2019/20.....	35
<b>FIGURA 11:</b> Rendimiento medio (kg ha <sup>-1</sup> ) para las dos campañas analizadas, épocas de siembra y variedades utilizadas. ....	36
<b>FIGURA 12:</b> Rendimiento promedio (kg ha <sup>-1</sup> ) de las ocho densidades para las dos variedades en ambas épocas de siembra y su correspondiente línea de tendencia ajustada a una recta de regresión.....	37
<b>FIGURA 13:</b> Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ) alcanzado para la época de siembra temprana (ST). ....	38
<b>FIGURA 14:</b> Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ) alcanzado para época de siembra normal (SN)...	38

---

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1:</b> Manejo agronómico de los ensayos 2018/19 y 2019/20.....	18
<b>TABLA 2:</b> Dosis utilizadas para la siembra de las parcelas en gramos parcela <sup>-1</sup> y sus equivalencias en kg ha <sup>-1</sup> .....	19
<b>TABLA 3:</b> Resumen de los resultados ANOVA individuales para los componentes de rendimiento en los dos años analizados (ST: siembra temprana; SN: siembra normal; Factores: V: variedad y D: densidad). .....	22
<b>TABLA 4:</b> Resumen de los resultados ANOVA Individuales para rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ), PH (kg hl <sup>-1</sup> ), P1000 (g) y Espigas m <sup>-2</sup> .....	23
<b>TABLA 5:</b> Granos espiguilla <sup>-1</sup> y Granos espiga <sup>-1</sup> por campaña y época de siembra... ..	26
<b>TABLA 6:</b> PH logrado por campaña, época de siembra y para las dos variedades....	33

## 1. RESUMEN

El trigo candeal (*Triticum turgidum* spp. *durum*) es un cultivo importante en el sur bonaerense, en donde se encuentra la mayor producción a nivel nacional. Esta amplia región presenta condiciones climáticas y edáficas muy diferentes. En la actualidad existe una disponibilidad limitada de cultivares de trigo candeal, contando únicamente con variedades de ciclo intermedio a corto. Ante la ausencia de cultivares de ciclo largo, los productores del centrosur-sudoeste bonaerense buscan adelantar las fechas de siembra y bajar la densidad en suelos de profundidad limitada para lograr mejores rendimientos o estabilizarlos. El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de ocho densidades en dos épocas de siembra, (una temprana, “ST”) a principios de junio y otra normal (“SN”, a mediados de julio), sobre el rendimiento y sus componentes, en dos variedades de trigo candeal de ciclo intermedio. De esta manera se buscó generar información y brindar recomendaciones para cada una de las situaciones evaluadas. El ensayo se realizó en la EEA INTA Barrow durante dos campañas trigueras sucesivas, 2018/19 y 2019/20. El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas en bloques completos al azar con tres repeticiones. Las dos variedades utilizadas fueron Bonaerense INTA Cariló (“BICAR”) y Bonaerense INTA Quillén (“BIQUI”). Estas variedades fueron sembradas bajo ocho densidades: 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400 y 500 plantas m<sup>-2</sup>. Las variables analizadas fueron: macollos planta<sup>-1</sup>, altura del macollo principal, espigas planta<sup>-1</sup>, Peso total granos planta<sup>-1</sup>, Índice de Cosecha (“IC”), Espiguillas espiga<sup>-1</sup>, Granos espiguilla<sup>-1</sup>, Granos espiga<sup>-1</sup>, rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>), peso hectolítrico, peso de mil granos, espigas m<sup>-2</sup> y altura de parcela. Las principales diferencias en los componentes de rendimiento debidas a la densidad se vieron en macollos planta<sup>-1</sup>, espigas planta<sup>-1</sup>, granos planta y en el peso total de granos planta<sup>-1</sup>. Si bien no se registraron diferencias estadísticamente significativas para el rendimiento entre variedades, se observó que en la campaña 2018/19 (mejores condiciones climáticas) BICAR registró un rendimiento superior a BIQUI en la época de ST. Éste cultivar redujo marcadamente su rendimiento a medida que se atrasó la fecha de siembra. Por el contrario, no así para BIQUI que presentó rendimiento más estable entre épocas de siembra y para las dos campañas. En

base a los resultados obtenidos en este trabajo, la densidad de siembra adecuada independientemente de la variedad en épocas de siembra temprana (principios de junio) sería de 180-200 plantas  $m^{-2}$  seguras a campo, pudiéndose reducir a 100-150 plantas  $m^{-2}$  en ambientes con mayores restricciones para el cultivo.

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1. Importancia del cultivo de trigo

El trigo es uno de los cereales de mayor importancia a nivel mundial, ubicado productivamente en segundo lugar detrás del maíz. En ciertas regiones (Europa, sur de Asia) es el cultivo de mayor relevancia (FAO, 2015). A nivel mundial se siembran alrededor de 220 millones de hectáreas y se producen unas 740 millones de toneladas de grano (USDA, 2019). El trigo como cultivo y sus especies emparentadas pertenecen al género *Triticum* L., miembros de la tribu Tritíceas (familia *Poaceae* o “Gramíneas”), que comprende alrededor de 300 especies (Clayton y Renvoize, 1986). Dentro del género *Triticum*, encontramos a las dos principales especies cultivadas, *T. aestivum* (**trigo pan**) y a *Triticum turgidum* ssp. *durum* conocida como **trigo duro, candeal o trigo para fideos**.

El trigo candeal ha representado en los últimos años alrededor de un 6-8% de la producción mundial de trigo oscilando entre 30 y 40 millones de toneladas producidas (Dominguez Brando, 2014), con un total de 18 millones de hectáreas sembradas. Los principales productores a nivel mundial se ubican en el hemisferio norte, especialmente alrededor del mar Mediterráneo y Medio Oriente (Italia, Francia, España, Grecia, Marruecos, Libia, Túnez, Argelia, Egipto, Turquía, Siria), América del Norte (Canadá y EE.UU.) y México. Australia, Argentina y Chile representan productivamente al hemisferio sur.

Uno de los principales destinos del grano de trigo candeal es la molienda, a partir de la cual se obtiene la **sémola**, materia prima para la elaboración de pastas secas (fideos) a nivel industrial. Esto es posible debido a que presenta un endosperma de naturaleza vítrea o córnea (Seghezzo, 2014).

### 2.2. El trigo candeal en Argentina

El cultivo fue introducido en Argentina por inmigrantes italianos, obteniéndose las primeras cifras de producción registradas oficialmente en la campaña 1963/64. Argentina logró alcanzar el 3º lugar en el mundo como país exportador con una producción de 760.000 t en la campaña 1969/70 con una superficie sembrada de 419.700 ha. En la actualidad el trigo candeal representa alrededor del 1,5% de la producción de trigo: en la última campaña

(2018/19), según estadísticas oficiales, la superficie sembrada en nuestro país fue de 86.000 ha, con alrededor de 300.000 t producidas (Datos Agroindustria, 2019). Este cultivo es de fundamental importancia en el sur de la provincia de Buenos Aires, responsable del 90 % de la producción nacional. En esta zona, se pueden distinguir tres regiones principales de cultivo, con características agroclimáticas muy diferentes entre si. La del sudeste (zona húmeda), la del centrosur (zona subhúmeda), y la del sudoeste (zona semiárida) (Figura 1).



**Figura 1:** Regiones de cultivo de trigo para fideos. Fuente: SAGPyA (2000).

La producción de trigo en el sur bonaerense se realiza en su mayoría en seco y el éxito de la misma está asociado, entre otros factores, a la ocurrencia y distribución de las precipitaciones, disminuyendo de este a oeste, con medias que van de 900 mm a 550 mm respectivamente. Otro de los factores que influye en la producción de trigo candeal es la variación en las propiedades edáficas, siendo las más importantes la profundidad, textura y contenido de materia orgánica (MO). Estos factores climáticos y edáficos producen variaciones en el rendimiento y en la calidad del grano, obteniéndose rindes decrecientes en sentido este-oeste, opuestamente a lo que ocurre con el contenido de proteína en grano (en general, se logran mayores contenidos de proteína hacia el oeste del sur bonaerense). La dependencia de los rendimientos respecto de las lluvias primaverales se debe a la baja capacidad de retención de agua de los suelos predominantes en muchas áreas del sur bonaerense (Cantamutto *et al.*, 2016). En el sudoeste y centrosur de la

provincia, principales áreas candealeras, esta capacidad se ve frecuentemente limitada por la textura franco arenosa/franco arcillosa de los suelos y la presencia de un horizonte petrocálcico a escasa profundidad. El rendimiento promedio nacional de este cultivo ronda en los 3.700 kg ha<sup>-1</sup> (Cantamutto *et al.*, 2016).

La comercialización de este cereal se realiza a través de contratos que se establecen previo a la siembra del cultivo entre la industria molinera y los productores (o intermediarios: acopiadores, cooperativas, etc.). En estos contratos se especifican los términos y condiciones que deberá cumplir cada parte y cuáles serán sus beneficios. El precio base que recibe el productor por el grano comercializado se obtiene de la fijación de un porcentaje previo a la siembra (aproximadamente un 50%) y el resto se liquida al momento de la entrega de la mercadería utilizando como referencia el precio pizarra del trigo pan. A partir de allí, en función de la calidad obtenida (% de gluten), comienzan las bonificaciones. Éstas pueden significar un aumento (o disminución) del precio base de hasta un 30-35 % (Seghezzo, 2014).

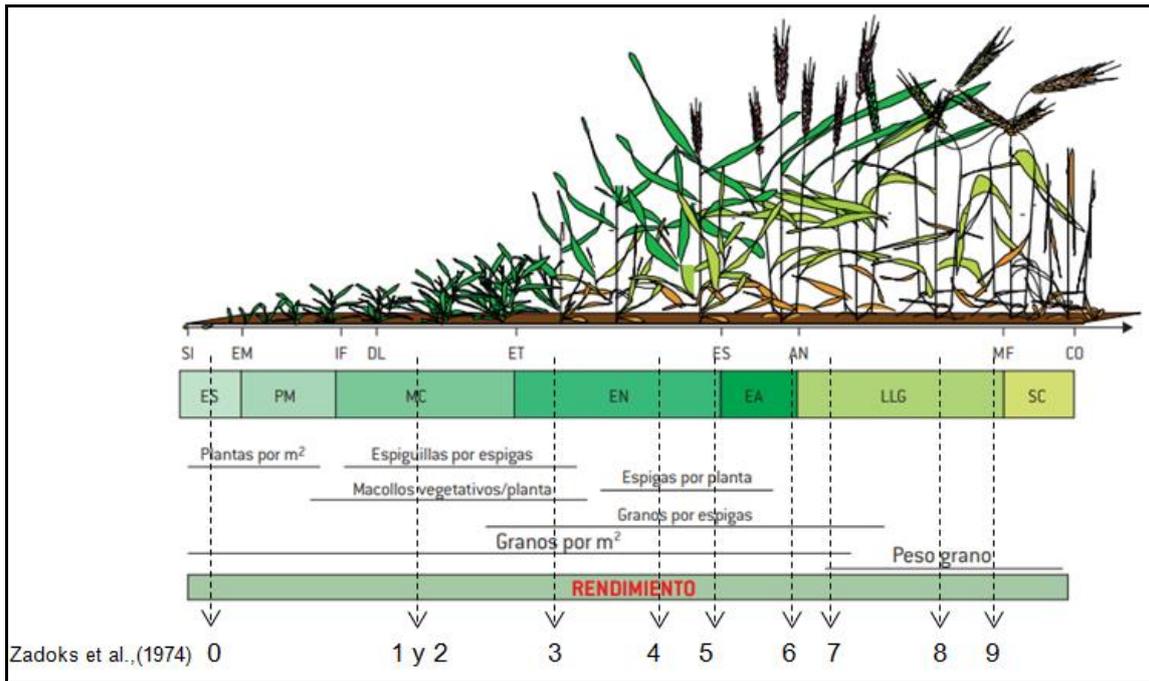
Esta forma de comercialización le permite a la empresa poder modificar el precio que le paga al productor de acuerdo con el cumplimiento de determinados requisitos de calidad, y al productor lograr sobrepuestos con respecto al trigo pan según la calidad del trigo obtenido. La propia industria o intermediarios proveen de semillas de determinadas variedades y muchas veces asesoramiento técnico en cuanto al manejo del cultivo. El productor por su parte, en base a la experiencia propia y a la asistencia técnica que recibe, busca incrementar los rendimientos asignando los mejores lotes para la siembra de este cultivo, realizando un manejo adecuado durante el ciclo, en la cosecha y almacenaje para lograr una buena calidad de grano y de esta manera alcanzar los mejores niveles de bonificaciones (Jensen y Carbajo, 2001).

### 2.3. Determinación del rendimiento y sus componentes

Los dos componentes principales del rendimiento de los cereales de invierno son el **número de granos por unidad de superficie** y el **peso**

**promedio unitario de los granos.** El rendimiento de un cultivo puede entonces explicarse como el producto de ambos (Satorre *et al.*, 2003; Figura 2).

El **número de granos** por unidad de superficie, se determina durante las distintas etapas a lo largo del desarrollo del cultivo, es decir, desde etapas tempranas hasta floración, donde queda fijado el número final de los mismos. Luego de la siembra y una vez ocurrida la emergencia queda establecido el *stand* de plántulas por unidad de superficie (número de plantas  $m^{-2}$ ). Una vez iniciado el macollaje se establecerá el número potencial de espigas. Sin embargo, este número se ve reducido debido a que existe una gran mortandad de macollos durante la elongación de los tallos. Por lo tanto, aquellos macollos que sobrevivan serán fértiles (desarrollarán espigas), quedando determinado el número de macollos fértiles en floración (número de espigas  $m^{-2}$ ). El *número de granos por espiga* surge de la *multiplicación* entre el *número de espiguillas por espiga* (definido en el periodo comprendido entre iniciación floral y espiguilla terminal), y el *número de granos por espiguilla* que se fija luego de ocurrida la floración y cuaje de los granos. De esta manera queda establecido **el número de granos por  $m^{-2}$** . Éste es el componente de rendimiento de **mayor importancia** para la determinación del mismo ( $kg\ ha^{-1}$ ) y modificable mediante el *mejoramiento genético* y el *ambiente* ofrecido al cultivo (Satorre *et al.*, 2003).



**Figura 2:** Etapas del ciclo de cultivo de trigo y generación de componentes del rendimiento. SI: siembra, EM: emergencia, IF: iniciación floral, DL: doble lomo, ET: espiguilla terminal, ES: espigazón, AN: anthesis, MF: madurez fisiológica, CO: cosecha. Etapas: ES: establecimiento, PM: pre-macollaje, MC: macollaje, EN: encañazón, EA: espigazón-anthesis, LLG: llenado de grano, SC: secado del grano. Fuente: Modificado de Slafer y Rawson (1994).

El **peso de los granos** se define en un periodo de tiempo más corto, el cual se encuentra comprendido entre *floración* y *madurez fisiológica del cultivo*, momento en el que el grano alcanza su máximo peso seco. A partir de allí, el grano sólo perderá humedad, hasta alcanzar la humedad de cosecha. El peso final de los granos está determinado por la tasa de acumulación de materia seca y la duración del llenado (Satorre *et al.*, 2003).

