
**ESTUDIO DE LOS EFECTOS DE LA VARIEDAD Y EL CALIBRE DE
LA SEMILLA SOBRE LA EMERGENCIA Y EL CRECIMIENTO
INICIAL DEL TRIGO CANDEAL**



FACUNDO RIVAS

DOCENTE TUTORA:

DRA. ING. AGR. MARTA MIRAVALLS

ASESORAS:

LIC. CS. BIOLÓGICAS MARÍA N. FIORETTI

LIC. CS. BIOLÓGICAS SANDRA BAIONI

2020

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	4
El trigo candeal en el mundo	4
El trigo candeal en Argentina.....	5
OBJETIVO GENERAL	10
Objetivos particulares.....	10
MATERIALES Y MÉTODOS	11
A) Ensayos de gabinete	11
B) Ensayo de invernáculo.....	14
B.1. Variables evaluadas.....	17
B.2. Análisis de los datos	19
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
CONCLUSIONES	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
AGRADECIMIENTOS	37
ANEXO	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Valores medios de peso de mil granos (PMG, g), distribución de calibre (Cal \geq 2,75; \geq 2,5; \geq 2,2), vitreosidad (%), proteína (%) y poder germinativo (PG, %) de seis variedades trigo candeal	14
Tabla 2 : Valores medios, mínimos y máximos de plántulas de trigo candeal emergidas para dos variedades y cuatro tratamientos de calibre de semilla sembradas bajo condiciones semi controladas.....	20
Tabla 3: Distribución de calibre (Cal \geq 2,75; 2,5; 2,2), vitreosidad (%), proteína (%), poder germinativo (PG, %) de las variedades Esmeralda y Facón.....	31

Anexo:

Tabla 1 :Análisis estadístico para los efectos de la variedad, tratamiento y variedad x tratamiento sobre la emergencia de plántulas para el día 7 desde la siembra.	38
Tabla 2 :Análisis estadístico para los efectos de la variedad, tratamiento y variedad x tratamiento sobre la emergencia de plántulas para el día 8 desde la siembra.	39
Tabla 3: Análisis estadístico para los efectos de la variedad, tratamiento y variedad x tratamiento, sobre el estado de desarrollo de las plántulas de trigo candeal a los 34 DDS.	40

Tabla 4 : Análisis estadístico para los efectos de la variedad, tratamiento y variedad x tratamiento sobre la longitud de la segunda hoja a los 34 días desde la siembra.....	41
Tabla 5: Análisis estadístico para los efectos de la variedad, tratamiento y variedad x tratamiento sobre la producción de materia seca aérea de plantas de trigo candeal a los 34 días desde la siembra.	42

ÍNDICE DE FIGURAS:

Figura 1: Zonas de producción de trigo candeal en Buenos Aires.....	7
Figura 2: Sistema de tamices ensamblados para la determinación del calibre de la semilla.	12
Figura 3: Equipo para analizar vitreosidad.	13
Figura 4: Preparación de la mezcla de suelo para las macetas.	15
Figura 5: Marca de profundidad de siembra a 4 cm.	16
Figura 6: Siembra de las semillas en las macetas.....	16
Figura 7: Longitud de la lámina de la segunda hoja.	18
Figura 8: Limpieza de raíces paso por paso.....	18
Figura 9: Corte de raíces.....	19
Figura 11: Efecto de la variedad sobre la emergencia de plántulas de trigo candeal.	21
Figura 12: Efecto del calibre de la semilla sobre el número acumulado de plántulas de trigo candeal emergidas.	23
Figura 13: Efecto de la variedad y el tratamiento de calibre sobre el número acumulado de plántulas de trigo candeal emergidas a los 7 días después de la siembra.....	24
Figura 14: Efecto de la variedad y el tratamiento de calibre sobre el número acumulado de plántulas de trigo candeal emergidas a los 8 días después de la siembra.....	24
Figura 15: Efecto de la variedad y los tratamientos de calibre sobre el número acumulado de plántulas de trigo candeal emergidas a los 15 días después de la siembra (finalización de la emergencia)	25
Figura 18: Efecto de la variedad y el calibre de la semilla sobre la longitud de la segunda hoja de las plántulas de trigo candeal a los 34 DDS.	29
Figura 19 : Efecto de la variedad (a) y el calibre de la semilla (b) sobre la producción de materia seca aérea de plantas de trigo candeal a los 34 DDS	30
Figura 20: Efecto del calibre de la semilla sobre la materia seca aérea para dos variedades trigo candeal a los 34 DDS.....	31

INTRODUCCIÓN

El trigo candeal o trigo para fideos (*Triticum turgidum* L. var *durum*), es un miembro de la familia Poaceae, tribu Triticeae, que evolucionó en Medio Oriente, en el área de la “Medialuna fértil” (Palestina, Mesopotamia), vía hibridación interespecífica y duplicación cromosómica, seguida de domesticación. A diferencia del trigo pan hexaploide (*Triticum aestivum* L.), el trigo candeal es una especie tetraploide ($2n=28$, genomio AABB).

El trigo candeal es originario de regiones que poseen un régimen de precipitaciones medias a bajas (500 mm/año o menos), requiere inviernos suaves y húmedos, combinados con veranos secos y soleados, especialmente durante el período de llenado de granos (Molfese *et al.*, 2017).

El grano de trigo candeal posee como características diferenciales su gran tamaño, endosperma de naturaleza dura y vítrea, y un atractivo color amarillo ámbar, que permiten utilizarlo para la preparación de diferentes productos. De su molienda se obtiene sémola, que es la base para la elaboración de pastas “al dente” (pastas al estilo italiano). En algunos países (Italia, Francia y Grecia) se exige por ley la exclusiva utilización de sémolas de trigo candeal en la elaboración de éstas. Otro producto que se obtiene es el semolín, utilizado para elaborar ñoquis, ravioles y harina de trigo candeal que es el ingrediente básico en la elaboración de panes típicos de las regiones mediterráneas, así como también de algunos postres. Las pastas secas son productos transables que poseen un enorme potencial para agregar valor, y abastecer mercados masivos en el exterior (Molfese *et al.*, 2017).

El trigo candeal en el mundo

En el mundo se cultivan entre 18 y 19 millones de hectáreas de trigo candeal, con una producción que se ubica en el orden de los 40 millones de toneladas, que representan aproximadamente un 8% de la producción mundial de trigo.

Con relación al mercado de exportación, el mismo fluctúa anualmente entre los 6 y 8 millones de toneladas (15 a 20% del total producido). El país líder en este segmento es Canadá, con un promedio de 3,5 millones de toneladas exportadas en las últimas cinco campañas. Le siguen en importancia Estados Unidos, México y la Unión Europea, que lo hacen principalmente a países del Norte de África. Entre ellos los más importantes son

Argelia, Marruecos, Túnez y Libia, que demandan alrededor del 35% del total comercializado. En el continente asiático, Siria se caracteriza por exportar volúmenes muy variables (MAGyP, 2019).

En la Unión Europea, el actor más importante es Italia, que además de ser el primer elaborador mundial de pastas en base a trigo *durum*, concentra el 79% de los molinos semoleros que operan en la región. En orden de importancia le siguen España, Bélgica y Alemania, con un 25% del total de las importaciones. En el continente americano se destacan Estados Unidos, Venezuela, México, Perú y Chile, con un 20% del total de las importaciones. Con respecto al continente asiático, Japón demanda aproximadamente un 3% del total (MAGyP, 2019).

En el mercado de trigo *durum* orgánico se destaca como principal productor y exportador Australia (MAGyP, 2019).

En América Latina la demanda anual de trigo candeal ronda las 500.000 toneladas, y presenta una tendencia creciente, principalmente en Venezuela, donde el consumo de pastas *per cápita* (12,9 kg/año) es el segundo a escala mundial, luego del líder Italia (29 kg/año). Lo siguen Perú, Chile y Argentina, con un consumo de 7,5, 7,2 y 8,2 kg/año, respectivamente. En todo el mundo se producen anualmente aproximadamente 14 millones de toneladas de pasta seca, de las cuales un 25% corresponde a Italia y un 0,7% a la Argentina (FAOSTAT, 2015).

El trigo candeal en Argentina

El trigo candeal fue introducido en Argentina en la provincia de Buenos Aires, por inmigrantes italianos en la década de 1920/30. En la década del 50', beneficiado por normas propias de comercialización, y precios diferenciales respecto del trigo pan, el área de cultivo de trigo candeal se expandió hacia el sudeste bonaerense, coincidente con la región de cultivo de papa. Allí se constituyó en el cereal casi excluyente, desplazando al trigo pan en los 60' y principios de los 70'. En la campaña 1969/70, se sembraron más de 400.000 hectáreas, y la producción alcanzó las 760.000 toneladas, que representaba entre el 6 y el 8,5% del total de trigo producido en el país. Con estos niveles de producción nuestro país alcanzó el tercer lugar en el mundo como exportador, abasteciendo al principal importador

de ese momento, Italia, que imponía exigencias específicas de calidad que se cumplían sin problemas (Molfese *et al.*, 2017).

A partir de la década del 70', con el recambio varietal que se dio como consecuencia de la revolución verde, se lograron incrementar sensiblemente los niveles de productividad de grano, pero comenzaron a aparecer, por esa misma causa, serios problemas de calidad comercial asociados a menores niveles proteicos en el grano. Los nuevos cultivares exhibían, además, una deficiente calidad industrial, que fue desalentando el interés del mercado italiano por nuestro candeal. A ello se sumó el severo impacto que tuvieron, tanto sobre la producción como sobre la calidad general del grano, las fuertes epifitias de fusariosis de los años 1976 y 1977, que para 1982 derivaron en la suspensión total de compras por parte de ese país (Carbajo, 2001).

En los últimos diez años la superficie destinada a este cereal ha fluctuado entre las 42.000 y 80.000 hectáreas, con una producción en el rango entre las 100.000 y 250.000 toneladas. La media de rendimiento para esta última década se ubica en 2.965 kg/ha (entre 1.757 kg/ha para la peor campaña y 3.776 kg/ha para la mejor). En la campaña 2018/2019 se sembraron 47.995 hectáreas, con una producción de 150.216 toneladas. La industria molinera para este período utilizó 197.887 toneladas, mientras que la industria balanceadora demandó 1609 toneladas (MAGyP, 2019).

