

FENOLOGÍA DE CUATRO ECOTIPOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd) SEMBRADOS EN OTOÑO E INVIERNO (CONTRAESTACION), EN EL VALLE DE TULLUM, SAN JUAN, ARGENTINA.

PHENOLOGY OF FOUR QUINUA ECOTYPES (*Chenopodium quinoa* Willd) SOWN IN AUTUMN AND WINTER (OUT OFF SEASON) IN TULUM VALLEY SAN JUAN, ARGENTINA.

Zingaretti A.¹; De Vita M.¹; García M.¹; Ruiz M.²; Bárcena N.²; Roqueiro G.²; Bueno L.²

¹ Unidad Integrada UNSJ- INTA San Juan agos.zingaretti@gmail.com

² EEA San Juan INTA, Pocito, San Juan, Argentina.

RESUMEN

Cada vez cobra mayor importancia el uso de escalas fenológicas que permiten referirse a las observaciones y prácticas de manejo del cultivo. Dado que el producto final de un cultivo no es sino la consecuencia de un proceso derivado de las actividades agrícolas efectuadas durante todo el ciclo, para los investigadores y productores se hace necesario el conocimiento de la fenología agrícola y la posible duración de las diferentes estados. El objetivo del trabajo consiste en conocer el comportamiento fenológico de cuatro ecotipos campesinos de Chile en dos momentos de siembra (en contraestación) en el Valle de Tullum, San Juan. Los ecotipos que se utilizaron fueron Villarica (originaria del sur), Faro y Cahuil (zona costera central) y Cancosa (altiplano norte). El diseño fue en bloques al azar con cuatro repeticiones por ecotipo, sobre una parcela de 22 x 16 m, cada bloque correspondió a un momento de siembra, siendo la primera fecha el día 7 de Abril (**S1**) y la segunda el día 24 de Julio (**S2**). Cada ecotipo contó con tres surcos, separados a una distancia de 0.63 m. Los estados fenológicos observados fueron: Emergencia y Cotiledón (**F1**), 2, 4 y 6 hojas verdaderas (**F2**), Ramificación (**F3**), Panoja (**F4**), Floración (**F5**), Grano lechoso (**F6**), Grano pastoso (**F7**) y Madurez (**F8**). Las variables utilizadas para caracterizar los momentos fenológicos fueron la duración de la estado fenológica (**DEF**) y el momento de plenitud de la misma (**MP**) medido por la ocurrencia del 50% del estado. En la **S1** no se observaron diferencias significativas entre los ecotipos en el **MP**, a excepción de Cahuil donde el estado **F4** fue mayor al resto. En la **S2**, este ecotipo además mostró un aumento en **MP** en **F3**, **F5** y **F8**. Cuando se compararon ambos momentos de siembra se observó que en la **S2** el **MP** se acortó en el orden de 50 días en los últimos estados fenológicos (**F4** a **F8**) con respecto a la **S1**. Esta disminución fue debido a una menor **DEF** (entre 150 y 200%) del **F3**. En general los diferentes ecotipos no mostraron significativas diferencias en las variables fenológicas al evaluar un mismo momento de siembra. Por el contrario, cuando fueron comparados los distintos momentos de siembra, la corta **DEF** del **F3** provocó una disminución de la duración del ciclo total en la **S2**. Es decir, hubo una diferencia de 40 días entre la **S1** y la **S2**. Esto puede estar asociado a la diferencia de temperatura y fotoperiodo que prevaleció entre los dos momentos de siembra evaluados.

Palabras claves: *Chenopodium quinoa*, fenología, momento de siembra, ecotipo.

ABSTRACT

It becomes increasingly important the use of phenological scales in order to refer to the observations and crop management practices. Since the end product of a culture is the result of all the agricultural activities carried out throughout the cycle, researchers and producers of agricultural knowledge must know the phenology and duration of different stages. The objective of this study was to study the phenology of four Chilean peasant ecotypes at two seeding moments (out of season) in Tulum Valley, San Juan. Ecotypes used were Villarica (originally from the south), Faro and Cahuil (central coastal area) and Cancosa (northern highlands). The design was a randomized block with four replications, on a plot of 22 x 16 m, each block corresponded to a time of sowing, the first date on April 7 (**S1**) and the second on 24 July (**S2**). Each ecotype had three grooves spaced at a distance of 0.63 m. The observed growth stages were: Emergency and cotyledon (**F1**), 2, 4 and 6 true leaves (**F2**), Branching (**F3**), Ear formation (**F4**), Florescence (**F5**), Milky stage (**F6**), Dough stage (**F7**) Maturity (**F8**). The indicators used to characterize the phenological moments were the duration of the phenological stage (**DEF**) and plenitude moment (**MP**) measured by the occurrence of 50% of the state. In **S1** no significant differences between the ecotypes were observed in **MP**, the exception was Cahuil in which **F4** was higher than the rest. In **S2**, this ecotype showed also increased **MP** in **F3**, **F5** and **F8**. When both moments of sowing were compared in **S2** there was a shortening of 50 days in the **MP** in the last growth stages (**F4** to **F8**) with respect to **S1**. This decrease was due to a shortening (150-200%) in **DEF** of **F3**. In general the different ecotypes showed no significant differences in the phenological indicators when the moment of sowing was evaluated, when the different sowing times were compared, a lower **DEF** in **F3** caused a decrease in the total cycle duration in the **S2**; i.e., there was a difference of 40 days between **S1** and **S2**. This may be associated with the difference in temperature and photoperiod that prevailed between the two sowing times evaluated.

