

CAPÍTULO 9

Trigo: rendimiento potencial y subregiones de cultivo

*Silvina Inés Golik, Axel Iván Voisin, Ana Carolina Castro
y Silvina Larran*

Rendimiento potencial

Nuestra amplia región triguera si bien en forma global es considerada como una de las mejores del mundo para la producción del trigo. Dentro de ella existen subregiones con diferentes condiciones edafoclimáticas y de manejo que hacen que los rendimientos medios del trigo en Argentina sean muy inferiores a los rendimientos potenciales (Menendez, 2007a; Menendez & Satorre, 2007). **El rendimiento potencial**, determinado por los factores definitorios (radiación, temperatura y material genético) expresa el rendimiento máximo posible para una subregión determinada en ausencia de limitaciones hídricas, de nutrientes, de plagas, enfermedades y malezas. **El rendimiento alcanzable**, limitado por factores no controlables (suelo, agua), expresa, por lo tanto, la proporción del rendimiento potencial que puede lograrse en condiciones normales de disponibilidad hídrica en cada subregión y con un adecuado control de plagas, enfermedades y malezas. Y por último tenemos el **rendimiento logrado**, que expresa la proporción del rendimiento alcanzable que puede obtenerse cuando no se aplica una determinada tecnología, por ejemplo, no aplicación de funguicidas, insecticidas y/o herbicidas. Entre estos niveles de rendimiento existen dos tipos de brechas: entre el rendimiento potencial y el alcanzable se da la **brecha ecológica**, dada por los factores no controlables y entre el rendimiento alcanzable y el logrado, tenemos la **brecha tecnológica**, dada por factores controlables (Fig. 9.1). Durante varios años se han realizado diversos estudios (Menendez, 2007a; Menendez & Satorre, 2007), para cuantificar el rendimiento potencial a través de modelos de simulación como el *Ceres Wheat*, en base a dos relaciones ecofisiológicas ampliamente documentadas como son: el número de granos por unidad de superficie (NG) asociado con el coeficiente fototermal (Q) durante el período de crecimiento de las espigas y el peso de los granos (PG), inversamente relacionado con la temperatura media durante el llenado de los granos (TLLG). Como ya hemos visto el número de granos es el principal componente del rendimiento y para que exprese sus mejores valores debíamos lograr ubicar el período crítico de su definición con el máximo coeficiente fototermal (Q) posible teniendo presente la fecha de última helada, que en muchas subregiones constituye una limitante. Por su parte, el peso de los granos también en-

cuentra sus mejores condiciones para expresar su potencial con siembras tempranas que favorezcan una mayor división celular con temperaturas moderadas, que aseguren una buena duración de la etapa. De esta manera, relacionando ambos componentes del rendimiento NG y PG con dichos factores ambientales (Q y TLLG), obtienen el rendimiento potencial.

A su vez para determinar los rendimientos alcanzables y los rendimientos logrados, utilizaron numerosos ensayos del plan nacional de trigo AACREA (2005), realizados en las diferentes subregiones y con distintos niveles de fertilización y control de enfermedades. En base a todo esto obtuvieron las brechas ecológicas y tecnológicas para cada subregión. Y como se supone, en aquellas subregiones con mejores condiciones ambientales para el desarrollo del trigo, las brechas tecnológicas, que surgen de la no aplicación de una o más tecnologías son las responsables de las mayores caídas del rendimiento con respecto al potencial (por ejemplo la no aplicación de tecnologías en el SE de Bs. As. puede provocar una caída del 42 % del rendimiento con respecto al potencial posible en la zona), mientras que en las subregiones con falta de agua y/o suelos pobres, la caída del rendimiento con respecto al potencial se asocia fundamentalmente con factores ecológicos (por ejemplo región VN). En promedio para toda la región triguera una caída del 26% respecto al potencial es esperable cuando no se aplican fertilizantes, ni funguicidas, ni se controlan malezas.

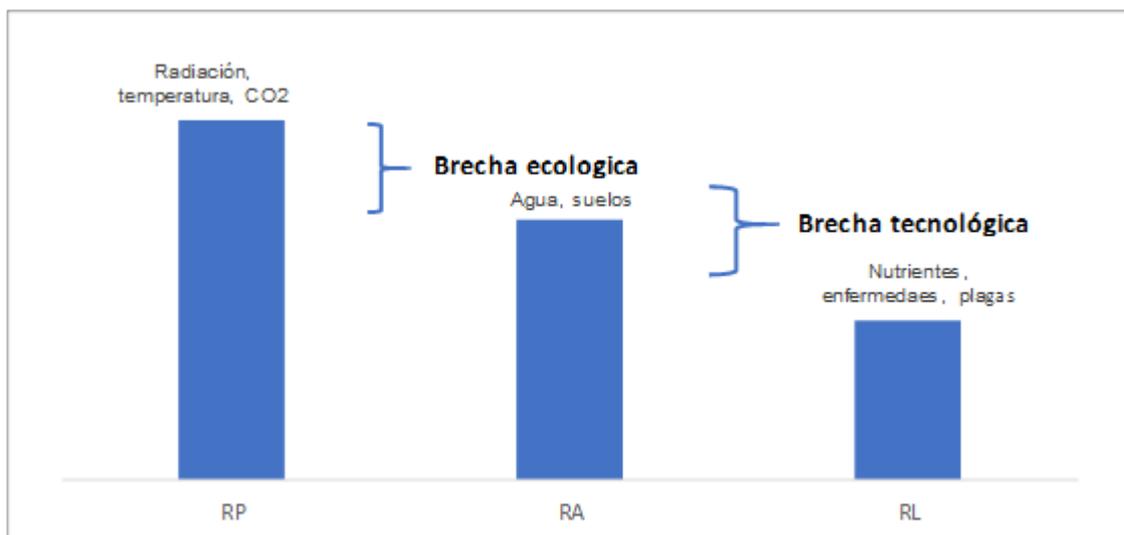


Fig. 9.1. Rendimiento potencial (RP), rendimiento alcanzable (RA) y rendimiento logrado (RL) y sus brechas ecológicas y tecnológicas.

Subregiones ecológicas de trigo

La región triguera argentina se extiende desde los 25° de latitud sur, incluyendo a la zona de Chaco y Formosa, hasta los 40°, con los cultivos de Patagones y Villarino. Y de este a oeste se encuentra comprendida entre los 58° a los 66° de longitud oeste. La zona triguera tradicional está limitada al norte por la isoterma de 13°C de julio, mientras que en el sur lo es por la de 7°C, valor acorde a los requerimientos invernales de este cultivo (Rubí Bianchi & Cravero,

2010). Es una amplia llanura ligeramente ondulada, modificada únicamente por las serranías del sur de la provincia de Buenos Aires, con altura máxima cercana a los 1200 m.

El suelo está formado por una capa de loess de origen eólico, constituido por elementos finos, compacto y con una importante retención hídrica en la porción noreste y más suelto y permeable hacia el oeste. El subsuelo es arcilloso y a profundidad variable, suele presentar tosca, de manera aislada o formando capas impermeables que obligan a las aguas a escurrir hacia lugares bajos formando lagunas y cañadones.

El tipo de vegetación natural dominante, resultado de las características climáticas y edáficas, es de tipo estepario o pseudo-estepario de gramíneas, con doble reposo: en invierno por las bajas temperaturas y heladas, y en verano por balances hídricos negativos. Sin embargo, la elevada variabilidad que caracteriza al clima argentino hace posible la ocurrencia ocasional de inviernos benignos que no interrumpen el crecimiento vegetal, o de veranos anormalmente provistos de abundantes precipitaciones que mantienen el verdor estival de la pradera.

El régimen térmico resultante de la acción conjunta de varios factores entre los que se destaca la oceanidad, influencia común a todo el hemisferio sur que, atenúa la variación anual de la temperatura, genera veranos frescos e inviernos suaves, le confiere a la región la característica de ser una de las superficies con mayor potencial productivo de granos y carnes del mundo. El invierno, muy poco intenso en comparación con iguales latitudes del hemisferio norte, está provisto, sin embargo, del enfriamiento suficiente para satisfacer las necesidades de vernalización medianamente intensas de los cereales invernales utilizados regionalmente. Las fechas de ocurrencia de primera y última helada presentan una gran variabilidad climática, es decir, grandes oscilaciones de un año al otro, que, expresadas con valores de desviación típica, es de ± 15 a ± 25 días para las primeras y ± 20 a ± 30 días para las últimas. Dentro de la pradera pampeana, el periodo medio libre de heladas, durante el cual se puede establecer la estación de cultivo varía desde 180 días (principios de octubre a mediados de abril) en la región sudoccidental, hasta 340 días (mediados de agosto a mediados de junio) en la nororiental. Pocas llanuras agrícolas cuentan con una estación de cultivo tan extensa.

Durante el invierno el trigo y demás cereales de grano fino cumplen sus etapas de crecimiento y satisfacen sus exigencias en frío. La temperatura del aire para el mes de mayor enfriamiento, julio, se ubica en las isótermas de mínimas medias entre 1°C y 7°C , lo que da la idea de la relativa suavidad de la estación invernal, comparadas con otras regiones del mundo, con variaciones geográficas dependiente de la latitud, la continentalidad y la altitud. Durante este mes se registra la mayor frecuencia media de días con heladas, variando de 3 a 5 para el noreste de la Mesopotamia, aumentando hasta 16 -18 en la parte occidental. Respecto a los fríos extremos, las temperaturas mínimas absolutas probables de ocurrir en uno de cada 20 años, oscilan entre -4°C y -12°C , según zonas.