El trigo candeal es un cultivo invernal, de ciclo intermedio-corto, que se siembra desde junio a mediados de agosto, y se cosecha en diciembre. La siembra es coordinada por los propios molinos a través de contratos con los productores. Estos acuerdos contemplan la posibilidad de que los interesados puedan hacer un seguimiento de los lotes, y ajustar la calidad final conforme a los requerimientos de la industria semolera y fideera. Aunque existe una norma de comercialización que se aplica a todas las transacciones (Res. ex-SAGyP N° 1075/94), las principales industrias relacionadas al trigo candeal diseñan y aplican escalas propias de bonificaciones y rebajas para algunos parámetros de interés, como es el caso de la vitreosidad, el porcentaje de proteína y de gluten (Molfese *et al.*, 2017).

El área de cultivo de candeal abarca las regiones sudeste y sudoeste de la provincia de Buenos Aires, y parte de La Pampa (Subregiones trigueras IV y V Sur). No obstante, en los últimos años se ha ido extendiendo a otras provincias, como es el caso de campos bajo riego en San Luis, y también a una cantidad significativa de lotes en las provincias de Tucumán y Salta (subregión triguera NOA), debido a la instalación de un importante molino

y fábrica de pastas, que utiliza al candeal como insumo para la elaboración de sus productos (Molfese *et al.*, 2017).

Tradicionalmente en la provincia de Buenos Aires se han distinguido tres zonas de producción, sudoeste (zona semiárida), centro sur (zona subhúmeda) y sudeste (zona húmeda) (Figura 1). Las dos últimas constituyen el área donde se dio la mayor expansión del cultivo en los años de mayor producción, siendo, además, donde se han obtenido seis de las trece variedades que existen hoy día en el mercado. Los partidos de Coronel Dorrego y Tres Arroyos (área centro sur) concentran la mayor superficie ocupada con este cultivo respecto de las otras zonas (Molfese *et al.*, 2017).

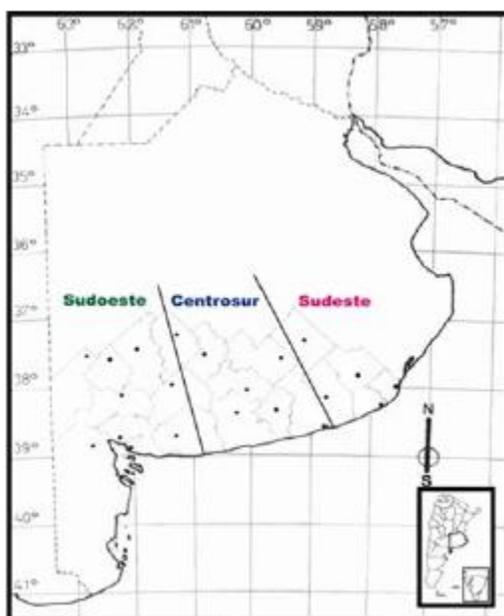


Figura 1: Zonas de producción de trigo candeal en Buenos Aires.

En lo que respecta al panorama varietal de trigo candeal en Argentina, el mismo podría juzgarse de modesto si se considera que solo 13 de los 24 cultivares inscriptos en el Registro Nacional de Cultivares, se encuentran en vigencia en la actualidad. Ello contrasta claramente con las más de 100 variedades en cultivo en trigo pan (Fuente: INASE). Los materiales cultivados actualmente presentan, además, escasa variación en la longitud de su ciclo, siendo todos ellos de ciclo vegetativo corto a intermedio. No obstante, en siembras tempranas, es posible observar diferencias considerables en la fecha de espigazón, que permiten clasificarlos de ciclo corto-corto (BON INTA Facón, Buck Esmeralda, ACA 1903F,

DL 102 TC, DL 103 TC, Buck Perla), corto-intermedio (Buck Platino, BON INTA Galpón, BON INTA Charito), e intermedio (BON INTA Cariló, Buck Granate, BON INTA Quillén, Buck Zafiro). (Fuente: Barrow, MDA – INTA, 2019).

Por fuera de las cuestiones vinculadas al ciclo, las variedades disponibles en el mercado presentan notables diferencias en la morfología y características de sus granos, algunas de ellas de origen genético, y otras vinculadas a la interacción de las variedades con los ambientes de cultivo (Larsen y Storm, 2020; Miravalles, 2017). Dichas características, independientemente de su origen, presentan un fuerte impacto en el destino de uso del grano, ya sea que éste se utilice para la obtención de sémolas por parte de la industria molinera (Molfese *et al.*, 2017; Miravalles, 2017), o bien como semilla para la siembra en producciones extensivas (Fernández Moroni *et al.*, 2018).

En lo que concierne al destino del grano para semilla, se dispone de abundante evidencia bibliográfica que destaca la importancia que reviste el tamaño de la semilla sobre la emergencia y el vigor temprano de las plántulas del trigo candeal (Akinci *et al.*, 2008), así como también sobre la producción de biomasa aérea (Aparicio *et al.*, 2002) y el rendimiento de granos (Royo *et al.*, 2006; Akinci *et al.*, 2008). Aparicio *et al.* (2002) en España, observaron notables diferencias en el desarrollo temprano de distintas variedades de trigo *durum*, que fueron atribuidas mayormente a variaciones en el tamaño de la semilla, atributo que impactó tanto sobre la tasa de crecimiento como sobre el área de la primera hoja. Del mismo modo en nuestro país, Maydup *et al.* (2012) para 20 genotipos actuales de trigo pan de similar fecha de siembra, concluyeron que el peso de la semilla mostró una asociación positiva con el vigor y el área de las primeras hojas. Por su parte, Akinci *et al.* (2008), en Turquía, determinaron que la utilización de semilla grande y uniforme resultó en un cultivo más competitivo, y permitió aumentar los rendimientos de trigo *durum* en un 15%. Esta mejora fue atribuida a un incremento de la tasa de germinación y emergencia, y también a una mayor precocidad, que se tradujo en una ventaja adaptativa para enfrentar las altas temperaturas y la sequía de fin de ciclo.

Estudios referidos a la dinámica de la germinación y emergencia del trigo han concluido que la cantidad de agua requerida para la germinación puede variar entre especies y variedades (Rahman *et al.*, 2011; Essemine *et al.*, 2007). Estos últimos autores, por ejemplo, observaron notables diferencias en la absorción de agua entre semillas de trigo *durum* y trigo pan. En Argentina, Jensen y Carbajo (2001) reportaron una mayor y más lenta absorción de agua para semillas de trigo candeal, la cual fue atribuida a la naturaleza más

dura y vítrea de los granos de *durum*, en comparación con la textura más harinosa del trigo pan. Se ha informado, asimismo, que las semillas de tamaño pequeño emergen más rápidamente, pero derivan en plantas que producen menos materia seca (Lafond y Baker, 1986). En trigo pan, Zareian *et al.* (2014) atribuyeron la mayor velocidad en la emergencia de plantas provenientes de semillas pequeñas a que las mismas requerían menos agua para germinar que las provenientes de semillas más grandes. Por su parte, Butcher y Stenvert (1973), y más recientemente, Wen *et al.* (2017), coincidieron en que una estructura de endosperma más laxa, vinculada a niveles de proteína medios a bajos, aumentaba la velocidad de absorción de agua y favorecía una más rápida germinación. Maydup *et al.* (2012) alertaron que además del tamaño, la densidad de las semillas pudo haber sido otro de los factores que influyeron en la distinta velocidad de emergencia que presentaron 20 genotipos de trigo pan. Al respecto, King (1984) observó que la absorción de agua en semillas de trigo pan estuvo condicionada por la estructura del grano, y reportó diferencias hasta del doble en la tasa de absorción entre variedades.

En virtud de los múltiples factores que pueden afectarla, algunos de ellos exógenos y vinculados a la condición de la cama de siembra, y otros relacionados con las características propias de la semilla, la implantación es una etapa clave para el trigo candeal, ya que es el momento en que se define el primer componente del rendimiento, es decir, el número de plantas por unidad de superficie. Como consecuencia de su ciclo, para alcanzar rendimientos de grano que hagan competitiva su producción, resulta fundamental lograr un stand de plantas en el rango entre las 250 y las 350 plantas m⁻² (Jensen y López, 2001). Por ello, la cantidad total de nutrientes que la plántula recibe del caripose, como así también la longitud del período en que esta transferencia ocurre, pasan a ser factores decisivos para una implantación exitosa del cultivo (Gallez, 2004).

En lo concerniente a la semilla, la información que dispone el productor para alcanzar el stand de plantas deseado se circunscribe habitualmente al poder germinativo, la pureza y el peso de mil granos, variables que, en algunas situaciones, no estarían aportando suficiente explicación a los problemas de emergencia lenta y raleo reportados por algunos técnicos y productores del área de cultivo de trigo candeal en el sur bonaerense (Ing. Agr. A. Junquera, Com. Pers., 2017). Por otra parte, al igual que en otros cereales de invierno, la capacidad que posee el trigo candeal para producir un número variable de macollos en respuesta a la oferta de recursos del ambiente contribuye en muchos casos a enmascarar la ocurrencia de fallas en la emergencia, que puede haber afectado tempranamente el

número de plantas, y/o la uniformidad del cultivo. Es por ello que, para alcanzar una mayor precisión en el cálculo de la dosis de siembra, resulta necesario disponer de información más detallada acerca de las diferencias existentes en los niveles de vigor y la performance temprana de las plantas entre variedades de trigo candeal actuales, y la posible relación de los atributos físicos de la semilla con dichas variables. Con esta información podrían diseñarse pautas de clasificación o manejo de la semilla, tendientes a maximizar la emergencia a campo, y, como consecuencia de ello, el rendimiento de grano.

En este marco conceptual, el presente trabajo de intensificación plantea los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL

- Estudiar los efectos que tienen la variedad y el calibre de la semilla sobre el crecimiento inicial de las plantas de trigo candeal.

Objetivos particulares

- Investigar la dinámica de la emergencia de dos variedades de trigo candeal que presentan características de semilla contrastantes en cuanto a peso y composición del grano.
- Analizar cómo la distribución de calibre de la semilla afecta el vigor y el crecimiento inicial de las plantas de trigo candeal.
- Determinar si los efectos del calibre de la semilla sobre la emergencia y la producción de materia seca en las primeras etapas del crecimiento son similares para variedades de trigo candeal de grano grande y grano pequeño.
- Delinear pautas de manejo de la semilla que permitan mejorar el crecimiento inicial de las plántulas durante la implantación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se llevó adelante un experimento en macetas bajo condiciones semi-controladas en el invernáculo que se halla ubicado en el predio del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur.

Para la selección de las variedades que participarían del ensayo, previamente en el gabinete, se analizó semilla las variedades Buck Esmeralda, B. Platino, B. Zafiro, Bon. Inta Cariló, B.I. Facón y B.I. Quillén. La semilla fue proporcionada por la Ing. Agrónoma Adelina Larsen de la Chacra Experimental Integrada Barrow en Tres Arroyos. El objetivo de ello era identificar dos variedades que presentaran características contrastantes para los atributos cuyos efectos sobre la implantación se deseaba investigar.