El número de granos establecidos se fija durante el “**período crítico**” del cultivo, comprendido entre 20 días pre-floración y 10 días post-floración. En éste período, son muy importantes las condiciones ambientales a las que se ve expuesto el cultivo de trigo, ya que ocasionarán efectos en el número de granos. Dentro de las condiciones ambientales, la temperatura, disponibilidad hídrica y de nutrientes, son las que presentan mayor impacto en el número de granos y, por ende, en el rendimiento. Si bien la determinación del rendimiento ocurre durante todo el ciclo del cultivo, no todas las etapas tienen la misma

importancia para la definición del rendimiento ante variaciones en la oferta de recursos (Miralles *et al.*, 2014).

Ante condiciones desfavorables durante el periodo crítico se ve afectado el número de granos; temperaturas altas van a impactar negativamente en la fertilidad de las flores, así como también las temperaturas bajas (heladas), las cuales pueden causar muerte parcial o total de flores. Asimismo, condiciones de baja disponibilidad hídrica y de nutrientes previo al periodo crítico y durante el mismo, ocasionarán condiciones de estrés para la planta disminuyendo el crecimiento, y la acumulación de biomasa a floración. Esta menor intercepción de la radiación (menor área foliar), provocará reducciones en el número y peso de los granos. También es muy importante el estado general en el que se encuentra el cultivo al momento de iniciar el periodo crítico, un correcto manejo previo a este periodo permitirá alcanzar un mayor rendimiento (mayor número de granos) (Miralles *et al.*, 2014).

El peso de los granos se ve afectado por la tasa y duración del llenado. La temperatura y la disponibilidad hídrica son los factores que tiene mayor incidencia en estos dos componentes. Aumentos en la temperatura media durante el periodo de llenado determinaran un incremento en la tasa de acumulación de materia seca en el grano, acompañada de una reducción más que proporcional en la duración del periodo de llenado disminuyendo, en consecuencia, el peso final de los granos (Satorre *et al.*, 2003).

En cuanto a la disponibilidad hídrica, una baja disponibilidad de agua durante el período de llenado produce una disminución del tiempo de acumulación de materia seca, causando una reducción del peso final de los granos (Satorre *et al.*, 2003).

#### 2.4. Efectos de la densidad y fecha de siembra en el rendimiento

Las prácticas de manejo que se realizan durante el ciclo del cultivo impactan en el rendimiento final obtenido.

La **fecha de siembra** determina el ambiente fototermal que cada cultivo explorará a lo largo de su ciclo y, especialmente, durante las etapas críticas para la determinación del rendimiento (Satorre *et al.*, 2003).

La elección de la fecha de siembra es una de las prácticas agronómicas de mayor importancia en la determinación del rendimiento. Las fechas de siembra que permitan maximizar el rendimiento potencial serán consideradas óptimas para cada cultivar. Sin embargo, la presencia de restricciones climáticas (periodo libre de heladas, disponibilidad hídrica, momento de precipitaciones, etc.) o de manejo (capacidad operativa, oportunidad de siembra) hacen que muchas veces la siembra se realice con anticipación o con posterioridad a la fecha óptima recomendada para un cultivar, produciendo la exposición del mismo a distintas temperaturas y fotoperiodos que ocasionarán cambios en el desarrollo del mismo, acortando o alargando las etapas de crecimiento y desarrollo.

La **densidad de siembra** es una de las prácticas de manejo que determina la capacidad del cultivo de interceptar recursos, pudiendo llegar a afectar de manera importante la captura y utilización de radiación, agua y nutrientes (Satorre *et al.*, 2003).

En general, la *densidad de siembra* óptima aumenta con la disponibilidad de recursos ambientales (Ciha, 1982; Gooding *et al.*, 2003; Arduini *et al.*, 2006). Sin embargo, la siembra a altas densidades no siempre implica aumentos en el rendimiento, porque también influye en la competencia entre plantas, los patógenos, la humedad del suelo y la disponibilidad de N. La fecha de siembra, se considerada el factor más importante que influye en la densidad óptima tomada por parte de los productores (Satorre, 1999), se rige en gran medida por el clima y la rotación de cultivos. La demora en la siembra luego de la fecha óptima, disminuye el rendimiento porque reduce el crecimiento individual de las plantas y la producción de macollos en el trigo (Isidro-Sánchez *et al.*, 2017).

La *densidad de siembra* es una de las prácticas de manejo que influye directamente en el rendimiento, ya que tiene un efecto directo en el número de espigas por unidad de superficie y, en consecuencia, los componentes del rendimiento que se ven afectados son, el número de granos por espiga y el peso individual de los granos (Pires Valério *et al.*, 2013). En la medida que se incrementa la densidad se produce una disminución en el rendimiento individual por planta, mientras que el rendimiento por unidad de área se incrementa debido a un mayor número de granos  $m^{-2}$ , de esta manera los

rendimientos por unidad de área se mantienen constantes ante distintas densidades. Esto se debe a que las variaciones producidas en el número de granos por espiga o al número de espigas por planta tiene un efecto compensador sobre el rendimiento. El rendimiento de grano presenta una relación positiva con el número de granos producidos por unidad de superficie (Satorre *et al.*, 2003).

Los efectos de la densidad sobre el rendimiento están relacionados con la disponibilidad de recursos. En condiciones de baja disponibilidad de recursos, aquellas plantas creciendo a altas densidades (en condiciones de severa competencia), muestran una reducción progresiva de la tasa de crecimiento, la cual afecta la determinación del número de granos principalmente durante el periodo crítico (20 días antes y 10 días después de anthesis) (Satorre *et al.*, 2003).

Por otra parte, los cultivares de trigo candeal existentes en el mercado argentino poseen ciclos de crecimiento intermedio a corto (hasta la fecha en el país no se han inscripto variedades de ciclo largo). Para el sur bonaerense, la fecha de siembra recomendada para los cultivares de ciclo intermedio es a partir del 15-20 de junio hasta mediados de julio. Es por esta razón, que para nuestra región, las densidades de siembra tradicionalmente recomendadas para las variedades de ciclo intermedio oscilan entre las 250 a 300 plantas  $m^{-2}$ . Para los ciclos intermedios, se recomienda incrementar la densidad pasado el periodo óptimo de siembra, es decir luego de mediados de julio hasta principios de agosto (300 a 350 pl  $m^{-2}$ ) y suele reducirse ante una disminución en la disponibilidad de agua durante el ciclo del cultivo.

Con el objetivo de mitigar el estrés hídrico en suelos someros y estabilizar la producción, una de las prácticas de manejo utilizadas recientemente por los productores candealeros ha sido reducir la densidad de siembra (pl  $m^{-2}$ ) a niveles menores de lo recomendado tradicionalmente por la literatura y asesores. Asimismo, no existe información del comportamiento de las variedades de ciclo intermedio frente al adelantamiento de la fecha de siembra (principios de junio) en ensayos comparativos de rendimiento (ECR).

Se han llevado a cabo numerosos ensayos para determinar la densidad de siembra óptima para maximizar el rendimiento. Sin embargo,

muchos de estos ensayos han sido realizados hace bastante tiempo, con otras especies (trigo pan), con variedades antiguas, y en otros ambientes (Lafond, 1994; Carr *et al.*, 2003; Suaste-Franco *et al.*, 2013; Forster *et al.*, 2017; Ren *et al.*, 2019). Por todo esto, es necesario contar con información actualizada sobre la densidad óptima de siembra de trigo candeal, para la zona del centro sur de la provincia de Buenos Aires, en condiciones edáficas limitantes.

### **3. OBJETIVOS**

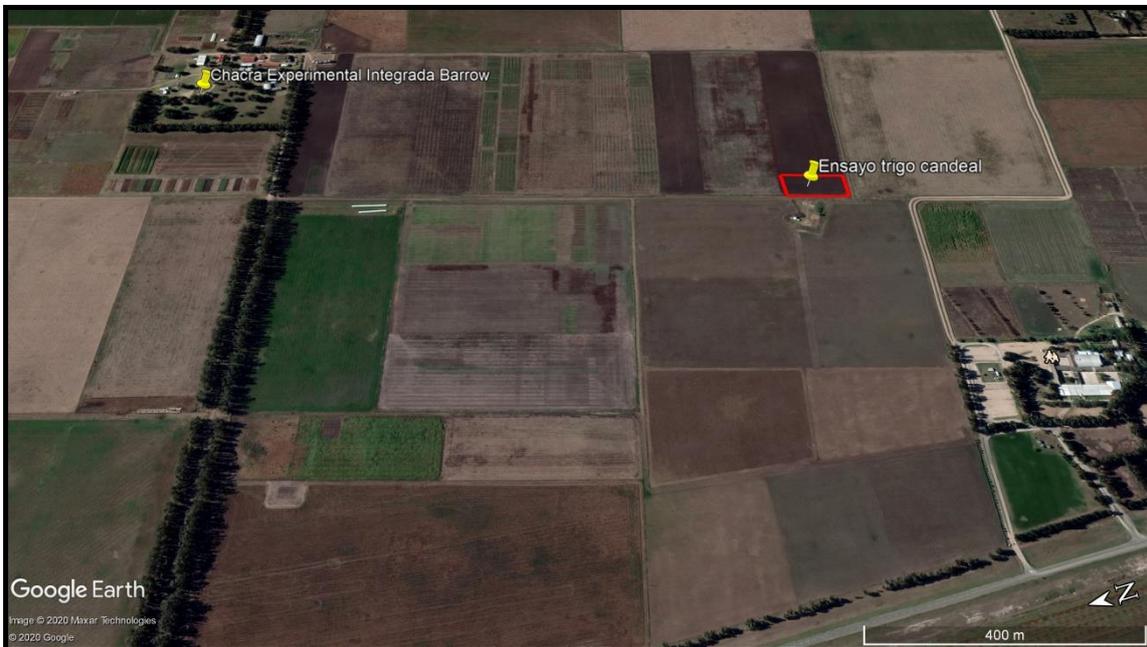
- Determinar los efectos de la densidad y la fecha de siembra sobre el rendimiento y sus componentes en dos cultivares de trigo candeal de ciclo vegetativo intermedio.
- Explorar los efectos de siembras tempranas en variedades de trigo candeal de ciclo vegetativo intermedio.
- Proporcionar una densidad de siembra óptima recomendada en siembras tempranas para el cultivo de trigo candeal en condiciones de suelo limitante (presencia de tosca).

### **4. HIPÓTESIS**

- La fecha y densidad de siembra modifican el rendimiento y sus componentes, peso hectolítrico y peso de mil granos en las variedades utilizadas en este ensayo y además estas variedades difieren en estos componentes.
- El adelantamiento de la siembra es una práctica de manejo agronómico que puede contribuir a lograr rendimientos estables en condiciones de suelos someros.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos fueron conducidos en el campo experimental de cereales de invierno de la Estación Experimental Agropecuaria Integrada (EEAI) Barrow (convenio MDA-INTA), ubicada en el centrosur bonaerense (Latitud 38°20'S, Longitud 60°13'O; 120 m s.n.m.; Figura 3) en dos campañas trigueras, 2018/19 y 2019/20. Los suelos del campo experimental son de tipo Argiudol petrocálcico (Soil Survey Staff, 2010), de textura franco arcillosa, con una profundidad efectiva limitada por la presencia de tosca a 30-50 cm. Previo a la siembra de los ensayos, se practicó una rotación de cultivos de tres años: campo experimental-soja de primera-barbecho químico (lote en descanso).



**Figura 3:** Ubicación de la Chacra Experimental Integrada Barrow y ensayo de trigo candeal 2019. Fuente: Google Earth.

El sitio experimental está ubicado en una región edafoclimática sub-húmeda, con 758 mm de precipitación media anual (408 mm desde junio a diciembre) y una temperatura media anual de 14,9°C (12,7°C desde junio a diciembre). El número promedio de heladas meteorológicas anuales es de 42,3 días, siendo julio y agosto los meses con mayor frecuencia de las mismas. La fecha media de primera helada meteorológica es el 23/04 y la de última helada el 02/11, siendo de 172 días el período libre de heladas meteorológicas. En

cuanto a las heladas agronómicas (tomadas a la intemperie y a 5 cm del suelo), la fecha media de primera helada es el 30/03 en tanto que la fecha media de la última es el 16/11, con un periodo libre de heladas de 133 días (datos de la Estación Meteorológica Barrow 1938-2018).

Los experimentos fueron realizados en dos fechas de siembra (“**Época de siembra**”); una temprana (principios de junio, “ST”) y otra a mediados de julio (siembra normal, “SN”). En cada época se evaluaron dos variedades de trigo candeal: Bonaerense INTA Cariló (“BICAR”) y Bonaerense INTA Quillén (“BIQUI”), ambas de ciclo intermedio. Dichas variedades fueron sembradas bajo ocho densidades: 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400 y 500 plantas  $m^{-2}$ . Para ello, se utilizó un diseño experimental en parcelas divididas en bloques completos al azar con tres repeticiones, en donde las variedades representaron las parcelas principales y la densidad las subparcelas.

Los ensayos fueron sembrados bajo labranza convencional con una sembradora de granos finos experimental. El tamaño de parcela fue de 7,56  $m^2$  (7 surcos distanciados a 0,18 m entre surco x 6,00 m de longitud de surco) y 8,064  $m^2$  (7 surcos distanciados a 0,18 m entre surco x 6,40 m de longitud de surco) a la siembra, para el año 2018/19 y 2019/20 respectivamente. A la cosecha se tomaron 5,00  $m^2$  (cosecha de 5 surcos centrales y eliminación de bordes frontal y trasero de cada parcela). Las condiciones de manejo de los ensayos fueron realizadas siguiendo las recomendaciones profesionales de acuerdo al sitio de implantación de los ensayos y al manejo propio de un campo experimental, garantizando la ausencia de limitantes debidas al manejo. La aplicación de fungicidas foliares no fue necesaria ya que las enfermedades más comunes (royas, *Puccinia* spp.) estuvieron por debajo del umbral de control, debido a la buena respuesta de las variedades utilizadas frente al patógeno. El resumen de las prácticas de manejo agronómico de los ensayos se muestra en la Tabla 1.

El cálculo de la dosis de siembra (**gramos parcela<sup>-1</sup>**) se realizó a partir de la siguiente fórmula: [Densidad de plantas (plantas  $m^{-2}$ ) x peso de mil granos (“**P1000**”, g) x superficie de parcela ( $m^2$ ) x 1000] / poder germinativo (P.G. (%))

× pureza (%) × coeficiente de logro (CL (%)). Las distintas dosis utilizadas y sus equivalencias en Kg ha<sup>-1</sup> se encuentran resumidas en la Tabla 2.

$$\text{gramos parcela}^{-1} = \frac{\text{densidad de plantas (pl m}^{-2}\text{)} \times \text{peso de mil granos (P1000,g)} \times \text{superficie de parcela (m}^2\text{)} \times 1000}{\text{poder germinativo (PG, \%)} \times \text{pureza (\%)} \times \text{coeficiente de logro (CL, \%)}$$

Fueron registradas las fechas de siembra y emergencia de los ensayos. Luego, se determinaron a nivel de parcela el número de plantas m<sup>-2</sup>, la fecha de espigazón (estadio 5.5 en escala Zadoks *et al.*, 1974), el período desde emergencia a espigazón (“**Días Em-Esp**”), el número de espigas m<sup>-2</sup> (“**Esp m<sup>-2</sup>**”), y la altura de parcela (“**Altura**”, cm). La cosecha se realizó en forma automatizada, con una cosechadora experimental de ensayos, cada parcela en forma individual.

