

# RENDIMIENTO Y MORFOANATOMÍA DE DOS CULTIVARES DE *BRASSICA OLERACEA* VAR. *SABELLICA* CV. 'DARKIBOR' Y 'REDBOR' (KALE) SEGÚN ÉPOCA DE SIEMBRA EN EL CAMPO ESCUELA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS-UNC

Reyna, M.E.<sup>1</sup>; Marinsaldi, M.A.<sup>1</sup>; Paccioretti, P.A.<sup>1</sup>; Confortino, L.<sup>1</sup>; Gil, S.P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Félix Marrone 746, CP: 5000. Córdoba. Argentina.

mreyna@unc.edu.ar

## RESUMEN

El “kale” es una hortaliza de hoja, de ciclo bienal o plurianual. Es rica en calcio, hierro, vitaminas y posee sustancias anti-cancerígenas, entre otras propiedades. En base a lo expuesto, se realizó la presente investigación con el objetivo de comparar caracteres morfoanatomicos y el rendimiento de dos cultivares de *Brassica oleracea* var. *sabellica* cv. 'Darkibor' y 'Redbor' (kale) en dos fechas de siembra en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias-UNC. Se realizó una siembra temprana y una tardía y el trasplante se llevó a cabo en el estado de 4 hojas verdaderas. Las parcelas se dispusieron en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones por tratamiento. Para el análisis de la anatomía foliar se trabajó en el laboratorio de Microscopía de la FCA- UNC realizando preparados histológicos temporarios y semipermanentes. Los datos se analizaron estadísticamente mediante el programa InfoStat. Los estudios realizados definieron que ambas variedades presentaron mesófilo dorsiventral. Las fechas de siembra tempranas favorecen el desarrollo del cultivo en ambos cultivares. Por lo tanto, se concluye que, el cultivo de “kale” se adapta a las condiciones climáticas y edáficas de Córdoba haciéndolo apto para su producción comercial, obteniendo los mayores rendimientos en la época primavera-estival.

**Palabras clave:** adaptación - col rizada - hortaliza.

## INTRODUCCIÓN

*Brassica oleraceae* var. *sabellica*, especie originaria del este de Turquía, llegó a Europa expandiéndose a casi todo el mundo debido al particular sabor y contenido nutricional de sus hojas (Tamashiro, 2017). Es rica en calcio, hierro, vitaminas y posee sustancias anti-cancerígenas, entre otras propiedades (<https://www.magyp.gob.ar/>). Pertenece a la familia de las Crucíferas junto con otras coles como repollos, brócolis o coliflores, cultivadas desde los tiempos antiguos para la producción de hojas, flores y tallos. En América, la producción de kale está difundida principalmente en los países de México, Chile y Argentina (Tamashiro, 2017).

Se trata de una hortaliza invernal de hoja, de ciclo bienal o plurianual, robusta, que tolera temperaturas frías bajo punto de congelamiento entre -7 ° C a 27 ° C. Sus hojas se recolectan de forma progresiva a medida que se van desarrollando. En ocasiones también se puede cosechar la planta entera. Tiene una doble aptitud, ya que proporciona alimento tanto al ganado como al hombre. Normalmente, como en otras especies del género, las hojas más jóvenes se destinan al consumo humano, y las

más viejas (de mayor dureza) se aprovechan como forraje (Barge, 2017).

Como dato de referencia, en la región de América del Sur, en Chile, se han registrado valores de rendimiento que oscilan entre 7 y 10 t/ha (Saavedra del Real, *et al.* 2021). En Argentina, estudios realizados en Buenos Aires revelan resultados de rendimiento que oscilan entre 3,1 y 6,7 tn/ha según Logegaray (2018).

Esta especie se caracteriza por poseer un tallo erecto no ramificado y alargado; en el que se insertan numerosas hojas simples, pecioladas, oblongas, con bordes rizados y glabras, que se disponen a lo largo del tallo a través de una filotaxis alterna espiralada. Presenta flores agrupadas en una inflorescencia racemosa, de 2,5 cm de diámetro, con pedicelos de 8-20 mm, en racimos paniculados de 20-300 flores; sépalos oblongos estrechos, erectos; pétalos amarillos de 1,5-2cm de longitud y de 2-5 mm de diámetro. Es de polinización alógama (entomofilia) y sus frutos son silicuas, necesitando un proceso de vernalización para florecer (Cartea González, 2008).

En relación a la anatomía de esta familia, las plantas poseen un mesófilo dorsiventral con tres a cuatro estratos de parénquima empalizada y esponjoso compacto, en una relación de espesor tres a uno, con epidermis uniestrata. En la nervadura central presentan

uno a dos haces vasculares colaterales con casquetes de esclerénquima xilemáticos y floemáticos (Metcalf y Chalk, 1950, Ruiz *et al.*, 2008).