A) Ensayos de gabinete

Para la caracterización de la semilla en gabinete se realizaron diferentes análisis, a saber:

Peso de mil granos (PMG, g): Se efectuó pesando 4 repeticiones de 100 granos tomados al azar de cada muestra. Previo a ello se removieron los granos rotos y las materias extrañas. Los resultados se promediaron, se multiplicaron por 10 y se expresaron en gramos ($\pm 0,01$ g).

Calibre de la semilla (%): Se determinó sobre una muestra de 100 g tomados al azar de cada variedad, la cual se sometió por 20 segundos a la acción de un sistema de tamices ensamblados que dividió la muestra en tres fracciones que quedaron retenidas sobre los tamices de 2,2 mm (Cal $\geq 2,2$), 2,5mm (Cal $\geq 2,5$) y 2,75mm (Cal $\geq 2,75$) (Figura 2). La prueba se realizó por triplicado, y el valor medio retenido por cada tamiz se expresó en porcentaje.



Figura 2: Sistema de tamices ensamblados para la determinación del calibre de la semilla.

Proteína (PROT, %): Se determinó sobre 5 gramos de muestra de cada variedad, a partir del contenido de Nitrógeno Total por el método Kjeldahl (ICC N° 105/1); el valor obtenido se multiplicó por el factor 5,7.

Vitreosidad (VIT, %): se realizó según Norma XXI SENASA (Resolución ex-SAGyP N° 1075/94), a través de la inspección visual de 100 granos de trigo provenientes de una muestra libre de impurezas y de granos partidos. Para ello se utilizó un equipo retroproyector (Figura 3) que cumplió una función similar a la del Diafanoscopio utilizado en el procedimiento descrito en la norma. El mismo está basado en el empleo del traspaso de luz (Sistema VOGEL), en el que los rayos luminosos atraviesan las zonas compactas vitrificadas, pero no las harinosas. Los resultados se expresaron en porcentaje (%).



Figura 3: Equipo para analizar vitreosidad.

Poder germinativo (PG, %): se determinó siguiendo la metodología estándar descrita en la Normas ISTA (2016), en cajas de plexiglás con 50 semillas en cada una y 4 repeticiones por variedad. En las cámaras de germinación se aplicó un fotoperíodo de 16 hs de luz y 8 hs de oscuridad, y un termoperíodo de 20°C. Desde el inicio de la prueba y hasta el momento del conteo (7 días) las cajas se rotaron diariamente dentro de la cámara.

En la Tabla 1 se observan los valores medios de cada variable medida para las seis variedades de trigo candeal evaluadas.

Tabla 1: Valores medios de peso de mil granos (PMG, g), distribución de calibre (Cal \geq 2,75; \geq 2,5; \geq 2,2), vitreosidad (%), proteína (%) y poder germinativo (PG, %) de seis variedades trigo candeal.

Variedad	PMG (g)	CALIBRE (%)			VITREOSIDAD (%)	PROTEÍNA (%)	PG (%)
		$\geq 2,75\text{mm}$	$\geq 2,5\text{mm}$	$\geq 2,2\text{mm}$			
Cariló	39,5	58,9	25,2	10,9	70	11,2	98
Esmeralda	57,7	95,5	3,7	0,6	69	10,8	91
Facón	40,0	44,7	36,6	13,9	83	12,0	78
Granate	54,0	87,2	10,7	2,5	70	10,9	86
Quillén	43,0	59,6	26,6	10,0	66	11,0	85
Zafiro	50,8	87,6	9,1	1,9	69	11,4	91
Media	47,7	72,2	18,7	6,6	71,2	11,2	88
Mínimo	39,5	44,7	3,7	0,6	66	10,8	78
Máximo	57,7	95,5	36,6	13,9	83	12,0	98

Sobre la base de los resultados obtenidos en el gabinete, para el ensayo en macetas se decidió utilizar las dos variedades que presentaron las características de grano más contrastantes, y que, además, exhiben similar longitud de ciclo. Las variedades elegidas fueron Buck Esmeralda, que presentó los mayores valores de calibre y PMG, y menores niveles de proteína y vitreosidad, y Bon. INTA Facón, de bajo PMG y calibre, y mayores niveles de vitreosidad y proteína. Ambas variedades son de ciclo corto.

B) Ensayo de invernáculo

El ensayo se llevó adelante en el invernadero del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional Del Sur, que cuenta con un sistema de riego por aspersión que se activa durante 30 minutos dos veces por día (a las ocho am y a las ocho pm) y es mantenido a una temperatura media de 24 °C.

Para cumplir con el objetivo planteado se probaron 4 tratamientos de calibre: un Control o Testigo que se sembró con semilla de la variedad “tal cual” sin clasificar, y tres tratamientos denominados $Cal \geq 2,75$, $Cal \geq 2,5$ y $Cal \geq 2,2$, que se sembraron con semillas retenidas en las zarandas de 2,75 mm, 2,5 mm y 2,2 mm, respectivamente. Los tratamientos se sembraron por triplicado.

Las macetas utilizadas para la siembra tenían 12 cm de alto, con 11 cm de diámetro en la base y 15 cm de diámetro en la parte superior. Las mismas se rellenaron con una mezcla al 50% de tierra fértil de vivero, y suelo de textura Franco Arenosa del predio del Departamento de Agronomía (Figura 4). Previo a su llenado, el interior de las mismas se marcó a la altura de la profundidad de siembra, luego de lo cual se rellenaron con suelo hasta la marca, se regaron y se dejaron asentar por dos días. En los casos que fue necesario, para lograr la profundidad de siembra deseada (4 cm), se volvió a completar con suelo hasta la marca (Figura 5).



Figura 4: Preparación de la mezcla de suelo para las macetas.



Figura 5: Marca de profundidad de siembra a 4 cm.

La siembra se realizó el día seis de junio, distribuyendo las semillas de forma uniforme a razón de 10 por maceta (Figura 6). Luego de ello se las tapó con suelo hasta la marca y se las regó hasta capacidad de campo.



Figura 6: Siembra de las semillas en las macetas.

Una vez realizada la siembra, las macetas se ubicaron sobre una mesa en el invernáculo, con los tratamientos distribuidos al azar. Diariamente eran rotadas para asegurar que les llegara similar cantidad de agua de los rociadores.

Desde ese momento en adelante se registró diariamente el número de plántulas emergidas y la dinámica de aparición de hojas hasta que el 100% de las plantas de los tratamientos alcanzaron el estado de desarrollo Z1.2 (Zadocks *et al.*, 1974).

B.1. Variables evaluadas

Desde el inicio del ensayo hasta su finalización a los 34 DDS:

- Fecha de inicio de la emergencia: La emergencia se determinó con la aparición del coleoptile (Estado Z.1.0, Zadocks *et al.*, 1974).
- Número acumulado de plántulas emergidas por día.
- Fechas de aparición de las tres primeras hojas: utilizando la escala de Zadocks (Z1.1; Z1.2; Z1.3) (Zadocks *et al.*, 1974).

A la finalización del ensayo:

- Estado de desarrollo de las plantas: se expresó como porcentaje de plantas en estado Z1.3
- Longitud de la lámina de la segunda hoja (cm): se midió con regla, desde la lígula, en su inserción con la vaina, hasta la punta de la lámina (Figura 7).
- Materia seca aérea total (MSt), y por planta (MSp) (gramos): en primer lugar, se procedió a sacar las plantas de las macetas desprendiendo las partículas de suelo con abundante agua. Luego de ello, se cortaron las raíces con tijera (Figuras 8 y 9) y se llevó la parte aérea a estufa a 75°C por 48hs. Más tarde, se tomó el peso total de la MS por maceta (MSt), y se dividió por la cantidad de plantas emergidas en la repetición correspondiente; con ello que se obtuvo la materia seca por planta (MSp).



Figura 7: Longitud de la lámina de la segunda hoja.



Figura 8: Limpieza de raíces paso por paso.



Figura 9: Corte de raíces.

B.2. Análisis de los datos

Todos los datos fueron analizados mediante la prueba de ANOVA. Las fuentes de variación fueron las variedades (2), los tratamientos de calibre (4), la interacción entre ambas, y las réplicas (3). Para el análisis de algunas de las variables se utilizó el número de plantas finales emergidas en cada maceta como covariable. Para la comparación de medias se utilizaron la prueba de Diferencias Mínimas Significativas protegida de Fisher (LSD) y el test de DGC. Todos los análisis se realizaron con el Paquete Estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el trigo, al igual que en otros cultivos de grano, un rápido establecimiento y crecimiento son factores claves que permiten a las plantas desarrollar una biomasa aérea adecuada, mejorar la eficiencia de uso del agua y competir tempranamente con las malezas.

En este ensayo la emergencia de las plántulas de las dos variedades se inició a los 7 días después de la siembra (DDS), y finalizó a los 14 DDS para Facón, y a los 15 DDS para Esmeralda. Si bien los análisis previos realizados a la semilla mostraron una diferencia del orden del 13% en el poder germinativo entre variedades (91% para Esmeralda y 78% para Facón) (Tabla 1), el número final de plantas emergidas en las macetas no fue estadísticamente diferente, promediando 8,92 plantas para Esmeralda y 8,67 plantas para Facón (Tabla 2). Tampoco se observaron diferencias significativas en el número final de plantas entre los tratamientos de calibre, aunque la observación de los datos muestra una leve superioridad para las semillas retenidas en la zaranda de 2,2mm respecto de las demás categorías.

Tabla 2 : Valores medios, mínimos y máximos de plántulas de trigo candeal emergidas para dos variedades y cuatro tratamientos de calibre de semilla sembradas bajo condiciones semi controladas.

Fuentes de variación	Plántulas emergidas ^a		
	Media ^b	Mínimo	Máximo
Variedades			
Esmeralda	8,9	7,0	10
Facón	8,7	7,0	10
D.M.S Fisher ($P \leq 0,05$)	0,92	--	--
Tratamientos de calibre			
Testigo	8,8	7,0	10
Cal \geq 2,2 mm	9,2	9,0	10
Cal \geq 2,5 mm	8,8	8,0	10
Cal \geq 2,75 mm	8,3	7,0	10
D.M.S. Fisher ($P \leq 0,05$)	1,30	--	--
Media general (N=24)	8,8	7,0	10

^a Sobre un total de 10 semillas sembradas por maceta

^b Promedio de 3 repeticiones

Pese a la similitud en el número final de plantas, durante los primeros dos días de la emergencia (7mo. y 8vo. DDS), se observó que Esmeralda, la variedad de grano más grande, presentó un número significativamente mayor de plántulas emergidas que Facón, ventaja que fue disminuyendo en los días sucesivos (Figura 11). Estas observaciones concuerdan con los resultados de Akinci *et al.* (2008), en Turquía, quienes informaron que la tasa de germinación y emergencia fueron más altas en trigo con semillas grandes, y que el uso de éstas resultó en un cultivo más competitivo que mejoró el rendimiento de grano. Del mismo modo, Aparicio *et al.* (2002) en España, observaron notables diferencias en el desarrollo temprano de distintas variedades de trigo *durum*, que fueron atribuidas mayormente al tamaño de la semilla, atributo que impactó tanto sobre la tasa de crecimiento como sobre el área de la primera hoja.

