

**GRADOS DÍAS DESARROLLO EN CINCO ETAPAS
FENOLÓGICAS DE DOS VARIEDADES DE ROSA (*ROSA*
SP.), CANTÓN ESPEJO, PROVINCIA DEL CARCHI**

**DEGREE DAYS DEVELOPMENT IN FIVE PHENOLOGICAL
STAGES OF TWO ROSE VARIETIES (*ROSA* SP.), CANTON
ESPEJO, PROVINCE OF CARCHI**

Recibido: 02/05/2024 - Aceptado: 05/06/2025

José Ignacio Ayala Colimba

Docente del Instituto Superior Tecnológico Alfonso Herrera
El Ángel - Ecuador

Magíster en Biodiversidad y Recursos Genéticos
Universidad Técnica del Norte

jose_ig3@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3007-7343>

Carlos Vinicio Alencastro Pavón

Docente del Instituto Superior Tecnológico Alfonso Herrera
El Ángel - Ecuador

Magíster en Biodiversidad y Recursos Genéticos
Universidad Técnica del Norte

carlosalencastro77@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8010-4517>

Evelyn Yadira Fuertes Cadena

Docente del Instituto Superior Tecnológico Alfonso Herrera
El Ángel - Ecuador

Magíster en Gestión de Agroempresas y Agronegocios
Universidad Técnica del Norte

yadif91@hotmail.es

Juan Carlos Gualpa de la Cruz

Instituto Superior Tecnológico Alfonso Herrera
El Ángel - Ecuador

Tecnólogo Superior en Producción Agropecuaria.
Instituto Superior Tecnológico Alfonso Herrera

juankitagdc@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-5306-575X>

Cómo citar este artículo:

Ayala, J., Alencastro, C., Fuertes, Y., & Gualpa, J. (Julio – diciembre 2025). Grados Días Desarrollo en cinco etapas fenológicas de dos variedades de Rosa (*Rosa* sp.), cantón Espejo provincia de Carchi. *Sathiri*, 20 (2), 144 – 156. <https://doi.org/10.32645/13906925.1399>

Resumen

La Floricultura en el 2021 registró un valor agregado total de 567,43 millones de dólares, Ecuador cuenta con 278 empresas florícolas con 6.963 hectáreas y una producción de 4.416,10 millones de tallos. En el estudio se evaluó los grados días desarrollo (GDD) en dos variedades de rosa (Explorer y Mondial), en cinco etapas fenológicas, desde el pinch a la cosecha. El proyecto se realizó en los meses de septiembre a diciembre, se aplicó un diseño completamente al azar con dos tratamientos y 4 repeticiones con ocho unidades experimentales, se utilizó 500 patrones de rosa que fueron injertados con las variedades Explorer y Mondial. Las variables en análisis fueron: GDD, número de días de cambio para cada etapa fenológica y longitud de tallo y predicción de cosecha. El análisis de los datos reportó diferencias significativas entre tratamientos. Las variedades Explorer y Mondial culminaron su ciclo acumulando un promedio 1356,94GDD, y 1248,68 GDD respectivamente. La variedad Mondial fue la más precoz con un promedio de 122,5 días a la cosecha y un promedio de altura de tallo de 91,5 cm; frente a la variedad Explorer; que mostró un promedio de 131,5 días y altura de tallo de 102,5 cm. Para predecir la aparición de estados fenológicos en las variedades de rosa se realizó un análisis de regresión y se obtuvo las ecuaciones lineales: $y = 110,48X + 692,64$; $y = 75,39X + 974,69$, para Mondial y Explorer respectivamente, siendo Y, la acumulación de grados días desarrollo; y X la manifestación de estados fenológicos.

