

# Diferencia en la fenología de las poblaciones de *Erythrina crista-galli* (Ceibo) de dos sitios bajo estudio (zona urbana y zona no urbana) en la localidad de Zavalla, Santa Fe, Argentina.

José, A.S.; Coronel, A.; Anibalini, V.A.

## RESUMEN

La fenología, rama de la Bioclimatología, analiza los cambios periódicos naturales de los seres vivos y su relación con las condiciones meteorológicas. En las especies vegetales, la temperatura constituye un factor determinante, al influir en la ocurrencia y duración de las distintas fenofases. El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar y comparar cuatro fases fenológicas de dos poblaciones de *Erythrina crista-galli* L. (Ceibo): una situada en el casco urbano de Zavalla (zona urbana) y otra en el Parque Villarino (zona no urbana), durante el período 2021–2023 y en particular evaluar la fase de floración bajo las condiciones de observación. Las fases registradas fueron foliación, floración, fructificación y caída del follaje. Se determinó un adelantamiento de las fases en la zona no urbana. Se encontraron diferencias en la duración de las fases entre sitios. La fase caída del follaje fue la que presentó mayor contraste entre áreas de estudio. La fructificación se inició en promedio el mismo día para ambos sitios y no se registró mayor avance de fase que la aparición de frutos aislados. La foliación y floración, fueron las etapas más susceptibles a cambios en la temperatura. Concluimos que tanto el entorno como la variabilidad climática afectan el inicio, fin y duración de las fases fenológicas. Este trabajo constituye un primer aporte sobre el comportamiento fenológico de *E. crista-galli* en contextos urbano y no urbano para la región.

**Palabras clave:** *Erythrina crista-galli*, diferencias fenológicas, entorno urbano, variabilidad climática.

José, A.S.; Coronel, A.; Anibalini, V.A., 2025. Difference in the phenology of *Erythrina crista-galli* (Ceibo) populations from two study sites (urban and non-urban areas) in Zavalla, Santa Fe, Argentina. RADA XVI: 1-11

## SUMMARY

Phenology, a branch of Bioclimatology, analyzes the natural periodic changes of living organisms and their relationship with meteorological conditions. In plant species, temperature is a determining factor, as it influences the occurrence and duration of different phenophases. The aim of this study was to characterize and compare four phenological phases of two *Erythrina crista-galli* L. (Ceibo) populations: one located in the urban area of Zavalla and another in

Villarino Park (non-urban area), during the 2021–2023 period, with particular focus on evaluating the flowering phase under the observed conditions. The recorded phases were leaf flushing, flowering, fruiting, and leaf fall. A phase advancement was determined in the non-urban area, along with differences in phase duration between sites. The leaf fall phase exhibited the greatest contrast between study areas. Fruiting began on approximately the same date in both sites, without further progression beyond the presence of isolated fruits. Leaf flushing and flowering were identified as the most sensitive stages to temperature variations. We conclude that both environmental context and climatic variability affect the onset, end, and duration of phenological phases. This study represents a first contribution to understanding the phenological behavior of *E. crista-galli* in urban and non-urban contexts of the region.

**Key words:** *Erythrina crista-galli*, phenological differences, urban environment, climatic variability.

José, A.S.; Coronel, A.; Anibalini, V.A.: Cátedra de Climatología. Facultad de Cs. Agrarias-UNR. Campo Experimental Villarino, CC N° 14. (S2125ZAA) Zavalla, Santa Fe. Argentina

Correspondencia a: ariana1996jose@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

La fenología es una rama de la Bioclimatología, encargada de estudiar y explicar los cambios periódicos naturales de los seres vivos y su relación con las condiciones meteorológicas; determina las posibles causas de la aparición de los diferentes organismos vivos como respuesta a las variaciones ambientales (Murphy y Hurtado, 2011). En el caso de los vegetales, el momento en que se produce la aparición de los diferentes órganos está atribuido, además del complejo climático local, a las condiciones intrínsecas de la especie (De Fina y Ravelo, 1973).

Se ha demostrado que la temperatura es uno de los principales factores que influye en la fenología de las especies vegetales, y que los incrementos en la temperatura del aire producen modificaciones y cambios tanto en las fechas de inicio o fin de las fases fenológicas, como en la duración de estas (García-Mozo, 2010; Krehbiel *et al.*, 2017; Ramírez Navarro, 2018; Cernelos *et al.*, 2020; Fernández Zapiola *et al.*, 2020). Los requerimientos biometeorológicos, como ser la temperatura base y los grados días acumulados, permiten evaluar el desarrollo y cumplimiento de las diferentes fases de las plantas para cumplir su ciclo. La acumulación calórica por encima de la temperatura base, la cual es característica de cada especie, está influenciada por la temperatura del aire. Por lo tanto, los cambios en la temperatura del aire determinan diferencias en la ocurrencia de las fases fenológicas de los vegetales (Cernelos *et*

*al.*, 2020; Fernández Zapiola *et al.*, 2020).