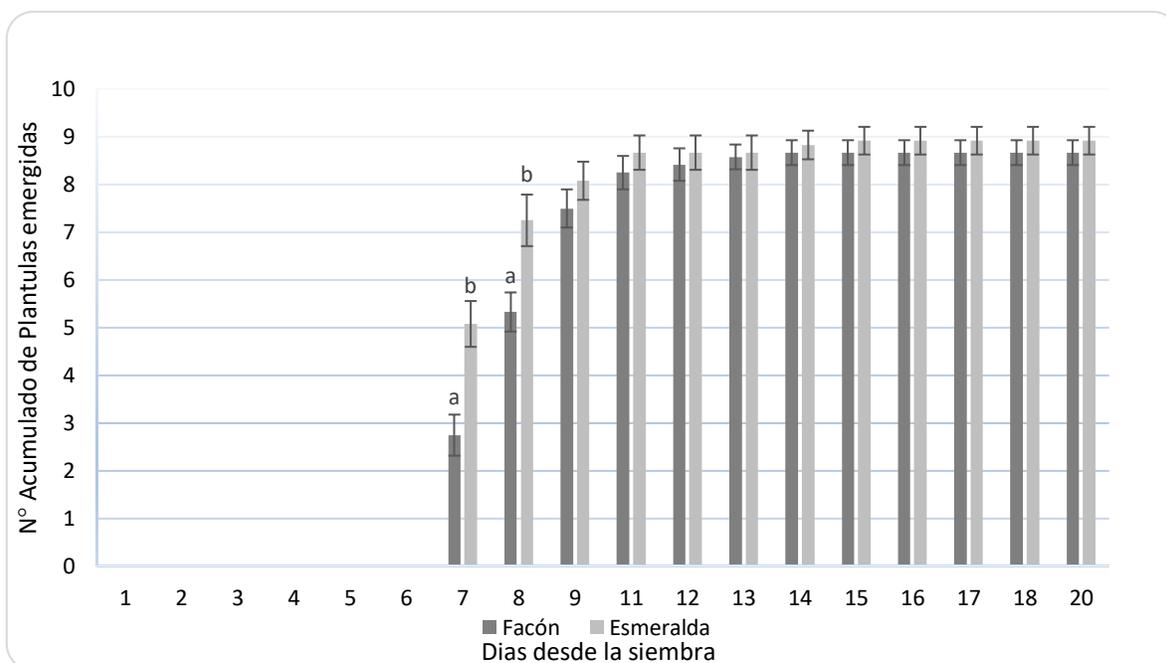


Figura 10: Efecto de la variedad sobre la emergencia de plántulas de trigo candeal. (Letras diferentes entre variedades indican diferencias estadísticamente significativas, $P \leq 0,05$)

La bibliografía da cuenta de la existencia de amplia variabilidad en el vigor y crecimiento temprano de las plantas, tanto entre distintas especies de cereales, como dentro de una misma especie. Así por ejemplo, el mayor vigor temprano de cebada comparado con trigo pan y candeal, y con avena y triticale, ha sido asociado a su embrión más grande, que resulta en una mayor cantidad de células en expansión luego de la imbibición, y un más

vigoroso crecimiento inicial de la raíz y el tallo (Lopez- Castaneda *et al.*, 1996; Richards, 1996). Si bien en el marco de esta tesina no se hicieron evaluaciones morfométricas sobre las semillas y sus embriones, un estudio exploratorio previo realizado sobre las dos variedades analizadas en este trabajo, da cuenta de diferencias apreciables en las dimensiones del embrión que permitirían explicar el mayor vigor de Esmeralda respecto de Facón (Di Rocco, Com. Pers.)

Otros aspectos que pueden haber influido en la diferente dinámica de la emergencia son los niveles de proteína y vitreosidad del grano que presentaron las semillas de ambas variedades. Según puede observarse en la Tabla 1, la semilla de la variedad Esmeralda presentó niveles de proteína y vitreosidad inferiores a los de Facón, que permitirían suponer la ocurrencia de una imbibición más rápida, asociada a la presencia de más espacios de aire en su endosperma. Al respecto, Wen *et al.* (2017), determinaron que una estructura de endosperma más laxa, vinculada a niveles de proteína medios a bajos, aumentaba la velocidad de absorción de agua, y favorecía una más rápida germinación y emergencia. En nuestro país, en tanto, Maydup *et al.* (2012) para 20 genotipos actuales de trigo pan de similar fecha de siembra, también concluyeron que el peso de la semilla mostró una asociación positiva con el vigor, pero alertaron acerca de la existencia de otras causas, como por ejemplo, la densidad de la semilla. En lo que hace a este último aspecto, cabe aclarar que la evidencia recogida en la bibliografía es contradictoria, dado que algunos investigadores han concluido que un aumento en la densidad de la semilla puede incrementar el stand de plantas y el vigor de las plántulas (Ball *et al.*, 2011).

En lo que respecta a los tratamientos de calibre, se observó, en contrapartida, que las semillas de menor tamaño emergieron más rápidamente que las semillas más grandes, ventaja que, si bien se mantuvo hasta el final del ensayo, solo fue estadísticamente significativa los dos primeros días de la emergencia (días 7mo. y 8vo. DDS) (Figuras 12 a 16). Estas observaciones concuerdan con lo reportado por Zareian *et al.* (2013) quienes atribuyeron la mayor velocidad en la emergencia de plantas de trigo pan provenientes de semillas pequeñas a que éstas requerían menos agua para germinar respecto de las provenientes de semillas más grandes. Rodríguez (2019) analizaron la velocidad de removilización de reservas en semillas de trigo de tamaño grande y pequeño, y observaron una mayor velocidad de removilización de reservas para las semillas pequeñas. Según estos autores ello se debe a que el crecimiento de la plántula hasta la aparición del coleoptile sobre la superficie del suelo, es totalmente dependiente de las reservas de

carbohidratos del endosperma, y esta removilización de reservas es mucho más rápida en semillas de menor tamaño en comparación a las más grandes.

Cabe señalar que, para el promedio de ambas variedades, la semilla “tal cual”, sin clasificar (tratamiento testigo), presentó una dinámica de emergencia comparable a la observada para la categoría de semilla de calibre más bajo ($\geq 2,2\text{mm}$).

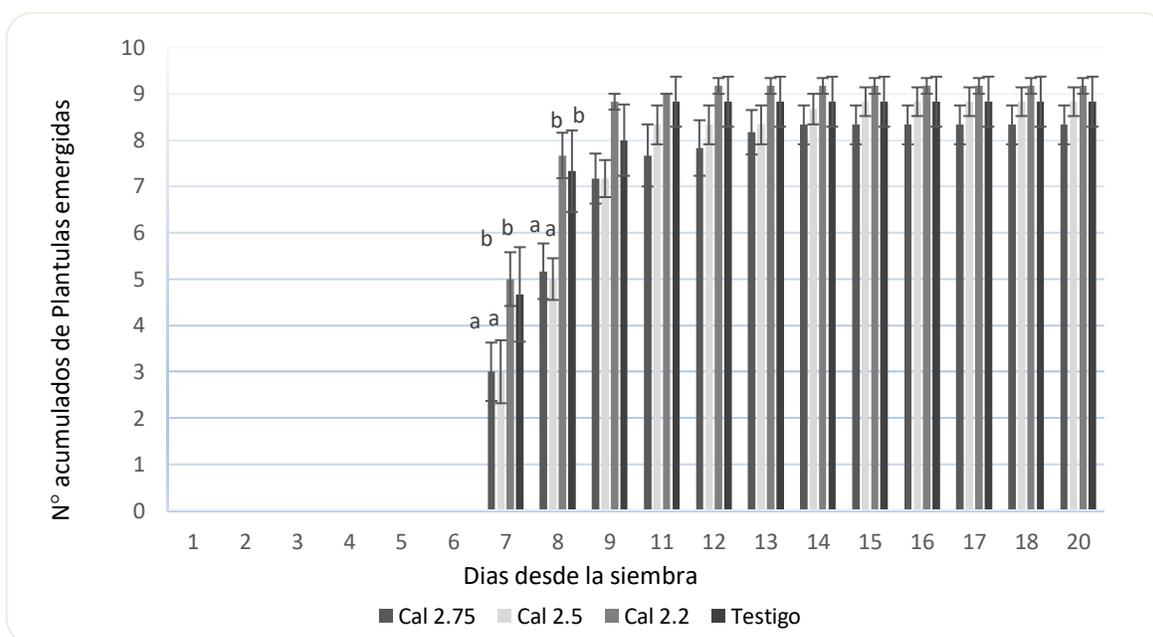


Figura 11: Efecto del calibre de la semilla sobre el número acumulado de plántulas de trigo candeal emergidas.
 (Letras diferentes entre tratamientos de calibre indican diferencias estadísticamente significativas, $P \leq 0,05$)

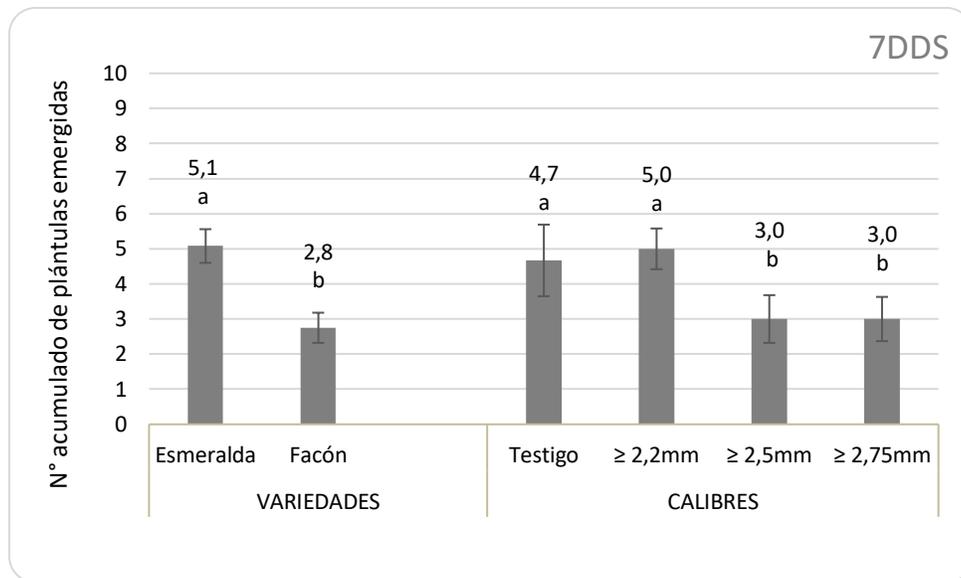


Figura 12: Efecto de la variedad y el tratamiento de calibre sobre el número acumulado de plántulas de trigo candeal emergidas a los 7 días después de la siembra. (Letras diferentes entre variedades y tratamientos indican diferencias estadísticamente significativas, $P \leq 0,05$)