Otra característica de la estepa pampeana referente, en este caso, a la acción biometeorológica favorable de las bajas temperaturas, queda sintetizada en la distribución geográfica de las "horas de frío" acumuladas durante el periodo 1 de mayo– 30 de septiembre. Este índice puede señalar el nivel de vernalización posible para cultivos cerealeros. La variación regional de

enfriamiento condiciona la distribución de los cultivares de cereales y especialmente de trigo, cuyos cultivares de mayor exigencia en vernalización se deben cultivar en la zona sur donde se totalizan entre 1000 a 1200 horas de frío, mientras que en la norte pueden prosperar cultivares de ciclo corto, intermedios, capaces de satisfacer sus reducidas exigencias en frío a temperaturas más elevadas. Esto se corrobora con la cantidad de días con temperaturas mínimas menores a 7°C, que es casi nula en el noreste y de seis meses en el sudoeste.

Cabe aclarar que el mapa oficial de la región triguera argentina comenzó a publicarse a partir del año 1938 en cumplimiento de lo establecido en el Inciso C, Art. 26, de la Ley 12252 (Ley de Granos y Elevadores, 1935). Los mapas fueron elaborados y actualizados inicialmente por el Tribunal de Fiscalización de Semillas y luego por la Comisión Nacional de Semillas (CONASE), y publicados en los Consejos de Siembra hasta 1986. Este último mapa presentaba 7 Subregiones trigueras, en las cuales no estaba definido el límite oeste de las Subregión VN y VS, el límite norte de la Subregión VN y el límite sur de la Subregión VS. Su última actualización se realizó en 1952, desde entonces permaneció sin cambios importantes hasta que al comienzo de la década del 2000 se incorporaron como subregiones el NOA y NEA y se propusieron límites a las Subregiones VN y VS. Estas modificaciones tuvieron varias propuestas por lo cual, actualmente, no se cuenta con un mapa de subregiones trigueras único. Otro problema de los mapas de subregiones disponibles es que los límites de las subregiones no coinciden con los límites de los departamentos y partidos, lo cual dificulta los cálculos de producción y el replanteo del mapa (es decir la demarcación del mapa en el terreno). Dado que la mayoría de los límites políticos ya están delimitados en el terreno, la coincidencia entre las subregiones y los límites políticos sería ventajosa, de ahí que recientemente se ha presentado un nuevo mapa (Abbate, 2022) donde el área cubierta incluye desde el norte del país hasta el sur de Río Negro. Este es un cambio importante respecto de los mapas anteriores que sólo incluían zonas en las que el cultivo ya estaba difundido. Este nuevo mapa incluye zonas no tradicionales para el cultivo de trigo, pero donde su producción es viable, lo que ayudará a difundir el cultivo y orientará tanto al productor como a los profesionales en las subregiones no tradicionales. Los límites de las “nuevas subregiones” (en total 26), se hicieron coincidir con los límites políticos de los departamentos y partidos en todos los casos y se clasificaron en: (1) “Subregiones de producción permanente”, son aquellas en las que todos los años se produce trigo, y (2) “Subregiones de producción ocasional”, en la cuales hubo producción de trigo o podría haberla con estímulo económico y social apropiado (Fig.9.2).

Debido a que este proyecto acaba de ser aprobado por el INASE y por lo tanto no se cuenta con datos de cada subregión, en nuestro libro continuaremos considerando las subregiones tradicionales, incluyendo el NOA y el NEA (Fig.9.3).

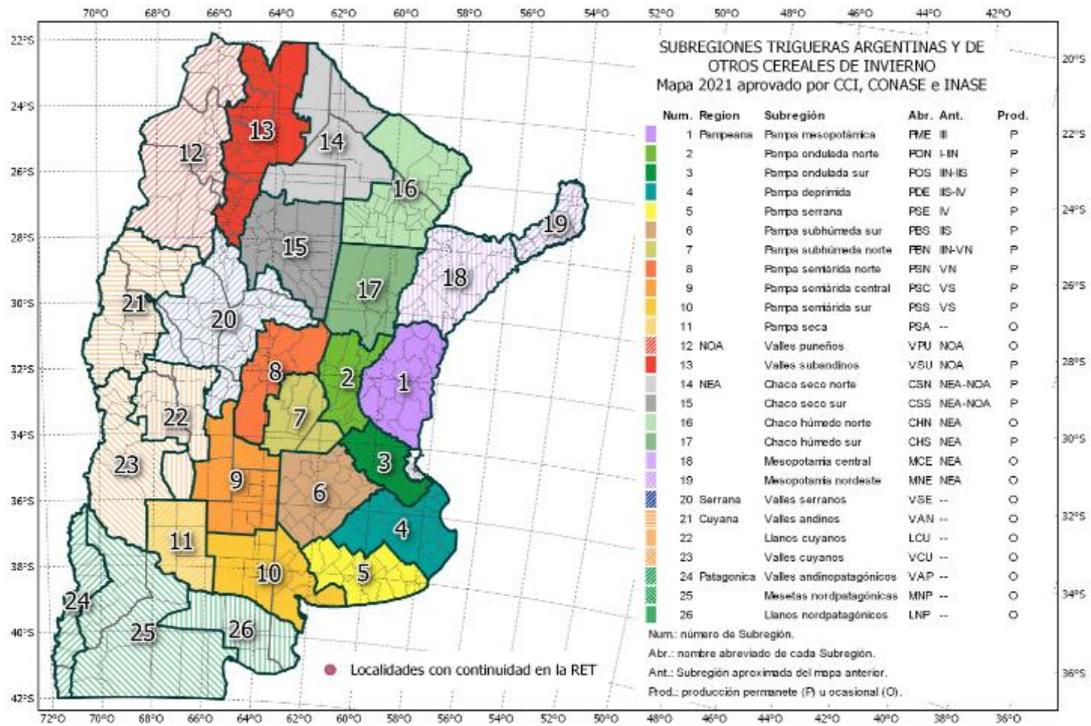


Fig.9.2. Nuevo mapa de subregiones trigueras aprobado por INASE. Fuente Pablo Abbate



Fig.9.3. Subregiones trigueras consideradas en el presente capítulo.

Subregión I

Comprende el centro norte de Santa Fe y el departamento cordobés de San Justo. En el extremo sur de la región se halla la mayor concentración del cultivo, asociada con la alternativa trigo - soja de segunda.

Clima

El clima es considerado húmedo - subhúmedo, con un promedio anual de precipitaciones que varía de 860 mm en el NO a 1000 mm en el SE. La distribución es marcadamente estacional concentrándose en primavera-verano el 70% de las lluvias. Los meses de junio, julio y agosto tienen registros de 25 - 35 mm, lo que, sumado a su irregularidad, determinan frecuentemente, problemas en la preparación del suelo. Los inviernos son cortos y suaves, con temperaturas promedio de 13 - 14°C que acortan el período de macollaje y aceleran el crecimiento y desarrollo, con una fecha media de última helada alrededor del 20/8 ±20 días. Siendo una limitante importante, especialmente en el norte, centro de la subregión, las altas temperaturas durante el llenado de los granos, provocando golpes de calor que terminan provocando la caída del peso de los granos y por ende del rendimiento (Turchi *et al.*, 2017).

Suelos

En el norte de Santa Fe, los suelos son pobres, de baja calidad, en virtud de su larga historia agrícola, del monocultivo y de los escasos sistemas conservacionistas. Las principales limitantes son la lenta infiltración, bajo contenido de materia orgánica, erosión en zonas con pendientes y en muchos casos suelen presentar un alto contenido de limo, que sumado a la baja MO provoca compactación y escasa acumulación de agua en el perfil, siendo los suelos de clase II_{vv}, III_w y IV (Vicentin, 2007). Desde el centro hacia el extremo sur de la subregión, las condiciones edafoclimáticas mejoran. En el centro la disponibilidad de agua útil en el perfil del suelo en el 50 % de los casos suele no ser la adecuada para la siembra en otoño. Hacia el sur la calidad de los suelos y el régimen hídrico, como asimismo las temperaturas durante el llenado de los granos mejoran (Turchi *et al.*, 2017). Los suelos de las áreas agrícolas están representados por una asociación de Argiudoles típicos en los sectores bien drenados, con un horizonte A1 de 23 a 37 cm, medianamente provistos de materia orgánica. El B2 que se encuentra a continuación es potente y de espesor variable en 53 a 65 cm. Hay también Argiudoles ácuicos que tienen un A1 de 19-23 cm de espesor, medianamente provistos de materia orgánica y con una mayor expresión del B2. La potencialidad de los suelos se puede ver limitada por condiciones físicas referidas a sus propias características y por el manejo inadecuado, determinando la presencia de planchado, piso de arado, compactación y horizontes densificados que limitan el crecimiento de las raíces. Estos problemas se pueden corregir mediante rotaciones adecuadas y técnicas de labranza vertical. Los suelos donde más se cultiva el trigo en el centro sur son de clase I y II (Vicentin, 2007).

Cultivares y fechas de siembra

En el norte de Santa Fe, para la optimización de los rendimientos en la subregión, se considera el empleo de cultivares de ciclo intermedio a corto, con fechas de siembra en la segunda quincena de junio, que posibiliten la espigazón-floración a fin de septiembre - principios de octubre y la cosecha a mediados de noviembre. Esta estrategia apunta a escapar a las altas temperaturas durante el llenado de granos (golpes de calor) que se producen en el mes de octubre en adelante (Vicentin, 2007; Miralles 2015; Furlani & Ferrero, 2017).