Palabras Clave: Temperatura base, pinch, acumulación térmica, fenología

Abstract

Floriculture in 2021 registered a total added value of 567.43 million dollars, Ecuador has 278 flower companies with 6,963 hectares and a production of 4,416.10 million stems. In the study, Development Degree Days (GDD) were evaluated in two rose varieties (Explorer and Mondial), in five phenological stages, from pinch to harvest. The project was carried out in the months of September to December, a completely randomized design was applied with two treatments and 4 repetitions with eight experimental units, 500 rose rootstocks were used that were grafted with the Explorer and Mondial varieties. The variables in analysis were: GDD, number of days of change for each phenological stage and stem length and harvest prediction. The analysis of the data reported significant differences between treatments. The Explorer and Mondial varieties completed their cycle accumulating an average of 1356.94 GDD, and 1248.68 GDD respectively. The Mondial variety was the earliest with an average of 122.5 days to harvest and an average stem height of 91.5 cm; versus the Explorer variety; which showed an average of 131.5 days and stem height of 102.5 cm. To predict the appearance of phenological states in rose varieties, a regression analysis was carried out and the linear equations were obtained: $y = 110.48X + 692.64$; $y = 75.39X + 974.69$, for Mondial and Explorer respectively, with Y being the accumulation of Day Development Degrees; and X the manifestation of phenological states.

Keywords: Base temperature, pinch, thermal accumulation, phenology

Introducción

En Ecuador, la labor agropecuaria ocupa una superficie total 5,29 millones de hectáreas, distribuida en cultivos permanentes, flores, transitorios, pastos cultivados y naturales. En el 2021 la superficie plantada de rosas accedió a 6.052 hectáreas representando el 81,08 % del total de flores cultivadas, siendo esta la flor de mayor producción con 3.648 millones de tallos cortados a nivel nacional, que aporta al 0.76% sobre el PIB Total. Actualmente, existen alrededor de 600 compañías de flores, que generan empleo e ingresos para el país (Cañizares & Leiva, 2014).

En el sector florícola dentro de las actividades agrícolas genera más divisas dentro de las exportaciones no tradicionales al país Ecuador, a la actualidad las fincas producen variedades comerciales de flores que son exportadas a otros países. La concentración de producción de flores se encuentra en el callejón interandino, a diferencia de flores tropicales que se obtiene mayor productividad en las zonas cálidas. Según los reportes de la CFN (Corporación Financiera Nacional), en el año 2020 se registraron 237 empresas que se dedicaron al cultivo de flores, de las cuales la mayoría se ubica en la provincia de Pichincha con un 73% de las hectáreas totales, seguida por Cotopaxi con el 19%, Carchi e Imbabura con el 2% cada una y las demás con el 2% (Pilacuan, 2019).

En la actualidad en provincias como Carchi e Imbabura ha crecido la producción debido a la buena aptitud de los suelos, así como excelentes zonas eco geográficas del lugar. Sin embargo, existen deficiencias vinculadas a la investigación, que permita predecir el tiempo de producción en los diferentes estados fenológicos en variedades de rosa. Los grados días desarrollo constituyen una de las alternativas de cultivo, con el fin de conocer las diferentes etapas de evolución fisiológica en el proceso productivo. Es por ello que se ve necesario determinar los grados días desarrollo para las diferentes variedades de rosas comerciales, con propósito de predecir cosechas en fechas de mayor demanda de este rubro.

Materiales y métodos

El ensayo fue realizado en las instalaciones del Instituto Superior Tecnológico Alfonso Herrera, ubicado en el cantón Espejo, provincia del Carchi, a 3.200 m.s.n.m., cuyas coordenadas geográficas son 0°37'15"N 77°56'23"O.

Se estableció un Diseño Completamente al Azar (DCA) con dos tratamientos y cuatro repeticiones, dando un total de 16 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo compuesta por una parcela de 2 m x 0,70 m. Los tratamientos fueron: T1 (Var. Mondial), T2 (Var. Explorer). Previa comprobación de la normalidad de datos y homogeneidad de varianzas se evaluaron los resultados obtenidos mediante un análisis de varianza (ANAVA). Además, se realizaron pruebas de comparación de medias mediante Tukey al 5%, para determinar diferencias entre tratamientos. Los datos obtenidos se procesaron en el software estadístico InfoStat versión 2020. Para la implementación del cultivo se sembró 250 patrones con una distancia de 7 cm entre plantas; posterior a esto se realizó el injerto de las variedades Explorer y Mondial. El pinch se realizó luego de 75 días después del injerto

La metodología desarrollada para la ejecución de este proyecto se realizó en tres fases, que se describen a continuación.