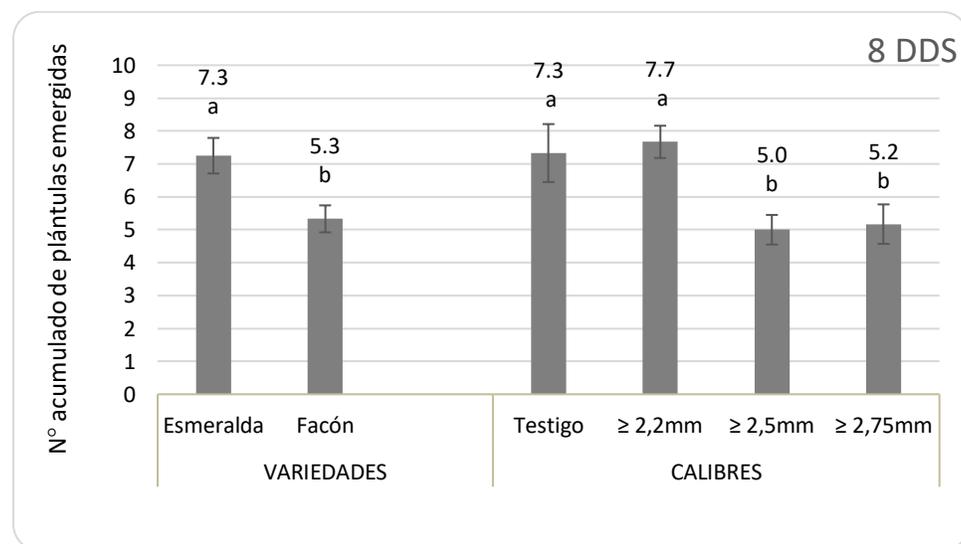


Figura 13: Efecto de la variedad y el tratamiento de calibre sobre el número acumulado de plántulas de trigo candeal emergidas a los 8 días después de la siembra. (Letras diferentes entre variedades y tratamientos indican diferencias estadísticamente significativas, $P \leq 0,05$)

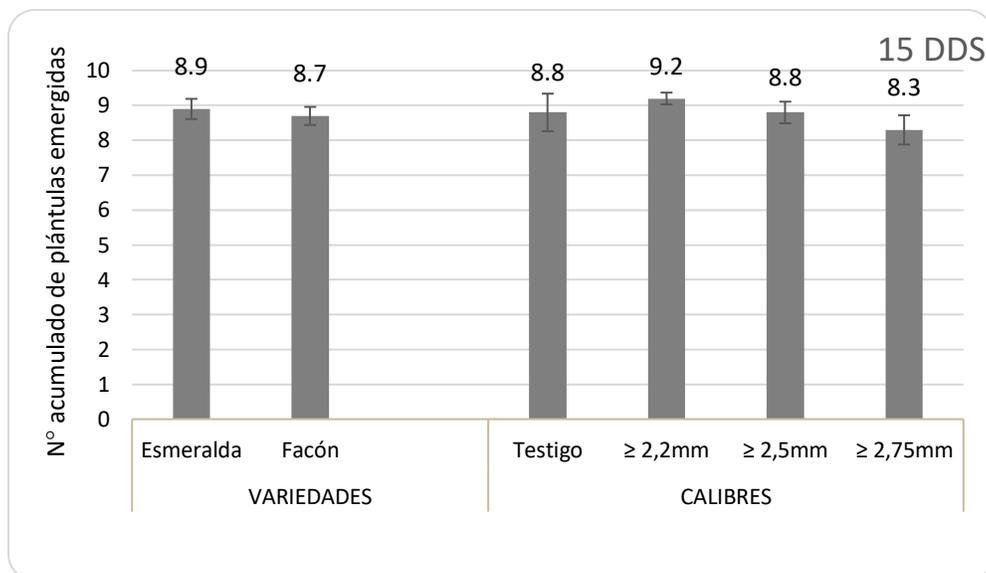


Figura 14: Efecto de la variedad y los tratamientos de calibre sobre el número acumulado de plántulas de trigo candeal emergidas a los 15 días después de la siembra (finalización de la emergencia).

(Letras diferentes entre variedades y tratamientos indican diferencias estadísticamente significativas, $P \leq 0,05$)

El ANOVA no detectó interacción entre ambas fuentes de variación (Tablas 1 y 2 del ANEXO), lo cual implica que durante los dos primeros días de la emergencia ambas variedades presentaron similar comportamiento frente a los distintos tratamientos de calibre. No obstante, la observación del número de plántulas emergidas de cada variedad para los diferentes calibres de semilla a los días 7 DDS (Figura. 16), sugiere que la distinta tendencia observada para Esmeralda y Facón, en los niveles de emergencia de la categoría de semilla más chica en relación al testigo, pudieron deberse a un aumento de la densidad de la semilla, que resultó de un incremento de los niveles de proteína por disminución de la biomasa de grano en la categoría de semillas de calibre menor.

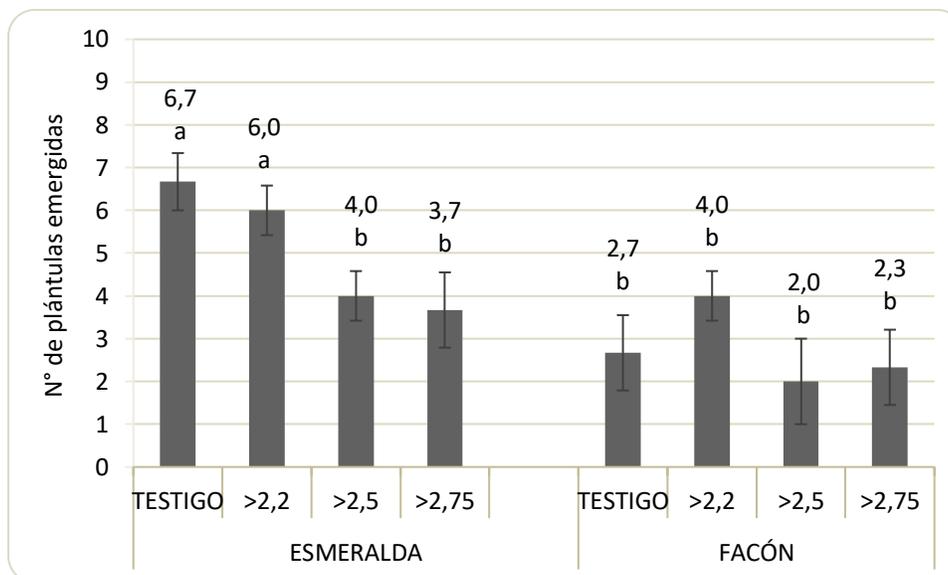


Figura 16: Efectos del calibre de la semilla sobre el número de plántulas emergidas para dos variedades de trigo candeal a los 7 días después de la siembra.

(Letras diferentes entre tratamientos y variedades indican diferencias estadísticamente significativas, $P \leq 0,05$)

Las diferencias observadas entre variedades y tratamientos de calibre mencionadas en lo que respecta a la dinámica de la emergencia determinaron que, al momento de la finalización del ensayo (34DDS), las plantas presentaron variaciones en el número de hojas desarrolladas, en la longitud de las láminas y, como consecuencia de ello, en el peso seco por planta y por maceta.

En lo que respecta al estado de desarrollo del trigo se determinó que al finalizar el ensayo el 100% de las plántulas emergidas tenían entre dos y tres hojas totalmente desarrolladas (Z1.2 y Z1.3, respectivamente). No obstante, entre las variedades, Esmeralda presentaba un estado de desarrollo más avanzado, que se reflejó en una mayor proporción de plántulas en estado Z1.3 (79,2% vs 51,9%, para Esmeralda y Facón, en promedio, respectivamente) ($P \leq 0,01$) (Figura 17 a). Mientras tanto, entre los tratamientos de calibre se evidenció un mayor atraso en el desarrollo conforme disminuía el tamaño de las semillas. Para ambas variedades consideradas en promedio, el ranking de plántulas en Z1.3 fue $Cal \geq 2.75 > Cal \geq 2.5 > Cal \geq 2.2$ (Figura 17 b). Esto último significa que, si bien para ambas variedades las plántulas provenientes de semillas más chicas emergieron más rápidamente, luego esas plantas evolucionaron más lento, y presentaron un menor desarrollo, es decir, menor

cantidad de hojas desplegadas. En cambio, las plántulas provenientes de semillas de mayor tamaño, inicialmente tuvieron una emergencia más lenta, pero luego alcanzaron un mayor desarrollo.

Cabe mencionar que las semillas sin clasificar, correspondientes al tratamiento testigo, derivaron en un porcentaje de plantas en Z1.3 intermedio entre el observado para las plantas que se originaron a partir de las semillas más grandes (Cal ≥ 2.75) y las de calibre intermedio (Cal ≥ 2.5). No obstante, cuando los efectos del calibre se investigaron en ambas variedades por separado se vio que Esmeralda presentó menor variabilidad en el estado de desarrollo entre plantas provenientes de semillas de distinto calibre (CV de Esmeralda 25,2 vs CV de Facón 43,3), mientras que, en el caso de Facón, se observó una creciente disminución en el porcentaje de plantas con tres hojas cuando las mismas se originaban a partir de semillas retenidas en las zarandas de 2,5 y 2,2mm (Figura 18). En sintonía con estas observaciones, Akinci *et al.* (2008), en Turquía informaron que las plantas provenientes de semillas de menor calibre de la variedad de trigo *durum* Ceylan 95 experimentaban un retraso de alrededor de dos días en la fecha de emergencia de la espiga respecto de las plantas originadas a partir de semillas de mayor tamaño.