En base a lo expuesto y debido a la escasez de información agronómica local se realizó la presente investigación con el objetivo general de comparar caracteres morfoanatómicos y el rendimiento de dos cultivares de *Brassica oleracea* var. *sabellica* cv. 'Darkibor' y 'Redbor' (kale) en dos fechas de siembra en el Campo Escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias-UNC. Como objetivos específicos se planteó, caracterizar exomorfológicamente a los dos cultivares durante su ciclo, registrar diferentes épocas de siembra para determinar fechas óptimas y mejores rendimientos en la región central de la Provincia de Córdoba y analizar caracteres anatómicos foliares asociados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Parcela de experimentación

El ensayo se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, ubicada camino a Capilla de los Remedios km 15, 5 en la localidad de Toledo (Córdoba, Argentina) a 31 ° 28' de latitud sur y 64° 00' de longitud oeste (**Fig. 1**). Los suelos son Haplustol éntico, franco limoso en superficie y subsuelos con capacidad de uso III e índice de productividad 68 ([www.agro.unc.edu.ar/campoactivo](http://www.agro.unc.edu.ar/campoactivo)). La zona se caracteriza por presentar un clima templado semiárido (Capitanellii, 1979), con temperaturas medias anuales de 17° y un promedio anual de precipitaciones de 600 mm ([www.bccba.com.ar](http://www.bccba.com.ar)).

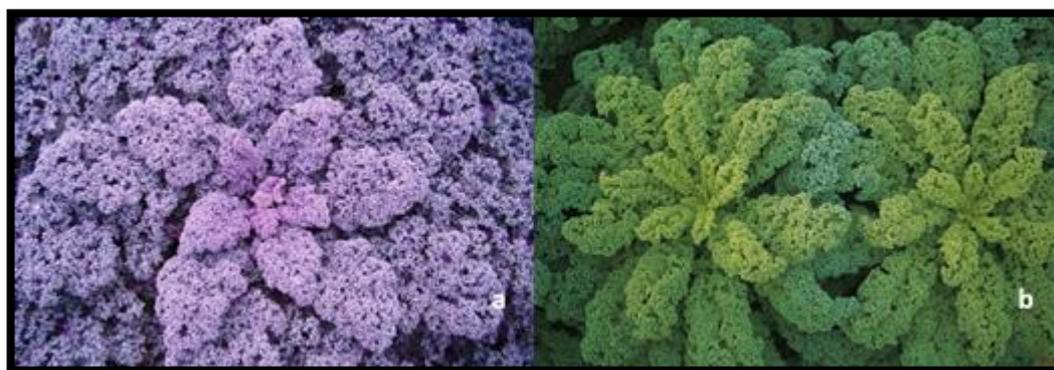


**Figura 1.** Imagen satelital del campo experimental de la FCA-UNC donde se observa la ubicación de la parcela.

### Descripción de las variedades

Las semillas utilizadas en el ensayo, fueron adquiridas a la empresa Bejo ([www.bejo.es](http://www.bejo.es)). El semillero describe al cultivar 'Redbor' (**Fig. 2A**) se caracteriza por ser un cultivar que presenta hojas de color morado, productiva y de aspecto muy llamativo. Ideal para cultivar otoño e invierno. Se recolecta en los meses de invierno, primavera

y verano; Mientras que 'Darkibor' (**Fig. 2B**) se presenta como un cultivar de ciclo medio, de buen porte, productivo y con alta tolerancia al amarillamiento en condiciones de calor. Hoja muy rizada, de color verde oscuro. Ideal para cultivo ecológico. Se recolecta en los meses de invierno, primavera y verano.



**Figura 2.** Estadio vegetativo de plantas adultas de *Brassica oleracea* "Kale". **a**-cultivar "Redbor"; **b**-cultivar "Darkibor". Imágenes tomadas de [www.bejo.es](http://www.bejo.es)

### Obtención de plantas para ensayo

Para la obtención de los ejemplares, se realizó una siembra en bandejas de germinación de 128 alvéolos con el sustrato compuesto por compost y vermiculita en proporción 70/30 respectivamente. La siembra temprana se realizó a fines del mes de mayo y la tardía a mediados del mes de julio y en ambos casos el trasplante se llevó a cabo cuando los plantines alcanzaron el estado de 4 hojas verdaderas, en los meses de julio y septiembre respectivamente.

Las parcelas se dispusieron en bloques completamente aleatorizados con tres repeticiones por tratamiento (variedad por época de siembra, quedando conformados 6 tratamientos). Cada parcela se conformó por tres líneas de 10 plantas c/u. El marco de plantación utilizado, fue en bordos de 0,50 m por 0,50 m, lo cual determina una densidad de 40.000 plantas/hectárea. Se realizaron fertilizaciones con N-P-K al momento del trasplante y durante el desarrollo del cultivo cuando fue necesario. En plantineras, los riegos fueron diarios y a campo se realizaron considerando las condiciones ambientales y las demandas del cultivo. Se hicieron controles culturales con azada y químicos con productos orgánicos para controlar malezas y pulgones.