En el Sexto informe del IPCC (2021) en cuanto al estado actual del clima se determinó que “los cambios en la biosfera terrestre desde 1970 son consistentes con el calentamiento global: las zonas climáticas se han desplazado hacia los polos en ambos hemisferios, y la temporada de crecimiento se ha alargado en promedio hasta dos días por década desde la década de 1950 en los extratropicos del hemisferio norte (nivel alto de confianza)”. La urbanización ha impactado en la biodiversidad, los ciclos hidrológicos y de nutrientes, y en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas (Grimm *et al.*, 2008). En cuanto a los efectos sobre la biodiversidad, uno de los impactos que ha sido estudiado por diferentes autores, es sobre la fenología de diferentes organismos. El estudio del posible efecto del calentamiento global sobre la fenología de especies vegetales nos brinda una herramienta muy útil como indicadores biológicos de las condiciones ambientales cambiantes, siendo las fenofases primaverales las más sensibles a la temperatura (Menzel, 2002). De mayor relevancia es aún cuando se trata del estudio de especies nativas, ya que las mismas están adaptadas al complejo climático local, por lo que caracteriza de mejor manera los cambios ambientales producidos.

Las observaciones fenológicas sobre la vegetación autóctona, analizadas en función de las variables meteorológicas permiten caracterizar el complejo climático regional de manera más

sensible que los instrumentos medidores. Además, las observaciones sobre especies arbóreas ya sea de forma aislada o en comunidades, hace posible dirigir la explotación y el mantenimiento forestal, ya que a través de conocer los periodos fenológicos pueden planificarse actividades tales como recolección de semillas, podas, trasplantes, control de plagas y enfermedades, entre otras (Murphy y Hurtado, 2011).

A nivel regional, son escasos los estudios realizados sobre fenología de especies nativas, se destaca el trabajo de Gastaud (2017), que determinó la fenología y los requerimientos biometeorológicos de *Erythrina crista-galli* L. (Ceibo) y *Handroanthus heptaphyllus* (Lapacho rosado) en el sur de la provincia de Santa Fe, siguiendo la metodología del Registro Fitofenológico Integral modificado (Ledesma, 1953). El objetivo del presente trabajo será determinar la existencia de diferencias en inicio, plenitud, fin y duración de las fases fenológicas de dos poblaciones de una especie de árbol nativo de la región, *Erythrina crista-galli* L., de dos sitios diferentes bajo estudio (zona urbana y no urbana) de la localidad de Zavalla, Santa Fe, Argentina, y en particular evaluar la fase de floración con las condiciones climáticas de los periodos estudiados. Con la presente investigación se busca contribuir al conocimiento sobre la flora nativa cultivada de la región y el posible efecto de la urbanización sobre la fenología del arbolado urbano, con fines de expandir los conocimientos actuales y sentar bases para futuras investigaciones.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en dos sitios de la localidad de Zavalla ubicada a 33°01'S y 60°53'O, a una altitud de 50 m sobre el nivel del mar, sur de la provincia de Santa Fe (Argentina) (Figura 1). Uno de los sitios comprendió el Campo Experimental "José F. Villarino" de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR), ubicado en el periurbano de la localidad de Zavalla determinando la zona no urbana. El segundo sitio comprendió el centro urbano de dicha localidad, determinando la zona urbana.

La unidad experimental de este trabajo es una especie de árbol nativo de la región, *Erythrina crista-galli* L. (ceibo). Pertenece a la subfamilia Papilionoideae, familia Fabaceae, dentro del orden Fabales, según APG IV (Cole *et al.*, 2016). Es originario de Sudamérica, y en nuestro país abarca la región noreste y centro-este en las costas del Río



Figura 1. Ubicación geográfica de la localidad de Zavalla.

Paraná y sus afluentes (Chaco, Selva Paranaense, Espinal y Delta e Islas del Paraná), y muy poco representado en el noroeste (Demaio *et al.*, 2021). Muy cultivado en plazas y parques, componiendo el arbolado urbano, y en las acequias de campos cultivados (Lozano y Zapater, 2010).

## Observaciones fenológicas.

La base de datos fenológicos se generó a partir de observaciones realizadas desde junio del 2021 hasta octubre del 2023 sobre 15 ejemplares de ceibo, diez situados en el Parque "José F. Villarino" (zona no urbana) y cinco en el casco urbano de la localidad de Zavalla (zona urbana) (Figura 2). En la zona no urbana los ejemplares se encontraban distribuidos en dos grupos de 5 individuos separados por una distancia lineal de 229 metros (m) (Figura 3). En la zona urbana los ceibos observados se encontraban distribuidos en la porción central del pueblo, de manera de asegurar una mayor interacción con la infraestructura del área de estudio, dentro de un perímetro de 1341 m separados entre puntos de observación en promedio por 350 m con un desvío de  $\pm 82$  m (Figura 4).