Previo a la cosecha de los ensayos, se cortó 1 m lineal de surco de cada parcela para el posterior análisis de los componentes de rendimiento. Para ello, se eligieron 5 plantas al azar y en cada una se determinó el número de macollos, altura del macollo principal (cm), número de espigas por planta, peso aéreo (g), número de espiguillas por espiga, número de granos por espiga y peso de los granos de cada espiga (g).

A partir del grano cosechado de cada parcela se obtuvieron resultados de rendimiento (g parcela<sup>-1</sup>, luego expresados en kg ha<sup>-1</sup>), peso hectolítrico (“**PH**”, kg hL<sup>-1</sup>) y peso de mil granos (“**P1000**”, g).

Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante Análisis de la Varianza (ANOVA) con el software Infostat versión estudiantil 2020 (Di Rienzo *et al.*, 2020). Para el rendimiento, PH, P1000, Días Em-Esp, Esp m<sup>-2</sup> y altura de parcela, los datos fueron analizados bajo un diseño en parcelas divididas en bloques completos al azar, considerando a la variedad como factor A (parcela principal) y a la densidad como factor B (subparcela) bajo un diseño de bloques completos al azar. El análisis de los componentes de rendimiento n° macollos planta<sup>-1</sup>, altura del macollo principal, n° espigas planta<sup>-1</sup>, Peso total granos planta<sup>-1</sup>, Índice de Cosecha (“**IC**”), Espiguillas espiga<sup>-1</sup>, Granos espiguilla<sup>-1</sup>, Granos espiga<sup>-1</sup> fue efectuado bajo un diseño de parcelas subdivididas, tomando a la Variedad como parcela principal, a la

Densidad como subparcela y a la Planta como subsubparcela (Infostat Manual de Usuario v. 2008).

La comparación de medias fue realizada mediante la prueba de Tukey al 5%.

Con el propósito de evaluar la implantación de los distintos ensayos, previo al inicio de macollaje, se realizó un conteo del nº de plántulas  $m^{-2}$ . Dado que para los cuatro ensayos no se registraron inconvenientes durante la implantación, se logró un eficiente establecimiento de las plántulas sin registrar variaciones marcadas en las distintas densidades de siembra propuestas en ambas campañas.

En la figura 4 se muestran fotos de las distintas tareas realizadas durante los ensayos a campo del seguimiento del cultivo y el procesamiento de las muestras.



**Figura 4:** a-b-c: establecimiento de los ensayos y conteo de plántulas para la determinación de las densidades logradas. d: macollaje. e-f: espigazón. g: fin de llenado de grano. h: cosecha manual de un metro lineal de surco para el posterior análisis de las plantas. i: cosecha mecánica de las parcelas con cosechadora experimental. j: contador de granos para la posterior determinación del P1000. k: determinación del rendimiento y PH de las muestras obtenidas luego de la cosecha de las parcelas.

**Tabla 1:** Manejo agronómico de los ensayos 2018/19 y 2019/20.

Año	Superficie de parcela sembrada m <sup>2</sup>	Superficie de parcela cosechada m <sup>2</sup>	Primera época		Segunda época		Tratamiento de semilla	Fertilización		Control de malezas		Fecha de cosecha
			Fecha de siembra	Fecha de emergencia	Fecha de siembra	Fecha de emergencia		Presiembra	Macollaje	Preemergencia	Macollaje	
2018/19	7.560 m <sup>2</sup> (7 surcos a 0.18 m × 6 m de largo)	5.00 m <sup>2</sup> (5 surcos centrales × 5.60 m de largo)	01-06-18	18-06-18	16-07-18	05-08-18	CKC curasemillas (Dosis comercial)	PDA, 140 Kg ha <sup>-1</sup>	Urea 250 Kg ha <sup>-1</sup>	Flurocloridona (1,5 L ha <sup>-1</sup> )	Peak Pack (Dosis comercial) + Axial (Dosis comercial)	05-01-19
2019/20	8.064 m <sup>2</sup> (7 surcos a 0.18 m × 6.40 m de largo)	5.00 m <sup>2</sup> (5 surcos centrales × 5.60 m de largo)	04-06-19	17-06-19	16-07-19	03-08-19	Summiheigt-MT (Dosis comercial)	PDA, 200 Kg ha <sup>-1</sup>	Urea 260 Kg ha <sup>-1</sup>	Flurocloridona (1,3 L ha <sup>-1</sup> )	Merit Pack (400 cc + 6,7 g ha <sup>-1</sup> )	26-12-19

PDA: fosfato diamónico

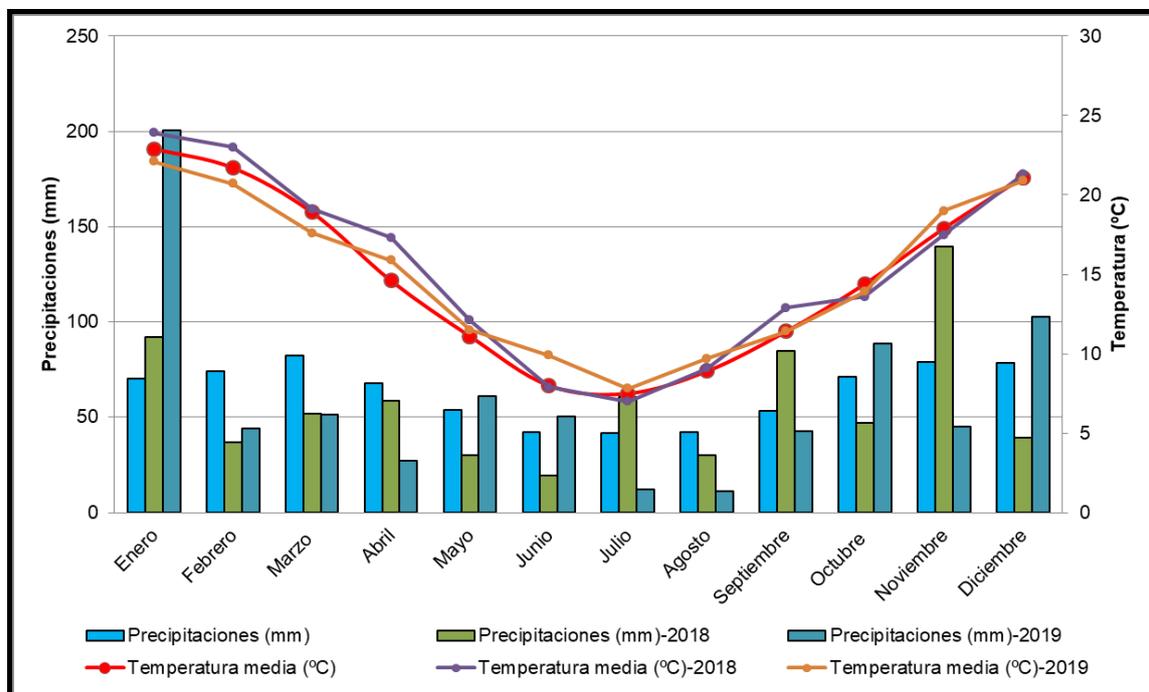
**Tabla 2:** Dosis utilizadas para la siembra de las parcelas en gramos parcela<sup>-1</sup> y sus equivalencias en kg ha<sup>-1</sup>.

Año	Variedad	Peso de mil granos (P1000, g)	Poder Germinativo (% P.G.)	Pureza (%)	Coeficiente de Logro (% C.L.)	Densidad (pl m <sup>-2</sup> )	Dosis	
							Gramos parcela <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>
2018/19	BONAERENSE INTA CARILO	38,3	98	93	95	100	33,4	44
						150	50,2	66
						200	66,9	88
						250	83,6	111
						300	100,3	133
						350	117,0	155
						400	133,8	177
						500	167,2	221
	BONAERENSE INTA QUILLEN	44,6	85	93	95	100	44,9	59
						150	67,3	89
						200	89,8	119
						250	112,2	148
						300	134,7	178
						350	157,1	208
2019/20	BONAERENSE INTA CARILO	43,5	92	95	95	100	42,2	52
						150	63,4	79
						200	84,5	105
						250	105,6	131
						300	126,7	157
						350	147,9	183
						400	169,0	210
						500	211,2	262
	BONAERENSE INTA QUILLEN	37	95	95	95	100	34,8	43
						150	52,2	65
						200	69,6	86
						250	87,0	108
						300	104,4	129
						350	121,8	151
400	139,2	173						
500	174,0	216						

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

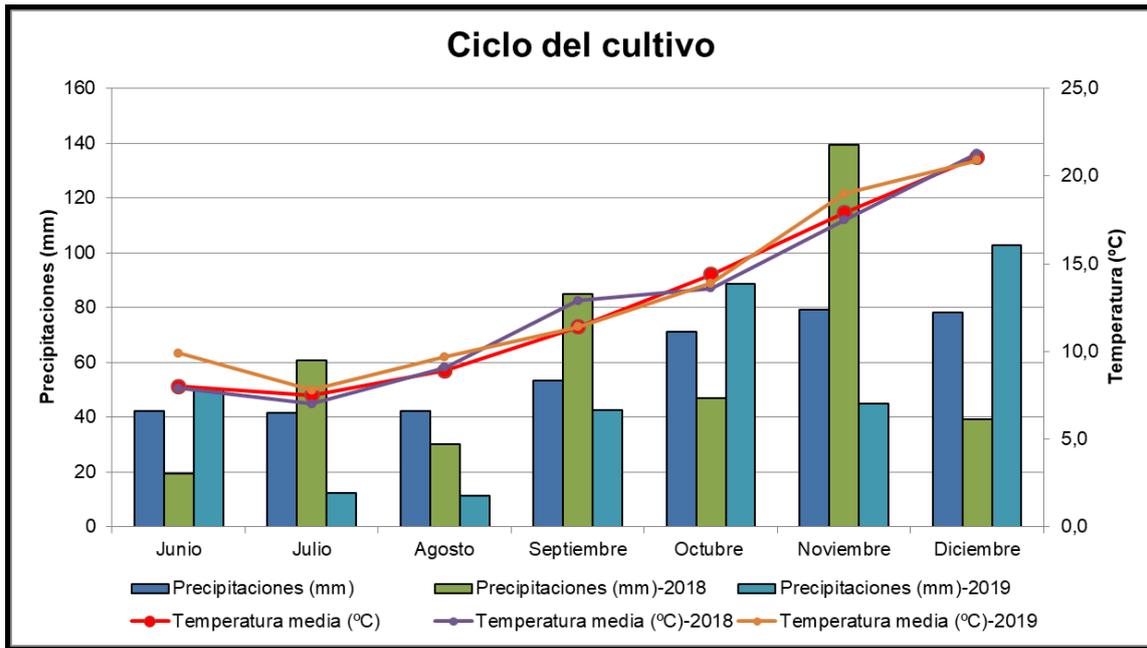
### 6.1. Variables climáticas

Las campañas 2018/2019 y 2019/2020 presentaron un registro de precipitaciones de 690,2 mm y 737,5 mm respectivamente, inferior a la media histórica (758 mm). En cuanto a la temperatura media anual esta fue similar a la media histórica (14,9 °C) para la campaña 2019/20 (15 °C), y superior para la campaña 2018/2019 (15,4 °C). La distribución de las precipitaciones y temperaturas medias históricas y para cada campaña se pueden observar en la Figura 5.



**Figura 5:** Precipitaciones y temperaturas medias históricas (1938-2018) y para las campañas 2018/19 y 2019/20. Fuente: Elaboración propia a partir de datos aportados por la estación agrometeorológica de la Chara Experimental Integrada Barrow.

La campaña 2018/19 tuvo un registro de precipitaciones mayor al de la media histórica durante el ciclo del cultivo, mientras que para la campaña 2019/20 fue inferior. Las precipitaciones acumuladas de junio a diciembre fueron de 420,6 mm, un 3% superior al registro histórico (407,9 mm) y de 353,3 mm (un 13% inferiores), respectivamente (Figura 6).



**Figura 6:** Precipitaciones y temperaturas medias históricas (1938-2018) y durante la campaña 2018/19 y 2019/20 durante el ciclo del cultivo. Fuente: Elaboración propia a partir de datos aportados por la estación agrometeorológica de la Chara Experimental Integrada Barrow.

En 2018, las precipitaciones ocurridas durante el mes de octubre estuvieron por debajo de lo normal, pero la temperatura media se mantuvo por debajo de la media histórica permitiendo que el cultivo no manifestara problemas importantes de déficit hídrico, sumado a que en el mes previo (septiembre) se registraron precipitaciones superiores a lo normal, al igual que el mes de noviembre. Ello contribuyó a que el perfil se mantuviera cargado y que el cultivo se desarrollara en un ambiente hídrico y térmico favorable durante el período crítico, permitiendo lograr un buen número granos y posteriormente un llenado adecuado, alcanzando buenos rindes.

Por otra parte, en la campaña 2019/20, las precipitaciones registradas en el mes de noviembre estuvieron por debajo de lo normal, sumado a que la temperatura media para dicho mes fue superior a la media histórica, lo que pudo haber afectado el llenado de los granos y en consecuencia el rendimiento (Larsen y Storm, 2020; Di Pane, 2020). A su vez, las lluvias ocurridas en diciembre fueron superiores a lo normal, pero estas ocurrieron a partir del 20 de diciembre, cuando el cultivo ya había finalizado el llenado de grano. En base a las condiciones meteorológicas descriptas anteriormente y debido a las condiciones de suelo limitante (profundidad) donde fueron implantados los

ensayos, la campaña 2019/20 presentó rendimientos, P1000 y PH menores a la campaña 2018/19.

## 6.2. Caracteres agronómicos

En las Tablas 3 y 4 se encuentran resumidos los resultados de los ANOVA de las variables analizadas.

**Tabla 3:** Resumen de los resultados ANOVA individuales para los componentes de rendimiento en los dos años analizados (ST: siembra temprana; SN: siembra normal; Factores: V: variedad y D: densidad).

