



Influencia de las condiciones climáticas durante la estación lluviosa
Sobre el desarrollo morfológico y productivo de cinco cultivares de
Cebolla

Influence of climatic conditions during the rainy season on the
Morphological and productive development of five onion cultivars

*Waldo Espinosa. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Panamá.
waldo.espinosa@up.ac.pa <https://orcid.org/0009-0007-4156-9630>

Angela Howard. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Panamá.
angela.howard-v@up.ac.pa <https://orcid.org/0009-0004-0722-6480>

Javier Carneiro. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Panamá.
javier.carneiro@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-0813-8456>

Reynaldo Vargas. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Panamá.
reynaldo.vargas@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0002-5420-9761>

*Autor de Correspondencia: waldo.espinosa@up.ac.pa

Recibido: 15/02/2024

Aceptado: 13/11/2024

DOI <https://doi.org/10.48204/jia.v8n1.a8800>

RESUMEN. El cultivo de cebolla es una de las hortalizas de mayor consumo por la población y con mayor superficie de área sembrada en Panamá. El objetivo de este ensayo es el de evaluar la influencia climática durante la estación lluviosa sobre el desarrollo morfológico y productivo de cinco cultivares de cebolla (*Allium cepa*). La presente investigación tuvo lugar en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá en la provincia de Chiriquí, durante los meses de julio a noviembre del año 2022. El diseño estadístico utilizado en el ensayo fue el de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones y cinco tratamientos que consistieron en los híbridos de cebolla: Alvara, E 515 F1, Gamay, Campo Lindo y Ultra F1. Las variables evaluadas fueron: Etapas fenológicas, diámetro y peso promedio del bulbo, peso por parcela, altura de la planta, número de hojas, longitud de raíces, caracterización de la planta y el bulbo, correlaciones entre variables climáticas y morfológicas. A través de los resultados obtenidos se determinó la fenología y morfología siendo evidente la variabilidad existente entre cada cultivar. El mayor promedio por parcela lo reflejó el cultivar Gamay con 3.69 kg/3.0 m² no difiriendo del resto de los híbridos a excepción del E 515 F1. Los resultados de los análisis de correlación indican que la temperatura y la precipitación influyeron negativamente en el comportamiento morfológico de cada una de los cultivares evaluados. Mientras que la radiación influyó positivamente.

PALABRAS CLAVE: caracterización morfológica, cebolla, clima, híbridos, variabilidad.

ABSTRACT. Onion cultivation is one of the vegetables with the largest planted area in Panama. The objective of this trial was to evaluate the climatic influence during the rainy season on the morphological and productive development of five onion cultivars (*Allium cepa*). This research took place at the Faculty of Agricultural Sciences of the University of Panama in the province of Chiriquí, from July to November of the year 2022. The statistical design used in the trial was completely randomized blocks, with four replicates and five treatments consisting of five onion hybrids: Alvara, E 515 F1, Gamay, Campo Lindo and Ultra F1. The variables evaluated were phenology, average bulb diameter and weight, weight per plot, plant height, pseudo stem diameter, number of leaves, root length, characterization of the plant and the bulb, correlations between climatic and morphological variables. Variability of phenology and morphology were observed among cultivars. The highest weight per plot was reflected by Gamay with 3.69 kg/3.0 m², no differing from the rest of cultivars but E 515 F1. Correlation analysis shown that temperature and precipitation had a negative influenced on morphological development of each cultivar, while radiation had a positive one.

KEYWORDS: climate, hybrids, morphological characterization, onion, variability.