Keywords: *Chenopodium quinoa*, phenology, time of planting, ecotype

INTRODUCCION

La quinua es un pseudocereal de la familia de las Quenopodiaceas cultivada en la región de los Andes. Si bien hoy la quinua es un cultivo prácticamente desconocido en San Juan, en la provincia existe una fuerte señal arqueológica de semillas de quinua (Andrade, A., y col., 2014). Asentamientos situados en faldeos elevados de la Cordillera frontal sanjuanina, entre los 2500-3500 msnm dan cuenta del inicio de una agricultura de carácter doméstico en estos territorios australes, que incluía a la quinua, con una cronología inicial estimada en 500 años AC (Lagiglia 2001). Existen referencias que se sitúan alrededor de los 700 a 950 años DC (Gambier 2002). Posteriormente a esto, la quinua permaneció en uso entre los agricultores del segundo milenio DC. que habitaron el área hasta luego de la instalación española (Bárcena 2001).

La fenología estudia los cambios externos visibles de las plantas durante su desarrollo vegetativo y reproductivo. Estos cambios se deben a factores ambientales como así también de mecanismos de internos de regulación, por lo que la interacción de ambos, se estudia mediante la observación directa de las distintas fases fenológicas del cultivo y su medio ambiente físico (Mujica, et. al. 1997). El seguimiento es muy importante para agrónomos y agricultores ya que servirá para efectuar programaciones de las labores culturales, riegos, control de plagas y enfermedades, aporques e identificación de épocas críticas; además permite tener una idea sobre posibles rendimientos, mediante pronósticos de cosecha (Nieto y Vimos, 1992).

La quinua presenta fases fenológicas bien marcadas y diferenciadas, las cuales permiten identificar los cambios que ocurren durante el desarrollo de la planta (*Mujica y Canahua, 1989; Rea y Tapia, 1979*).

Se han determinado diez fases fenológicas (*Mujica y Canahua, 1989*):

- Emergencia: cuando la planta sale a la superficie, se produce entre los 7 y 10 días desde la siembra.
- Dos hojas verdaderas: momento de aparición de las dos hojas verdaderas.
- Cuatro hojas verdaderas: aparición de cuatro hojas verdaderas.
- Seis hojas verdaderas: aparición de seis hojas verdaderas y coloración amarilla de hojas cotiledonales.
- Ramificación: aparición de ocho hojas verdaderas, caída de hojas cotiledonales y crecimiento de "ramitas". De los 31 a los 50 días desde la siembra.
- Panojamiento: emergencia de las primeras panojas con gran cantidad de hojitas, para luego sobresalir por encima de estas. De los 51 a los 99 días.
- Floración: momento de apertura de las primeras flores en la parte apical de la panoja. De los 100 a los 120 días.
- Grano lechoso: el grano al ser presionado presenta un líquido lechoso.
- Grano pastoso: el grano al ser presionado presenta consistencia pastosa de color blanco

Existen cuatro factores importantes que afectan el desarrollo de la quinua: temperatura, fotoperiodo, status hídrico y radiación. De estos, los más relevantes en el control del desarrollo de los cultivos son la temperatura y el fotoperíodo, y su importancia relativa depende de la sensibilidad de las plantas en cada fase (Hall, 2001). La temperatura es el factor ambiental con mayor impacto en la duración del desarrollo. La producción de granos, es la estado más afectada por las bajas térmicas de -5 y -3 °C (Ramos, 1997). Panojamiento, floración y grano lechoso son los estados más críticos a la temperatura. A su vez, se ha determinado que los estados fenológicos entre seis hojas verdaderas e inicio de panojamiento son tolerantes al frío. La quinua se comporta como una planta de día corto y la mayor sensibilidad se expresa en genotipos del valle, en cambio los del altiplano sur de Bolivia y noroeste de Argentina como así también los del nivel de mar de Chile, posee escasa o nula sensibilidad a este factor para tiempo a floración (Bertero, 2014). El estado fenológico que se ve más afectado por el fotoperiodo es el llenado de granos el cual puede inhibirse con altas temperaturas y/o días largos (Bertero, 2014).