Variables	Factores	2018		2019	
		ST	SN	ST	SN
Número de macollos	VxD	ns	*	ns	ns
	V	ns	*	ns	ns
	D	**	**	**	**
Altura del macollo principal	VxD	ns	ns	ns	ns
	V	**	ns	ns	ns
	D	ns	ns	ns	ns
Número de espigas planta <sup>-1</sup>	VxD	ns	ns	ns	ns
	V	ns	ns	ns	ns
	D	**	**	**	**
Espiguillas espiga <sup>-1</sup>	VxD	ns	ns	ns	ns
	V	ns	*	ns	ns
	D	ns	ns	ns	*
Granos espiguilla <sup>-1</sup>	VxD	ns	ns	ns	ns
	V	ns	ns	ns	*
	D	ns	ns	ns	ns
Granos espiga <sup>-1</sup>	VxD	ns	ns	ns	ns
	V	ns	ns	ns	ns
	D	ns	ns	ns	ns
Granos planta <sup>-1</sup>	VxD	ns	ns	ns	ns
	V	ns	ns	ns	ns
	D	**	**	**	**
Peso total granos planta <sup>-1</sup>	VxD	ns	ns	ns	ns
	V	ns	ns	ns	ns
	D	**	**	**	**
Índice de cosecha	VxD	ns	ns	ns	**
	V	ns	ns	ns	ns
	D	ns	ns	ns	**

ns: diferencias no significativas ( $p > 0,05$ ); \*: diferencias significativas ( $p < 0,05$ ); \*\*: diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ).

**Tabla 4:** Resumen de los resultados ANOVA Individuales para rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), PH ( $\text{kg hl}^{-1}$ ), P1000 (g) y Espigas  $\text{m}^{-2}$ .

Variables	Factores	2018		2019	
		ST	SN	ST	SN
Altura de parcela	V×D	ns	ns	ns	ns
	V	ns	ns	ns	ns
	D	ns	ns	ns	ns
Espigas $\text{m}^{-2}$	V×D	ns	ns	ns	ns
	V	ns	ns	ns	ns
	D	ns	ns	ns	*
P1000	V×D	ns	ns	*	ns
	V	*	**	ns	*
	D	*	ns	*	ns
PH	V×D	ns	**	**	ns
	V	ns	**	*	ns
	D	ns	**	ns	ns
Rendimiento	V×D	ns	ns	ns	ns
	V	ns	ns	ns	ns
	D	ns	ns	ns	*

ns: diferencias no significativas ( $p > 0,05$ ); \*: diferencias significativas ( $p < 0,05$ ); \*\*: diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ).

### 6.2.1. Componentes del rendimiento a nivel planta

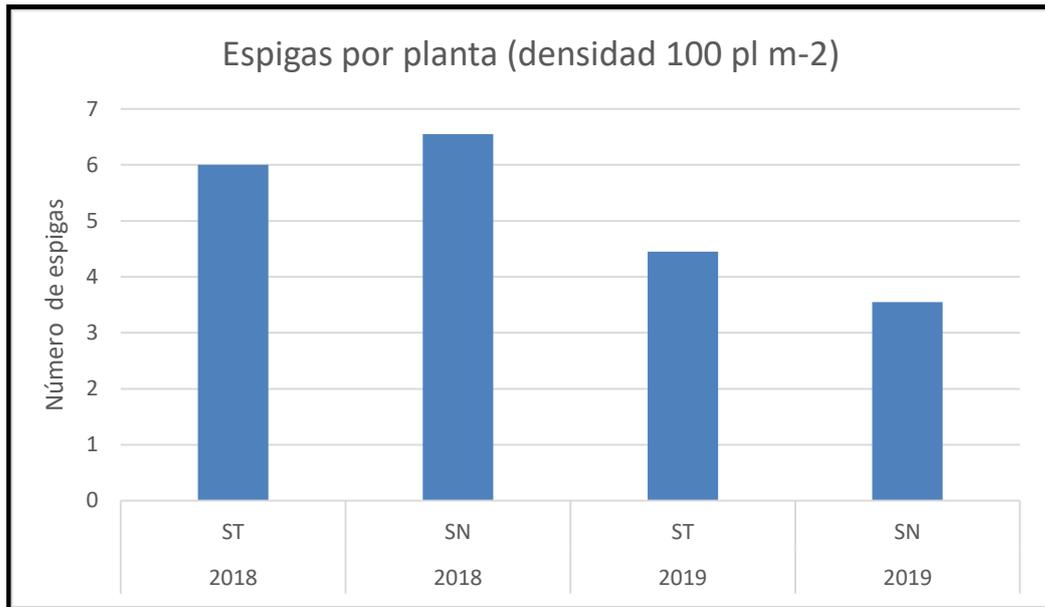
A partir de los análisis realizados mediante el ANOVA las variables que primero se analizaron fueron los componentes de rendimiento determinados a nivel de planta.

El **nº de macollos planta<sup>-1</sup>** presentó diferencias altamente significativas entre las distintas densidades de siembra ( $p < 0,01$ ) (Tabla 3). Las densidades más bajas presentaron mayor número de macollos por planta, a diferencia de las densidades más altas. Mediante el análisis de las diferencias de medias se observó que la densidad de 100 plantas  $\text{m}^{-2}$  presentó un mayor nº de macollos planta<sup>-1</sup> que las demás densidades para los cuatro ensayos (Tabla A1, A2, A3 y A4). La fecha y densidad de siembra, junto a la disponibilidad de recursos (agua, nutrientes) modulan la dinámica de macollaje y condicionan tanto la cantidad de macollos aparecidos como el porcentaje de mortandad de los mismos. La cantidad de macollos aparecidos por planta y que alcanzan el estado de macollo fértil (espiga) a madurez será mayor cuanto más prolongado sea el período de macollaje (*i.e.* fechas de siembra tempranas), y mayor la

disponibilidad de recursos (Miralles *et al.*, 2014). Para la campaña 2019/20 el macollaje pudo verse afectado dado que el registro de precipitaciones para los meses de julio-agosto fueron menores a lo normal (Figura 6). Para la campaña 2018/19, el ANOVA mostró diferencias significativas en la interacción entre variedad x densidad para la época de siembra normal (Tabla 3). Si se analiza dicha interacción, BICAR presenta una ligera tendencia a tener un mayor N° de macollos planta<sup>-1</sup> que BIQUI a una densidad de 100 plantas m<sup>-2</sup> (Tabla A2).

No fue posible encontrar diferencias en la **altura del macollo principal** en la mayoría de los ensayos (Tabla 3). Esto se debe a que la altura de las variedades es similar, y a que es un carácter fuertemente regulado por el genotipo (poca influencia ambiental). Las diferencias se expresan solamente en ST para la campaña 2018/19 entre variedades (Tabla A5), donde los materiales tuvieron un mayor tiempo fenológico para expresar diferencias en altura. Si lo relacionamos con altura de parcela, se observa una situación similar a lo descrito para altura del macollo principal (Tabla 4).

El **n° de espigas planta<sup>-1</sup>** presentó diferencias altamente significativas ( $p < 0,01$ ) entre las distintas densidades utilizadas (Tabla 3). Se observó que las densidades más bajas (100-150 pl m<sup>-2</sup>) presentan mayor n° de espigas planta<sup>-1</sup> (Tabla A6, A7, A8 y A9). Este comportamiento indicaría una mayor regulación ambiental que genética, similar al n° de macollos planta<sup>-1</sup>; existiendo una relación entre ambos: a mayor n° de macollos fértiles, mayor n° de espigas. Para la campaña 2018/19 el n° de espigas planta<sup>-1</sup> fue mayor que para la campaña 2019/20, esto se debió a que se dieron mejores condiciones (precipitaciones) durante el período macollaje-espigazón, permitiendo que una mayor proporción de macollos llegara a su estado fértil. Esto se vio mayormente reflejado en las densidades de 100 pl m<sup>-2</sup>, donde se obtuvieron en promedio 6-7 espigas planta<sup>-1</sup> y 4 espigas planta<sup>-1</sup> para la campaña 2018/19 y 2019/20, respectivamente (Figura 7).



**Figura 7:** Número de espigas planta<sup>-1</sup> para la densidad de 100 plantas m<sup>-2</sup>, para las campañas 2018 y 2019, en siembra normal (SN) y tardía (ST).

Para **espiguillas espiga<sup>-1</sup>** fue posible detectar diferencias significativas entre las variedades para la campaña 2018/19, en la siembra normal; y diferencias significativas entre densidades, para la campaña 2019/20, en siembra normal (Tabla 3). Este componente de rendimiento es determinante para el tamaño de la espiga, si bien está fuertemente determinado por el genotipo, se encuentra también regulado por el ambiente. En especial, es influenciado por la densidad y fecha de siembra, ya que en la medida que la fecha de siembra se atrasa se acorta el tiempo comprendido entre iniciación floral (doble arruga) hasta espiguilla terminal, periodo en el cual la planta se encuentra diferenciando espiguillas.

Para la campaña 2019/20, sólo se registraron diferencias en la siembra normal entre las distintas densidades, para el n° de espiguillas espiga<sup>-1</sup> (Tabla A10). Las diferencias halladas podrían deberse a que, en esa campaña durante el periodo de diferenciación de espiguillas, las condiciones ambientales (temperaturas y precipitaciones) estuvieron por debajo del óptimo. Esto indicaría que ante aumentos en la densidad se produce una mayor competencia entre plantas para un año con condiciones hídricas limitantes, en donde las densidades más altas (350, 400 y hasta 500 plantas m<sup>-2</sup>) presentaron un menor n° de espiguillas espiga<sup>-1</sup>. Por otra parte, en la campaña 2018/19 se

observaron diferencias entre variedades (SN) en donde, BICAR tuvo un mayor nº de espiguillas espiga<sup>-1</sup> que BIQUI (Tabla A11).

La variable **granos espiguilla<sup>-1</sup>**, mostró diferencias significativas entre variedades para la SN en la campaña 2019/20 (Tabla 3). Este componente se fija una vez que las flores son fecundadas, quedando determinado el nº de granos espiga<sup>-1</sup> y de esta manera el nº de granos m<sup>-2</sup> (principal componente del rendimiento). Esto ocurre durante el periodo crítico del cultivo, donde cualquier factor biótico o abiótico afectará directamente al rendimiento. En la campaña 2018/19 se obtuvieron en promedio 2 granos espiguilla<sup>-1</sup>, mientras que en la campaña 2019/20 este promedio descendió a 1 grano espiguilla<sup>-1</sup> (Tabla 5). Ello indicaría que la campaña 2018/19 presentó mayores valores de fertilidad, lo cual puede atribuirse a mejores condiciones ambientales durante la fecundación y cuajado, tanto en temperatura como en disponibilidad hídrica (octubre y noviembre). En 2019/20, BIQUI presentó un mayor nº de granos espiguilla<sup>-1</sup> que BICAR (Tabla A12). El mayor nº de granos espiguilla<sup>-1</sup> para la campaña 2018/19 pudo ser una de las causas (junto al nº de granos espiga<sup>-1</sup>) que contribuyó a obtener un mejor rendimiento en cuanto a los componentes del mismo.

No fue posible encontrar diferencias para el componente **granos espiga<sup>-1</sup>** (Tabla 3). Al comparar entre campañas, en 2018/19 el nº de granos espiga<sup>-1</sup> promedio fue de 33 y para la campaña 2019/20 de 21 (Tabla 5), por lo que al igual que el componente anterior, ambos estarían indicando un mayor nº de granos m<sup>-2</sup>, relacionado al mayor rendimiento alcanzado para la campaña 2018/19.

**Tabla 5:** Granos espiguilla<sup>-1</sup> y granos espiga<sup>-1</sup> por campaña y época de siembra.

AÑO	SIEMBRA	GRANOS ESPIGUILLA <sup>-1</sup>	PROMEDIO	GRANOS ESPIGA <sup>-1</sup>	PROMEDIO
2018/19	ST	2	2	32	33
	SN	2		33	
2019/20	ST	1	1	21	21
	SN	1		21	

La variable **granos planta<sup>-1</sup>** mostró diferencias altamente significativas entre densidades (Tabla 3). Este componente se encuentra fuertemente regulado por la densidad y por las condiciones del año. En general, el mayor nº

de granos planta<sup>-1</sup> se halló con las densidades más bajas (100-150 plantas m<sup>-2</sup>, p<0,05) (Tablas A13, A14, A15 y A16). Por lo tanto, a medida que se incrementa la densidad, disminuye el n° de granos planta<sup>-1</sup>. Esto se debe a que hay una mayor competencia entre macollos y una menor cantidad de estos que llegan a formar espigas; siendo este uno de los principales factores que afecta al n° de granos planta<sup>-1</sup>. Al igual que para los componentes antes mencionados, granos espiguilla<sup>-1</sup> y granos espiga<sup>-1</sup>, en la campaña 2018/2019 se obtuvo un mayor n° de granos planta<sup>-1</sup> que la campaña 2019/20 en las ocho densidades utilizadas. Esto demuestra el efecto “Año” sobre esta variable. También se encontraron diferencias entre las dos épocas de siembra (ST vs. SN), lo que indicaría que en la medida que se acortan las fases hay un impacto directo (disminución) en la cantidad de granos formados.

Para el **peso total granos planta<sup>-1</sup>** el ANOVA arrojó diferencias altamente significativas entre densidades (Tabla 3). Este componente se encuentra relacionado con el anterior y con el P1000. Se genera un balance entre el número de granos planta<sup>-1</sup> y la capacidad de llenado, la cual está determinada por el genotipo (variedades con mayor o menor tamaño de grano) y por las condiciones ambientales durante el llenado de grano. Para 100 plantas m<sup>-2</sup> el peso total de los granos planta<sup>-1</sup> fue mayor y difirió de las demás densidades (Tablas A17, A18, A19 y A20). También se observó que la campaña 2018/19 presentó mayor peso de granos planta<sup>-1</sup> que la campaña 2019/20, lo cual estaría indicando que se obtuvieron mayor n° de granos y mayor peso de estos, nuevamente, por las mejores condiciones ambientales.

Por último, el **IC** presentó efectos de interacción VxD arrojando diferencias altamente significativas en la época de siembra normal 2019/20 (Tabla 3). En este trabajo, el IC presentó poca variación para ambas campañas en ambas épocas de siembra, dado que es un factor que está determinado por el genotipo en mayor medida y regulado por el ambiente (la densidad y fecha de siembra influyen en la biomasa producida). El menor IC fue observado para BICAR a 400 plantas m<sup>-2</sup> (Tabla A21). En promedio, el IC fue de 0,39 para la campaña 2018/19 y de 0,25 para la campaña 2019/20. Este menor IC obtenido para la campaña 2019/20 indicó que hubo una menor biomasa de granos

respecto de la biomasa aérea total, lo cual podría relacionarse con el menor rinde obtenido en esta campaña.

#### 6.2.2. Componentes del rendimiento a nivel parcela

A nivel parcela, la duración del ciclo Emergencia-Espigazón fue de 91-130 días y de 90-127 días (SN-ST), para la campaña 2018/19 y 2019/20 respectivamente.

Para la **altura de parcela** no se obtuvieron diferencias significativas (Tabla 3). Como se mencionó para la altura del macollo principal, ésta variable está fuertemente determinada por el genotipo. Debido a que los materiales presentaron una altura similar, no se vieron reflejadas diferencias en altura para las distintas campañas y épocas de siembra. Si bien mediante ANOVA no se registraron diferencias significativas entre variedades y las distintas densidades, la campaña 2019/20 presentó una altura de parcela menor (75,21 cm) respecto de la campaña 2018/19 (90,36 cm) producto del estrés hídrico que sufrió el cultivo hasta encañazón para dicha campaña.