El tamaño muestral seleccionado está en concordancia y de acuerdo con los utilizados por otros autores como por ejemplo Cáceres *et al.* (2010) y Ruggiero (1967). Cáceres *et al.* (2010) observaron de 3 a 5 ejemplares, correspondiendo el mayor número a especies dioicas o polígamo-dioicas. En este sentido Murphy y Hurtado (2011) establecieron que para obtener promedios fenológicos medios es suficiente observar de 3 a 5 árboles frutales, forestales o arbustos. La

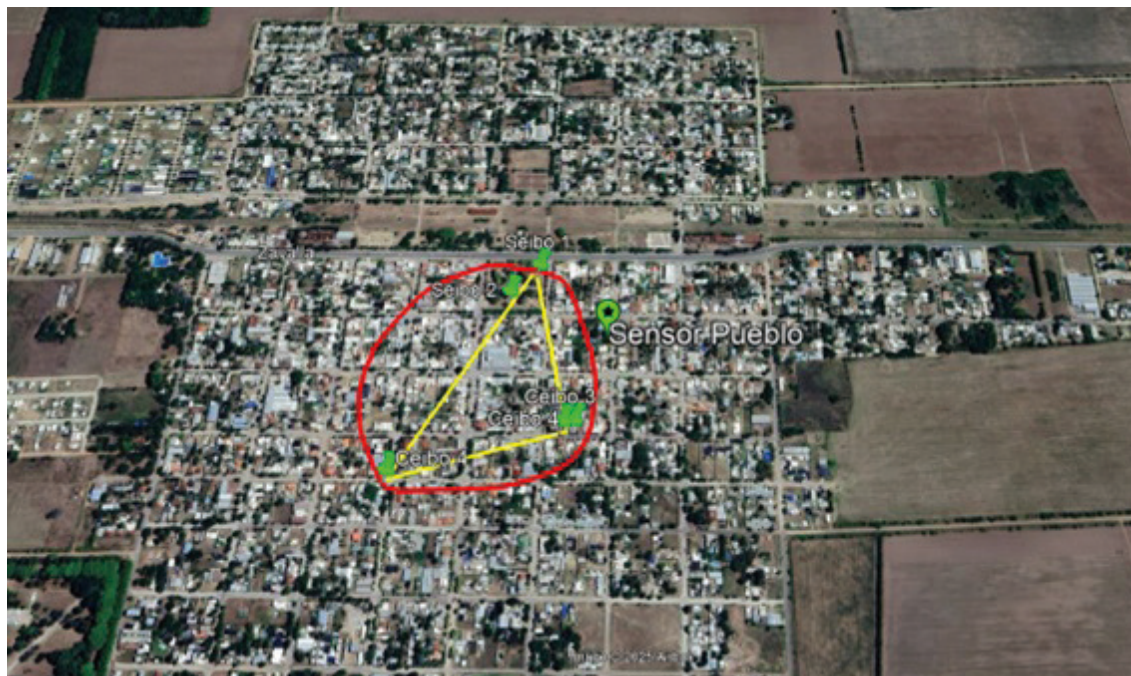




**Figura 2.** Ubicación de los ejemplares de *Erythrina crista-galli* L. (ceibo) observados en zona urbana (polígono rojo) y zona no urbana (polígono azul).



**Figura 3.** Distribución de los ejemplares de *Erythrina crista-galli* L. (ceibo) en la zona no urbana (Parque Villarino, FCA).



**Figura 4.** Distribución de los ejemplares de *Erythrina crista-galli* L. (ceibo) en la zona urbana (casco urbano de la localidad de Zavalla).

cantidad de años junto con el tamaño muestral observado permite lograr una aproximación a valores fenológicos medios, ya que los vegetales reaccionan a las condiciones ambientales actuales del lugar. Murphy y Hurtado (2011) establecieron que en los cultivos perennes el ajuste en los promedios se logra más rápidamente que en los cultivos anuales, en los cuales como mínimo se requieren 5 años para obtener valores medios, debido a que al estar anclados en un sitio no influye la fecha de siembra variable. Además, Pascale y Ruggiero (1963) en un estudio sobre las exigencias bioclimáticas en ciruelos comprobaron que la fecha de floración de los cultivares se estabiliza con una reducida cantidad de años (2 a 3 años) de observación. Los individuos observados se seleccionaron bajo los siguientes criterios: ejemplares adultos normales, con buena sanidad, con prácticas de poda del lugar, sin traumatismos y con buena exposición a la luz. Las fases fenológicas registradas fueron: foliación, floración, fructificación y caída del follaje (Figura 5); en esta especie se presenta más de un evento de floración. La frecuencia de observación fue dependiendo de la época y fenofase que transcurría: durante las fenofases de mayor actividad (de octubre a marzo) se efectuaron dos observaciones por semana, y durante las fenofases de menor actividad (abril a septiembre) se realizó una observación por semana o cada diez días (Ledesma, 1953).

Las observaciones consistieron en el registro de la presencia de órganos visibles, en base a los cuales se determinó inicio, plenitud y fin de cada fase fenológica. Se consideró la fecha de inicio cuando la suma de los órganos pertenecientes a la fase observada representaba el 20% del total de la copa; la plenitud cuando representó el 50% de su copa; y el fin de fase cuando ocupó el 80% de su copa. Por último, se registró como inactividad la ausencia de cambios fenológicos (Gastaudo, 2017). La metodología utilizada surge de la combinación de criterios de observación fenológica de cultivos densos y ralos anuales, y perennes determinados por Pascuale y Damarío (2004), integrando estos criterios a los criterios base del Registro Fitofenológico Integral (Ledesma, 1953), el cual fue diseñado específicamente para forestales y ornamentales. Considerando esta integración se postula a la copa como el total del área a observar, luego se separa a la copa en cuatro cuadrantes donde cada cuadrante representa un 25 % del total, determinando la sumatoria de los porcentajes observados en cada cuadrante el momento de la fase en la que se encuentra el árbol (Figura 6) (Anibalini comunicación personal).