Debido a la gran variabilidad que presenta la especie, ya que se conocen al menos 3000 ecotipos diferentes, es importante estudiar su crecimiento y desarrollo según el ambiente donde se implanta. Para ello, se hace un monitoreo de la fenología del cultivo para una zona agroclimática determinada.

Optimizar la productividad implica ajustar la ontogenia (secuencia de estadios de desarrollo) de forma que el cultivo explore las mejores condiciones ambientales (ej. temperaturas favorables o buena disponibilidad de agua) y, cuando las condiciones desfavorables son inevitables, minimizar la coincidencia de estas con los estadios más vulnerables del cultivo. No es sorprendente, entonces, que la fenología (la influencia del ambiente sobre la ontogenia) sea el factor particular más importante en determinar la adaptación genotípica (Lawn e Imrie, 1994).

El objetivo de los estudios fenológicos es describir y correlacionar el momento de ocurrencia de las fases específicas con factores climáticos o con otros eventos fenotípicos. El conocimiento de las diferentes fases fenológicas y su identificación son importantes en el momento de la ejecución de las diferentes prácticas culturales o el control de patógenos.

Cada vez cobra mayor importancia el uso de escalas fenológicas que permiten referirse a las observaciones y prácticas de manejo del cultivo. Dado que el producto final de un cultivo, no es sino la consecuencia de un proceso derivado de las actividades agrícolas efectuadas

durante todo el ciclo, para los investigadores y productores se hace necesario el conocimiento de la fenología agrícola y la posible duración de las diferentes estados.

Es por esto, que este trabajo tiene como finalidad determinar los momentos fenológico sensibles del cultivo a diversas condiciones agroclimáticas locales. Por otro lado, se busca una alternativa de un cultivo de invierno destinado tanto a forrajera como a la producción de granos.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el comportamiento fenológico de cuatro ecotipos de quinua sembrados en otoño e invierno.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar la posibilidad de plantación de de cuatro ecotipos de quinua sembrados en otoño e invierno (contraestación).
- Caracterizar los estadios fenológicos para las condiciones agroecológicas de la provincia de San Juan en los dos momentos de siembra.
- Determinar el momento de plenitud y duración y de las estados fenológicas comparando ambos momentos de siembra.

METODOLOGIA

Material

Los ecotipos utilizados en el ensayo fueron:

- Villarrica: originaria del sur de Chile, región de clima húmedo, 39° latitud sur.
- Faro: originaria de la zona costera central de Chile, región con clima seco costero, 34° latitud sur.
- Cahuil: originaria de la zona costera central de Chile, región con clima seco costero, 34° latitud sur.
- Cancosa: originaria del altiplano norte de Chile, 19° latitud sur.

Diseño de parcela y forma de siembra

El ensayo se llevó a cabo en el campo experimental del INTA EEA-Pocito, San Juan, Esta zona se caracteriza por presentar bajas precipitaciones (100 a 150 mm anuales), alta heliofanía y radiación solar. En cuanto a las temperaturas, la máxima ronda en los 24°C, la mínima en 9°C y la temperatura media es de 17°C. El suelo del lugar pertenece al Complejo el Salado, con textura media (franco limoso) de profundidad variable, el subsuelo es esquelético arenoso con gravas y rodados.

Se llevó a cabo en una parcela de 22 m x 16 m. El diseño del ensayo fue de bloques al azar, cada uno de los cuales corresponden a los dos momentos de siembra, siendo la primera fecha de siembra el día 7 de Abril (**S1**) y la segunda el día 24 de Julio (**S2**). En cada bloque se sembró las 4 variedades descritas con 4 repeticiones cada una. La bordura de cabecera fue sembrada con la variedad AER Calingasta, y la bordura de pie con la variedad Tornello-One. La primer siembra se realizó por golpe separados 16 cm. en camellones colocando cinco semillas por golpe, la segunda siembra se realizó a chorrillo. Cada ecotipo contó con tres surcos, separados a una distancia de 0,63 m; las determinaciones se realizaron en el surco del medio.