### Caracterizaciones y determinaciones

Se caracterizó exomorfológicamente ambos cultivares en laboratorio y a campo.

Para el análisis de la anatomía foliar se trabajó en el laboratorio de Microscopía de la FCA- UNC, se confeccionaron preparados histológicos temporarios y semipermanentes de cortes transversales de hojas frescas (montaje agua-glicerina 1:1), empleando técnicas tradicionales y diferentes tinciones (D'Ambrogio de Argüeso, 1986; Gil, 2013). Se trabajó con microscopios ópticos binoculares Nikon Alphashot-2 YS2 y se realizó el correspondiente registro fotográfico con cámara Sony Cybershot DSC H50 de 9,1 Mega píxeles y Nikon Cool Pix S10 de 6 Mega píxeles.

Las mediciones para la caracterización exomorfológica, se realizaron sobre las 4 plantas centrales de cada surco a las cuales se les midió la altura (desde el cuello hasta el ápice caulinar), y se eligieron al azar 3 hojas adultas por planta insertas en el 4º o 5º nudo por debajo del ápice, en las cuales se midieron el ancho (en la parte media de la lámina) y el largo foliar (desde la inserción del pecíolo hasta el extremo de la lámina).

La cosecha de las hojas se realizó considerando su tamaño (15 a 20 cm de largo desde la base foliar hasta el extremo distal de la hoja). Posteriormente, se determinó el peso fresco con balanza de precisión obteniendo de esta forma el rendimiento expresado en kg de materia fresca por ha. Los datos se analizaron estadísticamente mediante el

programa InfoStat (Di Rienzo, *et al.* 2020).

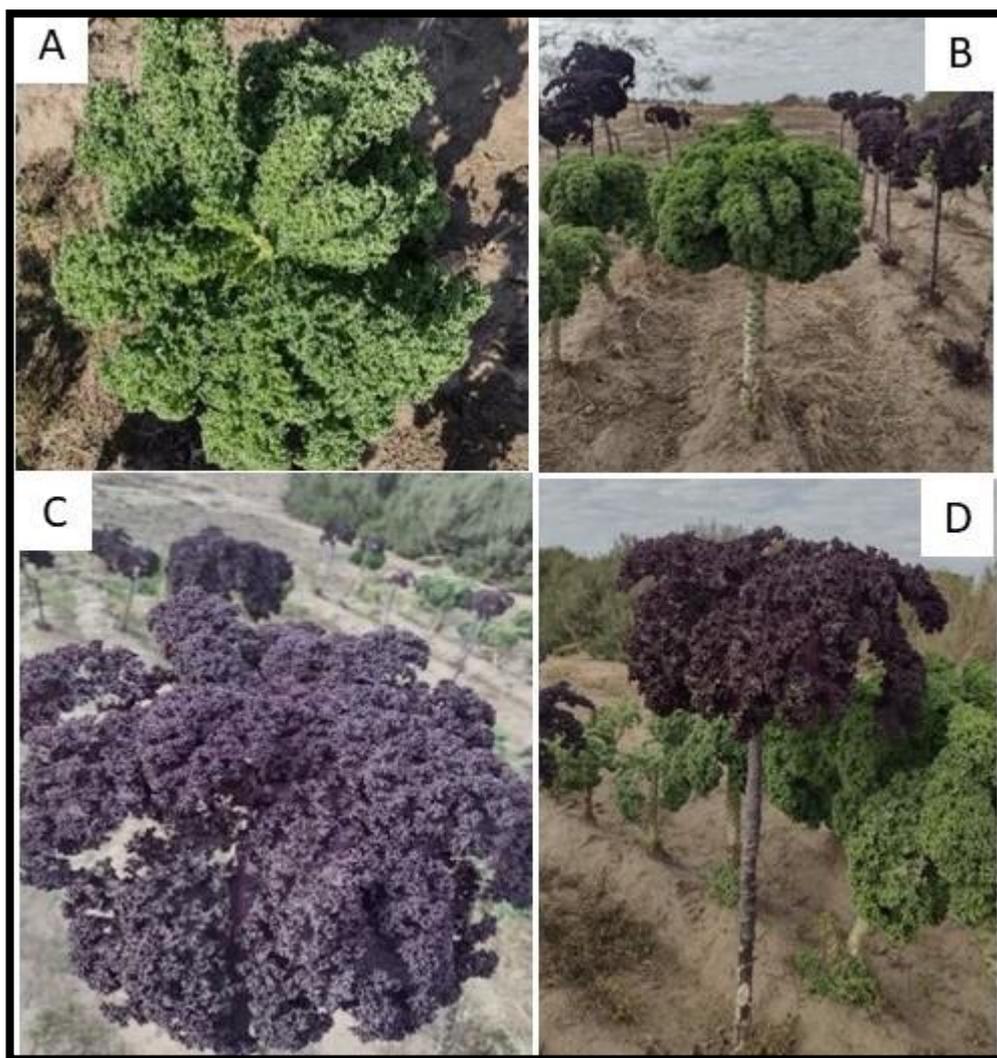
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Exomorfológicamente, el cultivar 'Darkibor' presenta hojas de color verde intenso, muy rizadas que pueden llegar a los 0,50 m de largo. Su estructura es de porte medio (0,80 m), su tallo es herbáceo macizo y el sistema radical es alorrido en el que se observa la presencia de 2 o 3 raíces laterales más desarrolladas que ayudan al anclaje de la planta. El cultivar 'Redbor' posee hojas de color morado, con menos pliegues en su hoja que 'Darkibor'; la altura puede llegar al 1,2m y su tallo es igualmente herbáceo, macizo con un sistema radical con las mismas características que 'Darkibor' (**Fig. 3**), coincidiendo con Cartea González, 2008 y lo descrito en [www.bejo.es](http://www.bejo.es).