En el norte de Santa Fe, se utilizan mayoritariamente ciclos cortos (70 %) sembrados en junio (Furlani & Ferrero, 2017). Hacia el centro y sur de Santa Fe, donde las condiciones ecológicas para el cultivo mejoran, generalmente se utilizan un 60% de ciclo intermedio- largo y un 40 % de ciclo corto. Generalmente los ciclos más largos se siembran desde mediados de mayo hasta mediados de junio, los intermedios en el mes de junio y los ciclos cortos desde mediados de junio a principios de julio. A veces suele anticiparse la siembra de los ciclos cortos, aunque se corre el riesgo de la ocurrencia de heladas tardías durante el llenado de granos (Buscarol, 2007; Furlani & Ferrero, 2017). La densidad de siembra en ambientes óptimos es de alrededor de 250-290 pl.m⁻² para ciclos intermedios a largos y de 300-330 pl.m⁻² para ciclos cortos.

SUBREGION I

CICLO: PREVALECEEN LOS CICLOS INTERMEDIOS A CORTOS (70 %) AL NORTE Y LOS CICLOS INTERMEDIOS A LARGOS AL SUR (60%)

FECHA DE SIEMBRA:

10 AL 30 DE MAYO CICLOS INTERMEDIOS A LARGOS

10 DE JUNIO A PRINCIPIOS DE JULIO CICLOS CORTOS

Adversidades bióticas

En esta subregión se presenta un número importante de adversidades bióticas entre los que se destacan la fusariosis (*Fusarium graminearum*), las manchas foliares como la mancha amarilla (*Drechslera tritici-repentis*) y la septoriosis de la hoja (*Zymoseptoria tritici*), la roya de la hoja o anaranjada (*Puccinia triticina*), roya amarilla (*Puccinia striiformis*), roya del tallo (*Puccinia graminis*) y el carbón volador (*Ustilago tritici*).

Calidad del trigo

En esta subregión las condiciones de humedad y las lluvias de octubre-noviembre se pueden asociar con la presencia de defectos comerciales como los granos lavados. Además, dependiendo de las condiciones ambientales de cada campaña pueden presentarse defectos comerciales tales como granos panza blanca, brotado y en algunas campañas la presencia de *Fusarium* (granos calcinados). En promedio para las campañas 2016-2021 se obtuvo un Peso hectolitrico de 79,63 kg/hl, un Falling Number de 378 s, gluten húmedo 25,63%, Fuerza panadera (W) 245 J × 10⁻⁴ y P/L 0,67. Considerando los grupos de calidad, el 38,5% de los cultivares sembrados co-

respondió al grupo 1 y el 50,5% al grupo 2 y el 10% al grupo 3 (Granotec, 2020). El 55% de las muestras analizadas correspondió al grado comercial 1 (web trigo argentino).

Representatividad

En el contexto nacional esta región representó para las campañas 2016-2019 entre un 9 y un 9,5% tanto de producción nacional como en la superficie sembrada. Sus rendimientos son inferiores a la media del país con valores que rondan los 2.200 y 2500 kg.ha⁻¹ (web Trigo Argentino, 2020). Las perspectivas de crecimiento son bajas y asociadas al cultivo de soja de segunda.

Subregión II norte

Comprende un pequeño sector del NE de la provincia de Buenos Aires, el sur de Santa Fe y los departamentos de Unión y Marcos Juárez de Córdoba.

Clima y suelo

El clima es templado-subhúmedo, con adecuadas temperaturas y humedad en el sector este, resultando más favorables que las condiciones descriptas para la anterior subregión, con menores temperaturas en julio–agosto y más disponibilidad de precipitaciones en septiembre e incluso los balances hídricos durante las últimas dos décadas han sido positivos, generando el ascenso de la napa freática e incluso graves inundaciones afectando al cultivo en varias ocasiones. Sin embargo, el esquema de rotaciones y la época de siembra utilizados usualmente dificultan el mayor aprovechamiento de las condiciones citadas, puesto que en los últimos años se incrementó notablemente el área sembrada con soja en perjuicio de doble cultivo trigo-soja de segunda (Pozzi, 2017). Fecha media de última helada: 15/9 ± 20 días.

En el NE prevalecen los Argiudoles típicos, medianamente compactos, con diferentes expresiones del Bt y aptitud para el cultivo de cereales. En el sur de Santa Fe se encuentran suelos más francos, más profundos y permeables, con asociaciones de Hapludoles y en algunos casos, Argiudoles con muy buenas características para el cultivo del trigo (Pozzi, 2017). Esta región es la que más intensamente ha sufrido el proceso de agriculturización, con un elevado porcentaje de lotes condicionados por largos períodos agrícolas. En la actualidad, la adopción generalizada de la siembra directa, el incremento de la fertilización y la optimización del manejo del cultivo en cuanto a épocas y cultivares, ha posibilitado estabilizar y mejorar los rendimientos de trigo, especialmente en la rotación trigo-soja de segunda.

Al oeste, en los departamentos de Marcos Juárez, Unión y sudeste de Santa Fe, prevalecen suelos más sueltos, franco arenosos y asociaciones de Hapludoles, con menor capacidad de retención hídrica. Este mismo sector resulta coincidente con un clima más continental, con otoños, inviernos y primaveras más secas y frías, con mayores riesgos de heladas tardías que provocan daño irreversible cuando ocurren desde espigazón en adelante (Castellarin, 2009; Corró Molas *et al*, 2016) e incluso en los últimos años con riegos de heladas tempranas que han afectado al cultivo en estado de pasto (Miralles, 2015), contribuyendo a este efecto deleté-

reos la abundancia de rastrojo en superficie debido a la siembra directa (Alberione & Andreucci, 2017). Como ya hemos citado en el Capítulo de siembra y densidad, en Marcos Juárez el observatorio del INTA en el año 2019, ha registrado numerosas heladas entre junio y julio, que afectaron la implantación de las variedades de ciclo largo, intermedio y corto y continuaron registrándose en agosto, afectando la implantación de las siembras más tardías y heladas en septiembre durante el encañado. Estos aspectos se deben tener en cuenta en la elección de los cultivares y la época de siembra, siendo generalmente los cultivares de ciclo corto más sensibles a las heladas tempranas (Miralles, 2015).

Adversidades bióticas

Las enfermedades fúngicas que se presentan en esta subregión si bien son similares a las de la subregión I suelen presentar menor intensidad, mientras que los defectos en calidad comercial resultan menos importantes. Para las royas, se aplican carboxamidas, en la mayoría de los casos en hoja bandera, e incluso suelen hacerse dos aplicaciones una antes y otra posterior a hoja bandera (Ermacora, 2017).

Normalmente el trigo se siembra sobre soja de primera, realizándose un control durante el barbecho, entre las malezas más importantes se pueden mencionar: rama negra, ortiga mansa, capiquí, entre las latifoliadas y raigrás entre las gramíneas, que comienza a ser resistente y para su control se está usando pinoxaden como postemergente. Para el control de hojas anchas Acciaresi & Principiano (2020), observaron que el mayor uso de hormonales en el N de la Provincia de Buenos Aires (2,4 D, dicamba, picloram, halauxifén, entre otros) y herbicidas ALS (tales como metsulfurón, clorimurón, imazetapir, diclosulam) se produce actualmente durante el barbecho químico, en presiembra y en preemergencia. Para el control de rama negra residual (plantas viejas) en el barbecho se usa la técnica del doble golpe: primero se aplica glifosato, 2, 4 D y picloram. Y a los 10 días se aplica un desecante como paraquat (Pozzi, 2017).

Calidad

En promedio para las campañas 2016 -2021 se obtuvo un Peso hectolitrico de 79,15 kg/hl, un *Falling Number* de 396s, gluten húmedo 25,46%, Fuerza panadera (W) $227 J \times 10^{-4}$ y P/L 0,84. Considerando los grupos de calidad, el 38% de los cultivares sembrados correspondió al grupo 1, el 56% al grupo 2 y el 6% restante al grupo 3 (Granotec, 2020). El 65% de las muestras analizadas correspondió al grado comercial 2 (web Trigo Argentino, 2020).

Representatividad

Esta región históricamente tiene una representatividad aproximada del 18 – 19% de la producción, con similar porcentaje en la superficie sembrada, dado que sus rendimientos son semejantes a la media del país o levemente superiores. En la actualidad dicha tendencia se mantiene estable. Durante las campañas comprendidas entre 2016 – 2019 esta subregión representó un 21% de la superficie y 19% de la producción (web Trigo Argentino, 2020). Los rendimientos según los años, en la región central presentan promedios máximos de 7000 kg/ha y en Córdoba con valores de alrededor de 3400 kg/ha (web Trigo Argentino campaña 2018).

En esta región los cultivares de genética francesa producen mejores resultados en la zona sur, mientras que hacia el norte no se destacan del resto o incluso se comportan peor y esto sería debido a su mayor sensibilidad a las altas temperaturas.

Fecha de siembra

Pueden sembrarse ciclos largos tempranamente desde fines de mayo a principios de junio, sin embargo, dado los esquemas de rotación y secuencia de cultivo de esta región, se generalizan las siembras con cultivares de ciclos cortos durante el mes de julio, siendo las de mejor comportamiento las concretadas del 1 al 20 de dicho mes. En tal situación, la espigazón se ubicaría entre el 10 y el 20 de octubre, realizándose la cosecha en la primera quincena de diciembre.

El porcentaje de ciclos cortos y largos actualmente está equilibrado, sin diferencias de potencialidad y estabilidad entre los mismos (Ermacora, 2017) y también porque existen evidencias de que la soja de segunda sembrada sobre trigos de ciclo corto rinde más que aquella sembrada sobre ciclos largos. Esto se relacionaría al menor consumo de agua que realizan los ciclos cortos, lo que permite a la soja una implantación con mejores condiciones de humedad y a su vez una siembra más temprana (Menendez, 2007b). Generalmente las fechas de siembra tienden a ser más tempranas en el norte que en el sur, aunque esta tendencia no es clara y muchas veces en el sur prefieren sembrar bien temprano, aunque aumente el riesgo por heladas, pero mejoran el ambiente fototermal que explorará el trigo y favorecen el adelanto de la siembra de la soja de segunda (Menendez, 2007b).