En la foliación, se evaluó el porcentaje de la copa con brotes y hojas verdes; en la floración, el porcentaje con pimpollos o flores abiertas; en la fructificación, el área ocupada por frutos inmaduros





**Figura 5.** Fases fenológicas de *Erythrina crista-galli* L. (ceibo). Foliación (arriba izquierda), floración (arriba derecha), fructificación (abajo izquierda) y caída de follaje (abajo derecha).

o maduros; y en la caída del follaje, la proporción de copa desprovista de hojas.

#### **Determinación de las fechas y duraciones de las fenofases en días calendarios**

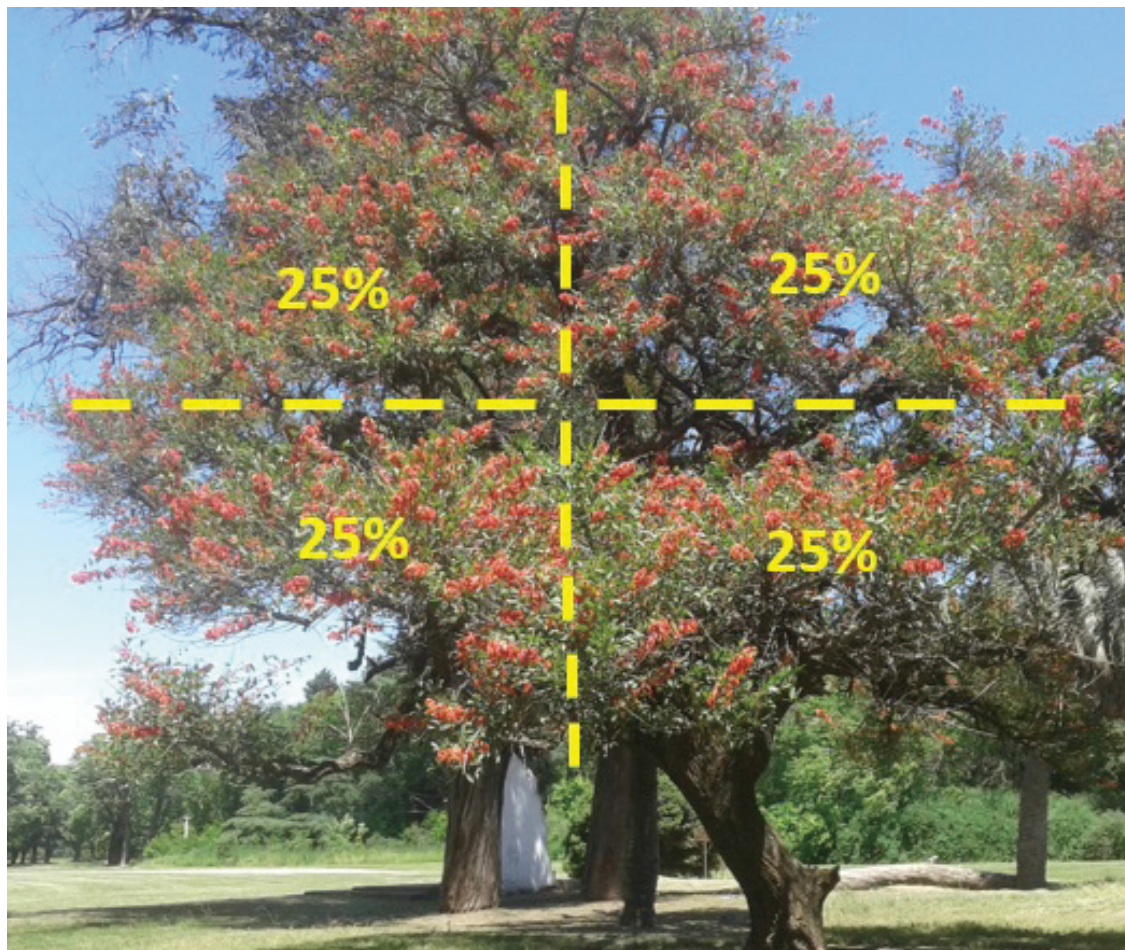
La información registrada se utilizó para establecer las fechas medias de inicio, plenitud y fin de cada fenofase con su correspondiente desvío ( $\pm$ ) para cada una de las poblaciones de árboles, con el fin de comparar y establecer diferencias fenológicas entre ambos sitios. Se estableció la duración media (tiempo en días transcurridos entre el inicio y el fin de fase) de cada fenofase en días calendario (Martin *et al.*, 1997). Además, se determinó la intensidad de fase como la inversa de la duración.