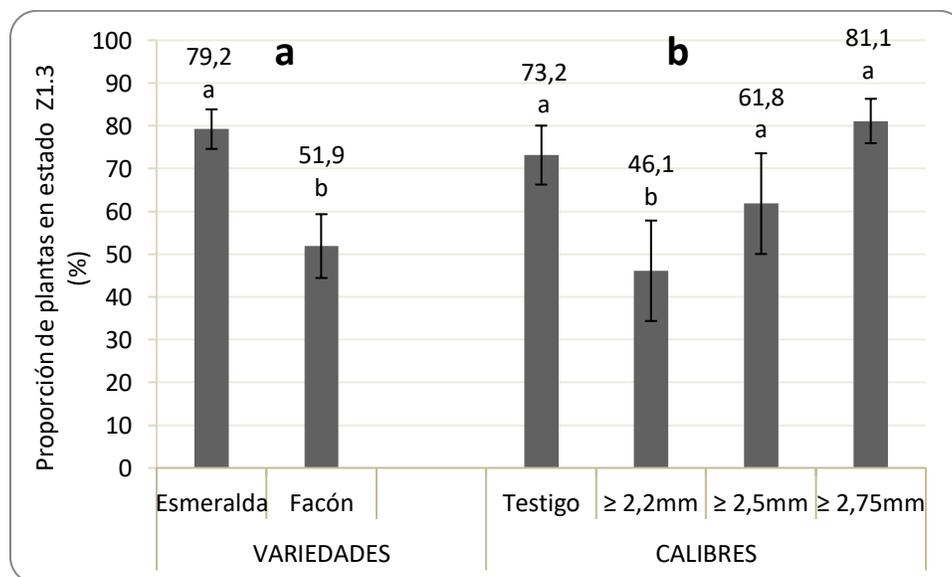


Figura 17. Efecto de la variedad y el calibre de la semilla sobre el estado de desarrollo de las plántulas de trigo candeal a los 34 DDS.
(Letras diferentes entre variedades y tratamientos indican diferencias estadísticamente significativas, $P \leq 0,05$)

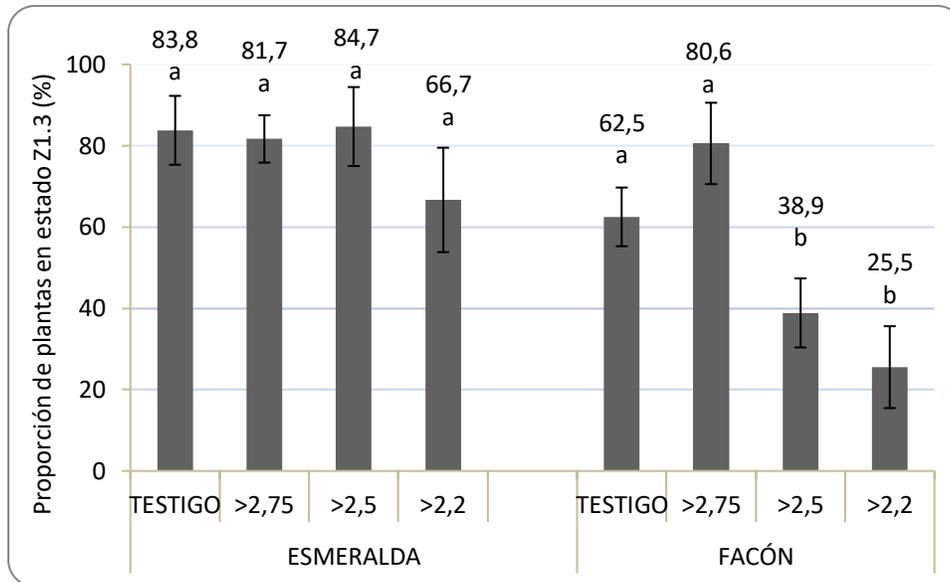


Figura 18: Efecto del calibre de la semilla sobre el estado de desarrollo de las plántulas a los 34 DDS para dos variedades de trigo candeal. (Letras diferentes entre tratamientos para ambas variedades indican diferencias estadísticamente significativas, $P \leq 0,05$)

En lo que respecta a la longitud de la segunda hoja, el ANOVA que se realizó utilizando como covariable el número total de plantas emergidas en cada maceta, reveló que la longitud de la 2da. hoja fue significativamente mayor para Esmeralda, la variedad de semilla más grande (19,6 cm vs 18,7 cm de Facón, $P \leq 0,05$). En cuanto a los efectos de los tratamientos de calibre, se vio que si bien la longitud de la 2da hoja tendió a aumentar en las semillas de mayor tamaño, las diferencias no alcanzaron a ser estadísticamente significativas (Figura 18). Aparicio *et al* (2002), trabajando con 8 genotipos de trigo *durum*, determinaron un efecto significativo del tamaño de la semilla sobre la longitud de las cuatro primeras hojas, así como también sobre su ancho, área y peso seco. En nuestro país, Maydup *et al.* (2012), para 20 genotipos actuales de trigo pan de similar fecha de siembra, concluyeron que el peso de la semilla mostró una asociación positiva con el vigor y el área de las primeras hojas. Por su parte, Peterson *et al.* (1989) también reportaron una relación positiva entre el tamaño de la semilla y el crecimiento de las dos primeras hojas, y sugirieron que, con posterioridad, esta relación ejerce una influencia significativa sobre el crecimiento de las hojas subsecuentes.

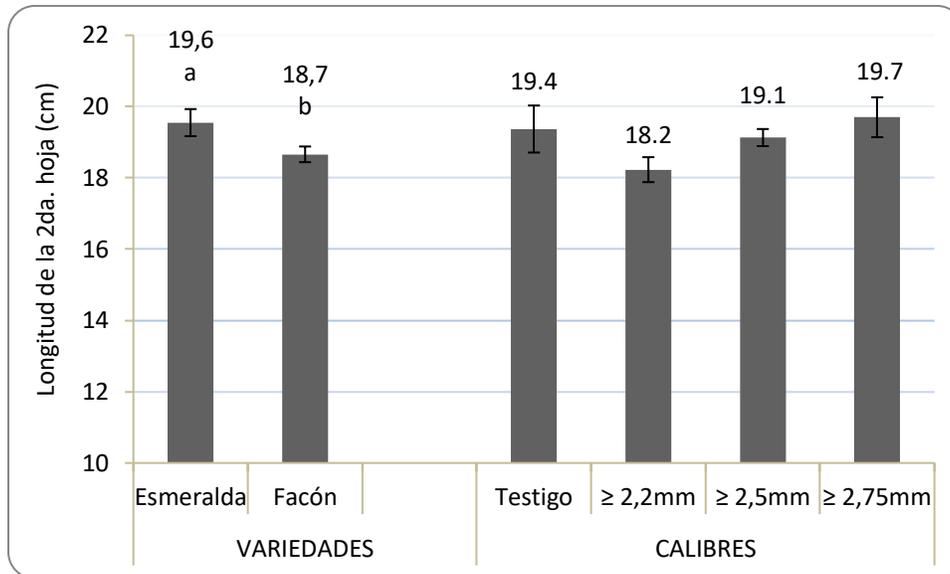


Figura 15: Efecto de la variedad y el calibre de la semilla sobre la longitud de la segunda hoja de las plántulas de trigo candeal a los 34 DDS.
(Letras diferentes entre variedades y tratamientos indican diferencias estadísticamente significativas, $P \leq 0,05$)

En lo que respecta a la materia seca aérea de las plantas, se observó que a la finalización del ensayo (34 DDS), el peso seco por planta fue, en promedio, un 17,5% mayor para Esmeralda que para Facón (0,067g vs 0,057g) ($P \leq 0,05$), lo que determinó que el peso de la MS por maceta, corregida por el número de plantas de cada maceta, fuera un 18% mayor para la variedad de grano más grande ($P \leq 0,05$) (Figura 19 a). El ANOVA reveló, además, que conforme el calibre de la semilla aumentaba, el peso seco por maceta se incrementó significativamente (Figura 19 b). Estas observaciones concuerdan con los resultados informados por Aparicio *et al* (2002) y Lafond y Baker (1986). Estos últimos puntualizaron que, si bien las semillas de tamaño pequeño emergían más rápidamente, derivaban en plantas que a la postre acumulaban menos materia seca.

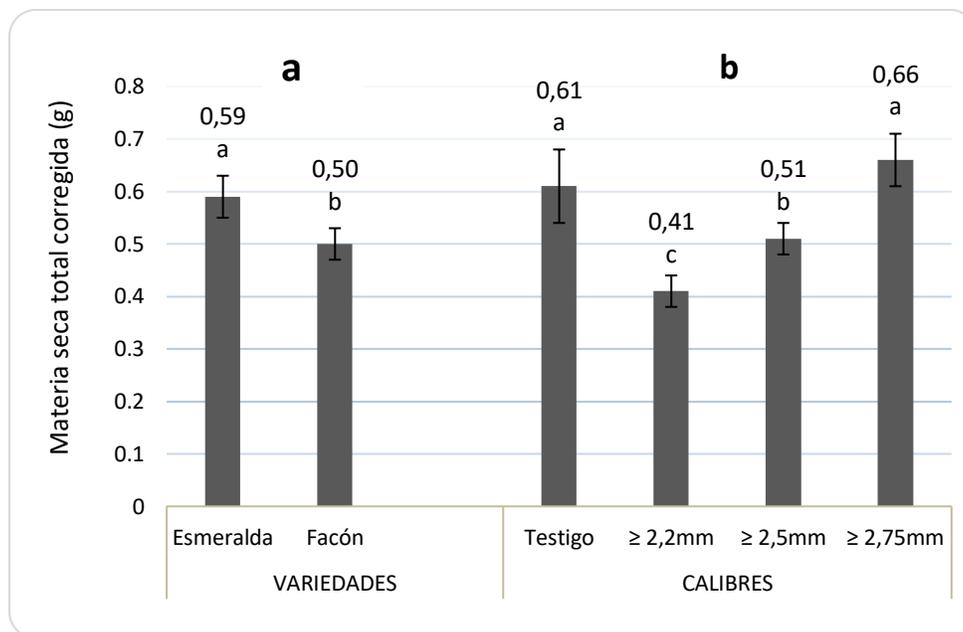


Figura 16 : Efecto de la variedad (a) y el calibre de la semilla (b) sobre la producción de materia seca aérea de plantas de trigo candeal a los 34 DDS
(Letras diferentes entre variedades y tratamientos indican diferencias estadísticamente significativas, $P \leq 0,05$)

Con referencia a los valores de materia seca observados en las macetas sembradas con la semilla sin clasificar, si bien para el promedio de las variedades dichos valores no difirieron significativamente del correspondiente a las macetas sembradas con semilla del calibre más alto ($Cal \geq 2,75mm$), cuando los efectos del calibre se investigaron en cada variedad por separado fue posible hacer algunas observaciones que merecen comentarse. En el caso de la variedad Esmeralda, debido a que en la semilla sin clasificar poco más del 95% de la misma correspondía a la fracción de calibre más alto (Tabla 3), la producción de materia seca del testigo sin clasificar y del tratamiento de $Cal \geq 2,75mm$ fueron comparables, mientras que los tratamientos de $Cal \geq 2,5mm$ y $\geq 2,2mm$ arrojaron valores de materia seca significativamente menores (Figura 20). En lo que hace a la variedad Facón, en tanto, debido a que en la semilla sin clasificar solo un 44,7% de la semilla correspondía a la fracción de mayor calibre, se observó un significativo incremento en el peso seco por maceta al utilizar en las siembras solo semilla retenida en el tamiz de $\geq 2,75mm$.