Al considerar el **nº de espigas m<sup>-2</sup>**, el ANOVA mostró diferencias significativas entre densidades para la campaña 2019/20 en la SN (Tabla 4). La cantidad de espigas m<sup>-2</sup> depende del nº de plantas m<sup>-2</sup> (densidad de siembra) y de la cantidad de macollos fértiles planta<sup>-1</sup>. Esta variable está fuertemente regulada por la interacción entre la fecha y densidad de siembra, el genotipo utilizado y la disponibilidad de recursos a lo largo del ciclo del cultivo (Miralles *et al.*, 2014).

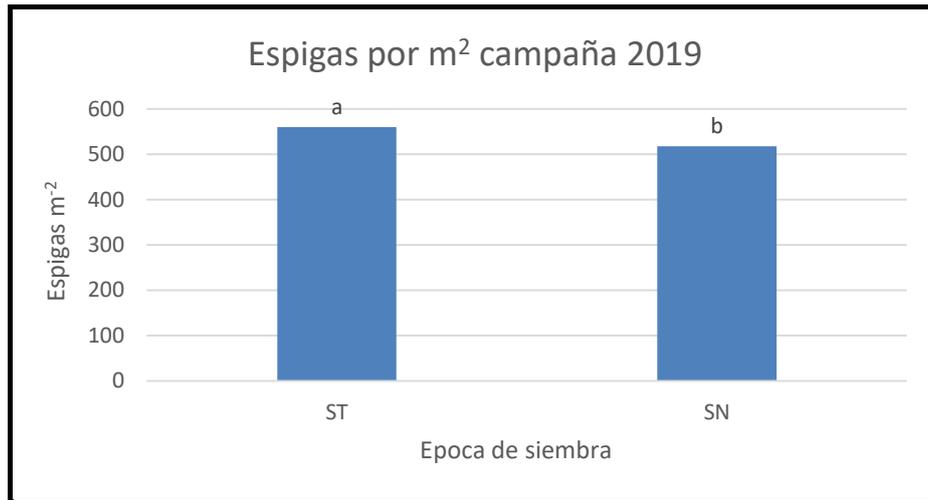
En estos ensayos los cultivares utilizados presentaron longitud de ciclo similar (ciclo intermedio) y no difirieron en su capacidad de macollaje ni en el número de espigas por planta (variables nº de macollos planta<sup>-1</sup> y nº de espigas planta<sup>-1</sup>, Tabla 3). Por lo tanto, para las condiciones de estos ensayos, el nº de espigas m<sup>-2</sup> fue afectado principalmente por la fecha de siembra, la densidad y las condiciones ambientales (principalmente disponibilidad hídrica). Para los cuatro ensayos, en las densidades más bajas se encontró un mayor nº de espigas planta<sup>-1</sup> (compensado el menor nº de plantas m<sup>-2</sup>) y en las densidades más altas una mayor cantidad de espigas provenientes del macollo principal (Tablas A6 a A9). Este comportamiento coincidió con lo observado por Miralles

*et al.* (2014), en donde para una fecha de siembra específica y condición hídrico-nutricional dada, altas densidades de siembra restringieron la cantidad de macollos aparecidos por planta. Sin embargo, el número de espigas  $m^{-2}$  logrado para diferentes densidades suele no verse modificado debido a la compensación entre la cantidad de macollos establecidos planta<sup>-1</sup> y el número de plantas  $m^{-2}$ . Sin embargo, Arduini *et al.*, (2006) encontraron mayor cantidad de espigas  $m^{-2}$  al aumentar la densidad, debido a una menor plasticidad de los materiales utilizados (de distintas eras del mejoramiento) y menor capacidad de macollaje.

Lo anteriormente dicho indicaría que al no encontrarse diferencias en el n° de espigas  $m^{-2}$ , ambas variedades tienen la misma capacidad de compensación, independientemente de la densidad elegida.

Para la campaña 2018/19 no se registraron diferencias debidas a las épocas de siembra, variedad y las distintas densidades, lo que mostraría la adecuada capacidad compensatoria que presentaron las variedades utilizadas ante distintas fechas y densidad de siembra; siempre y cuando la campaña presente condiciones climáticas benignas.

La campaña 2019/20 presentó diferencias significativas en el n° de espigas  $m^{-2}$  entre densidades para la época SN (Tabla 4). Esta diferencia puede atribuirse a que esta campaña presentó un registro de precipitaciones menor a la normal, diferente a lo ocurrido en la campaña previa. Estas diferencias sólo se vieron en la época de siembra normal (mediados de julio) La siembra temprana posibilitó el desarrollo de mayor cantidad de espigas  $m^{-2}$  (ST: 560 vs SN: 518) (Figura 8) y la densidad de 250 plantas  $m^{-2}$  en SN fue la que registró menor n° de espigas  $m^{-2}$  (Figura 9).



**Figura 8:** Numero de espigas m<sup>-2</sup> para la campaña 2019/20 en las dos épocas de siembra.



**Figura 9:** Numero de espigas m<sup>-2</sup> para las distintas densidades, campaña 2019/20 siembra normal.

Para el **P1000**, se observaron diferencias significativas entre variedades y densidad en la ST, y diferencias altamente significativas entre variedades para la SN en la campaña 2018/19. Mientras tanto, en la campaña 2019/20 se detectaron efectos de interacción VxD en la ST y diferencias significativas entre variedades para la SN (Tabla 4). El peso de los granos es un factor que queda definido al finalizar el periodo de llenado, el cual se encuentra comprendido entre antesis y madurez fisiológica, momento en el cual el grano deja de acumular materia seca y alcanza su máximo peso. El P1000 es un indicador de cómo han sido las condiciones durante el llenado y qué efectos tuvieron las

mismas durante este periodo. Este factor va a estar determinado por el genotipo, pero la capacidad de expresión de su máximo potencial dependerá de las condiciones ambientales que ocurran durante el llenado. La disponibilidad hídrica y la temperatura son determinantes en la duración de este periodo, ante condiciones de déficit hídrico y elevada temperatura producen un acortamiento del llenado (Miralles *et al.*, 2014).

La campaña 2018/19 presentó diferencias en el P1000 entre variedades para las dos épocas de siembra (Tablas A23 y A25), en ambas épocas BICAR registró un mayor P1000 que BIQUI en promedio (45,1 g vs. 42,1 g, respectivamente). La época de siembra temprana presentó los mayores P1000 en ambas variedades con una diferencia de entre 8 y 9 g entre épocas de siembra. Esto indicaría que, en un año con buenas condiciones hídricas y térmicas, el adelanto en la fecha de siembra permite ubicar el periodo de llenado de granos bajo mejores condiciones ambientales en el sur bonaerense y se puede lograr un mayor peso de granos.

Las diferencias entre densidades sólo fueron registradas en ST (Tabla 4). Las densidades más altas presentaron mayores P1000 respecto a las densidades más bajas (100-150 pl m<sup>-2</sup>) (Tabla A24). Esto concuerda con lo observado por Arduini *et al.* (2006), pero es diferente a lo encontrado por Isidro-Sánchez *et al.* (2017), en donde el P1000 se redujo significativamente con el aumento de la densidad, ya que a mayores densidades se produjo un aumento en el número de granos por unidad de superficie (destino) y es la fuente la que se vio transformada en el factor limitante. Estos menores pesos de los granos registrados a menor densidad pueden estar relacionados con el n° de espigas planta<sup>-1</sup> y al tiempo transcurrido en el desarrollo de estas. En la medida en que las plantas desarrollan mayor cantidad de espigas, las últimas poseen un tiempo más acotado para su desarrollo (disponiendo de menor cantidad de recursos al momento del llenado de los granos). Ello ocasiona que al finalizar el llenado se obtengan pesos de granos más desuniformes; a diferencia de lo que ocurre con las densidades más altas (500 pl m<sup>-2</sup>), donde se presenta un menor n° de espigas planta<sup>-1</sup> y por ende un desarrollo más parejo de las mismas (mayor tiempo transcurrido hasta el llenado de los granos), permitiendo lograr P1000 más uniformes.

Por otra parte, en la SN, el factor más importante que condicionó el P1000 fue la variedad, en ambas campañas analizadas (Tabla 4). Estos resultados obtenidos son de gran utilidad, debido a que ante siembras en el mes de julio para las condiciones de Barrow, la elección de la variedad es la que determina el P1000 obtenido. En relación con el n° de espigas  $pl^{-1}$ , en la medida que se incrementó el n° de espigas se incrementó el n° de granos  $pl^{-1}$ . Si bien a este incremento en el n° de granos le corresponde un mayor peso, esto no implicó que los granos de forma individual se encuentren llenos y con buen peso. Es por esto que, las densidades más altas presentaron menor n° de granos  $pl^{-1}$  pero con un peso más uniforme de los mismos.

En la campaña 2019/20, las diferencias de medias mostraron que para la SN la variedad BIQUI presentó un P1000 mayor a BICAR, a diferencia de lo ocurrido en la campaña anterior (Tabla A26). Ello coincidió con lo observado por Larsen y Storm (2020) en otros ensayos, en donde BIQUI obtuvo mejores P1000 que BICAR ante condiciones de llenado que se alejan del óptimo. Al comparar entre campañas, en 2018/19 se lograron P1000 mayores con respecto a la campaña 2019/20, siendo estos de 43,6 g y de 30,3 g respectivamente. Esto indicó que la campaña 2018/19 presentó mejores condiciones (hídricas y térmicas) durante el periodo de llenado de granos (noviembre-diciembre), alcanzando buenos P1000 y rendimientos (Di Pane, 2019).

El **PH** se define como el peso de una masa de granos que ocupa un volumen de 100 litros. Es una medida que presenta una buena correlación con el rendimiento de la molienda (mayor que el peso de los granos) y que se utiliza como indicador de calidad en la industria molinera (Seghezzi, 2014). Se encuentra afectado por distintas variables: genotipo, contenido de humedad del grano, forma y tamaño de los granos y el grado de llenado de los granos. Para el caso de las dos variedades analizadas en estos ensayos, BIQUI en general presenta mejores PH que BICAR, aumentando la calidad comercial e industrial. Esta variedad tiene una forma de grano más redondeada y un menor tamaño de grano que BICAR, lo que normalmente resulta en PH superiores al comparar ambas variedades entre sí (Adelina Larsen, comunicación personal).

Esta característica varietal se ha observado en otros ensayos (Larsen y Storm, 2019; 2020)

Para las campañas 2018/19 en SN y 2019/20 en ST, el PH presentó efectos de interacción VxD (Tabla 4). Para la campaña 2018/19 en la ST, no fue posible hallar diferencias estadísticamente significativas (Tabla 4); sin embargo, se pudo observar una ligera tendencia entre variedades, a favor de BIQUI (Tabla A27). Al comparar ambas fechas de siembra en 2018/19, la SN mostró efectos de interacción VxD, lo que estaría indicando una mayor variación del PH en la medida que se atrasa la fecha de siembra (Tabla A28). Esto mismo se registró para la campaña 2019/20 en la época de ST, donde estas interacciones pudieron deberse a las condiciones del año, ya que esta campaña presentó condiciones climáticas más desfavorables durante el llenado (Tabla A29).

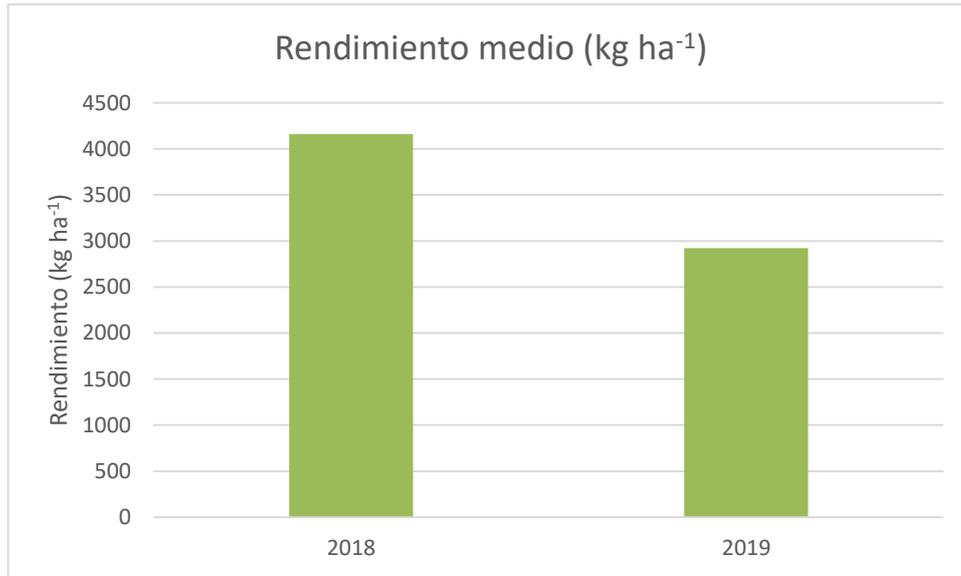
El PH está influenciado por múltiples factores, entre los cuales el genotipo tiene un papel muy importante en su determinación, pero la época de siembra, la densidad y las condiciones climáticas que se den en las distintas campañas (principalmente durante el llenado de granos) son determinantes en el resultado final, es por esto que se obtienen valores muy variables de PH para una misma campaña. Isidro-Sánchez *et al.* (2017) encontraron que el PH varió al considerar cada uno de los ambientes evaluados. En ese trabajo otros factores diferentes a la competencia entre plantas fueron los responsables de las diferencias en PH (área foliar y otros parámetros fisiológicos que no fueron medidos en este trabajo). A continuación, se muestran los valores de PH por campaña, época de siembra y variedad (Tabla 6). BIQUI presentó un mejor PH que BICAR en ambas campañas.