Fase I. GDD de Dos Variedades de Rosa (Rosa sp)

Para la determinación de los grados días desarrollo en dos variedades de rosas se colocó un *Datalogger* marca *Extech* dentro del invernadero, a un metro de altura. La información de temperaturas máximas y mínimas diarias se registraron de forma diaria. Posterior a esto, se extrajo los datos a un libro Excel y se determinó la sumatoria de los GDD para cada variedad en las cinco etapas fenológicas (botón arroz, botón arveja, botón garbanzo, mostrando color y cosecha), mediante la siguiente fórmula:

Grados días desarrollo = $((T \text{ máxima} + T \text{ mínima})/2) - \text{Temperatura base}$

Fase II. Estimación de Estados Fenológicos en Rosa (Rosa sp)

Para la estimación de las cinco etapas fenológicas, se utilizó la caracterización fenológica de la rosa propuesta por Cañizares y Leiva (2014), como se indica en la Figura 1 Para estimar los días de cambio de etapa fenológica se realizó dos tomas de datos por semana, cuando el 50% de la muestra de rosas en cada una de las camas presentó el cambio, en base a las variables planteadas.

Figura 1.

Estados fenológicos de Rosa sp



Nota. Tomado de Taco (2018)

Fase III. Evaluación de la Altura de dos Variedades de Rosa (Rosa sp.) en Cinco Estados Fenológicos

La altura de tallo es uno de los parámetros de crecimiento que se midió, utilizando una cinta métrica. Después se registró la altura a partir de la cuarta semana, las medidas se tomaron desde el punto de corte hasta el meristemo apical, en la etapa vegetativa y productiva.

Fase IV. Desarrollo de un Modelo Matemático que Permita Predecir la Aparición de Estados Fenológicos en el Cultivo de Rosa de la Variedad Mondial y Explorer, mediante un Análisis de Regresión Estadístico

Se determinó un modelo matemático con la finalidad de predecir la aparición de estados fenológicos en el cultivo de rosa, de las variedades Mondial y Explorer, en función de la acumulación térmica expresada en GDD, para lo cual los resultados obtenidos se sometieron a análisis de regresión lineal; el cual se validó mediante el análisis de valores estadísticos de R^2 , R^2_{Aj} , p -value y C_p Mallows. Los datos obtenidos se procesaron en el software estadístico InfoStat, versión 2020.

Resultados y discusión

Acumulación GDD de Dos Variedades de Rosa (*Rosa* sp.)

En la Tabla 1 se observa la acumulación de GDD que necesitaron las dos variedades de rosa, Mondial y Explorer, para cinco estados fenológicos. La prueba Tukey al 5% indica que existen diferencias significativas en las etapas fenológicas.

Tabla 1.

Acumulación de GDD para dos variedades de rosa en cinco estados fenológicos (Prueba Tukey; alfa = 0,05)