Preparación de la parcela

Antes de la siembra se llevó a cabo la preparación del terreno, realizando desmalezado y aradas de suelo. Se realizó análisis de suelo del área; las muestras fueron tomadas con barreno a una profundidad de 0-30 cm. y enviadas al Instituto de Investigaciones Tecnológicas (IIT) para

análisis de pH, conductividad, materia orgánica, textura, RAS, K intercambiable, P, N, Ca, Mg, Na, K, Cl, carbonatos, Bicarbonatos y sulfatos.

Una vez sembrado, el suministro de agua al cultivo se llevó a cabo mediante riego por goteo, empleando una línea por surco. El riego se efectuó dependiendo de la época del año; en la primera siembra que se realizó en invierno el riego fue una vez por semana y para la segunda, de dos a tres veces por semana. Se realizó fertilización manual con 60 unidades de N y 30 unidades de P, dosificados en dos momentos, siembra y 30 días después de la emergencia. La eliminación de malezas se realizó mediante la aplicación de herbicidas.

Labores realizadas durante el cultivo

Durante el desarrollo del cultivo, se llevaron a cabo otra serie de labores como es la aplicación de insecticida (Decis forte) y fungicida (Carbendazim) para combatir hormigas y fusarium respectivamente. Además se aplicó un herbicida (Gramoxone) para evitar crecimiento de malezas, previo a ello se protegió el cultivo para evitar que el producto entre en contacto con el mismo. Otra tarea realizada fue la colocación de una malla protectora durante los primeros estadios de crecimiento, para evitar que los pájaros se comieran el cultivo.

Ya que la segunda siembra se realizó a chorrillo, un mes después de la siembra se procedió a realizar raleo químico para tener una densidad menor de plantas.

Fenología

Para caracterizar los estadios fenológicos de los cuatro ecotipos (obj. esp. 1) se usará la metodología propuesta por Mujica y Canahua (1989).

Las variables utilizadas para caracterizar los momentos fenológicos fueron la duración de la estado fenológica (**DEF**) y el momento de plenitud de la misma (**MP**) medido por la ocurrencia del 50% del estado.

Estadística

Por último, a partir de los datos medios obtenidos, que estiman la potencialidad productiva de cada tratamiento se realizará un análisis de la varianza (ANOVA) en el cual se tomará como variables las épocas de siembra y ecotipos. Las pruebas de comparación de medias se realizarán a partir del test de LSD Fisher. El programa utilizado para este análisis es INFOSTAT.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución de los Estados Fenológicos

En los **Gráficos 1 y 2** se describe la evolución de los distintos Estados Fenológicos (**EF**) para cada uno de los ecotipos estudiados, sembrados en otoño (**S1**) e invierno (**S2**) respectivamente. En general se puede ver que tanto para la **S1** como para la **S2** no se encuentran diferencias importantes entre los diferentes ecotipos (**Grafico 1 y 2**). Por otra parte, en **S1** la duración (días) del **F3** (Ramificación) es sensiblemente mayor respecto a los otros **EF** (**Grafico 1**) mientras que en la **S2** la duración de los diferentes EF es mas homogénea (**Gráfico 2**).