#### **Información climatológica**

Se compararon para la localidad de Zavalla

los semestres cálidos (octubre a marzo) de los períodos que duró el estudio (2021-2022 y 2022-2023) con el semestre cálido (SC) de la serie histórica (1991-2020). Las variables meteorológicas examinadas fueron temperatura máxima media ( $T_{\text{máx med}}$ ), temperatura mínima media ( $T_{\text{mín med}}$ ), temperatura media mensual ( $T_{\text{med}}$ ) y precipitación acumulada mensual. Sólo se evaluó el SC dada la coexistencia que hay entre la fase de floración y el citado semestre, y considerando que la intensidad de la floración indica la forma en que se desenvuelve la etapa reproductiva y su estudio detallado lleva al conocimiento de exigencias y tolerancias bioclimáticas de la especie (Pascale y Damario 2004).

Los datos diarios de temperatura y precipitación se obtuvieron de la estación agrometeorológica automática (EMA, PEGASUS-TECMES) de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNR. En tanto, los datos de la serie histórica fueron proporcionados por la estación agrometeorológica convencional de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNR



**Figura 6.** Esquema del método de observación de los árboles.

perteneciente a la red del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Esta comparación fue posible debido a que la consistencia entre el instrumental usado fue realizada por Barbero *et al.* (2018), obteniendo un coeficiente de regresión lineal ( $R^2$ ) de 0,99 ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen diferencias entre sitios en cuanto a los inicios y duraciones de fase, iniciándose en promedio antes en la zona no urbana en prácticamente todos los casos. La caída de follaje fue la que presentó mayor diferencia entre sitios, con un adelanto de un mes en la zona no urbana. Para la fructificación en ambos sitios se inicia en promedio el mismo día, dónde la mayoría de los ejemplares no mostraron mayor avance

de fase que la aparición de frutos aislados. En cuanto a la foliación y floración, son las etapas más susceptibles a cambios en la temperatura. Carnelos *et al.* (2020) y Fernández Zapiola *et al.* (2020) encontraron diferencias en la brotación y floración en especies forestales de la ciudad de Buenos Aires, comparado con los valores históricos, como consecuencia del cambio del clima en la ciudad.

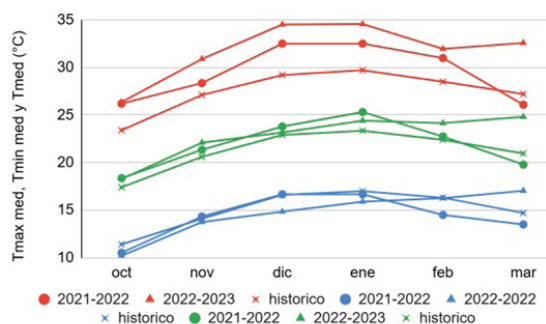
Entre los periodos de observación comparados hubo intervalos de 5 a 6 años, lo cual permite demostrar inicialmente el efecto de la variabilidad climática sobre el comportamiento fenológico de los árboles nativos.

Las figuras 7 y 8 muestran los valores de  $T_{máx\ med}$ ,  $T_{mín\ med}$ ,  $T_{med}$  y precipitaciones acumuladas totales y por mes, respectivamente, del semestre cálido de los ciclos 1 (2021-2022) y 2 (2022-2023), comparados con los valores

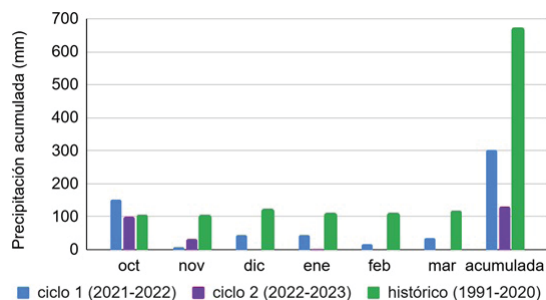


históricos de la serie 1991-2020 para el mismo sitio. Se obtuvieron valores de  $T_{\text{máx med}}$  y  $T_{\text{med}}$  por encima de los valores históricos. Comparados con lo observado por Gastaud (2017) los periodos analizados fueron más cálidos, comportamiento demostrado por Anibalini *et al.*, (2022) donde registraron un calentamiento del aire década a década. Con respecto a las precipitaciones acumuladas totales y acumuladas por mes, se encontraron valores por debajo de los datos históricos. Estos resultados permiten caracterizar a los ciclos analizados como periodos más cálidos y secos.

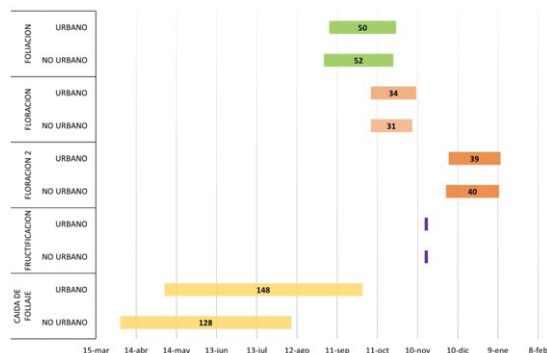
La figura 9 muestra las duraciones medias de las fases de foliación, floración principal y accesoria, caída de follaje y fructificación. Para el caso de la fructificación solo fue graficado el inicio de fase, ya que no presentó mayor desarrollo. En la tabla 1 se indican los promedios y los desvíos de las fechas de inicio y fin de cada fenofase de la población de ceibos de cada sitio en los dos años de observación.