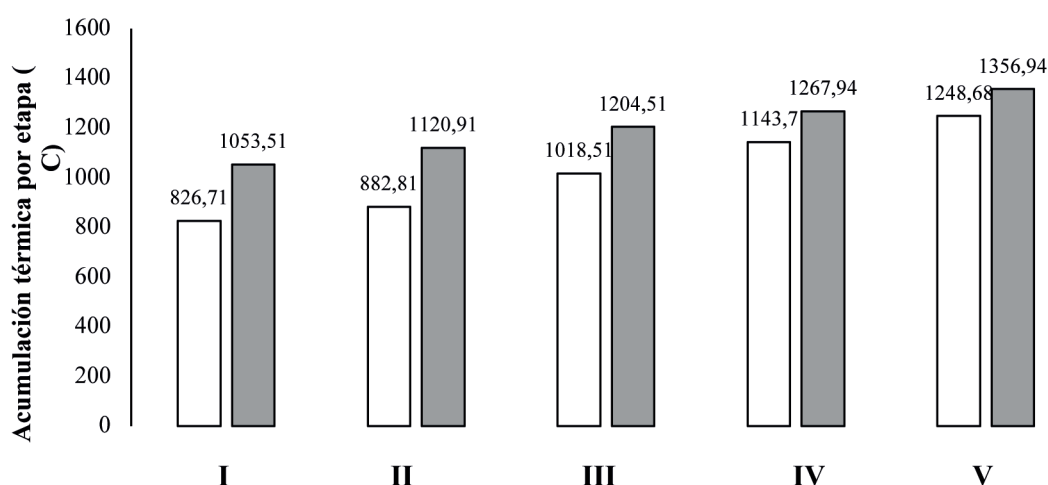
Variedad	Estados fenológicos				
	I	II	III	IV	V
Mondial	826,71 a	882,81 a	1018,51 a	1143,7 a	1248,68 a
Explorer	1053,51 b	1120,91 b	1204,51 b	1267,94 b	1356,94 b
p_valor	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
CV	1,34	1,29	1,18	1,11	1,23
DMS	21,81	22,33	22,6	23,062	27,8

Nota. Medias con una letra en común no son significativamente diferentes.

La variedad Mondial fue la más precoz con una acumulación térmica de 1248,68 en comparación con la variedad Explorer; que resultó más tardía con una acumulación térmica de 1356,94. Estos resultados son comparables con lo mencionado por Cañizares y Leiva (2014), quienes evaluaron los GDD para la variedad Mondial y obtuvieron una acumulación térmica de 1347 °C; Escobar (2023) en su investigación realizó desde el pinch hasta la cosecha en la variedad Explorer y obtuvo una acumulación de 1339 GDD. En otro estudio realizado por Monroy et al. (2001), se obtuvieron resultados diferentes en acumulación de GDD del pinch a la cosecha para cuatro variedades: Madame Charlotte 759 GDD, Class, 789 GDD y Alsmeer 717 GDD, las cuales resultaron ser precoces en comparación con Mondial y Explorer (Figura 2).

Figura 2.

Acumulación de GDD para dos variedades de rosa en cinco estados fenológicos



Número de Días Para Dos Variedades de Rosa (Rosa sp)

En la Tabla 2 se observa el número de días necesarios de dos variedades de rosa; Mondial y Explorer, para cinco estados fenológicos. La prueba Tukey al 5% indica que existen diferencias significativas en los cinco estados fenológicos.

Tabla 2.

Número de días para dos variedades de rosa en cinco estados fenológicos (Prueba Tukey; $\alpha = 0,05$)

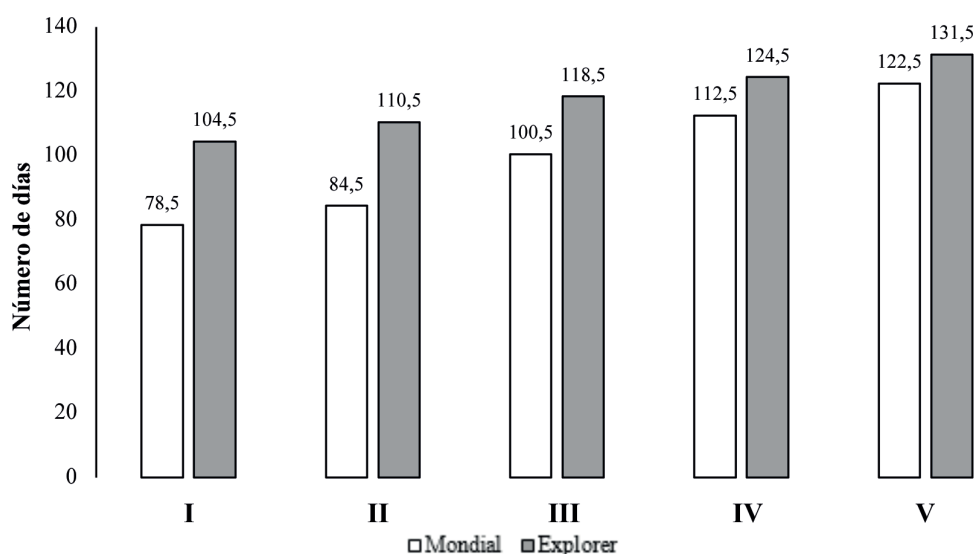
Variedad	Estados fenológicos				
	I	II	III	IV	V
Mondial	78,5 a	84,5 a	100,5 a	112,5 a	122,5 a
Explorer	104,5 b	110,5 b	118,5 b	124,5 b	131,5 b
p_valor	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
CV	1,41	1,32	1,18	1,09	1,02
DMS	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23