SUBREGION II N

CICLO: SE SIEMBRA UN 50 % CICLOS INTERMEDIOS A LARGOS Y UN 50 % CICLOS CORTOS

FECHA DE SIEMBRA:

AL SUR DE SANTA FE, LOS CICLOS LARGOS SE SIEMBRAN DEL 20 DE MAYO AL 1 DE JUNIO Y LOS CICLOS CORTOS DEL 15 DE JUNIO AL 15 DE JULIO.

Subregión II sur

Es una región típicamente bonaerense con características intermedias, en relación al manejo y a la utilización de cultivares, entre el norte y el sur.

Clima

El clima –a excepción de toda la franja oeste donde existen problemas de disponibilidad hídrica- resulta muy adecuado para los requerimientos de trigo. Se destacan las temperaturas de junio, julio y agosto, muy cercanas al óptimo requerido para el macollaje. La espigazón se produce en la segunda quincena de octubre, con temperaturas de alrededor de 17°C y la cosecha

se concreta a mediados de diciembre. En el sudoeste de la región se pueden presentar problemas con las heladas tardías. Fecha media de última helada de la subregión: $30/9 \pm 20$ días.

En relación a las precipitaciones anuales, son del orden de 900 mm, aunque disminuyen hasta 700 mm hacia el oeste y sudoeste. La distribución, en general, resulta bastante adecuada para el cultivo del trigo. El invierno cuenta con algo más de precipitaciones que en las subregiones anteriores y en los meses de octubre- noviembre se presentan 80-90 mm, coincidentemente con los meses de mayores requerimientos.

Considerando que gran parte de esta subregión presenta una situación climática adecuada, los rendimientos dependen en buena medida de los diferentes tipos de suelos y alternativas de manejo. Se identifican cinco zonas:

- norte, área maicera típica, pampa ondulada con suelos Argiudoles;
- sudeste, pampa deprimida, correspondiente a la depresión del Salado;
- central, de pradera mediana, de buen drenaje, suelos Hapludoles;
- sudoeste, suelos de estructura débil, Haplustoles, arenosos con bajo porcentaje de materia orgánica, colindantes con la región semiárida;
- noroeste, con suelo franco arenoso, asociaciones de Hapludoles-Haplustoles, de mediana capacidad productiva y mediano contenido de materia orgánica.

Cultivares y fechas de siembra

En el sector noreste, se utilizan preferentemente cultivares de ciclo intermedio y siembras en la segunda quincena de junio, la espigazón se ubica a principios de octubre y la cosecha a principios de diciembre. En esta misma zona el antecesor más importante del trigo es el girasol. Considerando toda la subregión se puede decir que los materiales de ciclo intermedio-largos representan un 75%, con una densidad de 250 pl.m⁻², siendo los cultivares de genética francesa los de mayor uso: 74 %.

SUBREGION II S

CICLO: 75 % DE CICLOS INTERMEDIOS Y LARGOS.

FECHA DE SIEMBRA: DEL 20 DE MAYO AL 10 DE JUNIO LOS CICLOS LARGOS, LOS CICLOS INTERMEDIOS EN JUNIO Y LOS CICLOS CORTOS DE MEDIADOS DE JUNIO A MEDIADOS DE JULIO

Rotaciones

Con el tiempo la soja fue ganando terreno en la región, en perjuicio del maíz y el girasol. De este modo las secuencias más frecuentes son: soja-trigo/ soja de segunda- maíz o soja-trigo/ soja de segunda. Aquí, la soja se considera mejor antecesor para el trigo que el maíz por varios motivos: debido al menor volumen de rastrojo que disminuye el efecto de las heladas al estado de pasto, disminuye el riesgo de enfermedades y aporta una mayor disponibilidad actual de N. También resulta mejor que el girasol en cuanto al control de malezas y a la distribución del

rastrojo (Ropero, 2007). No obstante incorporar el maíz en la rotación es un gran beneficio a futuro respecto a la conservación del suelo, por el aporte de carbono que el mismo realiza.

Adversidades

Entre las adversidades que afectan en esta subregión pueden mencionarse principalmente a las malezas y enfermedades como las manchas foliares (mancha amarilla, mancha de la hoja), roya anaranjada, roya amarilla y fusariosis.

Calidad

En esta subregión y dependiendo de las condiciones ambientales de cada campaña pueden presentarse defectos comerciales tales como granos panza blanca. En promedio para las campañas 2016 -2021 se obtuvo un Peso hectolitrico de 80,95 kg/hl, un Falling Number de 419s, gluten húmedo 24,19%, Fuerza panadera (W) $229 \text{ J} \times 10^{-4}$ y P/L 0,84. El 50,5% de los cultivares sembrados correspondió al grupo 1 de calidad y el 49,5% al grupo 2 (Granotec, 2020). El 76% de las muestras analizadas correspondió al grado comercial 2 (web Trigo Argentino, 2020).

Representatividad

Durante las campañas comprendidas entre 2016 – 2019 esta subregión representó un 13 % de la superficie y 21% de la producción, dando los mejores rendimientos a nivel nacional con valores de 4000 a 4200 kg.ha⁻¹ de promedio y picos en lotes puntuales de alrededor de 7500 kg/ha (web Trigo Argentino, 2020).

Subregión III

Abarca la provincia de Entre Ríos y el cultivo se concentra en los departamentos de Paraná, Diamante, Victoria, Concepción del Uruguay y Villaguay.

Clima

El clima es templado-cálido y las temperaturas de julio y agosto (12-13°C) resultan excesivas para macollaje. La espigazón se debe ubicar a principios de octubre con 17°C y la cosecha en la primera quincena de diciembre con 22- 23°C. Fecha media de última helada: 20/8 ± 20días.

Una de las características climáticas de esta región es la irregularidad de las precipitaciones. Los inviernos alternan entre secos y lluviosos, lo que, sumado a las características de suelo, determina que frecuentemente se produzcan inconvenientes para que la preparación del suelo se realice en el momento óptimo. Habitualmente se pueden presentar deficiencias de precipitación hasta encañazón y posteriormente, excesos en madurez que determinan defectos de calidad comercial como ser granos lavados. Otro defecto frecuente en la región son los granos panza blanca, asociados a la alta humedad relativa y baja radiación por aumento de la nubosidad durante el llenado de granos. La irregularidad de las lluvias es una

limitante importante, como así también las elevadas temperaturas que aceleran las fases y disminuyen los rendimientos.

Suelo

Los suelos agrícolas más comunes son vertisoles, con alto contenido de arcilla, que se caracterizan por un drenaje interno lento y uno superficial rápido y además dificultan la exploración radical. Esto disminuye la capacidad de aprovechamiento del agua debido a la topografía de las lomadas entrerrianas, con pendientes y desniveles. En una menor proporción también se presentan argiúdoles de mayor aptitud agrícola. Esto genera fluctuaciones en el rendimiento del trigo por lo que se buscan otras alternativas en la región como cebada, colza o arveja (Suino, 2017).

Cultivares y fechas de siembra

Los ciclos más largos se tratan de sembrar entre el 20 - 25 de mayo y el 30 de junio y a partir de ese momento se pasa a los ciclos cortos hasta el 10-15 de julio, ya que a medida que se atrasa la fecha de siembra el rendimiento disminuye puesto que los cultivares se ven expuestos a mayores temperaturas durante todo su ciclo, especialmente durante el periodo crítico (Muller, 2007, Suino, 2017).

SUBREGION III

CICLO: SE SIEMBRAN TODOS LOS CICLOS

FECHA DE SIEMBRA: DEL 20 DE MAYO AL 30 DE JUNIO LOS CICLOS INTERMEDIOS A LARGOS Y DEL 30 DE JUNIO AL 15 DE JULIO LOS CORTOS

Adversidades bióticas

Entre las limitantes de esta región se deben señalar las bióticas, que resultan muy similares a las mencionadas en la subregión I, tal como es el caso de las enfermedades fungáceas (manchas foliares, roya anaranjada, roya del tallo, roya amarilla, fusariosis y el oídio de los cereales). En esta subregión es aún más problemática la incidencia de las malezas. Se aplican en el barbecho glifosato + productos hormonales + sulfonilureas. Si se plantea una segunda aplicación se suele aplicar una sulfonilurea. En los lotes con gran problema de raigrás resistente a glifosato, lo más habitual es la aplicación en presiembra de glifosato con un graminicida como Cletodim. En post emergencia se lo combate con Merit (pyroxsulam + metsulfuron) o Hussar (iodosulfuron + metsulfuron). Se puede combinar con hormonales para ampliar el espectro de malezas a controlar. En estadios más avanzados y hasta primer nudo se puede, también, aplicar un graminicida más específico (Pinoxaden), que se puede mezclar con sulfonilureas o con hormonales (Suino, 2017).

Calidad

En esta subregión y dependiendo de las condiciones ambientales de cada campaña pueden presentarse defectos comerciales tales como granos panza blanca, lavado, brotado y en algu-

nas campañas Infecciones por *Fusarium* spp. produce granos calcinados. En promedio para las campañas 2016 -2021 se obtuvo un Peso hectolítrico de 80,74kg/hl, un Falling Number de 411,5 s, gluten húmedo 25,38%, Fuerza panadera (W) $210 J \times 10^{-4}$ y P/L 0,63. El 26% de los cultivares sembrados correspondió al grupo 1 de calidad, el 44 % al grupo 2 y 30 % restante al grupo 3 (Granotec, 2020). El 65% de las muestras analizadas correspondió al grado comercial 2 (web Trigo Argentino, 2020).