Del análisis anatómico se pudo determinar que, a los 30 días de la siembra, ambos cultivares presentaron un mesófilo con clorénquima homogéneo, con células isodiamétricas indiferenciadas. Las epidermis de ambas caras se presentaron uniestratificadas, anfiestomáticas, glabras y con cutícula delgada. El haz principal era colateral. No se observaron tejidos de sostén (**Fig. 4A** y **Fig. 4B**).

Coincidiendo en términos generales con lo expuesto por Metcalfe y Chalk, 1950 y Ruiz *et al.*, 2008, a los 60 días de la siembra, en ambos cultivares el mesófilo se definió como dorsiventral. En 'Darkibor' se evidenció colénquima subepidermico, con 2 a 3 estratos de parénquima en empalizada y 3 de parénquima esponjoso; epidermis uniestrata, sin tricomas e hipodermis. La nervadura principal en ambos cultivares pudo estar conformada por 3 a 5 haces conductores colaterales, abiertos y rodeados por un casquete de fibras rodeando al floema (**Fig. 4C**, **Fig. 4E** y **Fig. 4G**). En el cultivar 'Redbor' se observó el parénquima en empalizada y esponjoso distribuido de la misma forma que en 'Darkibor', diferenciándose por la presencia de antocianinas, determinantes del color característico, dispuestas en la epidermis y la hipodermis, la cual se observó bien desarrollada hacia el epifilo. Dichos pigmentos se encontraron en células parenquimáticas subepidérmicas en la zona de la nervadura principal (**Fig. 4D**, **Fig. 4F** y **Fig. 4H**).

En relación a la altura de la planta, para cada fecha de siembra y posterior trasplante se registraron diferencias significativas para la interacción entre cultivares y día del ciclo ( $p$ -valor < 0.0001). En la siembra temprana, las dos variedades obtuvieron alturas similares en la mayoría de las fechas de medición. El comportamiento en la fecha de siembra tardía indicó que el cultivar 'Redbor' obtuvo alturas superiores a 'Darkibor' a partir de los 78 días desde el trasplante (**Fig. 5**).



**Figura 3.** Exomorfolgia comparada de los cultivares “Darkibor” y “Redbor”. **A.** Vista en planta de hojas y filotaxis de “Darkibor”. **B.** Arquitectura de la planta donde se observa el tallo herbáceo de “Darkibor”. **C.** Vista en planta de hojas y filotaxis de “Redbor”. **D.** Arquitectura de la planta donde se observa el tallo herbáceo de “Redbor”.