Nota. Medias con una letra en común no son significativamente diferentes

La variedad Mondial fue la más precoz con un promedio de 122,5 días a la cosecha; en comparación con la variedad Explorer; la cual necesitó una media de 131,5 días. Escobar (2023) realizó una investigación desde el pinch hasta la etapa de cosecha en la variedad Explorer y obtuvo un ciclo fenológico de 116 días. Así también Cañizares y Leiva (2014), evaluaron el número de días a la cosecha en la variedad mundial y registraron una duración de 98 días (Figura 3).

Figura 3.

Número de días para dos variedades de rosa en cinco estados fenológicos



Altura de Tallo (cm) de dos Variedades de Rosa (*Rosa* sp)

En la Tabla 3 se observa la altura de tallo (cm) que presentaron las dos variedades de rosa; Mondial y Explorer. La prueba Tukey al 5% indica que existen diferencias significativas en los estados fenológicos de botón arroz y cosecha, mientras que para los estados fenológicos de botón arveja, botón garbanzo y mostrando color no se evidenció diferencias significativas.

Tabla 3.

Altura de tallo (cm) para dos variedades de rosa en cinco estados fenológicos (Prueba Tukey; alfa = 0,05)

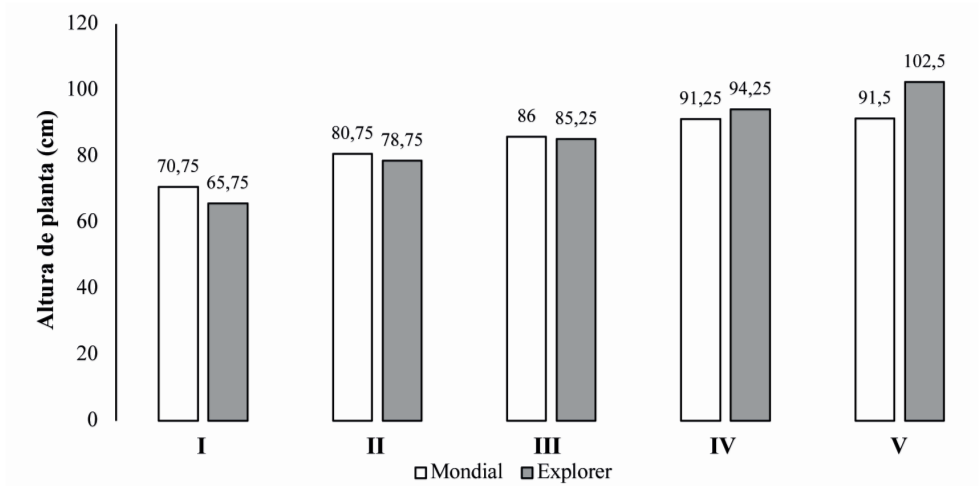
Variedad	Estados fenológicos				
	I	II	III	IV	Cosecha
Mondial	70,75 a	80,75 a	86,0 a	91,25 a	91,5 a
Explorer	65,75 b	78,75 a	85,25 a	94,25 a	102,5 b
p_valor	<0,0001	0,695	0,8291	0,1317	0,0034
CV	6,32	8,62	5,49	2,62	3,42
DMS	7,45	11,89	8,13	4,21	5,73

Nota. Medias con una letra en común no son significativamente diferentes.