Representatividad

Esta subregión tiene una escasa representatividad a nivel nacional, sin embargo, durante las campañas comprendidas entre 2016-2019, ésta subregión representó entre un 6 y un 9,4% según los años en superficie y producción con rendimientos entre 2500 y 3770 kg.ha⁻¹ (web Trigo Argentino, 2020).

Subregión IV

Se ubica en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, integrada por los partidos costeros que van desde General Pueyrredón hasta Tres Arroyos e incluyendo algunos del centro provincial, con una alta concentración de siembra de trigo, sobre todo en los partidos del sur. Dentro de la región se pueden delimitar tres subzonas: el sector este, que comprende a General Alvarado, Lobería, Balcarce y parte de Necochea que representa un ambiente de alta productividad y mayores rendimientos; un sector serrano central que incluye a Tandil, Azul, Chillar y Olavarría, también con buenos rendimientos aunque con algunas limitantes topográficas y edáficas y un sector oeste, de menor disponibilidad hídrica, con frecuentes restricciones de profundidad por tosca que comprende los partidos de San Cayetano y Tres Arroyos, en los que también se reconoce una franja de suelos costeros franco arenosos. En este sector se dan los menores rendimientos promedios por hectárea coincidentes con la menor disponibilidad hídrica, pero con menores problemas de enfermedades al ser una región con menor humedad.

Clima

El clima resulta casi el óptimo para los requerimientos del cultivo, que se cumplen muy bien en sus diferentes estados de desarrollo desde la siembra a la cosecha. Es un clima templado frío, con inviernos largos y primaveras frescas, con vientos predominantes de S a SO que se acentúan en esa estación. Hay riesgo de heladas tardías, con una fecha media de última helada: 20/10 ± 20 días. Por lo que es frecuente un alto riesgo de ocurrencia de heladas en fechas cercanas a espigazón y floración del cultivo. Riesgo que aumenta desde zonas costeras a las continentales, como en Tandil, Azul y Olavarría y siendo mayor aún en posiciones bajas del terreno. Las temperaturas de 7-8°C para los meses de junio y julio determinan una situación óptima para macollaje. La espigazón se presenta a principios de noviembre con 15 -16°C, que también resulta de un nivel térmico muy adecuado. El período de llenado y madurez del grano

se cumple también con temperaturas muy apropiadas, del orden de 18-19°C y la cosecha se realiza a fines de diciembre principios de enero.

En relación a las precipitaciones, tienen una adecuada distribución y son regulares en su ocurrencia. Los meses invernales tienen 35 a 50 mm y están acompañadas por una buena humedad relativa. La espigazón se cumple con 60- 80mm y la madurez se completa con una buena situación de humedad y luminosidad.

Suelo

En general los suelos presentan como limitantes más generalizadas a un manto de tosca que limita el drenaje y la profundización de raíces; deficiencias de fósforo y también de la materia orgánica que disminuye de noreste hacia el sudoeste de esta región, con la menor capacidad de proveer nutrientes del suelo en ese sentido (Calviño & Divito, 2017).

Cultivares y fechas de siembra

En esta subregión se pueden sembrar ciclos cortos por la rotación con la papa (siempre teniendo presente la fecha tardía promedio de última helada), ciclos intermedios y ciclos largos. En los últimos años el cultivo de cebada ha venido desplazando al trigo por diversas causas entre ellas retenciones por derecho de exportación, la instalación de malteras en nuestro país y las demandas mundiales de malta para la elaboración de cervezas (Calviño & Divito, 2017).

Por otro lado, a esta región también llegó la práctica del doble cultivo trigo- soja de segunda, pero con mucho menor margen en las condiciones ecológicas para la oleaginosa. Debido a ello es que en la zona buscan sembrar el trigo lo antes posible, considerando la fecha promedio de última helada y un período de floración-madurez más reducido, ya que por cada día de adelanto en la fecha de siembra de la soja de segunda se calcula un aumento del rendimiento de 50 kg.ha⁻¹ (Calviño *et al.*, 2003). O bien al trigo se lo reemplaza por cebada debido a que permite la siembra de soja de segunda unos 8 – 10 días antes que sobre trigo, con un aumento de la oleaginosa entre 200 a 300 kg/ha (Di Napoli & González Montaner, 2017). Durante la campaña 2016/17 en muchas zonas cercanas al puerto Quequén, la cebada ocupó más del 70% de la superficie dedicada a cultivos de invierno (Calviño & Divito, 2017).

Hay una adopción importante de cultivares Baguette de altos rendimientos, aunque se observan diferencias marcadas entre las tres subzonas mencionadas anteriormente: en Necochea ocupan el 79%, en la zona serrana central el 44% y en Tres arroyos el 21%. Es decir que su participación disminuye hacia áreas de menor productividad, en las que presentan mayor participación de variedades de mejor aptitud panadera, pertenecientes al grupo 1 de calidad por ejemplo variedades del grupo Buck. Si consideramos los grupos de calidad, los más sembrados en la subregión son los del grupo 2. Los del grupo 1 ocupan solo un 5% en la zona de Necochea, con un máximo de 25 -30% en las zonas serranas, áreas de menor calidad ambiental (Di Napoli & González Montaner, 2017).

En los ambientes de mayor potencial (costeros y suelos profundos continentales) (este) se pueden esperar rendimientos de 6500/7000 kg ha⁻¹, sembrándose normalmente ciclos largos a intermedios durante los primeros días de junio. En general se opta por variedades de grupo de

calidad 2 ó 3 dependiendo de la cercanía a puertos, donde obtener valores de gluten mayores a 26% y proteína mayor a 10.5% tiene una importancia relativa puesto que lo más importante es el rendimiento, o a molinos harineros, donde el requerimiento de calidad es mayor (Calviño & Divito, 2017). En la subzona central, las lomas someras de los lotes continentales y la profundidad del suelo acotan el rendimiento debido a la menor capacidad de retención de agua. Así, el rendimiento resulta más dependiente de las precipitaciones y por lo tanto, más variable. El menor rendimiento medio en esta subzona puede hacer optar al productor por variedades de mayor calidad (grupos 1 ó 2). En las posiciones bajas del relieve el rendimiento alcanzable es alto, debido a que los suelos son profundos y con buena fertilidad, pero el riesgo de heladas tardías es mayor al de otros ambientes. Entonces ahí se debe demorar la fecha de espigazón del cultivo sembrando cultivares de ciclos cortos durante la primera quincena de agosto. Esta práctica termina reduciendo los rendimientos esperados. En general se opta por variedades de grupo 1 de calidad (Calviño & Divito, 2017). Hacia el suroeste de esta región (Tres Arroyos), los rendimientos medios son moderados (2500-4000 kg.ha⁻¹) pero con una seguridad de cosecha muy superior a la de los cultivos de verano, que tienen alta probabilidad de sufrir deficiencias hídricas importantes.

Recientemente Abbate (2021), encontró que la diferencia de rendimiento a favor de los cultivares de ciclo largo observada en la RET INASE del INTA Balcarce se da también en otras estaciones experimentales y que esa diferencia entre cultivares de distinto ciclo se incrementó gradualmente durante los últimos 10 años. Para ello comparó los datos de rendimiento provenientes de la RET-INASE, correspondientes a los tres cultivares de ciclo largo de mayor rendimiento con el rendimiento de los tres cultivares de ciclo corto de mayor rendimiento, durante 10 años, en ocho localidades, y concluyó que en las estaciones experimentales del sur de la provincia de Buenos Aires (Balcarce, Barrow, Miramar, La Dulce y Bordenave) los cultivares de ciclo largo superaron a los cultivares de ciclo corto presentando un rendimiento estadísticamente mayor en una mayor cantidad de años. En las localidades situadas más al norte (estaciones experimentales de Marcos Juárez, Reconquista y Plá), la ventaja de los cultivares de ciclo largo es menor; sin embargo, los cultivares de ciclo corto no presentaron una ventaja neta, siendo lo más frecuente la indiferencia entre ciclos. Comparando la evolución de la diferencia de rendimiento entre ciclos durante los últimos 10 años, se encontró que el INTA Balcarce es la única estación en que esa diferencia se estuvo incrementando consistentemente ya que en el resto de las estaciones parecería que la diferencia de rendimiento ya estaba consolidada desde 2010.

SUBREGION IV

CICLO: MAYOR PORCENTAJE DE CICLOS INTERMEDIOS Y LARGOS

FECHA DE SIEMBRA: LOS CICLOS LARGOS DE FINES DE MAYO A FINES DE JUNIO Y LOS CICLOS CORTOS DEL 15 DE JULIO AL 15 DE AGOSTO

Rotaciones

El mayor porcentaje de trigo se hace bajo siembra directa y teniendo como principal antecesor a la soja en detrimento del maíz, mientras que la superficie con girasol se mantiene. Las bajas temperaturas del invierno hacen que los rastrojos de las gramíneas se descompongan lentamente con el sistema de siembra directa. Por lo que resulta difícil realizar correctas implantaciones de trigo sobre maíz. La acumulación de rastrojo también agrava los daños por helada en el estado de pasto del trigo, especialmente en los cultivares poco resistentes al frío y en la mayoría de los ciclos cortos (Gonzalez Montaner, 2007).

Fertilización

El manejo de estos cultivos de alto potencial involucra la aplicación de dosis elevadas de nitrógeno, generalmente en forma fraccionada entre inicio y fin de macollaje. A fin de lograr una alta eficiencia en el uso del nutriente es necesario implementar modelos dinámicos, que permitan ajustar la dosis de fertilizante durante el ciclo del cultivo. Esto puede llevar, incluso, a decidir una tercera aplicación del nutriente empleando fuentes foliares. La fertilización con fósforo se decide según el nivel de P-Bray y la aplicación de azufre es una práctica usual en estos ambientes.