INTRODUCCIÓN

Una de las grandes limitaciones en la producción de cebolla en Panamá es su cultivo en época lluviosa, esto reduce la oferta en los meses de agosto a octubre. Debido a la escasez de la producción nacional, se resalta la importancia de evaluar nuevos híbridos que permitan el cultivo bajo estas condiciones. La topografía (plana) muchas veces encontradas en las regiones de zonas bajas favorece la mecanización y el incremento de áreas de cultivos, lo que aunado a la incorporación de estos materiales aumentaría la oferta a los consumidores. El análisis de Ayen et al. (2025), sobre producción de cebolla bajo riego reveló que la pendiente del terreno tuvo un efecto negativo sobre la ineficiencia técnica, lo que implica que los agricultores con parcelas de topografía plana o de pendiente moderada lograron una mayor eficiencia técnica que los que trabajan en terrenos inclinados.

Durante el período agrícola 2021-2022, la producción de cebolla nacional alcanzó las 28.5 toneladas, un incremento de 6.6 toneladas comparado con el período anterior (2020-2021) cuando se logró 21.9 toneladas (Ministerio de Desarrollo Agropecuario, 2025).

El Ministerio de Desarrollo Agropecuario (2021), afirma que durante los últimos años la producción de cebolla nacional registró un crecimiento importante, pero por debajo de la demanda actual que tienen los panameños. Rodríguez (2020) indica en su artículo del 29 de noviembre que el consumo promedio mensual era de 2,342.82 toneladas lo que significa que la demanda aparente es de 28,113.84 toneladas anuales.

Actualmente en Panamá, existen pocas investigaciones acerca de la influencia ambiental sobre el desarrollo y producción del cultivo de cebolla en tierras bajas, como la evidencian las pocas investigaciones del Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (1988, 2019). En la presente investigación se buscó identificar cultivares de cebolla que puedan adaptarse a las condiciones edafoclimáticas de zonas bajas y que de igual forma sirvan de referencia para futuras investigaciones. El objetivo principal de esta investigación fue el de evaluar la influencia climática durante la estación lluviosa sobre el desarrollo morfológico y productivo de cinco cultivares de cebolla en las zonas bajas de la provincia de Chiriquí.

MATERIALES Y MÉTODO

La investigación tuvo lugar en la Provincia de Chiriquí, Distrito de David, Corregimiento de Chiriquí; Facultad de Ciencias Agropecuarias. El ensayo se estableció en los terrenos del huerto agrícola (parcela 21-1) durante los meses de junio a noviembre del año 2022. Las coordenadas del terreno son 8°23'36.3" latitud norte y 82°19'49.8" longitud oeste. La elevación sobre el nivel del mar es de 35 m s. n. m. La precipitación promedio fue de 464 mm, temperatura promedio máxima de 30.8 °C, humedad relativa de 92.3 % y una radiación solar de 348.5 cal/cm² día-1 durante los meses de investigación en campo (Nasa Power Data Access Viewer). El área donde se llevó a cabo el ensayo tiene una clasificación textural de suelo arcilloso, lo cual es poco recomendable para el cultivo de cebolla, pH de 6.5 lo cual es óptimo para su desarrollo. Se realizó la medición de la compactación del suelo a tres niveles de profundidad 8, 15 y 23 centímetros, mediante el uso de un penetrómetro (DICKEY-john).



Se utilizó como material genético en el presente ensayo los siguientes cultivares de cebolla:

- Alvara: cebolla amarilla de días cortos intermedios, ciclo 95 a 110 días, follaje erecto.
- E 515 F1: híbrido amarillo, material precoz de día corto, porte pequeño, posee buena tolerancia a enfermedades de follaje.
- Campo lindo: cebolla híbrida de días intermedios, ciclo corto (95-100 días).
- Gamay: coloración roja intensa externa e internamente, apta para la siembra en zonas bajas. 4-6 meses.
- Ultra F1: cebolla híbrida amarilla, forma de globo, ciclo (100-120 días).

Los cultivares de cebolla, fueron germinados por la empresa Viveros y Plantas Wing, la cual se dedica a la germinación de semillas de hortalizas en el distrito de Tierras Altas, corregimiento de Volcán a 1378 m s. n. m., posteriormente, fueron aclimatadas en el invernadero del Departamento de Fitotecnia antes del trasplante.