La variedad Mondial fue la que menor altura de tallo presentó con un promedio de 91,5 cm; en comparación con la variedad Explorer, la cual alcanzó un promedio de 102,5 cm a la cosecha.

Escobar (2023) realizó una investigación desde el pinch hasta la etapa de cosecha en la var. Explorer y obtuvo un promedio de longitud de tallo fue de 113,2 cm. Por su parte Cuzco (2024) evaluó la altura en tres variedades y registró que Explorer presenta una altura de tallo de 91,73 cm de tallo y botón de 6,01 cm; Pink Floyd 91,52 cm y 5,97 cm de botón; Mondial 90,88 cm de tallo y 5,42 cm de botón (figura 4)

Figura 4.
Altura de tallo (cm) de dos variedades de rosa



Modelo matemático para predecir la aparición de estados fenológicos en el cultivo de rosa de la variedad mondial.

La variedad Mondial se ajustó a un modelo lineal, que describe la manifestación de los estados fenológicos con relación a la acumulación de grados días desarrollo (GDD). Se obtuvo un R2 de 0,98; R2 Aj de 0,98 y un CpMallows de 970,75. Lo que muestra que el modelo predice la respuesta en un 98% para nuevas observaciones, así también el modelo explica en un 98% toda la variabilidad de los datos de respuesta en torno a su variable independiente (estados fenológicos) (Tabla 4). De acuerdo con el análisis se obtuvo la siguiente ecuación lineal; $y = 110,48X + 692,64$; siendo Y, la acumulación de grados días desarrollo; y X la manifestación de estados fenológicos, (Figura 5).

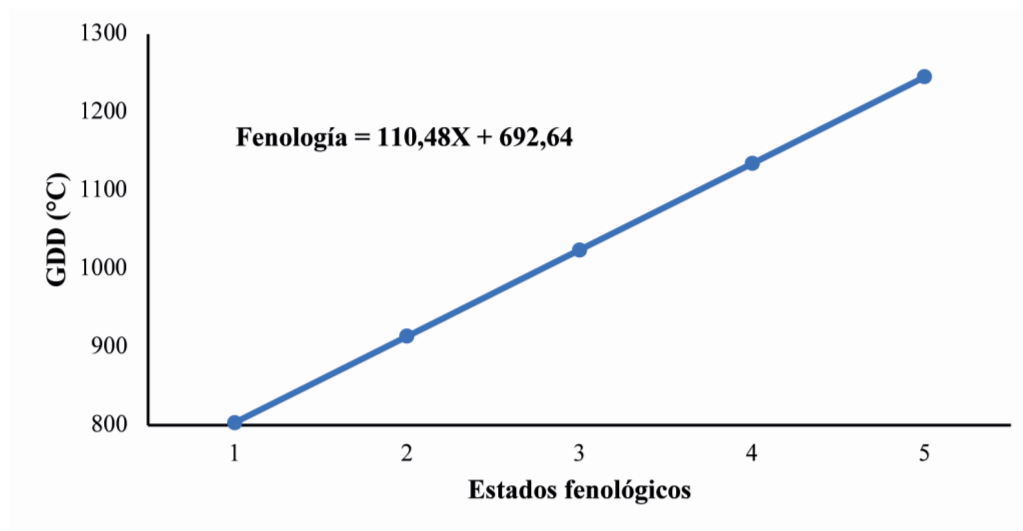
Tabla 4.
Coeficientes de regresión entre la acumulación de GDD y la manifestación de los estados fenológicos, en el cultivo de rosa de la variedad Mondial

Variable			N		R²		R² Aj	
Fenología			20		0,98		0,98	
Coeficiente	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	692,64	11,76	667,93	717,35	58,89	<0,0001		
Fenología	110,48	3,55	103,03	117,93	31,16	<0,0001	970,75	1,00

En la figura 5, se visualiza la manifestación de los estados fenológicos con relación a la acumulación de GDD, en el cultivo de rosa de la variedad Mondial.

Figura 5.