**Tabla 6:** PH logrado por campaña, época de siembra y para las dos variedades.

Año	Siembra	Variedad	PH (kg HL <sup>-1</sup> )
2018	ST	<b>BIQUI</b>	<b>75,80</b>
		BICAR	70,98
	SN	<b>BIQUI</b>	<b>68,99</b>
		BICAR	67,22
2019	ST	<b>BIQUI</b>	<b>64,77</b>
		BICAR	57,90
	SN	<b>BIQUI</b>	<b>64,47</b>
		BICAR	62,37

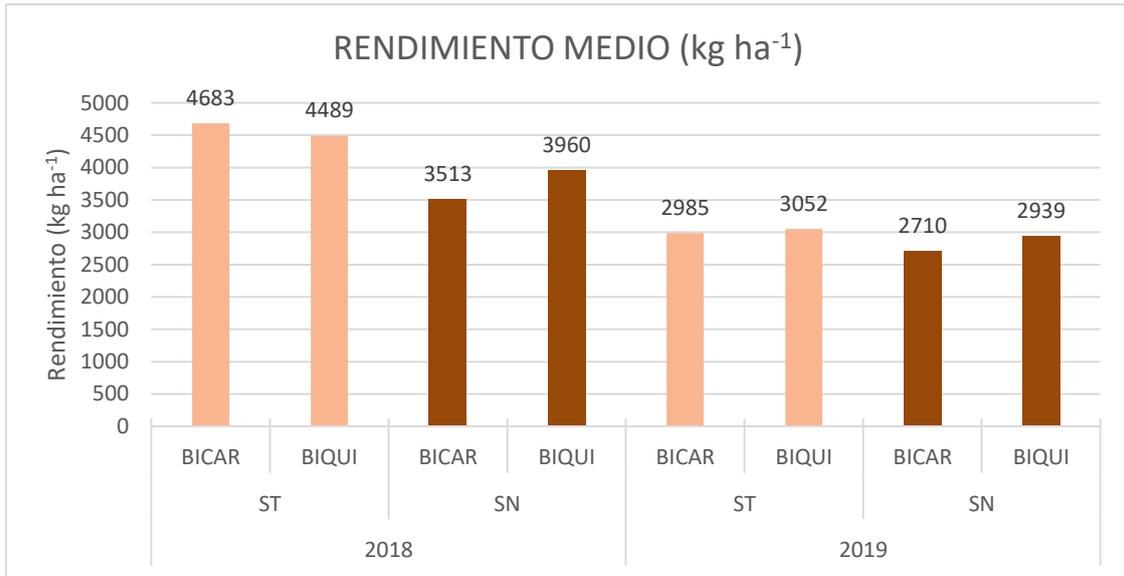
La última variable analizada fue el **rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ )** obtenido. El rendimiento se determina a lo largo del ciclo del cultivo. Como ha sido mencionado previamente, los dos componentes más importantes que influyen en la determinación del rendimiento son el n° de granos  $\text{m}^{-2}$  y su peso. Las variaciones que ocurren en los componentes que forman el n° de granos  $\text{m}^{-2}$  (espigas planta<sup>-1</sup>, espiguillas espiga<sup>-1</sup> y granos espiguilla<sup>-1</sup>) modificarán el rendimiento, dado que este componente es el de mayor importancia (Satorre *et al.*, 2003). El componente peso de los granos, está determinado en gran medida por el genotipo y por las condiciones climáticas que ocurren durante el llenado de granos. Por lo tanto, las decisiones de manejo que se tomen previas a la siembra (elección del cultivar, fecha de siembra, densidad, etc.) y durante el ciclo del cultivo (fertilización, control de malezas, insectos y enfermedades) afectarán directamente al rendimiento logrado.

Sólo se registraron diferencias significativas en el rendimiento debido a la densidad, para la campaña 2019/20, en la época de SN (Tabla 4). En esta, la densidad de 100 pl  $\text{m}^{-2}$  se diferenció de las demás y fue la que registró el menor rendimiento (Tabla A30). Esto pudo deberse a que, para esa campaña, una densidad tan baja no fue suficiente para alcanzar rendimientos similares a las demás. Las densidades de 200-300 pl  $\text{m}^{-2}$ , presentaron los rendimientos máximos. En cuanto a la diferencia entre variedades para esta misma campaña y época de siembra, si bien no se observaron diferencias significativas entre las mismas, BIQUI presentó un rendimiento superior a BICAR de alrededor de 200  $\text{kg ha}^{-1}$  (Tabla A31). Al comparar el rendimiento logrado entre campañas, la campaña 2018/19 presentó un mayor rendimiento (Figura 10).



**Figura 10:** Rendimiento promedio para la campaña 2018/19 y 2019/20

Este comportamiento se debió a que las condiciones hídricas y térmicas durante el ciclo del cultivo y, en especial, durante el periodo crítico fueron mejores y similares a la normal de la zona. En cambio, en la campaña 2019/20 se registraron menores precipitaciones y temperaturas medias superiores a la normal. Estas condiciones pudieron estar relacionadas con que en la campaña 2018/19 se obtuvieron mejores P1000 (43,6 g vs. 30,3 g respectivamente) y un mayor n° de granos planta<sup>-1</sup>. Al comparar el rendimiento obtenido entre épocas de siembra y variedades para las dos campañas, se observó que la época ST fue la que permitió obtener los mayores rindes y, dentro de esta, la variedad BICAR fue la que alcanzó el mayor rendimiento para la campaña 2018/19, mientras que BIQUI obtuvo mayores rendimientos promedio en 2018/19 bajo SN y en las dos épocas de siembra en 2019/20 (Figura 11).

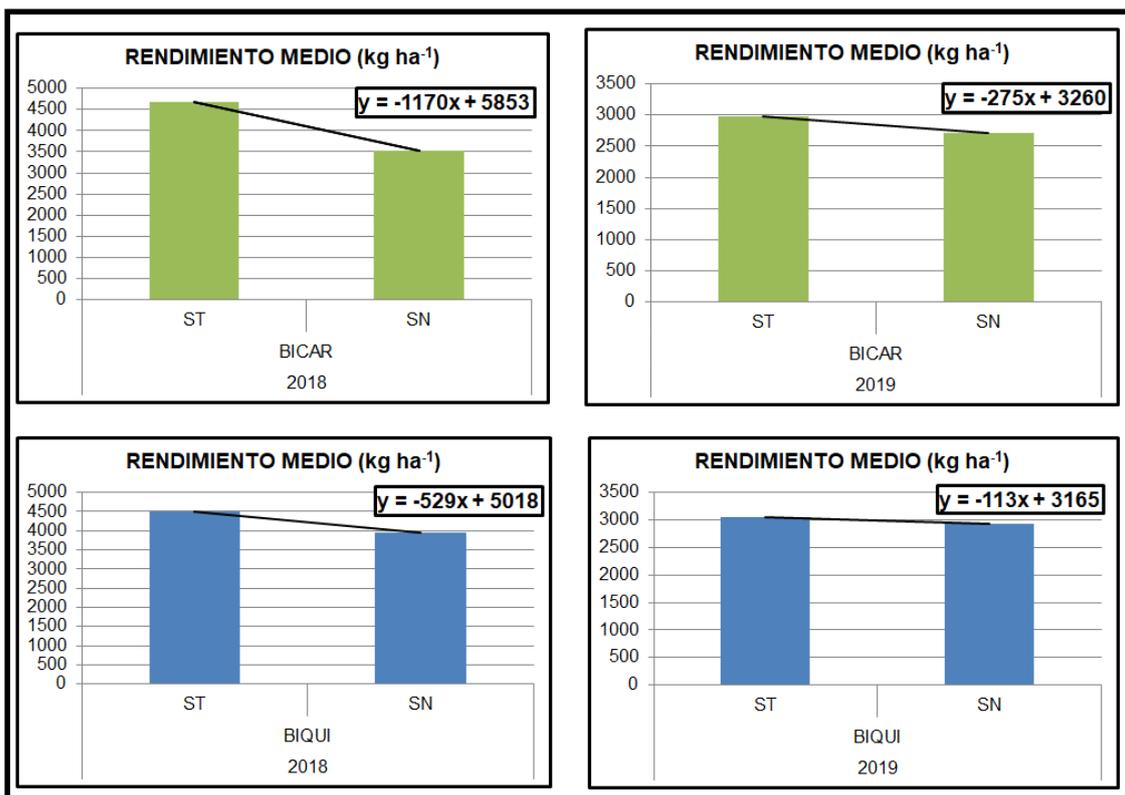


**Figura 11:** Rendimiento medio (kg ha<sup>-1</sup>) para las dos campañas analizadas, épocas de siembra y variedades utilizadas.

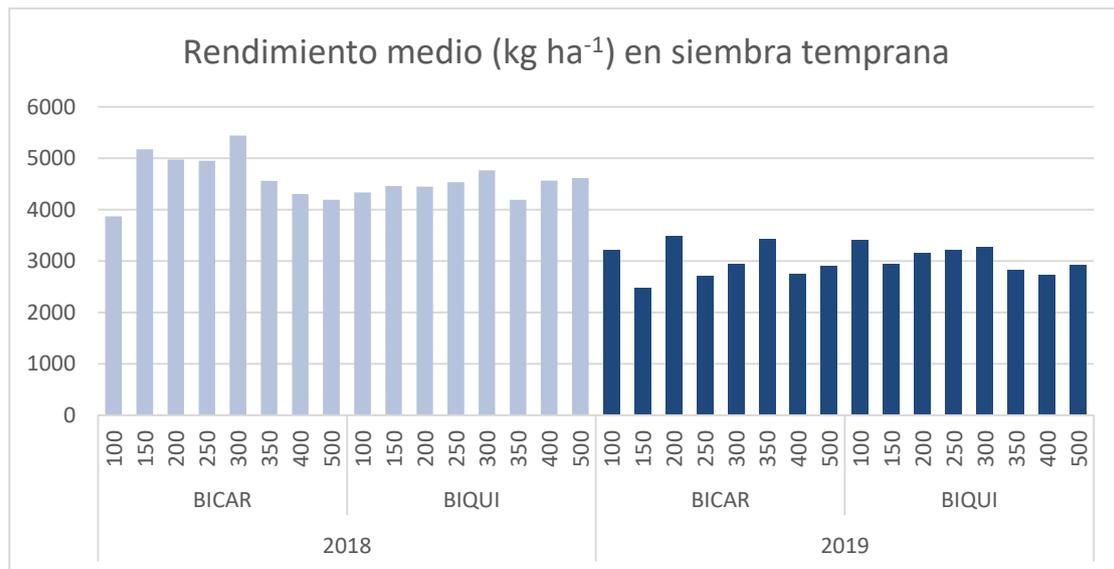
El mayor rendimiento logrado por la variedad BICAR para la campaña 2018/19 pudo estar asociado a la época de siembra y a las condiciones que se dieron para esta campaña, ya que permitió alcanzar el mayor rendimiento, superando a BIQUI. Este comportamiento ha sido comunicado por productores de trigo candeal, los cuales logran mejores rendimientos ubicando a BICAR en fechas de siembra tempranas. Estos resultados reportados por productores concuerdan con lo hallado en la presente investigación, en donde BICAR bajo siembras tempranas (primeros días de junio) y en años con condiciones hídricas y térmicas adecuadas permite lograr mejores rendimientos. Además, el mayor rendimiento de BICAR en ST 2018/19 se pudo asociar con su mayor n<sup>o</sup> de granos planta<sup>-1</sup> y P1000.

Por otra parte, BIQUI ha sido clasificado como un material de mayor estabilidad, que mantiene buenos niveles de productividad cuando es ubicado en fechas de siembra y condiciones que se alejan del óptimo ambiental (Larsen y Jensen, 2016; Larsen, 2020). Estos antecedentes también concuerdan con los resultados aquí encontrados, en donde BIQUI demostró rendimientos superiores a BICAR (2018/19 SN y 2019/20 ST y SN), cuando ocurrió algún tipo de estrés por retraso en la fecha de siembra o eventos climáticos. Ha quedado demostrado que BIQUI es la variedad que mejor se adapta a siembras del mes de julio para la región y a años con condiciones climáticas

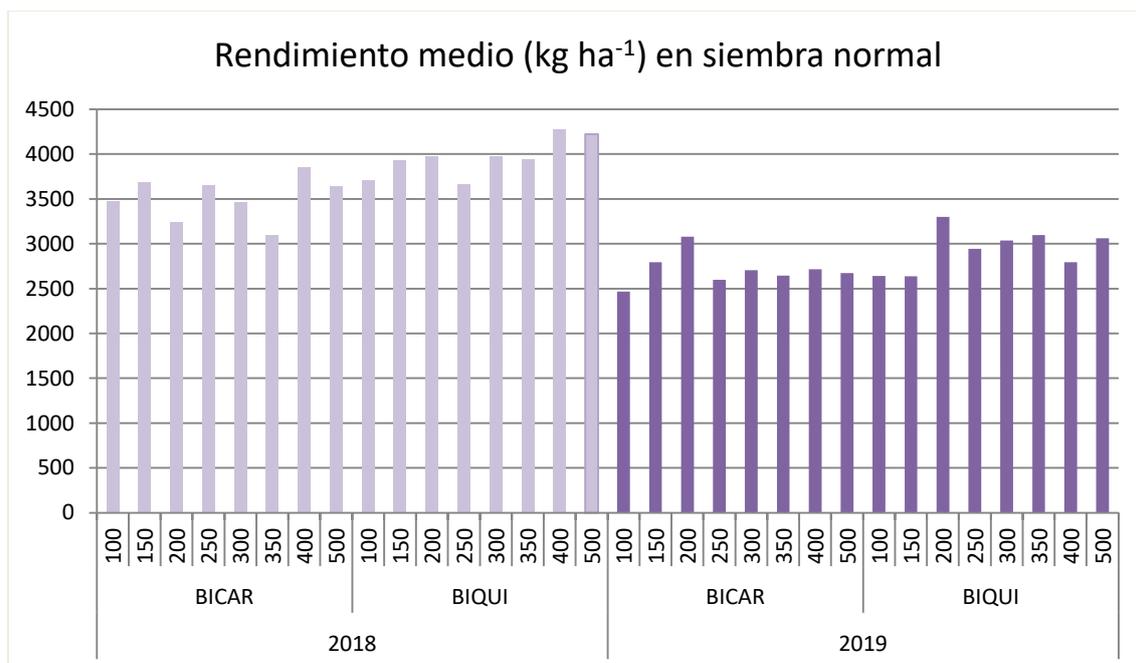
por debajo de lo normal para la zona. En la Figura 12 se muestran los rendimientos promedios de las ocho densidades para las dos épocas de siembra de ambas variedades en las dos campañas analizadas. Se observó que para ambas variedades el retraso en la fecha de siembra produjo pérdidas de rendimiento, que fueron más marcadas para BICAR en la campaña 2018/19. En ese caso, el rendimiento se redujo 1170 kg ha<sup>-1</sup> en un intervalo de 45 días entre épocas de siembra (equivalente a 26 kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>), mientras que BIQUI presentó una menor pérdida de rendimiento para esta misma campaña (529 kg ha<sup>-1</sup> en 45 días entre fechas de siembra). En la campaña 2019/20, la merma de rendimiento por retrasos en la fecha de siembra presentó un comportamiento similar a la campaña anterior siendo menores, lo cual puede asociarse con las condiciones climáticas del año.



**Figura 12:** Rendimiento promedio (kg ha<sup>-1</sup>) de las ocho densidades para las dos variedades en ambas épocas de siembra y su correspondiente línea de tendencia ajustada a una recta de regresión.



**Figura 13:** Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) alcanzado para la época de siembra temprana (ST).



**Figura 14:** Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) alcanzado para época de siembra normal (SN).

En la campaña 2018/19 para la época de ST, se observó que ambas variedades alcanzaron el mayor rendimiento a una densidad de 300 plantas m<sup>-2</sup> (BICAR 5439 kg ha<sup>-1</sup> y BIQUI 4766 kg ha<sup>-1</sup>) (Figura 13). Si se compara con lo ocurrido en 2019/20, los mayores rendimientos se alcanzaron a menor densidad, siendo de 3487 kg ha<sup>-1</sup> para BICAR a una densidad de 200 pl m<sup>-2</sup> y de 3396 kg ha<sup>-1</sup> para BIQUI con una densidad de 100 pl m<sup>-2</sup> (Tabla A32). Esto

se relacionaría con las condiciones climáticas para cada campaña, en donde 2019/20 fue una campaña con restricciones para la expresión del rendimiento. Lo mismo se observó para la época de SN, en la que ambas variedades alcanzaron el mayor rendimiento a una densidad de 400 pl m<sup>-2</sup>, siendo este de 3853 kg ha<sup>-1</sup> para BICAR y de 4276 kg ha<sup>-1</sup> para BIQUI (Tabla A33), en la campaña 2018/19, mientras que en 2019/20 el mayor rinde se alcanzó a una menor densidad (200 pl m<sup>-2</sup>) para las dos variedades (Figura 14).