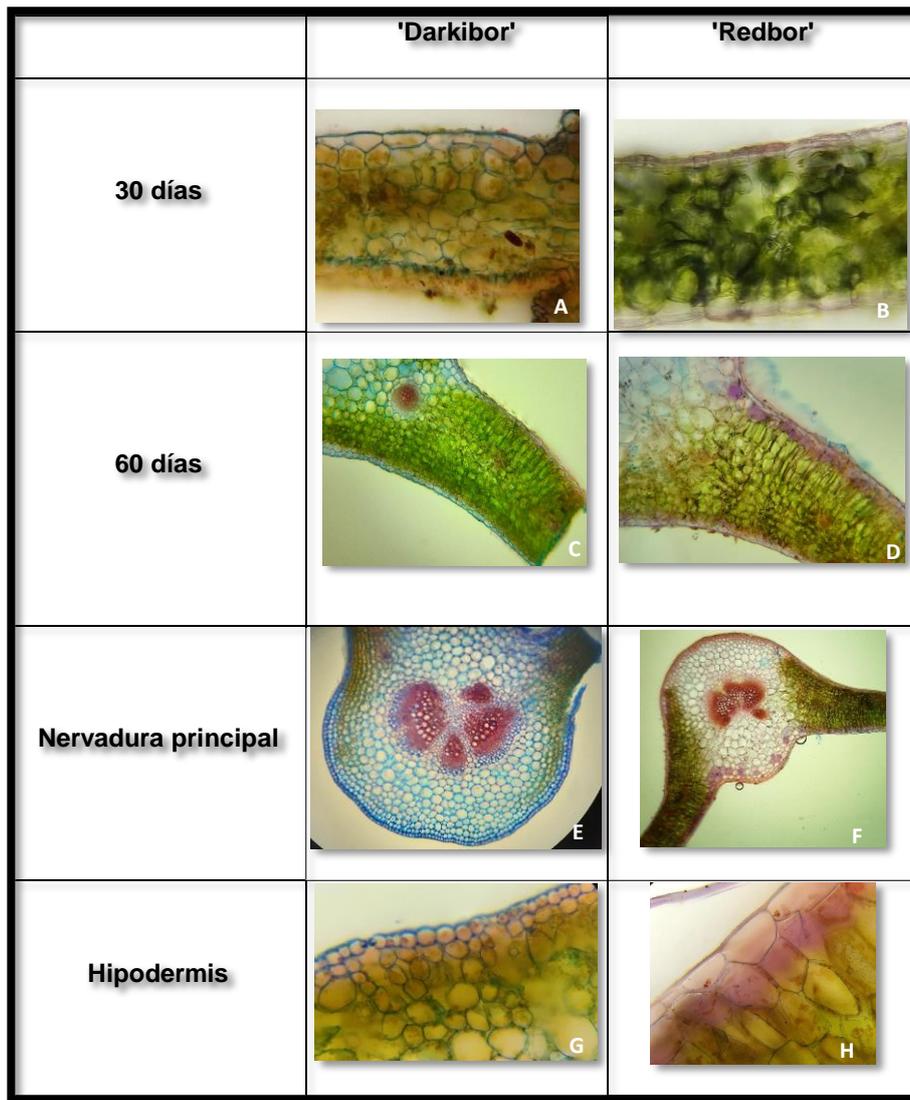
Para el ancho foliar, resultó significativo el término de la interacción para fecha de siembra temprana. No así para fecha de siembra tardía, donde no resultó significativo el término de la interacción ni el de cultivar, sugiriendo que ambos se comportaron de manera similar para todas las fechas de muestreo (**Fig. 6A** y **Fig. 6B**).

Con respecto al largo foliar, en la fecha correspondiente a la siembra temprana, se observó tanto un efecto del cultivar como de la fecha de medición, p-valor igual a 0,0151 y <0,0001 respectivamente. No se observó efecto de la interacción, lo que sugiere que ambos cultivares se comportaron de manera similar para cada fecha de muestreo. 'Redbor' tuvo una mayor media que 'Darkibor', para todos los momentos de muestreo. En la fecha de siembra tardía, se observó diferencia para el término correspondiente al momento del muestreo (p-valor <0,0001). No se observó diferencia entre cultivares, para el término correspondiente a la interacción con la fecha de muestreo (p-valor 0,9107 y 0,8097 respectivamente)

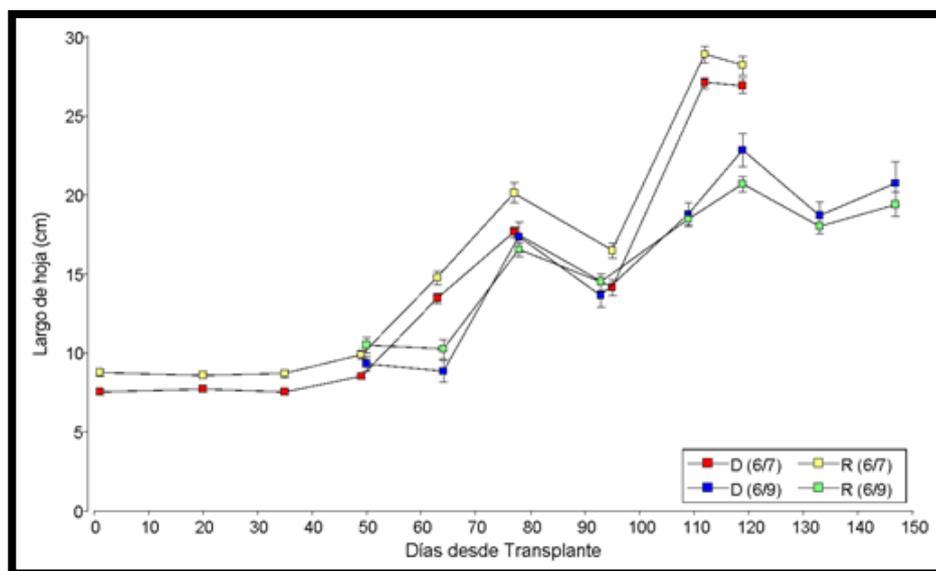
(**Fig. 7**).