Predicción de la fenología con relación a los GDD en el cultivo de rosa de la variedad Mondial



Nota. 1 = Botón arroz; 2 = Botón arveja; 3 = Botón garbanzo; 4 = Mostrando color; 5 = Cosecha

Modelo matemático para predecir la aparición de estados fenológicos en el cultivo de rosa de la variedad explorer

La variedad Explorer se ajustó a un modelo lineal, que describe la manifestación de los estados fenológicos con relación a la acumulación de grados días desarrollo (GDD). Se obtuvo un R^2 de 0,98; R^2 Aj de 0,98 y un CpMallows de 1124,28. Lo que muestra que el modelo predice la respuesta en un 98% para nuevas observaciones, así también el modelo explica en un 98% toda la variabilidad de los datos de respuesta en torno a su variable independiente (estados fenológicos) (Tabla 5). De acuerdo con el análisis se obtuvo la siguiente ecuación lineal; $y = 75,39X + 974,69$; siendo Y, la acumulación de grados días desarrollo; y X la manifestación de estados fenológicos (Figura 5).

Tabla 5.

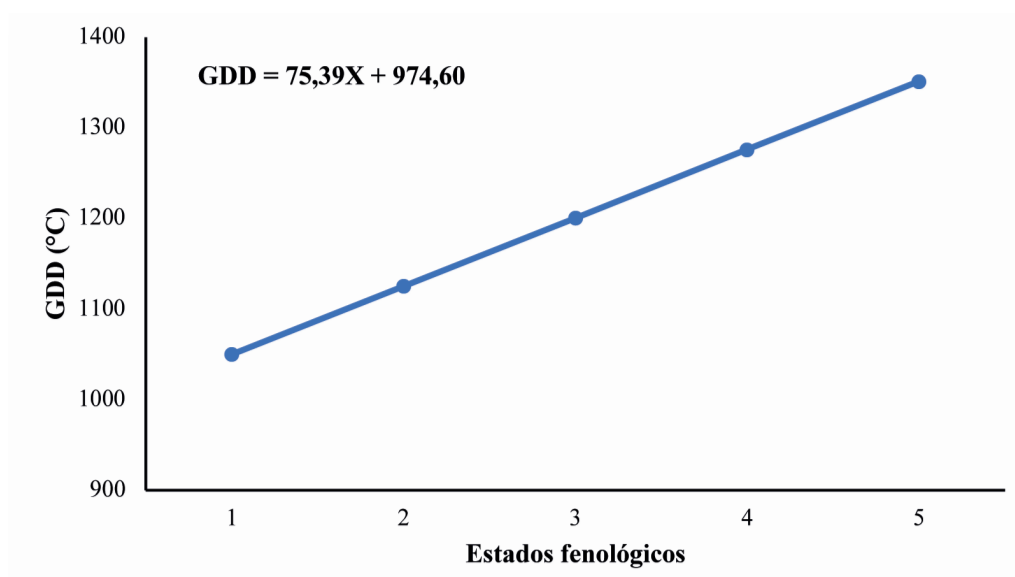
Coeficientes de regresión entre la manifestación de los estados fenológicos con relación a la acumulación de grados días desarrollo, en el cultivo de rosa de la variedad Explorer

Variable			N		R²		R² Aj	
Fenología			20		0,98		0,98	
Coeficiente	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	974,60	7,46	958,93	990,27	130,70	<0,0001		
Fenología	75,39	2,25	70,66	80,11	33,53	<0,0001	1124,28	1,00

En la figura 6, se visualiza la *acumulación de grados días desarrollo con relación a la manifestación de los estados fenológicos, en el cultivo de rosa de la variedad Explorer.*

Figura 6.

Predicción de los GDD con relación a la fenología en el cultivo de rosa de la variedad Explorer



Nota. 1 = Botón arroz; 2 = Botón arveja; 3 = Botón garbanzo; 4 = Mostrando color; 5 = Cosecha

Conclusiones

Las variedades Mondial y Explorer en la localidad del Ángel, sector Quebrada Oscura, presentaron diferencias en los valores de grados días desarrollo que fue de 1248,68 y 1356,94 respectivamente, estos valores fueron en el estado fenológico de cosecha.