Adversidades bióticas

Entre las adversidades que afectan al cultivo de trigo se pueden mencionar a la roya amarilla principalmente, la roya anaranjada y la del tallo, las manchas foliares, fusariosis y pietín. Y con el sistema de siembra directa ha aumentado en gran medida la mancha amarilla. El uso de genética con susceptibilidad a enfermedades foliares (royas principalmente) genera que en la mayoría de los lotes sea necesaria la aplicación de fungicidas. Las mezclas de triazol y estrobilurina son las más utilizadas (Di Napoli & González Montaner, 2017).

Calidad

En esta subregión y dependiendo de las condiciones ambientales de cada campaña pueden presentarse defectos comerciales tales como granos panza blanca. En promedio para las campañas 2016-2021 se obtuvo un Peso hectolítrico de 79,83 kg/hl, un Falling Number de 440 s, gluten húmedo 24,46%, Fuerza panadera (W) $217 \text{ J} \times 10^{-4}$ y P/L 0,92. El 30% de los cultivares sembrados correspondió al grupo 1 de calidad, el 55,5% al grupo 2 y el 14,5% al grupo 3 (Granotec, 2020). El 78% de las muestras analizadas correspondió al grado comercial 2 (web Trigo Argentino, 2020).

Productividad y representatividad

Esta subregión ha sido por muchos años la de mayor productividad del país. Sin embargo, durante las campañas comprendidas entre 2016 – 2019 representó entre un 9,7 y un 11 % de la producción con rendimientos entre 2500 y 5000 kg.ha⁻¹, llegándose en contados casos a rendimientos de 6000 y 7000 kg.ha⁻¹ (web Trigo Argentino, 2020), siendo superada por el cultivo de cebada.

Subregión V norte

Comprende la casi totalidad de la provincia de Córdoba, con excepción de los departamentos de General Roca (V sur), Marcos Juárez y Unión (II norte) y San Justo (I). Incluyendo también el norte de San Luis y el sur de Santiago del Estero.

Los departamentos más trigueros son los ubicados al sur: Río Cuarto, Juárez Celman, Saenz Peña y Tercero Arriba. A medida que se desplaza más al norte, se degradan las condiciones ambientales para el cultivo.

Clima

La subregión está situada entre las isohietas de 600 y 900 mm anuales, disminuyendo en sentido sudeste-noroeste. Presenta situaciones de déficit de agua por elevada evapotranspiración, con una sequía invernal bien definida. En los meses de junio, julio y agosto llueven alrededor de 20 mm y en septiembre entre 40 y 50 mm, o sea son cuatro meses donde no llueve prácticamente nada. Casi el 85% de las precipitaciones son primavera estival. Esta característica condiciona en gran medida el éxito del cultivo (Martini, 2007, Angeli & Bonamico, 2017). Frente a esto resulta clave el manejo del agua durante los meses previos a la implantación del cultivo, es decir realizar un barbecho lo suficientemente largo a la salida del verano y el otoño que permita recargar el perfil del suelo y asegurar una buena implantación y macollaje del trigo.

El clima es subhúmedo – semiárido, con una fecha media de última helada el 21 de septiembre \pm 20 días. Las temperaturas de junio, julio y agosto, con 11°C de media, son un poco elevadas para macollaje.

Por la disponibilidad de agua la región del sureste es la de mayor aptitud triguera. Siendo aquí la rotación más frecuente: maíz-soja de primera-trigo/soja de segunda. La región del noroeste tiene mucha menor aptitud para el trigo, ya que además de la menor disponibilidad de agua se le suma las altas temperaturas durante el llenado de granos (Martini, 2007; Angeli & Bonamico, 2017), generando granos chuzos o arrebatados.

Suelo

Predominan los suelos castaños, Haplustoles, de textura franco-arenosa, pobres en materia orgánica y propensos a la erosión, que de todos modos mejoran hacia el sudeste de la subregión, donde existe influencia de las napas freáticas sobre el desarrollo del cultivo (Angeli & Bonamico, 2017).

Cultivares y fecha de siembra

Aproximadamente el 90 % de los cultivares son de ciclo intermedio a largo, que debido a las condiciones ecológicas hacen convenientes las siembras tempranas desde mediados de mayo a la primera quincena de junio, permitiendo hacer un mejor uso del agua acumulada en los barbechos frente a un ciclo corto, que debería sembrarse más tarde por el riesgo de las heladas. La espigazón, en esa situación, ocurre a fines de septiembre y se cosecha a fin de noviembre. Aun así, se utilizan un cierto porcentaje de ciclo cortos debido a que los criaderos han

mejorado mucho su potencial de rendimiento y por su menor consumo de humedad a lo largo de su ciclo (aproximadamente 30 días menos). Las densidades utilizadas para los ciclos más largos oscilan en 220 a 250 pl.m⁻² y para los ciclos cortos, que se siembran entre fines de junio al 10-20 de julio, son de 320 a 350 pl.m⁻² (Martini, 2007; Angeli & Bonamico, 2017; López & Tobal, 2017).

SUBREGION VN

CICLO: 90 % DE CICLOS INTERMEDIOS A LARGOS

FECHA DE SIEMBRA: DEL 10 DE MAYO A FINES DE JUNIO LOS CICLOS INTERMEDIOS- LARGOS Y DE FINES DE JUNIO AL 20 DE JULIO LOS CICLOS CORTOS.

Calidad

En esta subregión pueden ocurrir temperaturas elevadas en el período de llenado de grano que, combinadas con baja humedad relativa, vientos cálidos y secos pueden ocasionar grano arrebatado, grano chuzo y flaco que disminuyen el peso hectolítrico. En promedio para las campañas 2016-2021 se obtuvo un Peso hectolítrico de 81,07 kg/hl, un Falling Number de 388 s, gluten húmedo 27,1%, Fuerza panadera (W) 255 J × 10⁻⁴ y P/L 0,70. El 56% de los cultivares sembrados correspondió al grupo 1 de calidad y el 36% al grupo 2 y el 8% al grupo 3 (Grano-tec, 2020). El 56% de las muestras analizadas correspondió al grado comercial 2 (web Trigo Argentino, 2020).

Representatividad

Durante las campañas comprendidas entre 2016 – 2019 esta subregión representó el 11% de la superficie y entre un 9 y un 15% de la producción con rendimientos variables según las zonas entre 2000 y 3500 kg.ha⁻¹ según campañas (web Trigo Argentino, 2020).

Subregión V sur

Es la subregión más extensa. Ocupa 16 departamentos de La Pampa, uno de Córdoba y 15 de oeste y sur bonaerense.

Si bien el rendimiento potencial del cultivo depende en primer lugar de la radiación y de la temperatura, en esta subregión este rendimiento se encuentra fuertemente limitado por la disponibilidad de agua durante el ciclo de producción. Las lluvias de invierno son, en promedio, deficitarias para que se expresen los rendimientos potenciales de las variedades actualmente disponibles en el mercado. A su vez, es importante considerar la distribución de las lluvias durante el ciclo del cultivo, ya que comúnmente, desde encañazón (fines de septiembre-principio de octubre), las precipitaciones resultan escasas en un alto porcentaje de años (Alvarez & Marraco, 2017).

Manejo del agua

Este factor adquiere mayor relevancia en las regiones semiáridas y subhúmedas, donde el manejo del agua previo a la siembra del cultivo, asociado con una adecuada capacidad de retención por parte de los suelos, resulta clave para compensar los requerimientos de agua que normalmente no son cubiertos por las precipitaciones. El agua disponible para el cultivo está condicionada por las lluvias previas y otros factores de manejo tales como cultivo antecesor, cobertura del suelo (infiltración y conservación), tipo de labranzas, manejo de los rastrojos y manejo de los barbechos (control de malezas), entre otros (Alvarez & Marraco, 2017). A su vez, la disponibilidad de agua interacciona con el largo del ciclo del cultivo a sembrar. Mirasson *et al.* (2007) determinaron que la disponibilidad de agua limitó en mayor medida a cultivares de ciclo corto, con reducciones de hasta un 86% en el número de granos por espiga. En esta zona generalmente se recomienda la siembra de cultivares de ciclo intermedio y ciclo largo que pueden aprovechar el agua acumulada en el barbecho, sin correr el riesgo de heladas durante su periodo crítico.

Manejo de la fertilización

La determinación del contenido de N de (nitrato) en pre-siembra es frecuentemente utilizada para caracterizar sitios deficientes y efectuar las recomendaciones de fertilización. La eficiencia de uso de N en esta zona es baja, menor a 8,5 kg grano. kg N aplicado⁻¹, por lo que en campañas con relaciones de precio del fertilizante altas no se recomienda fertilizar. El fertilizante nitrogenado, como consecuencia de las escasas precipitaciones ocurridas durante el invierno, generalmente se aplica con mayor eficiencia a la siembra que en macollaje (Díaz-Zorita, 2000). Las aplicaciones fraccionadas de N, en general, no conducen a mayores rendimientos de trigo con respecto a la fertilización completa en el momento de la siembra, pero permiten incrementos en los contenidos de proteínas de los granos (Barraco *et al.*, 2008). La deficiencia de P es muy frecuente en la zona, condicionando la productividad del cultivo. En base a numerosos estudios, existe alta probabilidad de respuesta a la fertilización con P cuando sus niveles se ubican entre 15 y 20 mg.kg⁻¹ (García & Reussi Calvo, 2014). El azufre (S), también suele presentar deficiencias, asociado a los suelos de texturas arenosas, con contenidos medios a bajos de materia orgánica (Barraco *et al.*, 2009).