Con base en estos resultados, se podría sugerir bajar la densidad en aquellos ambientes en donde se conozca que es probable que ocurra algún tipo de estrés durante el ciclo del cultivo, o en condiciones de suelo limitantes. Los mayores valores de n° macollos planta<sup>-1</sup>, n° de espigas planta<sup>-1</sup> y granos planta<sup>-1</sup> fueron encontrados bajo condiciones de ST, a bajas densidades. Esto difiere de lo observado por Isidro-Sánchez *et al.* (2017) en donde el rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) aumentó a mayores densidades, posiblemente porque los materiales fueron genéticamente diferentes y tuvieron mayor respuesta al aumento de la densidad de siembra para alcanzar rendimientos mayores. Algo similar fue observado por Arduini *et al.* (2006), donde el número de granos espiga<sup>-1</sup> fue aumentando al disminuir la densidad de siembra. Sin embargo, el incremento en el número de granos espiga<sup>-1</sup> no pudo compensar la baja cantidad de espigas m<sup>-2</sup> observada a bajas densidades, por lo tanto, el rendimiento fue menor. Bajo las condiciones en las que fue realizada dicha investigación, fue demostrado que es necesario contar con una densidad alta porque a baja densidades no hubo suficientes espigas m<sup>-2</sup>, limitando el rendimiento.

A modo general, las variedades aquí analizadas han demostrado tener buen poder de compensación en caso de que no sucedan condiciones estresantes.

## 7. CONCLUSIONES

Con base en las hipótesis planteadas y a los resultados obtenidos en este ensayo se realizaron las siguientes conclusiones:

- Para los componentes de rendimiento, en general, no se registraron diferencias entre variedades, lo cual pudo estar asociado a que se utilizaron dos variedades con características muy similares entre sí (ciclo, origen genético y era de mejoramiento), lo que indicaría que presentan igual capacidad de compensación ante distintas fechas y densidades de siembra.
- El factor densidad de siembra provocó diferencias en el **nº de macollos planta<sup>-1</sup>**, **nº de espigas planta<sup>-1</sup>**, **granos planta** y en el **peso total de granos planta<sup>-1</sup>**. Estos componentes se encuentran relacionados entre sí. Tanto el nº de granos planta<sup>-1</sup> como el peso total de granos planta<sup>-1</sup> fueron superiores en la campaña 2018/19 debido a que se dieron mejores condiciones durante el ciclo del cultivo.
- La variedad fue el factor que mayormente incidió sobre el P1000, modulada por el ambiente ofrecido. Asimismo, la ST permitió ubicar el periodo de llenado de granos bajo mejores condiciones, logrando mejores P1000 (en un contexto libre de heladas).
- Ambas variedades presentaron buena capacidad de compensación ante distintas épocas y densidades de siembra, alcanzando similar cantidad de espigas m<sup>-2</sup> cuando se dieron condiciones climáticas adecuadas. La única diferencia en el nº de espigas m<sup>-2</sup> se presentó cuando las condiciones climáticas se alejaron de la normal y ante la siembra de mediados de julio (2019/20). El rendimiento presentó un comportamiento similar para esta misma campaña y época de siembra (SN), donde la densidad de 100 plantas m<sup>-2</sup> fue la que registro el menor rendimiento. Esto indicaría que a bajas densidades y para estas condiciones no llega a compensar el rendimiento.
- El mayor rendimiento se logró en la campaña 2018/19 con un promedio de 4162 kg ha<sup>-1</sup>, a diferencia de la campaña 2019/20 que fue de 2922 kg ha<sup>-1</sup>. Esto demostró que el rendimiento está fuertemente influenciado por las condiciones del año.

- La diferencia en el rendimiento entre variedades mostró que BICAR alcanzó un mayor rendimiento cuando existieron mejores condiciones climáticas durante el ciclo del cultivo y ante fechas de siembra tempranas. Sin embargo, esta variedad fue la que presentó mayores caídas en el rendimiento a medida que se atrasó la fecha de siembra.
- Por el contrario, BIQUI obtuvo una mayor estabilidad en el rendimiento entre campañas y épocas de siembra. Por lo tanto, se recomienda dar prioridad a BICAR ante la posibilidad de realizar siembras tempranas para lograr mejores rindes.
- El adelanto en la fecha de siembra (primeros días de junio) permitió alcanzar los mayores rindes en ambas campañas, lo que indicaría ser una buena alternativa para maximizar el rendimiento, siempre y cuando no ocurran heladas durante el periodo crítico y llenado de los granos.
- Con base en los resultados obtenidos, a modo de recomendación, la densidad a utilizar a campo en **siembras tempranas** (primeros días de junio) para estas variedades, bajo condiciones de suelo somero, es de 180-200 plantas  $m^{-2}$  seguras a campo. Ante condiciones con mayores restricciones para el cultivo, esta densidad se podría reducir a 100-150 plantas  $m^{-2}$ , dado que para esta época de siembra no se registraron diferencias estadísticas para el rendimiento ( $kg\ ha^{-1}$ ) entre densidades.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Arduini, I., Masoni, A., Ercoli, L., & Mariotti, M. (2006). Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat as affected by variety and seeding rate. *European Journal of Agronomy*, 25(4), 309-318.
- Cantamutto, M., Bertucci, C. & Huarte, D. (Eds.) (2016). El trigo en el sudoeste bonaerense. Documento de discusión. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_trigo\\_sudoeste\\_bonaerense.2016.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_trigo_sudoeste_bonaerense.2016.pdf)
- Carr, P. M., Horsley, R. D., & Poland, W. W. (2003). Tillage and seeding rate effects on wheat cultivars. *Crop Science*, 43(1), 210-218.
- Ciha, A. J. (1982). Yield and Yield Components of Four Spring Wheat Cultivars Grown Under Three Tillage Systems 1. *Agronomy Journal*, 74(2), 317-320.
- Clayton, W. D., & Renvoize, S. A. (1986). Genera graminum. Grasses of the world. Genera graminum. Grasses of the World., 13.
- Datos Agroindustria. <https://datos.agroindustria.gob.ar/>
- Di Pane, F. (2020). Resultados de ECRS de trigo pan en la CEI Barrow en la campaña 2019/2020. En: Actualización técnica en cultivos de cosecha fina 2019/20. Ediciones INTA. Serie: Informes Técnicos, Año 8 N°1 2020 ISSN: 2346-9498 12-20
- Di Pane, F. (2019). Resultados de ECRS de trigo pan en la CEI Barrow en la campaña 2018/2019. En: actualización técnica en cultivos de cosecha fina 2018/19. Ediciones INTA. Serie: Informes Técnicos, Año 7 N°1 2019 ISSN: 2346-9498 12-20
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M. & Robledo C.W. (2020) InfoStat versión estudiantil 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- Dominguez Brando, J. (2014). Panorama Internacional del Mercado de Trigo Pan y Candeal. World Pasta Day 2014. Buenos Aires, Argentina.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/home/en/>
- Forster, S. M., Ransom, J. K., Manthey, F. A., Rickertsen, J. R., & Mehring, G. H. (2017). Planting Date, Seeding Rate, and Cultivar Impact Agronomic Traits and Semolina of Durum Wheat. *American Journal of Plant Sciences*, 8(09), 2040.
- Gooding, M. J., Ellis, R. H., Shewry, P. R., & Schofield, J. D. (2003). Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of winter wheat. *Journal of Cereal Science*, 37(3), 295-309.
- Isidro-Sánchez, J., Perry, B., Singh, A. K., Wang, H., DePauw, R. M., Pozniak, C. J., ... & Cuthbert, R. D. (2017). Effects of seeding rate on durum crop production and physiological responses. *Agronomy Journal*, 109(5), 1981-1990.
- Jensen, C. A. & Carbajo, H. L. (Eds.) (2001) TRIGO CANDEAL Manual Técnico. Chacra Experimental Integrada Barrow (Convenio MAGyAL – INTA) [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual\\_trigo\\_candeal\\_2001b.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-manual_trigo_candeal_2001b.pdf)
- Lafond, G. P. (1994). Effects of row spacing, seeding rate and nitrogen on yield of barley and wheat under zero-till management. *Canadian Journal of Plant Science*, 74(4), 703-711.
- Larsen, A. (2020). Evaluación de la estabilidad de rendimiento de las variedades de trigo candeal en la campaña 2019/2020. En: "ACTUALIZACIÓN TÉCNICA EN CULTIVOS DE COSECHA FINA 2019/20". Berriolo, J. y Sofía, E. (Eds.). Ediciones INTA. Serie: Informes Técnicos, Año 8 N°1 2020 ISSN: 2346-9498. 31-35 <https://inta.gob.ar/documentos/actualizacion-tecnica-en-cultivos-de-cosecha-fina-2019-20>
- Larsen, A. y Storm, A. (2020). Evaluación de cultivares de trigo candeal en la CEI Barrow campaña agrícola 2019/2020. En: "ACTUALIZACIÓN TÉCNICA EN CULTIVOS DE COSECHA FINA 2019/20". Berriolo, J. y Sofía, E. (Eds.). Ediciones INTA. Serie: Informes Técnicos, Año 8

Nº12020 ISSN: 2346-9498. 21-27 <https://inta.gov.ar/documentos/actualizacion-tecnica-en-cultivos-de-cosecha-fina-2019-20>

Larsen, A. y Storm, A. (2019). Ensayos comparativos de rendimiento regional de trigo candeal 2018/19. 11-12. [https://inta.gov.ar/sites/default/files/resumen\\_regional\\_de\\_t.candeal\\_2018-19\\_-\\_variedades\\_-\\_completo.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/resumen_regional_de_t.candeal_2018-19_-_variedades_-_completo.pdf)

Larsen, A. y Jensen, C. A. (2016). Análisis de rendimiento de trigo candeal en distintas épocas de siembra por ambiente y variedad. En "Actualización técnica en cultivos de cosecha fina 2015/16. Forján, H., López, Z. y Domingo Yagüez, J. (Eds.). Serie: Informes Técnicos INTA. Año 4 Nº1. ISSN: 2346-9498. ISBN: 978-987-521-703-4. Págs. 36 a 44.

[https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta\\_actualizacion\\_tecnica\\_en\\_cultivos\\_de\\_cosecha\\_fina\\_2015-16.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_actualizacion_tecnica_en_cultivos_de_cosecha_fina_2015-16.pdf)

Miralles D.J., González F.G., Abeledo L.G., Serrago R.A., Alzueta I., García G.A., de San Caledonio R.P. & Lo Valvo P. (Eds). (2014). MANUAL DE TRIGO Y CEBADA PARA EL CONO SUR PROCESOS FISIOLÓGICOS Y BASES DE MANEJO. Orientación Gráfica Editora S.R.L.

Mockcel, F., Cantamutto, M., Miravalles, M., Gallez, L. (2007). Departamento de Agronomía UNS.

Pires Valério, I., Carvalho, F. I. F. D., Benin, G., Silveira, G. D., Silva, J. A. G. D., Nornberg, R., ... & Oliveira, A. C. D. (2013). Seeding density in wheat: the more, the merrier?. *Scientia Agricola*, 70(3), 176-184.

Ren, A. X., Min, S. U. N., Wang, P. R., Xue, L. Z., Lei, M. M., Xue, J. F., ... & Yang, Z. P. (2019). Optimization of sowing date and seeding rate for high winter wheat yield based on pre-winter plant development and soil water usage in the Loess Plateau, China. *Journal of Integrative Agriculture*, 18(1), 33-42.

Satorre, E. H. (1999). Plant density and distribution as modifiers of growth and yield. En Satorre E. H. & Slafer G. A. (Eds.) *Wheat: Ecology and physiology of yield determination*, 141-159.

Satorre, E. H., Benech Arnold, R. L., Slafer, G. A., De la Fuente, E. B., Miralles, D. J., Otegui, M. E., & Savin, R. (2003). Producción de granos. bases funcionales para su manejo (No. F01 AGR 17624). Editorial Facultad Agronomía.

Seghezzo, M. L. (2014). Calidad en trigo candeal. Ediciones INTA. ISBN 978-987-521-615-0 <https://uifra.org.ar/home/downloads/calidad-en-trigo-candeal-ML-seghezzo-2014.pdf>

Slafer, G. A., & Rawson, H. M. (1994). Sensitivity of wheat phasic development to major environmental factors: a re-examination of some assumptions made by physiologists and modellers. *Functional Plant Biology*, 21(4), 393-426.

Suaste-Franco, M. P., Solís-Moya, E., Ledesma-Ramírez, L., de la Cruz-Gonzalez, M. L., Grageda-Cabrera, O., & Báez-Pérez, A. (2013). Efecto de la densidad y método de siembra en el rendimiento de grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) en El Bajío, México. *Agrociencia*, 47(2), 159-170.

USDA. United States Department of Agriculture (2019). Market and Trade Data. Production, Supply and Distribution Online Reports. <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdHome.aspx>

Zadoks, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed research*, 14(6), 415-421.