El número de días en los cinco estados fenológicos en las variedades Mondial y Explorer presentaron diferencias estadísticas y mostraron valores: botón arroz, 78,5 y 104,5; botón arveja, 84,5 y 110,5; botón garbanzo, 100,5 y 118,5; mostrando color, 112,5 y 124,5; cosecha 122,5 y 131,5 días respectivamente.

La longitud de tallo en las dos variedades de rosa Mondial y Explorer presentaron diferencias significativas en los cinco estados fenológicos mostrando los siguientes valores: botón arroz 70,75 y 65,75; botón arveja 80,75 y 78,75; botón garbanzo 86 y 85,35; mostrando color 91,25 y 94,25; cosecha 91,5 y 102,5 centímetros respectivamente.

Para predecir la aparición de estados fenológicos en el cultivo de rosa se realizó un análisis de regresión y se obtuvieron las siguientes ecuaciones lineales: $y = 110,48X + 692,64$; $y = 75,39X + 974,69$, para las variedades Mondial y Explorer respectivamente, siendo Y, la acumulación de grados días desarrollo; y X la manifestación de estados fenológicos.

Recomendaciones

Realizar estudios de grados días desarrollo en otras variedades comerciales, con el fin de conocer la acumulación térmica, así como la predicción de la cosecha, con el fin cosechar en épocas de San Valentín.

Realizar pruebas de correlación entre las variables de luz acumulada y temperatura, con el fin de conocer los grados días desarrollo en las diferentes variedades que se siembran en la localidad.

Referencias

- Azúa Barrón, M. (2019). *Evapotranspiración del nopal verdura (opuntia ficus-indica l.) en invernadero y grados días de desarrollo en Chapingo Estado de México* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma Chapingo. Repositorio Institucional].
- Barrientos, R., Apablaza, J., Norero, A., Estay, P. (1998). Temperatura base y constante térmica de desarrollo de la polilla del tomate, Tuta absoluta (Lepidoptera: Gelechiidae). *Ciencia e Investigación Agraria (Chile)*, 25(3).
- Cañizares, M., & Leiva, D. (2014). *Determinación y aplicación del método de grados día desarrollo (GDD) en ocho estados fenológicos de tres variedades de Rosa sp. en tres localidades* [Trabajo de grado, Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí. Repositorio Institucional].
- Farinango, L. (2020). *Efecto de zeolita y vermicompost en el mejoramiento del suelo para la producción de rosas (Rosa sp.), variedad "Mondial" en la plantación florícola "Mary Roses" Tabacundo, cantón Pedro Moncayo, Pichincha* [Trabajo de grado, Universidad Técnica del Norte, Repositorio Institucional].
- Monroy, N., Pérez, I., & Cure, J. R. (2001). Estudio de la variabilidad en el clima y la producción de rosas en la sabana de Bogotá. *Revista de Ingeniería*, (14), 38-43.
- López, M. (2022). *Determinación de los métodos de control de ácaros en el cultivo de rosas (Rosa sp.) variedad Explorer en el Cantón Espejo, Provincia del Carchi* [Trabajo de grado, Universidad Técnica de Babahoyo, Repositorio Institucional].
- Pinedo-Taco, R., Gómez-Pando, L., y Julca-Otiniano, A. (2018). Sostenibilidad de sistemas de producción de quinua (Chenopodium quinoa Willd.). *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 5(15), 399-409.
- Rodríguez González, R. (2022). *Requerimientos de riego en cuatro variedades de maíz mediante el concepto de grados días desarrollo* [Tesis de licenciatura, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Repositorio Institucional].
- Rodríguez, W. E., y Flórez, V. J. (2006). Comportamiento fenológico de tres variedades de rosas rojas en función de la acumulación de la temperatura. *Agronomía Colombiana*, 24(2), 238-246.
- Tipán Acero, S. W. (2023). *Aplicación foliar de cuatro diferentes dosificaciones y dos frecuencias de un biofertilizante enriquecido en producción de rosas var. Explorer* [Tesis de licenciatura, Universidad Central del Ecuador, Repositorio Institucional].