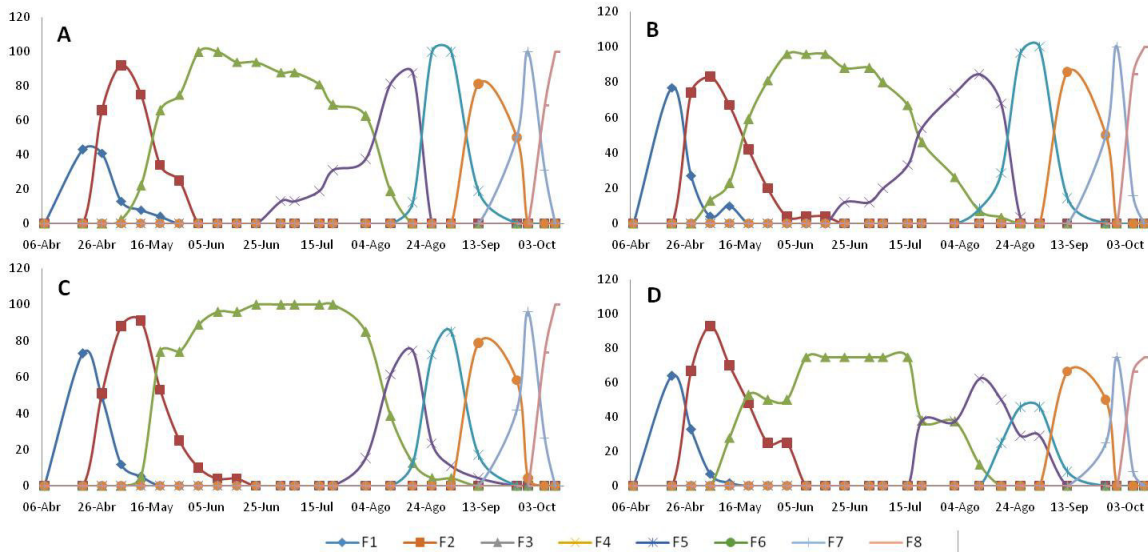


Gráfico 1. Siembra 1. Evolución de los EF en los distintos ecotipos. **A:** Villarica, **B:** Faro, **C:** Cahuil y **D:** Cancosa. **F1:** Emergencia+Cotiledón, **F2:** 2, 4 y 6 hojas verdaderas, **F3:** Ramificación, **F4:** Panoja, **F5:** Floración, **F6:** Grano lechoso, **F7:** Grano pastoso, **F8:** Madurez. **DDS:** días después de siembra.

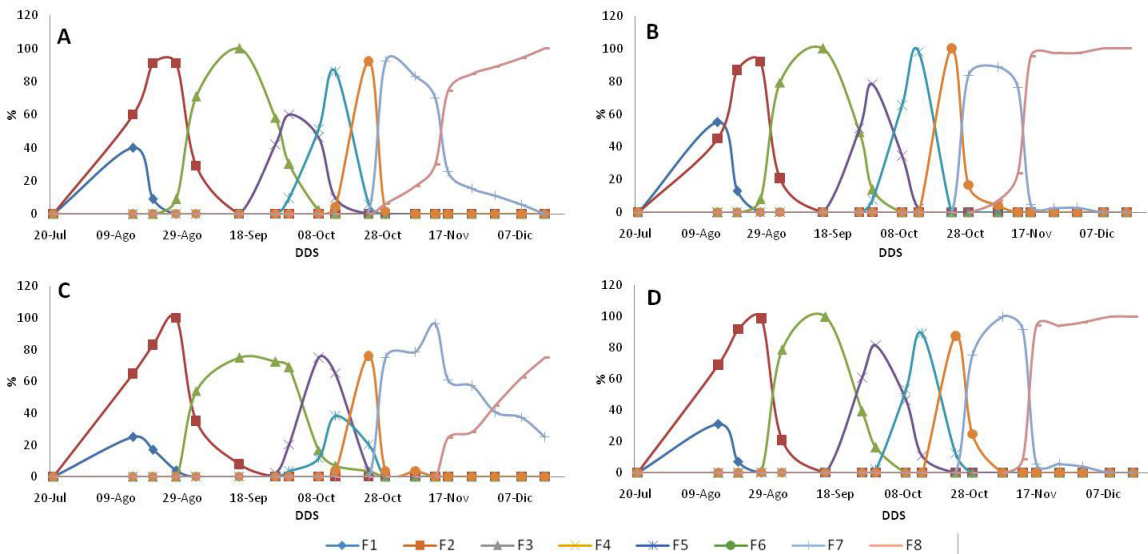


Gráfico 2. Siembra 2. Evolución de estados fenológicas para los distintos ecotipos. **A:** Villarica, **B:** Faro, **C:** Cahuil y **D:** Cancosa. **F1:** Emergencia+Cotiledón, **F2:** 2, 4 y 6 hojas verdaderas, **F3:** Ramificación, **F4:** Panoja, **F5:** Floración, **F6:** Grano lechoso, **F7:** Grano pastoso, **F8:** Madurez. **DDS:** días después de siembra.

Duración del estado fenológico (DEF) y momento de plenitud (MP)

En la **S1**, a excepción de Cahuil donde **F4** fue posterior al resto no existen diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los ecotipos, cuando se evalúa el **MP** (**Gráfico 3**). Este retraso de **F4**, se debe a que la **DEF** del **F3** fue mayor; en cambio el **F4** tiene una menor **DEF** (**Gráfico 4**), lo que genera que el **MP** alcance valores similares a los demás estados.

En la **S2**, en cambio, Cahuil también mostró un retraso del **MP** en **F3**, **F5** y **F8**, debido a que la **DEF** en **F2**, **F4** y **F7** fue mayor.