En relación a los datos obtenidos de producción de materia fresca, el rendimiento en la siembra temprana fue de 5000 kg/ha para 'Darkibor' y de 4700 kg/ha para 'Redbor'. Mientras que los rendimientos obtenidos en la fecha siembra tardía fueron de 3200 kg/ha y 2300 kg/ha respectivamente (**Fig. 8**).

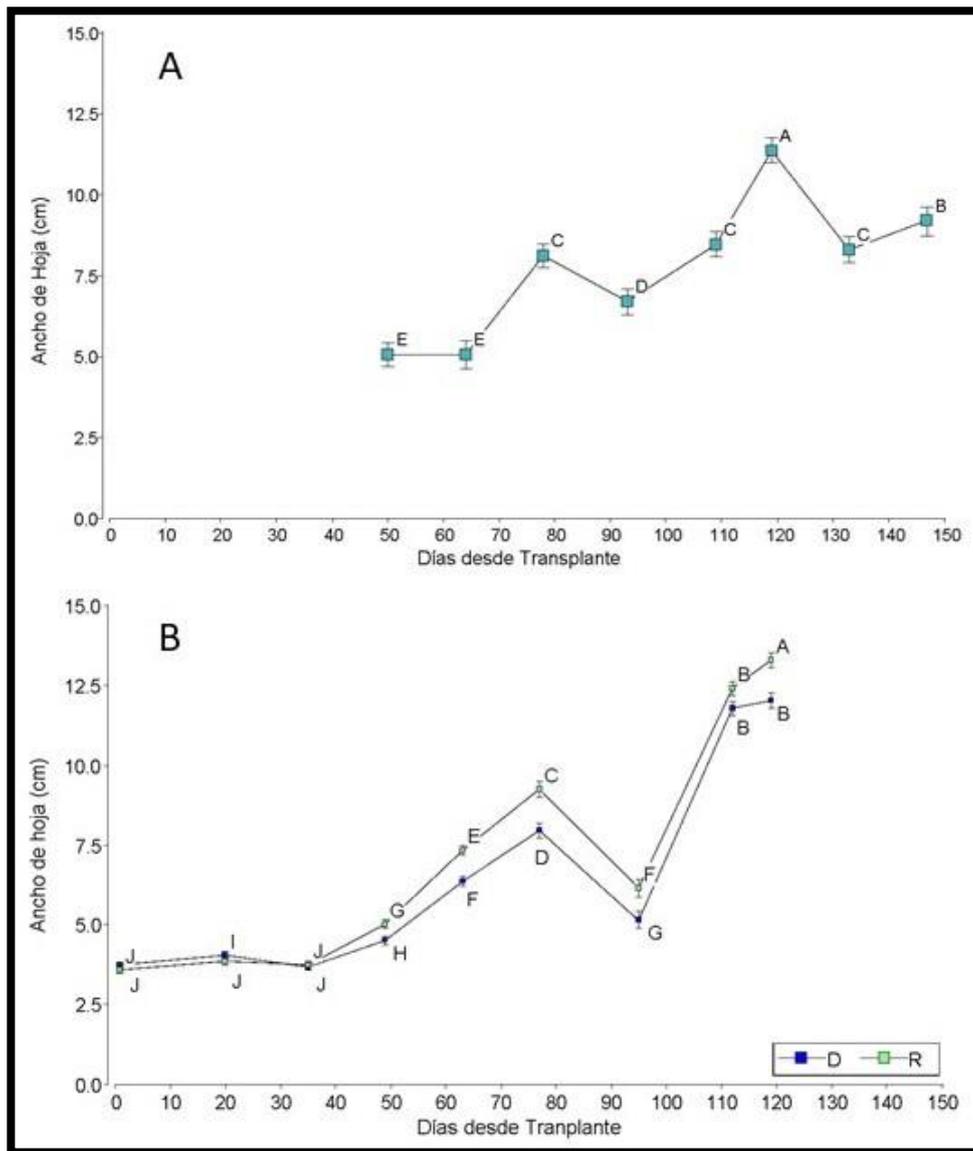
En Córdoba la producción de materia fresca es continua durante todo el año, obteniendo la mayor producción en la época de primavera-verano, presentando una disminución en época otoño-invernal, difiriendo con lo expuesto por el semillero Bejo, en lo referido a los resultados de producción invernal. Los datos de rendimiento en la provincia de Buenos Aires oscilan entre 3.100 y 6.700 kg/ha según Logegaray (2018) siendo similares a los obtenidos en Córdoba y menores a los de la región de La Araucanía en Chile donde los valores oscilan entre los 7.000 a 10.000 kg/ha (Saavedra del Real, *et al.* 2021).