**Figura 7.** Marcha de la temperatura máxima media ( $T_{\text{máx med}}$ ), temperatura mínima media ( $T_{\text{min med}}$ ) y temperatura media mensual ( $T_{\text{med}}$ ) del semestre cálido de los ciclos analizados 2021-2022 y 2022-2023 y el promedio histórico de la localidad de Zavalla.



**Figura 8.** Precipitaciones acumuladas por mes y por ciclo, de los semestres cálidos de los ciclos 2021-2022 y 2022-2023 y el promedio histórico de la localidad de Zavalla.



**Figura 9.** Duración media, fechas medias de inicio y fin de cada fenofase de las poblaciones de ceibo de cada sitio de observación, zona urbana (barra superior) y zona no urbana (barra inferior) (promedio de los 2 años de observación).

La primera fase observada fue la foliación, comenzando a principios de septiembre en ambos sitios. En la zona no urbana inició en promedio cuatro días antes con respecto a la zona urbana, con una duración media dos días más larga.

La segunda fase observada fue la floración. Se observaron tres eventos bien marcados, uno principal y dos accesorios en ambos sitios. El inicio del principal evento de floración ocurrió a principios de octubre, comenzando en promedio para los dos sitios el mismo día, presentando mayor intensidad, y por ende menor duración en la zona no urbana, con una diferencia de tres días. Los eventos accesorios ocurrieron muy marcados entre sí y mostraron mayor variabilidad en la fecha de inicio en ambos sitios, comenzando primero en la zona no urbana. Se observó un tercer episodio de floración, siendo el primer registro para la zona, y presentó mayor variabilidad que los eventos anteriores. Se observó que la mayoría de los ejemplares no llegan a finalizar la fase, por lo que se consideró la duración de fase hasta plenitud.

A finales de la floración comienza la aparición de los frutos. En cuanto a la fructificación luego del principal evento de floración, en ambos sitios, el inicio se dio para la misma fecha y no hubo mayor avance de fase que la presencia de órganos aislados en la mayoría de los ejemplares, y unos pocos alcanzaron la plenitud. Lo mismo fue registrado para la fructificación de los eventos accesorios de floración.

La caída de follaje fue la fase más larga y la que presentó mayor variabilidad en cada sitio en las fechas de inicio, fin y duración de fase. En la zona no urbana el inicio se dio a principio de abril y en la zona urbana a principio de mayo, presentando una diferencia de casi un mes entre sitios. El centro urbano presentó mayor variabilidad para cada uno



**Tabla 1.** Fechas medias y desvíos de inicio, plenitud, fin, y duración de las fases fenológicas del ceibo para cada sitio de observación (promedio de los 2 años de observación)..

|                | Fase fenológica   | Inicio     | Plenitud     | Fin         | Duración (días) |
|----------------|-------------------|------------|--------------|-------------|-----------------|
| Zona no urbana | Foliación         | 1/9 (+ 6)  | 2/10 (+ 6)   | 23/10 (+ 7) | 52 (+ 7)        |
|                | Floración 1       | 6/10 (+ 5) | 27/10 (+ 6)  | 6/11 (+ 5)  | 31 (+ 5)        |
|                | Floración 2       | 1/12 (+ 8) | 21/12 (+ 10) | 8/1 (+ 11)  | 40 (+ 7)        |
|                | Caída del follaje | 2/4 (+ 10) | 13/5 (+ 22)  | 29/6 (+ 24) | 86 (+ 17)       |
| Zona urbana    | Foliación         | 5/9 (+ 9)  | 2/10 (+ 6)   | 24/10 (+ 7) | 50 (+ 10)       |
|                | Floración 1       | 6/10 (+ 5) | 28/10 (+ 5)  | 8/11 (+ 5)  | 34 (+ 5)        |
|                | Floración 2       | 3/12 (+ 8) | 20/12 (+ 9)  | 9/1 (+ 11)  | 39 (+ 5)        |
|                | Caída del follaje | 5/5 (+ 21) | 24/6 (+ 41)  | 1/8 (+ 47)  | 88 (+ 35)       |

de los momentos registrados y en la duración de la fase.