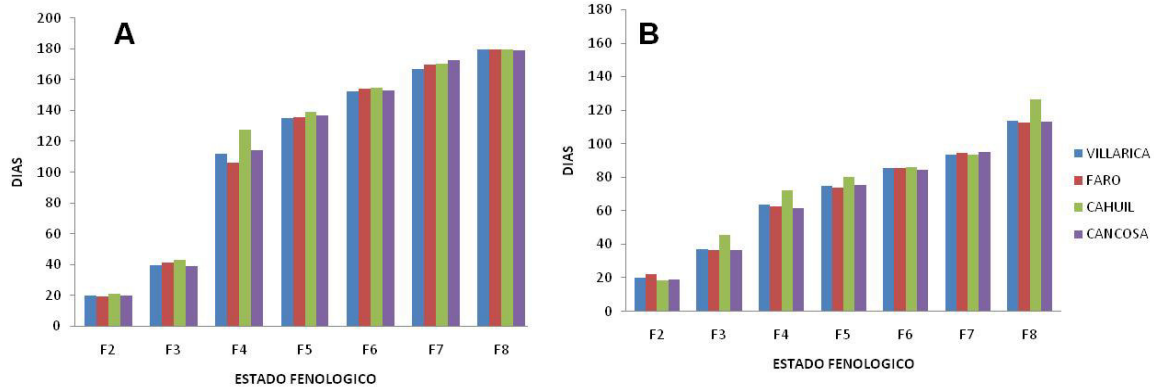


Gráfico 3. Comparación del **MP** entre cada ecotipo, para la **S1 (A)** y la **S2 (B)**.

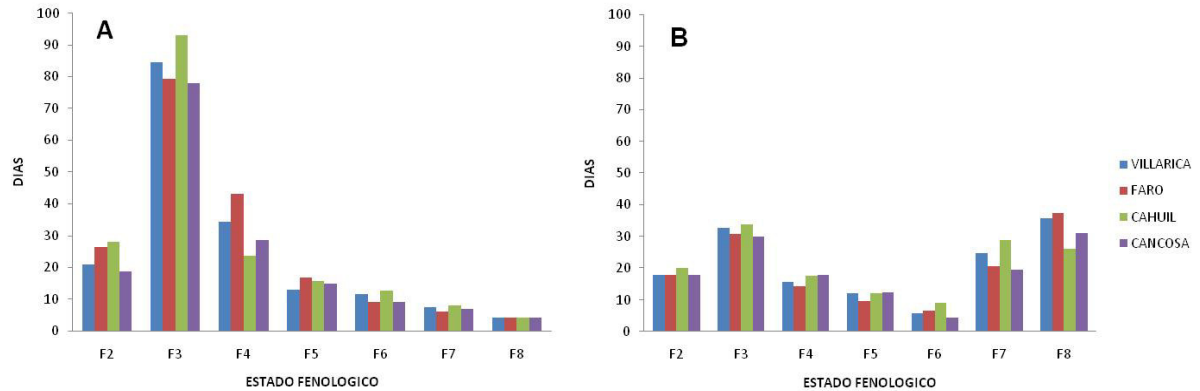


Gráfico 4. Comparación de la **DEF** para los distintos ecotipos, en **S1 (A)** y **S2 (B)**.

Quando se compara ambos momentos de siembra (**Gráfico 5**) se observa que en todos los ecotipos en la **S2** el **MP** se adelanta, en el orden de 50 días, en los estados fenológicos **F4** a **F8**. Esta diferencia se debe principalmente a una menor **DEF** (entre 150 y 200%) de la **F3** en la **S2** (**Gráfico 6**). Por otra parte en la **S2** existe un aumento de la **DEF** en los dos últimos estados (**F7** y **F8**), sin embargo esto no fue suficiente para revertir el adelanto del **MP** en la **S1**. En este mismo gráfico se puede observar diferencias significativas en la **F4**, **F5** y **F6** para todos los ecotipos.