## 9. APÉNDICE

**Tabla A1:** Comparación de medias n° de macollos planta<sup>-1</sup> para la campaña 2018/19, siembra temprana. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=2,73004; Error: 5,6132; gl: 13)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
100	7,55	20	0,53	a
300	4,5	20	0,53	b
200	4,35	20	0,53	b
250	4,19	20	0,53	b
150	3,45	15	2,86	b
500	3,45	20	0,53	b
400	3,4	20	0,53	b
350	3,4	20	0,53	b

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

**Tabla A2:** Comparación de medias n° de macollos planta<sup>-1</sup> para la campaña 2018/19, siembra normal. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=2,84426; Error: 2,4170; gl: 14)

Densidad	Variedad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
100	BICAR	9,4	10	0,49	a
100	BIQUI	8	10	0,49	ab
150	BIQUI	5,8	10	0,49	bc
300	BICAR	5,6	10	0,49	bcd
250	BICAR	5,2	10	0,49	bcd
400	BICAR	4,5	10	0,49	cd
150	BICAR	4,34	10	0,5	cd
200	BICAR	4,3	10	0,49	cd
250	BIQUI	4,2	10	0,49	cd
400	BIQUI	4,1	10	0,49	cd
200	BIQUI	3,9	10	0,49	cd
350	BIQUI	3,9	10	0,49	cd
350	BICAR	3,8	10	0,49	cd
500	BICAR	3,5	10	0,49	cd
500	BIQUI	3,4	10	0,49	cd
300	BIQUI	2,79	10	0,5	d

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

**Tabla A3:** Comparación de medias n° de macollos planta<sup>-1</sup> para la campaña 2019/20, siembra temprana. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=3,01324; Error: 7,2920; gl: 14)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
100	8,3	20	0,6	a
150	6,75	20	0,6	ab
200	6,1	20	0,6	ab
250	5,35	20	0,6	ab
300	5,3	20	0,6	ab
350	4,75	20	0,6	b
400	4,05	20	0,6	b
500	3,75	20	0,6	b

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

**Tabla A4:** Comparación de medias n° de macollos planta<sup>-1</sup> para la campaña 2019/20, siembra normal. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=2,62520; Error: 5,5348; gl: 14)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
100	7,6	20	0,53	a
150	6,15	20	0,53	ab
200	5,6	20	0,53	abc
250	5,55	20	0,53	abc
300	4,95	20	0,53	bc
350	4,3	20	0,53	bc
400	3,8	20	0,53	bc
500	3,2	20	0,53	c

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

**Tabla A5:** Comparación de medias altura del macollo principal para la campaña 2018/19, siembra temprana. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=0,00000; Error: 0,0833; gl: 1)

Variedad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
BICAR	94,64	80	0,03	a
BIQUI	91,37	75	0,09	b

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

**Tabla A6:** Comparación de medias n° de espigas planta<sup>-1</sup> para la campaña 2018/19, siembra temprana. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=2,14601; Error: 2,8891; gl: 13)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
100	6	20	0,38	a
250	3,84	20	0,38	b
200	3,65	20	0,38	b
300	3,1	20	0,38	b
400	3	20	0,38	b
500	2,75	20	0,38	b
350	2,65	20	0,38	b
150	2,54	15	2,05	b

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

**Tabla A7:** Comparación de medias n° de espigas planta<sup>-1</sup> para la campaña 2018/19, siembra normal. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=1,48366; Error: 1,7679; gl: 14)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
100	6,55	20	0,3	a
150	4,08	20	0,3	b
250	3,55	20	0,3	bc
300	3,26	20	0,3	bc
200	3,2	20	0,3	bc
400	3,2	20	0,3	bc
350	2,9	20	0,3	bc
500	2,45	20	0,3	c

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

**Tabla A8:** Comparación de medias n° de espigas planta<sup>-1</sup> para la campaña 2019/20, siembra temprana. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=1,42518; Error: 1,6313; gl: 14)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
100	4,45	20	0,29	a
150	3,65	20	0,29	ab
200	2,85	20	0,29	bc
250	2,6	20	0,29	bc
300	2,55	20	0,29	bc
350	2,25	20	0,29	bc
500	1,95	20	0,29	c
400	1,65	20	0,29	c

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

**Tabla A9:** Comparación de medias n° de espigas planta<sup>-1</sup> para la campaña 2019/20, siembra normal. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=1,31016; Error: 1,3786; gl: 14)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
100	3,55	20	0,26	a
150	3,15	20	0,26	a
250	2,65	20	0,26	ab
200	2,6	20	0,26	ab
350	2,35	20	0,26	ab
300	2,3	20	0,26	ab
500	1,75	20	0,26	b
400	1,75	20	0,26	b

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

**Tabla A10:** Comparación de medias espiguillas espiga<sup>-1</sup> para la campaña 2019/20, siembra normal. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=2,45647; Error: 4,8462; gl: 14)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
100	17,44	20	0,49	a
150	16,88	20	0,49	ab
250	16,85	20	0,49	ab
200	16,07	20	0,49	ab
300	15,97	20	0,49	ab
400	15,64	20	0,49	ab
500	15,07	20	0,49	ab
350	14,86	20	0,49	b

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

**Tabla A11:** Comparación de medias espiguillas espiga<sup>-1</sup> para la campaña 2018/19, siembra normal. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=0,00000; Error: 0,9225; gl: 1)

Variedad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
BICAR	19,53	80	0,11	a
BIQUI	17,44	80	0,11	b

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

**Tabla A12:** Comparación de medias Granos espiguilla<sup>-1</sup> para la campaña 2019/20, siembra normal. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=0,00000; Error: 0,0008; gl: 1)

Variedad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
BIQUI	1,36	79	3,20E-03	a
BICAR	1,25	80	3,20E-03	b

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

**Tabla A13:** Comparación de medias Granos planta<sup>-1</sup> para la campaña 2018/19, siembra temprana. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=77,99996; Error: 4553,2896; gl: 13)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
100	239,3	20	15,09	a
200	129,9	20	15,09	b
250	111,79	19	15,48	b
400	97,55	20	15,09	b
150	91,85	15	81,43	b
300	89,95	20	15,09	b
500	84,1	20	15,09	b
350	79,8	20	15,09	b

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

**Tabla A14:** Comparación de medias Granos planta<sup>-1</sup> para la campaña 2018/19, siembra normal. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=82,26581; Error: 5364,6293; gl: 14)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
100	231,9	20	16,38	a
150	140,79	19	16,8	b
400	117,7	20	16,38	b
250	117,65	20	16,38	b
200	110,95	20	16,38	b
300	104,84	19	16,8	b
350	80,15	20	16,38	b
500	77	20	16,38	b

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

**Tabla A15:** Comparación de medias Granos planta<sup>-1</sup> para la campaña 2019/20, siembra temprana. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=35,47416; Error: 1010,6536; gl: 14)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
100	105,45	20	7,11	a
150	77,2	20	7,11	ab
200	61,85	20	7,11	bc
250	56,8	20	7,11	bc
300	45,7	20	7,11	bc
350	43,6	20	7,11	bc
500	37,1	20	7,11	c
400	30,9	20	7,11	c

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

**Tabla A16:** Comparación de medias Granos planta<sup>-1</sup> para la campaña 2019/20, siembra normal. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=33,36182; Error: 888,0343; gl: 14)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
100	90,7	20	6,66	ab
150	70,8	20	6,66	ab
200	54,25	20	6,66	bc
250	53,7	20	6,66	bc
350	49,28	19	7,07	bc
300	46,95	20	6,66	bc
500	34,7	20	6,66	c
400	30,65	20	6,66	c

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

**Tabla A17:** Comparación de medias Peso total granos planta<sup>-1</sup> para la campaña 2018/19, siembra temprana. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=3,54695; Error: 9,4750; gl: 13)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
100	10,74	20	0,69	a
200	5,86	20	0,69	b
250	5,21	20	0,69	b
400	4,47	20	0,69	b
300	4,21	20	0,69	b
500	3,91	20	0,69	b
350	3,77	20	0,69	b
150	3,33	15	3,71	b

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

**Tabla A18:** Comparación de medias Peso total granos planta<sup>-1</sup> para la campaña 2018/19, siembra normal. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=2,92032; Error: 6,8492; gl: 14)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
100	8,59	20	0,59	b
150	4,94	20	0,59	b
250	4,18	20	0,59	b
400	4,09	20	0,59	b
200	4,02	20	0,59	b
300	3,78	20	0,59	b
350	2,9	20	0,59	b
500	2,79	20	0,59	b

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

**Tabla A19:** Comparación de medias Peso total granos planta<sup>-1</sup> para la campaña 2019/20, siembra temprana. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=0,98928; Error: 0,7860; gl: 14)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
100	2,9	20	0,2	a
150	1,89	20	0,2	b
250	1,65	20	0,2	bc
200	1,64	20	0,2	bc
300	1,35	20	0,2	bc
350	1,25	20	0,2	bc
500	1,11	20	0,2	bc
400	0,82	20	0,2	c

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

**Tabla A20:** Comparación de medias Peso total granos planta<sup>-1</sup> para la campaña 2019/20, siembra normal. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=1,20299; Error: 1,1623; gl: 14)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
100	2,76	20	0,24	a
150	2,07	20	0,24	ab
250	1,55	20	0,24	bc
200	1,53	20	0,24	bc
350	1,32	20	0,24	bc
300	1,26	20	0,24	bc
500	1,1	20	0,24	bc
400	0,81	20	0,24	c

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

**Tabla A21:** Comparación de medias IC para la campaña 2019/20, siembra normal. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=0,09070; Error: 0,0025; gl: 14)

Densidad	Variedad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
500	BICAR	0,31	10	0,02	a
500	BIQUI	0,3	10	0,02	a
100	BIQUI	0,29	10	0,02	a
350	BICAR	0,27	10	0,02	a
200	BICAR	0,27	10	0,02	a
400	BIQUI	0,27	10	0,02	a
150	BICAR	0,27	10	0,02	a
250	BICAR	0,26	10	0,02	a
150	BIQUI	0,25	10	0,02	ab
200	BIQUI	0,25	10	0,02	ab
300	BICAR	0,24	10	0,02	ab
250	BIQUI	0,24	10	0,02	ab
100	BICAR	0,24	10	0,02	ab
300	BIQUI	0,24	10	0,02	ab
350	BIQUI	0,22	10	0,02	ab
400	BICAR	0,17	10	0,02	b

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

**Tabla A22:** Comparación de medias n° de espigas m<sup>-2</sup> para la campaña 2019/20, siembra normal. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=127,68869; Error: 3928,2959; gl: 14)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
200	565,74	6	25,59	a
500	564,81	6	25,59	a
350	545,37	6	25,59	ab
300	524,07	6	25,59	ab
400	515,74	6	25,59	ab
150	503,7	6	25,59	ab
100	490,74	6	25,59	ab
250	432,41	6	25,59	b

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

**Tabla A23:** Comparación de medias P1000 para la campaña 2018/19, siembra temprana. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=2,23520; Error: 3,2441; gl: 2)

Variedad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
BICAR	49,58	24	0,37	a
BIQUI	46,15	24	0,37	b

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

**Tabla A24:** Comparación de medias P1000 para la campaña 2018/19, siembra temprana. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=3,12833; Error: 2,3579; gl: 14)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
500	49,34	6	0,63	a
350	49,08	6	0,63	a
400	48,6	6	0,63	a
200	47,66	6	0,63	a
250	47,65	6	0,63	a
150	47,56	6	0,63	a
300	46,68	6	0,63	a
100	46,34	6	0,63	a

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

**Tabla A25:** Comparación de medias P1000 para la campaña 2018/19, siembra normal. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=0,81922; Error: 0,4358; gl: 2)

Variedad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
BICAR	40,51	24	0,13	a
BIQUI	38,12	24	0,13	b

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

**Tabla A26:** Comparación de medias P1000 para la campaña 2019/20, siembra normal. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=1,35744; Error: 1,1965; gl: 2)

Variedad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
BIQUI	31,25	24	0,22	a
BICAR	29,35	24	0,22	b

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

**Tabla A27:** Comparación de medias PH para la campaña 2018/19, siembra temprana. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=4,84419; Error: 15,2369; gl: 2)

Variedad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
BIQUI	75,8	24	0,8	a
BICAR	70,98	24	0,8	a

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

**Tabla A28:** Comparación de medias PH para la campaña 2018/19, siembra normal. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=3,15134; Error: 0,8901; gl: 14)

Variedad	Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
BICAR	100	70,45	3	0,54	a
BIQUI	400	70,13	3	0,54	ab
BIQUI	500	69,85	3	0,54	abc
BIQUI	350	69,53	3	0,54	abcd
BIQUI	300	69,3	3	0,54	abcd
BICAR	150	69	3	0,54	abcd
BIQUI	150	69	3	0,54	abcd
BIQUI	100	68,78	3	0,54	abcd
BIQUI	250	68,18	3	0,54	abcde
BICAR	250	67,55	3	0,54	abcde
BIQUI	200	67,13	3	0,54	bcde
BICAR	200	66,72	3	0,54	cde
BICAR	400	66,68	3	0,54	de
BICAR	300	66,68	3	0,54	de
BICAR	500	65,62	3	0,54	e
BICAR	350	65,08	3	0,54	e

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

**Tabla A29:** Comparación de medias PH para la campaña 2019/20, siembra temprana. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=6,85641; Error: 4,2135; gl: 14)

Variedad	Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
BIQUI	100	69,02	3	1,19	a
BIQUI	250	67,95	3	1,19	ab
BIQUI	200	67,8	3	1,19	ab
BIQUI	150	65,93	3	1,19	abc
BICAR	500	64,05	3	1,19	abcd
BIQUI	400	63,15	3	1,19	abcd
BIQUI	500	62,55	3	1,19	abcd
BICAR	350	61,2	3	1,19	bcde
BIQUI	300	61,2	3	1,19	bcde
BIQUI	350	60,53	3	1,19	cdef
BICAR	400	60,15	3	1,19	cdef
BICAR	300	59,12	3	1,19	cdef
BICAR	200	57,68	3	1,19	defg
BICAR	100	54,53	3	1,19	efg
BICAR	250	54,23	3	1,19	fg
BICAR	150	52,22	3	1,19	g

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

**Tabla A30:** Comparación de medias Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) para la campaña 2019/20, siembra normal. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=538,29885; Error: 69814,5961; gl: 14)

Densidad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
200	3188,33	6	107,87	a
300	2871,07	6	107,87	ab
350	2870,37	6	107,87	ab
500	2866,88	6	107,87	ab
250	2772,54	6	107,87	ab
400	2755,07	6	107,87	ab
150	2716,63	6	107,87	ab
100	2554,16	6	107,87	b

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

**Tabla A31:** Comparación de medias Rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) para la campaña 2019/20, siembra normal. (Test: Tukey; Alfa=0,05; DMS=249,51149; Error: 40423,7848; gl: 2)

Variedad	Medias	n	E.E.	Significancia 5%
BIQUI	2938,94	24	41,04	a
BICAR	2709,82	24	41,04	a

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

**Tabla A32:** Rendimiento medio (kg ha<sup>-1</sup>) para la época de siembra temprana (ST), campaña 2018/19 y 2019/20, para ambas variedades y densidades propuestas.

AÑO	VARIEDAD	DENSIDAD (PLANTAS m <sup>-2</sup> )	RENDIMIENTO MEDIO (kg ha <sup>-1</sup> )
2018	BICAR	100	3869
		150	5176
		200	4978
		250	4952
		300	5439
		350	4558
		400	4301
		500	4192
	BIQUI	100	4337
		150	4462
		200	4446
		250	4532
		300	4766
		350	4192
400		4567	
500		4615	
2019	BICAR	100	3212
		150	2467
		200	3487
		250	2708
		300	2939
		350	3428
		400	2750
		500	2893
	BIQUI	100	3396
		150	2935
		200	3159
		250	3208
		300	3267
		350	2813
400		2729	
500		2911	

**Tabla A33:** Rendimiento medio (kg ha<sup>-1</sup>) para la época de siembra normal (SN), campaña 2018/19 y 2019/20, para ambas variedades y densidades propuestas.

AÑO	VARIEDAD	DENSIDAD (PLANTAS m <sup>-2</sup> )	RENDIMIENTO MEDIO (kg ha <sup>-1</sup> )
2018	BICAR	100	3474
		150	3683
		200	3240
		250	3654
		300	3465
		350	3093
		400	3853
		500	3644
	BIQUI	100	3705
		150	3929
		200	3974
		250	3663
		300	3978
		350	3939
		400	4276
		500	4221
2019	BICAR	100	2467
		150	2795
		200	3078
		250	2600
		300	2706
		350	2645
		400	2715
		500	2673
	BIQUI	100	2642
		150	2638
		200	3298
		250	2945
		300	3036
		350	3096
		400	2795
		500	3061