En la preparación de los semilleros se utilizaron bandejas de 200 celdas con el sustrato Lambert LM-GPS, se empleó fertilizante soluble (20-20-20) para la nutrición de las plántulas a una dosis de 250 mg/L aplicados en riego drench.

Las labores de preparación del terreno en la parcela experimental comenzaron dos meses antes del trasplante, con dos pases de rastra de disco con el fin de eliminar residuos de malezas y aflojar el suelo. Las camas fueron levantadas a 20 cm de la superficie y distanciadas por surcos de 0.50 m entre ellas para evitar los encharcamientos. Previo al trasplante se le incorporó al suelo de la parcela abono orgánico de cabra para mejorar su fertilidad y tener un efecto benéfico sobre las propiedades físicas y biológicas del mismo.

El trasplante se realizó manualmente el día 19 de julio, antes del mismo (12 días) se le aplicó al suelo un insecticida nematicida organofosforado (Etoprofos i.a) que actúa por contacto a una dosis de 5 g/hilera, al igual que una aplicación de fungicida del grupo de la Estrobirulina (Fluoxastrobin i.a) a una dosis de 1.5 ml/L en drench para el control de hongos de suelo un día previo al trasplante. Se seleccionaron las mejores plántulas de manera de obtener una siembra homogénea. El día posterior al trasplante se aplicó fertilizante soluble 20-20-20 al suelo en cada una de las hileras a una dosis de 1.5 g/L para empezar a aportar nutrientes a la planta.

La primera fertilización se realizó a los 8 días (ddt) aplicando 435.44 kg/ha de 12-24-12. La segunda fertilización fue aplicada a los 30 días ddt con urea a razón de 67.81 kg/ha y el último abonamiento fue a los 35 días ddt aplicando 217.72 kg/ha de 12-24-12 (cita). A los 15 días ddt, se dio inicio con las aplicaciones semanales de Bayfolan Forte (Bayer) (N-11.47, P-8, K-6), un abono foliar líquido que aporta macronutrientes y micronutrientes indispensables para el desarrollo de la planta. Al iniciar la bulbificación se comenzó la aplicación de calcio, en el caso de la cebolla la elongación y multiplicación celular en los tejidos meristemáticos son activadas por el calcio (Alcántar et al., 2007, como se citó en Pacheco, 2013) utilizando Barrier (COSMOCEL), fertilizante fortalecedor celular con una composición de calcio (CaO) y silicio (SiO₂) a una dosis de 5 ml/L combinado con Maxi-Grow Excel (COSMOCEL), un bioestimulante líquido complejo a una dosis de 1.25 ml/L.



Las aplicaciones de magnesio se dieron con sulfato de magnesio ($MgSO_4$) a una dosis entre 2.5-5 g/L. Durante el ensayo se realizaron monitoreos y controles preventivos de patógenos cada semana y se intercalaba un fungicida distinto para no crear resistencia. Se realizaron aplicaciones con el bactericida sistémico Agrygent Plus wp (Sulfato de Gentamicina 10 %, Clorhidrato de Oxitetraciclina 30 %), para el control de *Erwinia* sp. y evitar pudriciones iniciales en el cultivo.

Ante la aparición de afectaciones insectiles se utilizó cultivo trampa (*Vigna sinensis*) y la aplicación de insecticidas tanto sistémicos como de contacto, sistémicos y biológicos para reducir la población de ciertas plagas de insectos (chinilla, áfidos, cortadores de follaje) en la cebolla (Ingredientes activos: Fipronil, *Bacillus thuringiensis*, Spinetoram, Malathion, Cipermetrina).

La cosecha se realizó cuando el 50-80 % de las hojas habían doblado en el ensayo para cada variedad. Se realizaron cosechas seleccionando las plantas adelantadas tratando de evitar la afectación del clima sobre el bulbo. Las cebollas permanecieron en secado durante dos semanas, a temperaturas máximas de 36 °C con un intervalo de duración de tres horas y una humedad relativa promedio de 66.2 %, tomadas con un higrómetro digital marca Govee, modelo H5051, colocado en el invernadero.