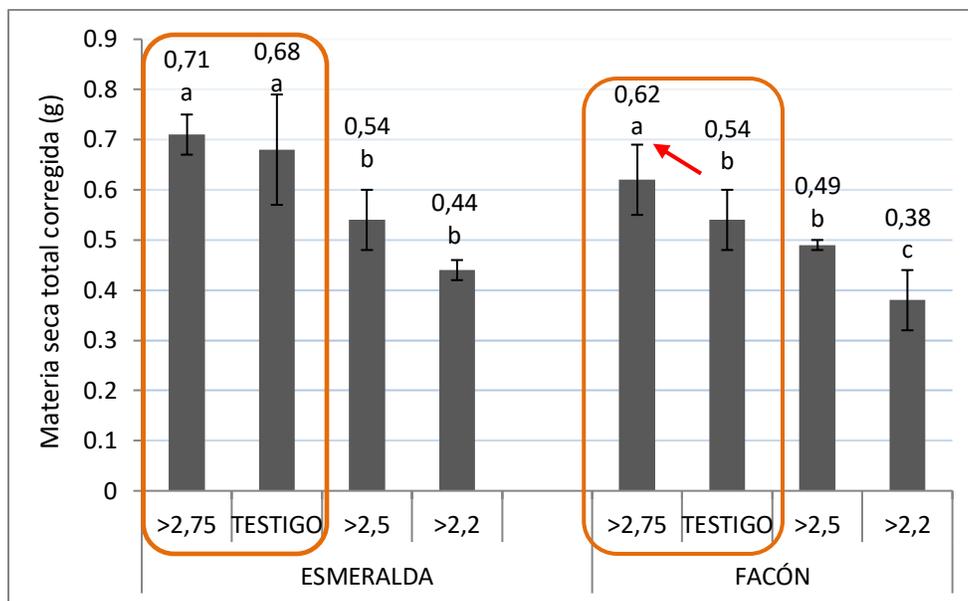


Figura 17: Efecto del calibre de la semilla sobre la materia seca aérea para dos variedades trigo candeal a los 34 DDS.
(Letras diferentes entre tratamientos en ambas variedades indican diferencias estadísticamente significativas, $P \leq 0,05$)

Tabla 3: Distribución de calibre (Cal $\geq 2,75$; 2,5; 2,2), vitreosidad (%), proteína (%), poder germinativo (PG, %) de las variedades Esmeralda y Facón.

Variedad	PMG (g)	CALIBRE			Vitreosidad (%)	Proteína (%)	PG (%)
		$\geq 2,75\text{mm}$	$\geq 2,5\text{mm}$	$\geq 2,2\text{mm}$			
Esmeralda	57,7	95,5	3,7	0,6	69	10,8	91
Facón	40,0	44,7	36,6	13,9	83	12,0	78

Esto significa que, en el caso de variedades de trigo candeal que se caracterizan por presentar semilla de menor tamaño, sería posible mejorar el crecimiento inicial de las plántulas, clasificando la simiente con zarandas o tamices que aseguren un incremento de la fracción Cal $\geq 2,75\text{mm}$. De ser ello posible, en las etapas iniciales del cultivo podrían lograrse niveles de materia seca comparables a los de las variedades con semilla de tamaño grande, conforme se observa en la Figura 20. Estas consideraciones estarían en sintonía con lo propuesto en varios estudios realizados en trigo pan, que refieren que la cantidad de tejido de endosperma y de aleurona es más importante que el embrión a la

hora de determinar el vigor inicial de las plántulas, puesto que las reservas de la semilla son esenciales durante la germinación y posterior emergencia de las mismas (Bremner *et al.*, 1963; Lowe y Ries, 1973; Peterson *et al.*, 1989).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio permitieron corroborar la importancia del tamaño de la semilla sobre el vigor de las plántulas, y la producción de materia seca aérea durante las etapas iniciales del crecimiento del trigo candeal.

Las relaciones mencionadas probaron ser válidas tanto para las dos variedades con tamaño de semilla contrastante que participaron del estudio, como para las tres fracciones de calibre obtenidas por clasificación de la semilla original de cada una de ellas.

Sobre la base de estos resultados, para mejorar la implantación del cultivo podría ser altamente recomendable clasificar la semilla con zarandas o tamices, a fin de descartar aquellas fracciones que producen plántulas menos vigorosas. Esto sería particularmente beneficioso para aquellos productores que utilizan semillas de propia producción, una opción muy difundida en el cultivo de trigo en general, y en el candeal en particular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Akinci, C., Yildirim, M. y Bahar, B. 2008. The effects of seed size on emergence and yield of durum wheat. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 6(2): 234-237.
- Aparicio, N., Villegas, D., Araus, J. L., Blanco, R. y Royo, C. 2002. Seedling development and biomass as affected by seed size and morphology in durum wheat. *Journal of Agricultural Science of Cambridge* 139: 143-150.
- Ball, B., Meharry, D., Botwright Acuña, T.L., Sharma, D. L., Hamza, M. y Wade, L.J. 2011. Increases in seed density can improve plant stand and increase seedling vigour from small seeds of wheat (*Triticum aestivum*) *Experimental Agriculture* 47: 445-457.
- Bremner, P.M., Eckersall, R.N y Scott, R.K. 1963. The relative importance of embryo size and endosperm size in causing the effects associated with seed size in wheat. *Journal of Agricultural Science of Cambridge* 61:139–145.
- Butcher, J., y Stenvert, N. L. 1973. Conditioning studies on Australian wheat. 111. The role of the rate of water penetration into the wheat grain. *J. Sci. Food. Agric.* 24: 1077-84.
- Carbajo, H. 2001. Trigo Candeal. Manual Técnico. Capítulo III. Chacra Experimental Integrada de Barrow (Convenio MAGyAL-INTA).
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C.W. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Essemine, J.S., Ammar, N., Jbir, N. y Bouzid, S. 2007. Sensitivity of two wheat specie´s seeds (*Triticum durum*, Variety Karim and *Triticum aestivum* Variety Salambo) to heat constraint during germination. *Pak. J. Biol. Sci* 10: 3762-3768.
- FAOSTAT. 2015. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. URL: <http://www.fao.org/statistics/es/>
- Fernández Moroni, I., Vicente, M., Fioretti, M., Baioni, S., Brededan, R. y Miravalles, M. 2018. Impacto de la variedad y la procedencia de la semilla sobre el proceso de imbibición en trigo para fideos (*Triticum durum* Desf.). XXXII Reunión Argentina de Fisiología Vegetal (RAFV) y XV Congreso Latinoamericano de Fisiología Vegetal. Córdoba. 11 al 15 de noviembre de 2018.
- Gallez, 2004. Ecofisiología de trigo. Libros de Apuntes de clase de la asignatura Producción Vegetal Extensiva. 12 pp.
- INASE. Instituto Nacional de Semillas. URL: <https://www.argentina.gob.ar/inase>.
- INTA, 2019. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Chacra Experimental Integrada Barrow.

- Jensen, C. y Carbajo, H.L. 2001. Trigo Candeal. Capítulo III. *En*: Trigo Candeal. Manual Técnico. Material de divulgación N°3. Chacra Experimental Integrada Barrow (Convenio MAGyAL-INTA). 98pp.
- Jensen, C. y López, J.R. 2001. Trigo Candeal. Capítulo VIII. Chacra Experimental Integrada Barrow (Convenio MAGyAL-INTA).
- King, R.W. 1984. Water uptake in relation to pre-harvest sprouting damage in wheat. Grain characteristics. *Aust. J. Agric. Research* 35: 337-345.
- Lafond, G. P., y R. J. Baker, 1986: Effects of genotype and seed size on speed of emergence and seedling vigor in nine spring wheat cultivars. *Crop Sci.* 26, 341-346.
- Larsen, A. O. y Storm. A. C. 2020. ECR Regional de trigo candeal – Campaña 2018/19. https://inta.gob.ar/sites/default/files/resumen_regional_de_t.candeal_2018-19_-_variedades_-_completo.pdf
- Lopez- Castaneda, C., Richards, R.A., Farquhar, G.D. y Williamson, R.E. 1996. Seed and seedling characteristics contributing to variation in early vigor among temperate cereals. *Crop Science* 36, 1257–1266.
- Lowe, L.B. y Ries, S.K. 1973. Endosperm protein of wheat as a determinant of seedling vigour. *Plant Physiology* 51, 57–60.
- Maydup, M. L., Graciano, C., Guiamet, J. J., y Tambussi, E. A. 2012. Analysis of early vigour in twenty modern cultivars of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) *Crop & Pasture Science* 63, 987–996.
- MAGyP 2019. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, subsecretaría de Mercados Agropecuarios: Estimaciones agrícolas disponible en:<http://datosestimaciones.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=Estimaciones>
- MAGyP 2019. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Revista número 8- marzo 2019: https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/publicaciones/_archivos/000100_Revistas/099998_2019/000993_N%C3%BAmero%208-%20Marzo%202019.pdf
- Miravalles, M.T. 2017. Calidad Industrial del Trigo para Fideos en el Sur Bonaerense: Efectos del Genotipo, el Ambiente y sus Interacciones. Tesis de Doctorado. Departamento de Agronomía. Universidad Nacional del Sur. 266 pp.
- Molfese, E., Astriz, V., y Seghuzzo, M. (2017). Evaluación de la calidad del trigo candeal (*Triticum turgidum* L. subsp. durum) en los programas de mejoramiento de Argentina. *RIA* 43 (3): 303-311.
- Peterson, C.M., Klepper, B. y Rickman, R.W. 1989 Seed reserves and seedling development in winter wheat. *Agronomy Journal* 8: 245-251.