Clima

Se caracteriza por un clima continental, de marcada amplitud estacional y aún diaria. Tiene escasez de lluvias, de distribución estacional e irregular, con menos de 20 mm en los meses de junio, julio y agosto. En septiembre se alcanzan los 40 mm. En octubre y noviembre, meses clave para el cultivo, caen entre 60 y 80 mm.

Los inviernos son largos y rigurosos y pueden ocurrir heladas de hasta -12°C, que pueden afectar al cultivo aún al estado de pasto. La fecha media de última helada es el 20 de octubre ± 20 días, pero con relativa frecuencia se producen heladas en los primeros días de noviembre que pueden afectar significativamente al cultivo. Las temperaturas de junio, julio y agosto de 7 a 9°C son muy adecuadas para macollaje.

Suelo

Los suelos son Haplustoles, franco-arenosos, con baja materia orgánica y propensos a la erosión. En la zona de Coronel Suárez, Saavedra, Tornquist, se diferencia un sector de mayor aptitud (Hapludoles), con buen contenido de materia orgánica y de mayor productividad coincidente, además, con mayores precipitaciones.

Las condiciones generales hacen recomendables la aplicación de técnicas conservacionistas.

Cultivares y fechas de siembra

Se recomienda la siembra temprana, en la primera quincena de junio, previo barbecho estival semicubierto, con cultivares de ciclo largo a intermedio a largo. Dado lo extenso de la subregión, existen aproximadamente 15 días de diferencia en las fases del cultivo, según se considere la zona norte o sur. Así, la espigazón ocurre con 16–17°C en la primera quincena de octubre en el norte y a fin de octubre principios de noviembre en el sur. La madurez se completa con 20°C y se cosecha a principios de diciembre en el norte y fines de diciembre en el sur.

SUBREGION VS

CICLO: CICLOS LARGOS- INTERMEDIOS LARGOS

FECHA DE SIEMBRA: DEL 20 DE MAYO AL 10 DE JUNIO

Adversidades

Entre las enfermedades puede mencionarse a la roya amarilla y entre las malezas a la rama negra y raigrás.

Calidad

En esta subregión puede presentarse el defecto comercial panza blanca, dependiendo de las condiciones ambientales. En promedio para las campañas 2016 -2021 se obtuvo un Peso hectolítrico de 81,48 kg/hl, un Falling Number de 447 s, gluten húmedo de 25,29%, Fuerza panadera (W) $262,6 \text{ J} \times 10^{-4}$ y P/L 0,92. Dentro de los grupos de calidad, el 18% de los cultivares sembrados correspondió al grupo 1, el 42% al grupo 2 y el 37% al grupo 3 y un 4% fuera de estándar (Granotec, 2020). El 71% de las muestras analizadas correspondió al grado comercial 2 (web Trigo Argentino, 2020).

Representatividad

Durante las campañas comprendidas entre 2016 – 2019 esta subregión representó un 19 % de la superficie y 16% de la producción (web Trigo Argentino, 2020).

Subregión NOA

En la subregión el principal cultivo es la soja, luego viene el trigo. Tanto en el NOA como en el NEA la madurez del trigo ocurre hacia fines de octubre, sembrándose la soja en diciembre, con grupos de madurez VII y VIII.

Clima

Se caracteriza por tener una época que va de mayo a septiembre con escasas lluvias. El 80 % de las precipitaciones ocurren de octubre a abril. Por lo tanto, el trigo dependerá de las lluvias del otoño, especialmente de las que se producen en marzo y abril (Carabaca *et al.*, 2017).

Fecha de siembra

Las fechas de siembra en esta región van desde mediados de abril a mediados de junio, lográndose los mejores rendimientos con las siembras que llegan hasta mediados de mayo. Sin embargo, estas fechas corren el riesgo de sufrir ataques de *Spodoptera* sp. Cuando se usan ciclos muy cortos también se corre el riesgo de sufrir heladas en su etapa crítica (Carabaca *et al.*, 2017). No obstante siembras más tardías además de presentar peores condiciones de humedad, provocan altas temperaturas durante el llenado de grano (alta probabilidad de golpes de calor). Las variedades más utilizadas corresponden a ciclos cortos a intermedios.

Densidad

Varía entre 40 y 80 kg.ha⁻¹, es una densidad baja que se ajusta a las condiciones de agua y nutrientes de la zona.

SUBREGIONES NOA Y NEA

CICLO: CORTO-INTERMEDIOS

FECHA DE SIEMBRA: DE FINES DE MAYO A FINES DE JUNIO

Subregión ecológica NEA

El cultivo en la región tiene escasa relevancia, por lo cual su participación resulta muy variable. La superficie sembrada depende exclusivamente de la recarga otoñal de los perfiles, que es muy variable en el espacio y en el tiempo (Zucal, 2017).

En zonas con mejores precipitaciones en otoño y principios de primavera compete con el girasol, que ofrece resultados agronómicos y económicos más estables.

Suelos

Son suelos de desmonte, con una historia agrícola, que va desde 20- 25 años hasta suelos de habilitación reciente. La textura es variable, entre franca y franco-arenosa, o bien ser más pesados hacia el este.

Manejo del cultivo

Los herbicidas más usados en presiembra son metsulfuron, acompañado de glifosato y algún hormonal. Se aplican curasemillas para el control de orugas cortadoras, y clorpirifós e imidacloprid para el control de pulgones (Zucal, 2017).

Recientemente, un amplio panel del Congreso Aapresid (2020) trató las posibilidades que tiene el trigo en el norte argentino y en zonas de Paraguay, donde la producción en latitudes menores a 30° S se corresponde con ambientes cálidos, que involucran el 100% del área sembrada de Paraguay y el 18% de Argentina. Durante los últimos tres años, en promedio, se sembraron en la zona norte de nuestro país 1,1 millones de hectáreas y 438 mil hectáreas en Paraguay. Estas localidades cálidas tienen lluvias similares a la de localidades trigueras del sur, pero la temperatura resulta muy superior (Aapresid, 2020).

Abbate (2020) analizó las limitaciones climáticas más frecuentes en ambientes cálidos de nuestro país y los rendimientos que se han alcanzado y brindó sugerencias para optimizar el manejo del cultivo, indicando que en la región el trigo no recibe la importancia que merece y que existen posibilidades para avanzar en su cultivo y generar más interés en el mismo. Si bien es esperable que el rendimiento en estas localidades cálidas sea menor que en localidades frescas, los requerimientos de nutrientes son más bajos, pudiéndose considerar esto como una ventaja. El rendimiento de Paraguay es mayor que el del norte de Argentina, y ello se debería al manejo a nivel lote, al manejo sanitario a través de fungicidas, cultivares utilizados y al mejor precio neto del grano (incluido el flete). Abbate (2020) destacó que para mejorar la producción del trigo en la región se debe respetar la fecha de floración óptima, siendo la más temprana que permitan las heladas, analizar el nivel de nutrientes en el suelo, fertilizar según el rendimiento y el nivel de proteína esperado y mejorar el manejo sanitario a través de cultivares adecuados y la aplicación de fungicidas. Cuando el rendimiento y el precio esperado del trigo resultan antieconómicos para la producción de granos, la opción es integrarlo a una rotación más intensificada, como ser una interseembra con soja, vicia o gramíneas, darle un uso forrajero o bien usarlo como un cultivo de cobertura. En la región generalmente se deben realizar barbechos largos, lo que aumenta el problema de malezas tolerantes o resistentes. La siembra de trigo como cobertura podría aportar carbono a la rotación, cobertura del suelo y un eficiente control de diversas malezas (Zucal, 2017). La zona brinda la posibilidad de procesamiento del trigo en sus molinos y, en la región este, de exportar a Brasil (Abbate, 2020).

Calidad

En promedio para las campañas 2016 -2021 se obtuvo un Peso hectolítrico de 81,21 kg/hl, un Falling Number de 341 s, gluten húmedo de 26,37%, Fuerza panadera (W) $238 \text{ J} \times 10^{-4}$ y P/L 0,81. Dentro de los grupos de calidad, el 32% de los cultivares sembrados correspondió al

grupo 1, el 52% al grupo 2 y el 16% al grupo 3 (Granotec, 2020). El 71% de las muestras analizadas correspondió al grado comercial 2 (web Trigo Argentino, 2020).

De lo visto podemos resumir en la Fig. 9.4, las principales características edafoclimáticas de las distintas subregiones trigueras de Argentina.

subregiones	Fecha media de última hel.	Precipit. Anual (mm)	Suelos
I	20/VIII	860	Argiudoles típicos o ácuicos
II Norte	15/ IX	1000	Argiudoles típicos hapludoles
II Sur	30/ IX	900	Argiudoles Hapludoles
III	20/ VIII	1000	Vertisoles
IV	20/X	700-850	Franco arenosos (tosca)
V Norte	21/ IX	600-900	Haplustoles
V sur	20/X	400-600	Haplustoles

Fig. 9.4. Cuadro resumen de las características edafoclimáticas de las principales subregiones trigueras. Fuente Fernández Long et al., (2011), Sistema de Información de clima y agua, INTA (2014), GeoINTA 2021).