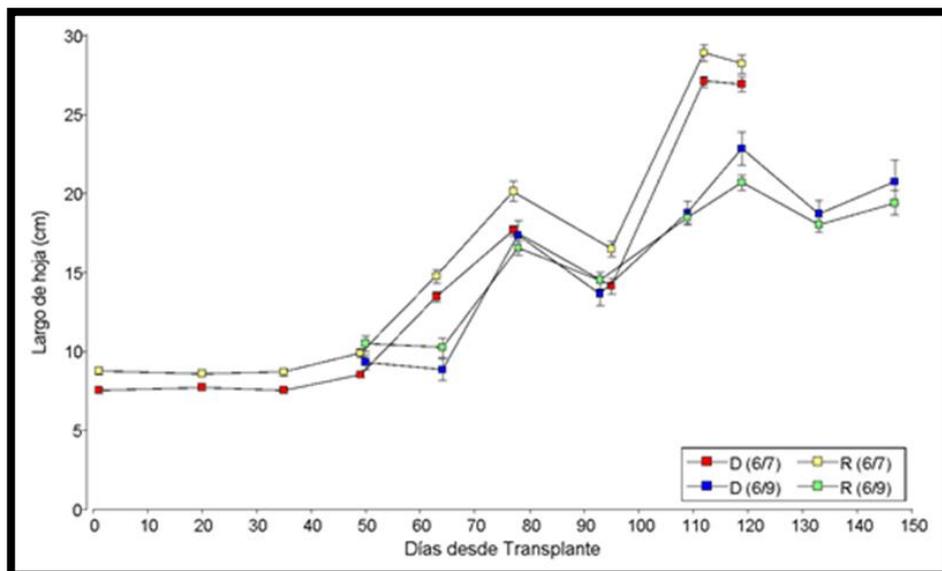
**Figura 4.** **A y B.** Imágenes del mesófilo de las dos cultivares a los 30 días de la siembra de donde se observa mesofilo homogéneo. **C y D.** Imágenes del mesófilo de las dos cultivares a los 60 días de la siembra donde se observa mesofilo dorsiventral. **E y F.** Imágenes de la nervadura principal con haces vasculares en ambos cultivares. **G y H** Hipodermis de ambas variedades.



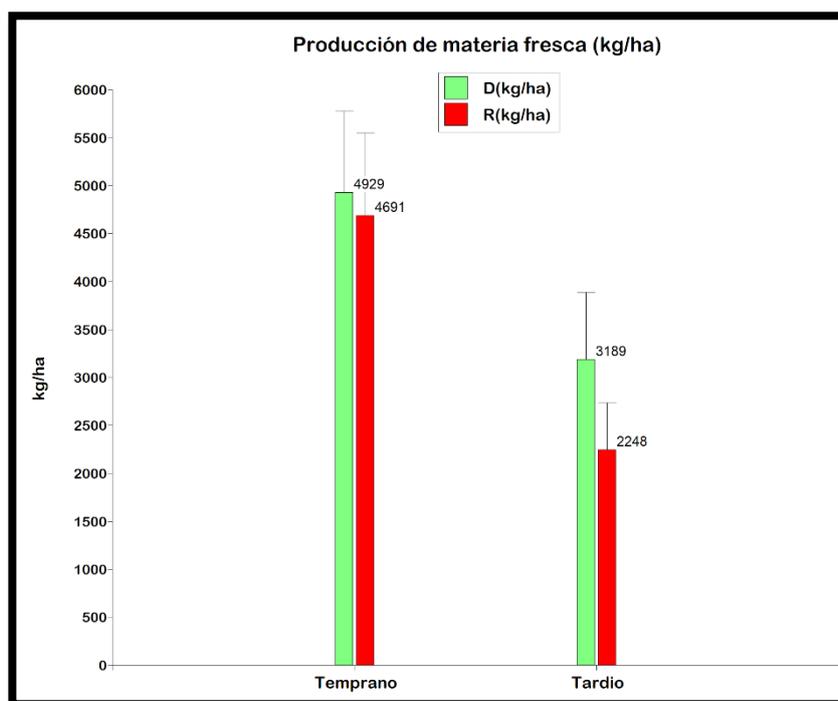
**Figura 5.** Comportamiento comparado del largo foliar de las variedades R y D en función de la fecha de transplante.



**Figura 6.** Ancho de hojas en función de los días de transplante de dos cultivares 'Darkibor' (D) y 'Redbor' (R) de kale para fechas de siembra: A) temprano y B) tardío



**Figura 7.** Comportamiento comparado del largo foliar de los cultivares "Redbor" y "Darkibor" en función de la fecha de siembra.