- Rahman, M.M., Ahammad K.U. y Alam, M.M. 2011. Effect of soaking condition and temperature on imbibition rate of maize and chickpea seeds. Res. J. Seed Sci. 4: 117-124.
- ISTA. 2016. Reglas de la Asociación Internacional de Análisis de Semillas. Capítulo 5. Norma ISTA de poder germinativo para semillas de trigo.
- Richards, R.A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. Plant Growth Regulation 20: 157-166.
- Rodriguez, L.D. 2019. Duración y velocidad de removilización de reservas en semillas de trigo (*Triticum aestivum*) según tamaño y edad seminal y bajo condiciones de temperatura durante la germinación. Tesina de graduación. Facultad de Agronomía. UNICEN. Disponible en: <https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/2000/PPPI%20RODRIGUEZ%20LUIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Royo, C., Ramdani, A., Moragues, M. y Villegas, D. 2006. Durum wheat under mediterranean conditions as affected by seed size. J. Agronomy & Crop Science 192, 257-266.
- Wen, D., Xu, H., Xie, L., He, M., Hou, H. y Zhang, C. 2017. A loose endosperm structure of wheat seed produced under low nitrogen level promotes early germination by accelerating water uptake. Disponible en [http:// www.nature.com/scientificreports](http://www.nature.com/scientificreports).
- Zadoks, J., Chang, T., Konzak C. 1974. A decimal code for the growth stage of cereals. Weed Res. 14: 415-421.
- Zareian, A., Hamidi, A, Sadeghi, H. y Jazaeri, M.R. 2014. Effect of seed size on some germination characteristics, seedling emergence percentage and yield of three wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars in laboratory and field. Middle-East Journal of Scientific Research 13: 1126-1131.

AGRADECIMIENTOS

- A la Dr. Marta Miravalles por brindarme sus conocimientos, experiencia, y su compromiso y paciencia con este trabajo.
- A la Lic Maria N. Fioretti y a la Lic. Sandra Baioni por sus aportes y correcciones.
- A mi familia, especialmente a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional, consejo, compañía y por haberme brindado todos los medios necesarios para realizar esta hermosa carrera.
- A mis amigos y a todos los seres queridos de la carrera y vida, que hicieron posible consumir esta carrera e hicieron de esta etapa, una hermosa experiencia de vida que siempre voy a recordar.
- A la Universidad Nacional del Sur y Departamento de Agronomía por la educación brindada y los medios necesarios.

ANEXO

Plántulas emergidas

Tabla 4 :Análisis estadístico para los efectos de la variedad, tratamiento y variedad x tratamiento sobre la emergencia de plántulas para el día 7 desde la siembra.

DDS	6/6/19	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
7,00		Emergencia	24	0,68	0,47	36,32

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	59,50	9	6,61	3,27	0,0234
Variedad	32,67	1	32,67	16,14	0,0013
tratamiento	20,50	3	6,83	3,38	0,0487
Repeticion	0,33	2	0,17	0,08	0,9214
Variedad*tratamiento	6,00	3	2,00	0,99	0,4267
Error	28,33	14	2,02		
Total	87,83	23			

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=1,2045
 Error: 2,0238 gl: 14

Variedad	Medias	Rango	n	E.E.
Esmeralda	5,08	3,6-6,7	12	0,41 A
Facon	2,75	2-4	12	0,41 B

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

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=1,8173
 Error: 2,0238 gl: 14

tratamiento	Medias	Rango	n	E.E.
2,2	5,00	4-6	6	0,58 A
Testigo	4,67	2,67-6,67	6	0,58 A
2,7	3,00	2-47	6	0,58 B
2,5	3,00	2,3-3,6	6	0,58 B

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

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=2,6694
 Error: 2,0238 gl: 14

Variedad	tratamiento	Medias	n	E.E.
Esmeralda	Testigo	6,67	3	0,82 A
Esmeralda	2,2	6,00	3	0,82 A
Esmeralda	2,5	4,00	3	0,82 B
Facon	2,2	4,00	3	0,82 B
Esmeralda	2,7	3,67	3	0,82 B
Facon	Testigo	2,67	3	0,82 B
Facon	2,7	2,33	3	0,82 B
Facon	2,5	2,00	3	0,82 B

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

Tabla 5 :Análisis estadístico para los efectos de la variedad, tratamiento y variedad x tratamiento sobre la emergencia de plántulas para el día 8 desde la siembra.

DDS	6/6/19	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
8,00		Emergencia	24	0,71	0,53	20,77

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	59,04	9	6,56	3,84	0,0122
Variedad	22,04	1	22,04	12,90	0,0029
tratamiento	35,46	3	11,82	6,92	0,0043
Repeticion	0,08	2	0,04	0,02	0,9759
Variedad*tratamiento	1,46	3	0,49	0,28	0,8357
Error	23,92	14	1,71		
Total	82,96	23			

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=1,1066
Error: 1,7083 gl: 14

Variedad	Medias	Rango	n	E.E.
Esmeralda	7,25	6,67-8,67	12	0,38 A
Facon	5,33	4,33-6,67	12	0,38 B

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

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=1,6696
Error: 1,7083 gl: 14

tratamiento	Medias	Rango	n	E.E.
2,2	7,67	6-9	6	0,53 A
Testigo	7,33	5-10	6	0,53 A
2,7	5,17	3-7	6	0,53 B
2,5	5,00	3-6	6	0,53 B

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

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=2,4525
Error: 1,7083 gl: 14

Variedad	tratamiento	Medias	n	E.E.
Esmeralda	Testigo	8,67	3	0,75 A
Esmeralda	2,2	8,67	3	0,75 A
Facon	2,2	6,67	3	0,75 B
Esmeralda	2,7	6,00	3	0,75 B
Facon	Testigo	6,00	3	0,75 B
Esmeralda	2,5	5,67	3	0,75 B
Facon	2,7	4,33	3	0,75 B
Facon	2,5	4,33	3	0,75 B

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

Porcentaje de plantas en Z1.3:

Tabla 6: Análisis estadístico para los efectos de la variedad, tratamiento y variedad x tratamiento, sobre el estado de desarrollo de las plántulas de trigo candeal a los 34 DDS.

Análisis de la varianza				
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%Pl Z1.3	24	0,74	0,58	24,99

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10918,77	9	1213,20	4,52	0,0061
Var	4488,14	1	4488,14	16,73	0,0011
Calibre	4154,68	3	1384,89	5,16	0,0131
Rep	388,19	2	194,10	0,72	0,5024
Var*Calibre	1887,77	3	629,26	2,34	0,1171
Error	3756,79	14	268,34		
Total	14675,56	23			

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=13,8692
 Error: 268,3421 gl: 14

Var	Medias	n	E.E.	
Esmeralda	79,22	12	4,73	A
Facon	51,87	12	4,73	B

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

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=20,9254
 Error: 268,3421 gl: 14

Calibre	Medias	n	E.E.	
2,7	81,12	6	6,69	A
Testigo	73,15	6	6,69	A
2,5	61,80	6	6,69	A
2,2	46,10	6	6,69	B

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

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=30,7374
 Error: 268,3421 gl: 14

Var	Calibre	Medias	n	E.E.	
Esmeralda	2,5	84,73	3	9,46	A
Esmeralda	Testigo	83,80	3	9,46	A
Esmeralda	2,7	81,67	3	9,46	A
Facon	2,7	80,57	3	9,46	A
Esmeralda	2,2	66,67	3	9,46	A
Facon	Testigo	62,50	3	9,46	A
Facon	2,5	38,87	3	9,46	B
Facon	2,2	25,53	3	9,46	B

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

Largo de la segunda hoja:

Tabla 7 : Análisis estadístico para los efectos de la variedad, tratamiento y variedad x tratamiento sobre la longitud de la segunda hoja a los 34 días desde la siembra.

Análisis de la varianza						
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
L2H	24	0,70	0,47	4,52		

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	22,43	10	2,24	3,01	0,0331	
Variedad	4,65	1	4,65	6,24	0,0267	
Tratamiento	6,45	3	2,15	2,89	0,0761	
Repeticion	1,73	2	0,87	1,16	0,3436	
Plantas	4,51	1	4,51	6,05	0,0287	0,54
Variedad*Tratamiento	3,63	3	1,21	1,63	0,2318	
Error	9,69	13	0,75			
Total	32,11	23				

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,7308
Error: 0,7451 gl: 13

Variedad	Medias	Rango	n	E.E.	
Facon	18,66	18,43-19,03	12	0,25	A
Esmeralda	19,55	18,41-20,43	12	0,25	B

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

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=1,1026
Error: 0,7451 gl: 13

Tratamiento	Medias	Rango	n	E.E.	
Cal 2,2	18,23	17,15-19,67	6	0,36	A
Cal 2,5	19,13	18,30-19,56	6	0,35	B
Testigo	19,37	17,84-21,88	6	0,35	B
Cal 2,7	19,70	17,59-21,64	6	0,37	B

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

Materia Seca:

Tabla 8: Análisis estadístico para los efectos de la variedad, tratamiento y variedad x tratamiento sobre la producción de materia seca aérea de plantas de trigo candeal a los 34 días desde la siembra.

Análisis de la varianza						
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV		
MS	24	0,91	0,84	9,51		

Tabla de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	0,36	10	0,04	13,14	<0,0001	
Variedad	0,05	1	0,05	16,92	0,0012	
Tratamiento	0,20	3	0,07	24,69	<0,0001	
Repeticion	0,01	2	0,01	1,93	0,1841	
Plantas	0,13	1	0,13	47,32	<0,0001	0,09
Variedad*Tratamiento	0,01	3	2,4E-03	0,88	0,4785	
Error	0,04	13	2,7E-03			
Total	0,39	23				

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,0442
 Error: 0,0027 gl: 13

Variedad	Medias	Rango	n	E.E.	
Esmeralda	0,59	0,43-0,77	12	0,02	A
Facon	0,50	0,33-0,68	12	0,02	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,0667
 Error: 0,0027 gl: 13

Tratamiento	Medias	Rango	n	E.E.	
Cal 2,7	0,66	0,46-0,77	6	0,02	A
Testigo	0,61	0,46-0,78	6	0,02	A
Cal 2,5	0,51	0,46-0,66	6	0,02	B
Cal 2,2	0,41	0,33-0,53	6	0,02	C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)

Test:DGC Alfa=0,05 PCALT=0,0979
 Error: 0,0027 gl: 13

Variedad	Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Esmeralda	Cal 2,7	0,71	3	0,03	A
Esmeralda	Testigo	0,68	3	0,03	A
Facon	Cal 2,7	0,62	3	0,03	A
Esmeralda	Cal 2,5	0,54	3	0,03	B
Facon	Testigo	0,54	3	0,03	B
Facon	Cal 2,5	0,49	3	0,03	B
Esmeralda	Cal 2,2	0,44	3	0,03	B
Facon	Cal 2,2	0,38	3	0,03	C

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,05)