Diferencias en la temperatura del aire entre sitios puede ser el factor que da origen al adelantamiento de fase de foliación en la zona no urbana. La temperatura del aire debajo de la cubierta arbórea, durante las fases primaverales, es mayor que en áreas con superficies reflejantes (contexto urbano) (Gastaudo, 2017). Esto es debido a que a medida que van apareciendo las hojas y flores, las mismas absorben radiación y la emiten como onda larga aumentando la temperatura del aire circundante. Mientras que las superficies urbanizadas, mayormente impermeables, poseen mayor conductividad térmica y capacidad de almacenamiento de calor generando un retraso en el calentamiento del aire en comparación con las zonas no urbanas (Rizwan *et al.*, 2008). Para el mismo sitio al cotejar con lo obtenido por Gastaudo (2017), se observó que en la zona no urbana la foliación comienza nueve días antes y se acorta 11 días. Las fases primaverales son las más sensibles a los cambios de temperatura (Menzel, 2002), por lo que estas diferencias entre periodos pueden deberse a que las temperaturas aquí evaluadas fueron más cálidas que el periodo analizado por Gastaudo (2017); quien también encontró una correlación significativamente negativa entre la duración de fase y la temperatura media del aire, determinando que cuando aumenta la temperatura la fase se acorta. Esta respuesta encontrada nos indica que las temperaturas, a pesar del incremento que se ha dado en la zona (Anibalini *et al.*, 2022), siguen estando dentro de los umbrales de temperaturas cardinales encontradas entre la temperatura base y la temperatura óptima de crecimiento. Y particularmente en la región de la curva en donde este aumento de la variable atmosférica ocasiona un aumento de la tasa de crecimiento acortando la fase estudiada.

El número de eventos de floración observados en este trabajo, difiere con lo presentado por

Gastaudo (2017) para la zona no urbana y Galetto (2000) en la provincia de Entre Ríos, quienes observaron un solo evento accesorio al principal.

Comparado el inicio del principal evento de floración con lo observado por Gastaudo (2017), la duración de la fase fue similar para la misma zona, sin embargo, se observó un adelanto en el inicio de 15 días y de 14 días en el final de fase. Dicho adelantamiento puede atribuirse a un calentamiento del aire observado década a década (Anibalini *et al.*, 2022) y comprobado a través de la comparación de las temperaturas entre el periodo 2014-2017 observado por Gastaudo (2017) y el periodo aquí evaluado 2021-2023.

El inicio y las duraciones de los eventos accesorios no coincide con Galetto (2000) y Gastaudo (2017), quienes registraron inicio del único evento accesorio observado a fines de diciembre y principios de enero, respectivamente. La duración de la floración accesorio fue 17 días menor en comparación con las observaciones de Gastaudo (2017), lo que puede ser atribuido a las condiciones más secas durante el periodo 2021-2023, en contraste con las condiciones más húmedas analizadas por Gastaudo (2017) para el periodo 2014-2017. Este comportamiento diferencial de duración encontrado entre periodos para los eventos accesorios es consistente con Anibalini *et al.* (2020), quienes encontraron que la única variable que mostró una relación estadísticamente significativa con la duración de la fase fue la precipitación, junto con una correlación significativa y positiva con este elemento atmosférico. A medida que aumenta la precipitación, la duración de la floración adicional se extiende en el tiempo.

Según Coimbra Vieira Costa y Barros de Moraes (2008) la baja producción de frutos en ejemplares cultivados puede deberse a que al encontrarse más aislados entre sí se encuentran más expuestos a la intemperie, y en este caso particular se debió al ataque de la chicharrita de la espuma (*Cephus*

*siccifolia* Walker) y a la ocurrencia de tormentas y vientos fuertes que se registraron durante los eventos de floración que produjeron muerte y caída de flores produciendo bajo número de frutos.

En lo que respecta a la caída de follaje en la zona no urbana, Gastaudo (2017) registró un inicio más adelantado de la fase, el 24 de marzo, finalizando a mediados de junio, con una duración similar a las presentadas en este trabajo. Esto podría estar explicado por el aumento de las temperaturas medias determinado entre los distintos momentos de observación lo que ocasiona una mayor retención de las hojas y por lo tanto un inicio más tardío de la caída de estas (Aroa, 2012).

El presente trabajo representa un primer aporte para la región sobre el comportamiento fenológico de *Erythrina crista-galli* L. (ceibo) comparando poblaciones urbana y no urbana.

## CONCLUSIONES

Se determinó que el contexto produce condiciones microclimáticas que afectan el comportamiento de los árboles; evidenciándose la influencia del entorno a través de las diferencias encontradas en las fechas de inicio, fin y duración de las fenofases entre las poblaciones de ceibos (población urbana versus población no urbana), en donde la caída de follaje fue la fase que presentó mayor diferencia. Así mismo, se comprobó que la variabilidad climática influye sobre la extensión de las fenofases y sus momentos, en este caso siendo los periodos analizados caracterizados como más cálidos y secos.

Finalmente, este tipo de trabajo nos permiten determinar la existencia de anomalías fenológicas (adelanto o atraso de la fase y su duración) entre periodos de estudio advirtiendo sobre los cambios climáticos que se van produciendo, por lo cual una especie o variedad puede dejar de ser apta para una región o bien adaptarse a ella.