**Figura 8.** Producción de Materia Fresca (Kg/ha) según fecha de siembra en los cultivares “Darkibor” (D) y “Redbor” (R) en ambos tratamientos.

## CONCLUSIONES

A los 60 días desde la siembra se diferenciaron las células de parénquima fotosintetizantes determinantes del mesofilo dorsiventral.

El cultivar 'Darkibor' tiene un mejor comportamiento en fechas de siembra temprana, con respecto a la altura y desarrollo foliar siendo que 'Redbor' logra valores similares en los parámetros morfoanatómicos analizados para ambas fechas de siembra, determinando mayor plasticidad a la hora de definir la misma.

El rendimiento obtenido en fecha de siembra temprana es similar para ambos cultivares alcanzando valores superiores a 4.500 kg/ha, mientras que la producción obtenida disminuye en la fecha de siembra tardía, siendo 'Redbor' el más afectado. Todos estos parámetros determinan que las fechas de siembra tempranas favorecen el desarrollo del cultivo en ambos cultivares.

Según el comportamiento y la producción obtenida en los ensayos, el cultivo de “kale” se adapta a las condiciones climáticas y edáficas de Córdoba haciéndolo apto para su producción comercial, obteniendo los mayores rendimientos en la época primavera-estival.

## BIBLIOGRAFÍA

Barge J, 2017. Caracterización y optimización de las operaciones de procesado y conservación de la berza gallega (*Brassica oleracea* L. var *acephala* cv. Galega). Disponible en <http://www.investigacion.biblioteca.uvigo.es/xmlui/bitstr>

[eam/handle/11093/792/Caracterizaci%3bn\\_y\\_optimizaci%3bn.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.investigacion.biblioteca.uvigo.es/xmlui/bitstream/handle/11093/792/Caracterizaci%3bn_y_optimizaci%3bn.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Capitanelli, R. G. (1979). Clima. Geografía física de la provincia de Córdoba, 45-138.

Cartea González, M. E. (2008). Cultivo de variedades tradicionales de brásicas en la agricultura ecológica. La Misión biológica de Galicia. Recuperado de: [https://digital.csic.es/bitstream/10261/87344/6/Cartea\\_Cultivo\\_variedades\\_tradicionales](https://digital.csic.es/bitstream/10261/87344/6/Cartea_Cultivo_variedades_tradicionales).

D'Ambrogio de Argüeso A. 1986. Manual de técnicas de histología vegetal. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina, 83 pp.

Di Rienzo J.A., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Casanoves F., Robledo C.W. 2020. InfoStat versión 2020. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Gil, S.P. 2013. Estudio de Asteráceas Nativas del Centro de Argentina con Potencial Valor Ornamental Tesis Doctoral.

Logegaray, V. (2018). Comportamiento agronómico-productivo de kale verde y morado (*Brassica oleracea* var. *sabellica*). Horticultura Argentina. Recuperado de <http://www.horticulturaar.com.ar/es/>.

Metcalfe, C. R. y L. C. Chalk. 1950. Anatomy of the Dicotyledons. I Cruciferae.

Ruiz, A. I., Mercado, M. I., Romero, M. R., Muruaga, N., & Ponessa, G. (2008). Morfoanatomía foliar y caulinar de *Sisymbrium officinale* (*Brassicaceae*). Lilloa, 45(1-2), 119–127. Recuperado a partir de <http://www.lilloa.org.ar/journals/index.php/lilloa/article/view/469>

Saavedra del Real, G. Bastías M., MaritzaKehr M., Fontanilla G. E, Claudio y Sandoval M., Braulio e Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Carillanca (2021) Cultivo de kale [en línea]. Temuco: Informativo INIA Carillanca. N° 132. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/67608> (Consultado: 16 junio 2022).

Tamashiro, S. (2017). Kale, una hortaliza en Ruiz A. I; Mercado M. I; Romero M. R. F; Muruaga N; Ponessa G. I. Morfoanatomía foliar y caulinar de *Sisymbrium officinale* (Brassicaceae). *Lilloa* 45 (1-2):119-127,2008.

Caracterización del campo escuela de la FCA-UNC. Extraído de [www.agro.unc.edu.ar/campoactivo/ce](http://www.agro.unc.edu.ar/campoactivo/ce) Anuario meteorológico 2017. Extraído de la Bolsa y Cámara de Cereales de Córdoba: <https://www.bccba.org.ar/informes/anuario-meteorologico-2017/>

Especialistas en semillas hortícolas. Extraído el 30/09/2021 de: [www.bejo.es/col-crespa-kale](http://www.bejo.es/col-crespa-kale).

Mercado del Kale. Ministerio de Agricultura, ganadería y pesca. Presidencia de la Nación (2018). Extraído de: [www.magyp.gob.ar](http://www.magyp.gob.ar).