Referencias

- Abbate P.E. (2021). Rendimiento de los cultivares de trigo de ciclo largo vs. Ciclo corto en las principales subregiones trigueras argentinas. INTA Balcarce, Balcarce, Buenos Aires Recuperado de https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/9175/INTA_CRBsAs_EEABalcarce_Abbate_P_Rendimiento_cultivares_trigo_lardo_corto.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Abbate, P.E. (2022). Nuevo mapa de subregiones trigueras argentinas. A Todo Trigo, Mar del Plata, 12 y 13 de mayo de 2022
- Aapresid (2005). Recuperado de: <https://www.aapresid.org.ar/> Aapresid (2020). Recuperado de: <https://www.aapresid.org.ar/> Abbate, P. (2020). Cómo impacta el clima, cálido sobre el trigo. Disertación en CongresoAapresid, agosto 2020. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=f7iksziMwE>
- Acciaresi, H.A. & Principiano, M.A. (2020). Estado de situación del uso de herbicidas en cultivos extensivos agrícolas de la región norte de la provincia de Buenos Aires. Recuperado de

https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_pergamino_uso_de_herbicidas_en_cultivos_extensivos-2020.pdf

- Alberione, E. & Andreucci, A. (2017). Daños por heladas en trigos en estadíos de crecimiento temprano. EEA INTA Marcos Juárez. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_trigo_danoheladas17.pdf
- Alvarez, Cr. & Marraco, M. (2017). Noroeste de Buenos Aires y este de La Pampa. Manejo del cultivo de trigo en distintas regiones. En G.A. Divito, F.O. García (Eds.), *Manual del Cultivo de Trigo* (123-142). Buenos Aires: AACREA.
- Angeli, A. & Bonamico, M.P. (2017). Región CREA Centro. Manejo del cultivo de trigo en distintas regiones. En G.A. Divito, F.O. García (Eds.), *Manual del Cultivo de Trigo* (90-93). Buenos Aires: AACREA.
- Barraco, M, Díaz Zorita M, Brambilla C, Álvarez C. & Scianca, C. (2009). Respuesta del trigo a la fertilización nitrogenada y nitro azufrada en suelos arenosos. *Revista Ciencia del Suelo*, 27(2): 217-224.
- Barraco, M, Díaz-Zorita, M., Álvarez, C. & Scianca, C. (2008). Fraccionamiento de nitrógeno en cultivos de trigo de la región de la pampa arenosa. *VII Congreso Nacional de trigo, V Simposio Nacional de Cereales de siembra otoño-invernal*, I Encuentro del MERCOSUR. 2 al 4 de julio de 2008, Santa Rosa, La Pampa.
- Buscarol, M. (2007). Región Centro de Santa Fé. Variedades y modelos generales de producción en el movimiento CREA. En E. Satorre (Coord.), *Producción de trigo* (104-108). Buenos Aires: AACREA.
- Calviño, P.A, Sadras, V.O. & Andrade, F.H. (2003). Development, growth and yield of late-sown soybean in the southern Pampas. *European Journal of Agronomy*, 19, 265-275.
- Calviño, P. & Divito, G. (2017). Sudeste de la provincia de Buenos Aires. Manejo del cultivo de trigo en distintas regiones. En G.A. Divito, F.O. García (Eds.), *Manual del Cultivo de Trigo* (123-142). Recuperado de <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1320>
- Carabaca, L., Galvez, S. & Rossi, D. (2017). Región CREA NOA. Modelos de producción zonales. En M. Sobré (Dir.), *Trigo. Su rol en los sistemas de producción agrícola* (96-97). Buenos Aires: AACREA.
- Castellarin, J. M. (2009). Influencia de las prácticas de manejo sobre la generación del rendimiento en el cultivo de trigo. *Para mejorar la producción* 40, 23 -38. INTA EEA Oliveros Estación Experimental Agropecuaria Rafaela. Recuperado de <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-influencia-practicas-manejo-sobre-la-generacion-de.pdf>
- Corró Molas, A., Pérez Fernández, J., Figueruelo, A., Funaro, D., Cabo, S. & Olguin Paez, R. (2016). Daño por frío en cereales de invierno. *Informe técnico*. EEA Anguil, AER Gral. Pico. Recuperado de <https://ruralnet.com.ar/dano-frío-cereales-invierno>
- Di Napoli, M. & González Montaner, J. (2017). Región CREA Mar y Sierras. Modelos de producción zonales. En M. Sobré (Dir.), *Trigo. Su rol en los sistemas de producción agrícola*, (71-75). Buenos Aires: AACREA.
- Díaz- Zorita, M. (2000). Efecto de dos momentos de aplicación de urea sobre la producción de grano de trigo en Drabble (Bs. As., Argentina). *Ciencia del Suelo*, 18, 125-131.

- Ermacora, M. (2017). Región Norte de Buenos Aires. Modelos de producción zonales. En M. Sobré (Dir.), *Trigo. Su rol en los sistemas de producción agrícola* (82-84). Buenos Aires: AACREA.
- Fernández Long, M.E., Barnatán, I.E, Spescha, L., Hurtado, R. & Murphy, G. (2014) Caracterización de las heladas en la región pampeana y su variabilidad en los últimos 10 años. Recuperado de https://www.agroconsultasonline.com.ar/ticket.html/Fernandez%20Long%20et%20al.pdf?op=d&ticket_id=3550&evento_id=7224#:~:text=En%20la%20zona%20triguera%20IV,principios%20y%20mediados%20de%20setiembre.
- Furlani, C. & Ferrero, G. (2017). Región Norte de Santa Fe. Modelos de producción zonales. En M. Sobré (Dir.), *Trigo. Su rol en los sistemas de producción agrícola* (101-103). Buenos Aires: AACREA.
- García, F.O. & Reussi Calvo, N. (2014). Trigo. En Echeverría H. E. & F.O. García (Eds.), *Fertilidad de Suelos y Fertilización de Cultivos*, 401-434. Buenos Aires: Ediciones INTA.
- GeoINTA (2021). Recuperado de <http://www.geointa.inta.gob.ar/>
- Gonzalez Montaner J.G., Redolatti, M. & Di Napoli, M. (2007). Región Mar y Sierras. Variedades y modelos generales de producción en el movimiento CREA. En E. Satorre (Coord.), *Producción de trigo* (84-87). Buenos Aires: AACREA.
- Granotec (2020). Recuperado de <https://granotec.com.ar/articulos/>
- López, D. & Tobal, A. (2017). Región Córdoba Norte. Modelos de producción zonales. En M. Sobré (Dir.), *Trigo. Su rol en los sistemas de producción agrícola* (94-96). Buenos Aires: AACREA.
- Martini, G. (2007). Región Centro. Variedades y modelos generales de producción en el movimiento CREA. En E. Satorre (Coord.), *Producción de trigo* (87-90). Buenos Aires: AACREA.
- Menendez, F. (2007a). Impacto de los factores ecológicos y tecnológicos en el rendimiento del trigo. En E. Satorre (Coord.), *Producción de trigo* (29-35). Buenos Aires: AACREA.
- Menendez, F. (2007b). Región Sur de Santa Fé. Variedades y modelos generales de producción en el movimiento CREA. En E. Satorre (Coord.), *Producción de trigo* (75-80). Buenos Aires: AACREA.
- Menendez, F.J. & Satorre, E.H. (2007). Evaluating wheat yield potential determination in the Argentine Pampas. *Agricultural Systems*, 1-10.
- Miralles, D. (2015) Disertación en "A Todo Trigo 2015". Federación de Acopiadores. Recuperado de: <http://www.acopiadores.com> > biblioteca > material > congresos.
- Mirasson, H., Faraldo, M.L. & Zingaretti, O. (2007). Rendimiento y eficiencia en el uso del agua de cultivares de trigo de distinto ciclo en el oeste de la Región Pampeana Central. Workshop Internacional: *Ecofisiología Vegetal*, Mar del Plata, Argentina.
- Muller, R. (2007). Región Litoral Sur. Variedades y modelos generales de producción en el movimiento CREA. En E. Satorre (Coord.), *Producción de trigo* (109-112). Buenos Aires: AACREA.
- Pozzi, R. (2017). Región Sur de Santa Fe. Modelos de producción zonales. En M. Sobré (Dir.), *Trigo. Su rol en los sistemas de producción agrícola* (104). Buenos Aires: AACREA.

- Ropero, G. (2007). Región Sudeste. Variedades y modelos generales de producción en el movimiento CREA. En E. Satorre (Coord.), *Producción de trigo* (100-104). Buenos Aires: AACREA.
- Rubí Bianchi & Cravero, (2010). Atlas climático digital de la República Argentina. INTA. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-texto_atlas_climtico_digital_de_la_argentina_110610_2.pdf
- Sistema de Información de clima y agua, INTA (2014). Estadísticas de Heladas Meteorológicas, fechas promedio ultima heladas. Recuperado de http://climayaagua.inta.gob.ar/estad%C3%ADsticas_de_heladas_meteorol%C3%B3gicas
- Suino, E. (2017). Región Litoral Sur. Modelos de producción zonales. En M. Sobré (Dir.), *Trigo. Su rol en los sistemas de producción agrícola* (87-89). Buenos Aires: AACREA.
- Turchi, D.A., Carnevale, I. & Leurino, G. (2017). Región Santa Fe Centro. Modelos de producción zonales. En M. Sobré (Dir.), *Trigo. Su rol en los sistemas de producción agrícola* (89-90). Buenos Aires: AACREA.
- Vicentín, H. (2007). Región Norte de Santa Fe. Variedades y modelos generales de producción en el movimiento CREA. En E. Satorre (Coord.), *Producción de trigo* (108-109). Buenos Aires: AACREA.
- Web.trigoargentino.com.ar (2018). Recuperado de <https://www.trigoargentino.com.ar/>
- Web.trigoargentino.com.ar (2020). Recuperado de <https://www.trigoargentino.com.ar/>
- Zucal, M. (2017). Región Chaco Santiagueño. Modelos de producción zonales. En M. Sobré (Dir.), *Trigo. Su rol en los sistemas de producción agrícola* (98-99). Buenos Aires: AACREA.