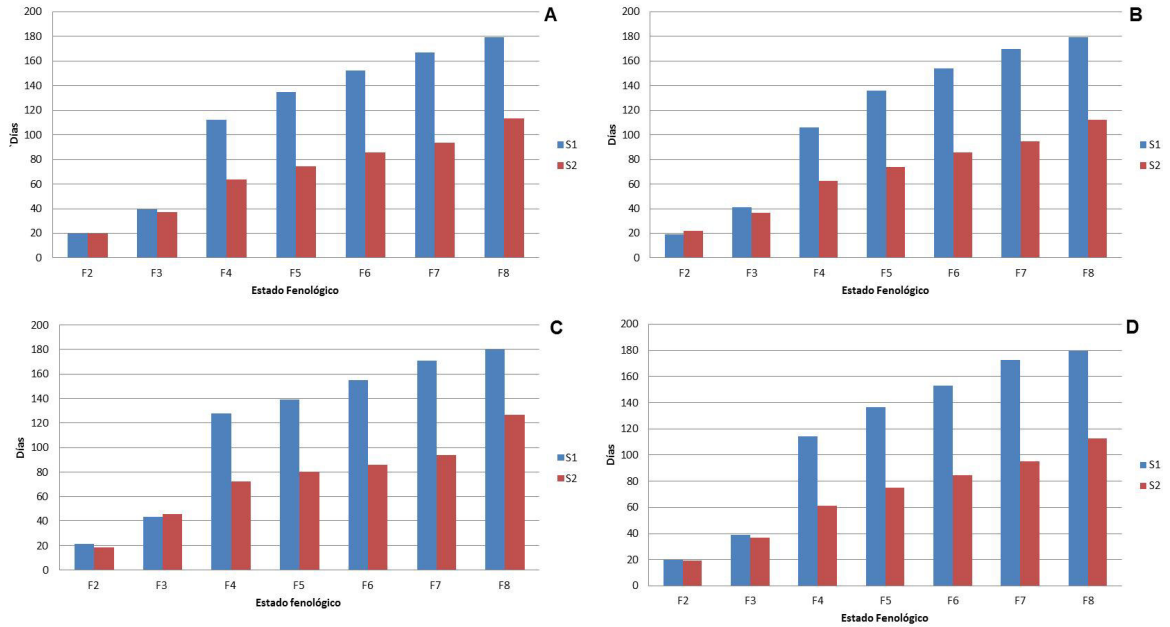


Gráfico 5. Comparación del MP en los dos momentos de siembra, para cada ecotipo. **A:** Villarica, **B:** Faro, **C:** Cahuil y **D:** Cancosa.

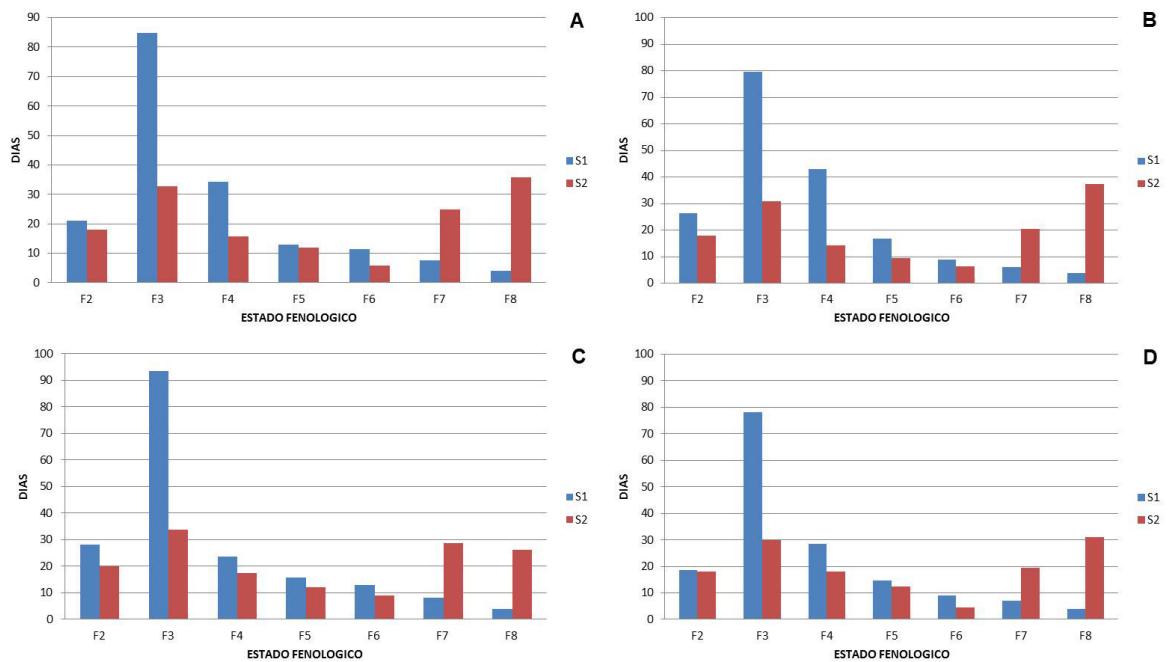


Gráfico N°6: Duración de los estados fenológicos en los dos momentos de siembra. **A:** Villarica, **B:** Faro, **C:** Cahuil, y **D:** Cancosa.

CONCLUSION

Cuando se comparan las variables fenológicas en un mismo momento de siembra, en general no existen diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre los diferentes ecotipos. Por el contrario, cuando fueron comparados los distintos momentos de siembra, la corta DEF del F3 provocó una disminución de la duración del ciclo total en la S2 generando una diferencia de 40 días entre la S1 y la S2.