## BIBLIOGRAFÍA

- Anibalini, V.; M.J. Dickie, J. Gastaudo y A. Coronel, 2022. Variabilidad climática de la precipitación, temperatura y de sus eventos extremos en el sur de Santa Fe. Revista Argentina de Agrometeorología 13:23-29.
- Barbero, S.; F. Sola, E. Venturini, V. Anibalini, A. Coronel y E. Jozami, 2018. Comparación entre datos registrados por estación convencional, automática y datalogger, en el sur de Santa Fe. CONGREGMET XIII, Rosario, Argentina. [https://cenamet.org.ar/congremet/wp-content/uploads/2018/11/T0122\\_BARBERO.pdf](https://cenamet.org.ar/congremet/wp-content/uploads/2018/11/T0122_BARBERO.pdf)
- Cáceres, A.C.; V. Sánchez, R.V. Gon y R. Pascual Rubiano, 2010. Estudios fenológicos de Patagonula americana L. y Astronium balansae Engl. de la provincia de Formosa. Revista Forestal VYRARETA 17:6-13.
- Carnelos, D.A.; G.M. Fernandez Zapiola, M. Peretti y M.E. Fernandez Long, 2020. Modificaciones del comportamiento fenológico de algunas especies forestales como consecuencia de cambios en el clima de la Ciudad de Buenos Aires (Argentina). Agronomía & Ambiente 39(2):105-118.
- Coimbra Vieira Costa, R.A. y A.B. Barros de Moraes, 2008. Fenología e visitantes florais de Erythrina crista-galli L. (Leguminosae: Faboideae) en Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Biotemas 21(2):51- 56.
- Cole, T.C.H.; H.H. Hilger y D. Medan, 2016. Angiosperm Phylogeny Poster-Flowering Plant Systematics. <https://refubium.fu-berlin.de/bitstream/handle/fub188/18972/APP-E-2016-IV-linkstoAPweb.pdf;jsessionid=B4561E618B7D0421655AF819D107E757?sequence=1> (consultado el 01/08/2025).
- De Fina, A.L. y A.C. Ravelo, 1973. Climatología y fenología agrícola. Editorial Universitaria de Buenos Aires, Argentina. 281 pp.
- Demaio, P.; U.O. Karlin y M. Medina, 2021. Árboles Nativos de Argentina: Centro y Cuyo. Córdoba, Argentina. Ecoval Editorial. 182 pp.
- Fernández García, F., 1995. Manual de climatología aplicada: clima, medio ambiente y planificación. Síntesis. 288 pp.
- Fernandez Zapiola, G.M.; M. Peretti, M.E. Fernandez Long y D.A. Carnelos, 2020. Cambios en la floración de especies arbóreas ornamentales de la ciudad de Buenos Aires (Argentina). Agronomía & Ambiente 40(2):110-121.
- Galetto, L.; G. Bernardello, I.C. Isele, J. Vesprini, G. Speroni, y A. Berduc, 2000. Reproductive biology of Erythrina crista-galli (Fabaceae). Annals of the Missouri Botanical Garden 87:127-145.
- García Mozo, H.; A. Mestre y C. Galán, 2010. Phenological trends in southern Spain: A response to climate change. Agricultural and Forest Meteorology 150(4):575-580.
- Gastaudo, J., 2017. Fenología de dos especies arbóreas nativas implantadas en el Parque Villarino de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNR (Argentina) (Tesis de grado, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Rosario). 79 pp. <http://hdl.handle.net/2133/12169>
- Grimm, N.B.; S.H. Faeth, N.E. Golubiewske, C.L. Redman, J. Wu, X. Bai, y J.M. Briggs, 2008. Global change and the ecology of cities. Science 319(5864):756-760.
- Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio

- Climático (IPCC), 2021. Resumen técnico. En: Cambio climático - Las bases de las ciencias físicas: Contribución del Grupo de Trabajo I al Sexto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático. Prensa de la Universidad de Cambridge, pp. 35-144.
- Krehbiel, C.; X. Zhang y G.M. Henebry, 2017. Impacts of thermal time on land surface phenology in urban areas. *Remote Sensing* 9(5):499.
- Ledesma, N.R., 1953. Registro Fitofenológico Integral. *Meteoros* 3(1):81-95.
- Lozano, E.C. y M.A. Zapater, 2010. El género *Erythrina* (Leguminosae) en Argentina. *Darwiniana* 48(2):179-200.
- Menzel, A., 2002. Phenology: its importance to the global change community. *Climatic change* 54(4):379-385.
- Murphy, G.M. y R.H. Hurtado, 2011. *Agrometeorología*. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires. 512 pp.
- Pascale, A.J. y E.A. Damario, 2004. *Bioclimatología agrícola y agroclimatología*. Editorial Facultad de Agronomía, UBA. Buenos Aires. 550 pp.
- Pascale, A.J. y R.A. Ruggiero. 1963. Exigencias de las bajas temperaturas durante el período de los ciruelos cultivados en Buenos Aires. *IDIA* 184:35-45.
- Ramirez Navarro, W., 2018. Efectos cuantitativos del cambio climático en el calendario fenológico de floración y fructificación de siete especies forestales en un bosque establecido en la Región San Martín. (Tesis de grado) Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto (Perú). 218 pp.
- Ruggiero, R.A., 1967. *Fenología vegetal y animal*. Instituto de Suelos y Agrotecnia. Tirada Interna N°4. INTA
- Rizwan, A.M.; L.Y. Dennis y L.I.U. Chunho, 2008. A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. *Journal of environmental sciences*, 20(1):120-128.