BIBLIOGRAFÍA

- Bárcena JR (2001)**. Prehistoria del Centro-Oeste Argentino. In E Berberían & A Nielsen (dir). Historia argentina prehispánica, Editorial Brujas, Córdoba, Tomo II, 561-634.
- Buitrago, L. y Torres, C.. (s.f)**. Situación de la quinua en Argentina. Recuperado de <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro14/cap4.5.htm>
- Coila J., Quispe P. y Mujica A.. 1997**. Aspectos económicos de la producción de quinua. Cap.10. Recuperado de <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap10.htm>
- Dirección General de Competitividad Agraria. 2013**. Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva. Ministerio de Agricultura. Perú.
- FAO. 2011**. La quinua, cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial.
- Gambier (2002)**. Las Quinas: un nuevo sitio de la Cultura de La Aguada en San Juan. Estudios Atacameños 24: 83–88.
- Golsberg C., Orcasitas E., Chauque J. y Daza R. 2010**. La quinua en la Region del Noroeste Argentino. Reconstrucción del conocimiento del cultivo y revalorización cultural y alimenticia. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria INTA. Jujuy
- Gonzales J**. Ecofisiología y morfología del estrés debido a factores adversos. Cap. 2 Recuperado de <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro05/cap2.htm>
- Hall, A.E. (2001)**. Crop responses to environment, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Jacobsen, S-E., Monteros, C., Corcuela, L.J., Bravo, L.A., Christiansen, J.L., Mujica, A.. 2006**. Frost resistance mechanisms in quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Europ.J. Agronomy* 26 (2007) 471-475.
- Jacobsen, S-E. y Risi, J. 2014**. Distribución geográfica de la quinua fuera de los países andinos. Cap. 3. Recuperado de <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap3.htm>
- Lagiglia H (2001)**. Los orígenes de la agricultura en la Argentina. In Berberían E & A Nielsen (dir). Historia Argentina Prehispánica, Editorial Brujas, Córdoba, Tomo 1: 41–81.
- Lawn RJ, Imrie BC, (1994)**. Exploiting physiology in crop improvement: Matching Genotypes to the Environment. *Crop Physiology Abstracts C.A.B. International* 20, 467-476.
- Ministerio de Agricultura (MinAgri). 2014**. Argentina. Recuperado de <http://infocampo.com.ar/nota/campo/53166/destacan-que-crece-la-produccion-de-quinoa-en-la-argentina>
- Miranda, M., Vega-Galvez, A., Quispe-Fuentes, I., Rodriguez, M., Maureira, H. y Martinez, E. 2012**. Nutritional aspects of six quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ecotypes from three geographical areas of Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 72. N°2.
- Mujica, A. y Canahua. 1989**. Fases Fenológicas del Cultivo de la Quinua. (*Chenopodium quinoa* Willd.). Curso Taller. Fenología de Cultivos Andinos y Uso de la Información Agrometeorológica. Salcedo, 7-10 Agosto, Puno-Perú. INIAA.
- Mujica, A., Canahua, A. y Saravia, R. 1997**. Agronomía del Cultivo de la quinua. Cap.2. Recuperado de <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap2.htm>
- Mujica, A., Izquierdo, J. y Marathee, J.P. 1997**. Origen y descripción de la quinua. Cap 1. Recuperado de <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap1.htm>
- Mujica, A., Jacobsen, S-E. y Izquierdo, J.. 1997**. Resistencia a factores adversos de la quinua. Cap. 7. Recuperado de <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap7.htm>
- Mujica, A.; Jacobsen, S.E.; Izquierdo, J.; y Marathee, J. P. (Editores)**. Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.); Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro FAO. Santiago de Chile. 2001.
- Naturerhverv. (2013)**. The Official List of Varieties. The Danish Gazette for Plant Varieties Year 32, 36pp.

Nieto, C. (1997). Los sistemas de producción agrícola campesina en los Andes del Ecuador. La sostenibilidad de los sistemas de producción campesina en los Andes, CONDESAN. Lima, Perú. pp. 79 – 130.

Ramos, J.L. (1977). Comportamiento de seis variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) a diferentes grados de temperatura. Tesis de Ing. Agro. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias. Puno, Perú. 105 p.

Rivas, J.C. Avances en el cultivo de quinua en el sur de la Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA Hilario Ascasubi. Buenos Aires. Argentina.

Sivori, E.M. (1945). Fotoperiodismo en *Chenopodium quinoa*. Reacción de la cigota y gametofito femenino. Darwiniana 7: 541-549.

Trognitz, B. Mejoramiento de la quinua para la resistencia a factores adversos.

Recuperado de <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro14/cap3.6.htm>

Yzarra, W.J. y Lopez, F. M.. 2012. Manual de observaciones denológicas. Ministerios de Agricultura. Ministerio d Ambiente. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú. Perú.