El diseño estadístico utilizado en este ensayo fue el de bloques completamente al azar (DBCA) con cinco tratamientos, distribuidos en cuatro réplicas. El área experimental del ensayo fue de 139.5 m² donde se emplearon parcelas 1 m de ancho por 3 m de largo por cada híbrido, la distancia entre las mismas fue de 0.5 m, con un distanciamiento de borde de 1 m. Se emplearon cuatro hiladas por cama, con un distanciamiento entre cada una de 0.25 m y ubicándose 28 plantas por línea, dando un total de 112 plantas, lo que representa una población de 448 plantas por tratamiento en las cuatro repeticiones. El área efectiva de cada unidad experimental consistió en los dos surcos centrales, para evitar el efecto de borde. El análisis estadístico se realizó a través del paquete estadístico R, SAS OnDemand y GraphPad Prims 8.

Los factores evaluados fueron: etapas fenológicas, caracterización de los cultivares (Descriptores del *Allium* (IPGRI) y Descriptor de Cebolla (*Allium cepa L.*) (Red Andaluza de semillas), características morfológicas (estructura, forma y color de las plantas), altura de planta (cm), diámetro del pseudotallo (mm), número de hojas, longitud de las raíces (cm), peso promedio del bulbo en cada cultivar (g), diámetro del bulbo (cm), peso post secado (g), rendimiento por parcela (kg), correlación entre variables climáticas y morfológicas.

Se realizó un análisis de correlación entre variables climáticas y morfológicas para saber si existe una relación entre las mismas. Igualmente se efectuó un análisis de correlación entre variables morfológicas y establecer saber su relación. Para el análisis de los datos, los mismos fueron sometidos a las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk y Kolmogórov-Smirnov y conocer si su distribución era normal. Se utilizó la prueba de coeficiente de correlación de Pearson y el coeficiente de correlación de Spearman.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tanto las condiciones ambientales como el manejo agronómico y fitosanitario efectuado a la parcela de investigación, permitió el desarrollo del cultivo.

La condición ambiental durante el período de la investigación fue monitoreada a través de la aplicación Nasa Power Data Access Viewer. La temperatura máxima durante el ciclo del cultivo en el ensayo fue 30.8 °C, lo cual es una temperatura que se mantiene dentro de los rangos para el desarrollo de la cebolla. El promedio para la precipitación fue de 464 mm durante los meses del ensayo, donde el mes de octubre fue el de mayor precipitación con 23 días de lluvia. La humedad relativa tuvo un promedio de 92.3 %. El promedio para la máxima velocidad del viento fue de 27.5 Km/h. Con referencia a la radiación solar se registró un promedio de 348.5 cal/cm²/día, el cual es considerado un nivel medio de radiación solar (Abd El-Fattah et al., 2024), no resultando en una variable climática óptima, debido a su influencia en los procesos relacionados con la fotosíntesis, balances de agua, energía, el crecimiento y desarrollo del cultivo.

En toda el área del ensayo la compactación tuvo resultados similares, donde las mediciones estuvieron por debajo de los 689,500 Pascales (Pa) en los primeros 8 cm y ligeramente superiores a las 1,379,000.00 Pa en los 15 cm lo que corresponden a una buena compactación para el desarrollo de las raíces.

Las etapas fenológicas de la cebolla pueden llegar a ser muy variables de acuerdo con el tipo de material de siembra que se esté empleando (Tabla 1), ya que existen cultivares de ciclo precoz, intermedio y tardío, en adición los mismos pueden ser influenciados por su interacción con el medio ambiente en el que se encuentren. El comienzo y fin de las fases de crecimiento sirven como medio para juzgar la rapidez del desarrollo de las plantas; las etapas fenológicas de los diferentes cultivares evaluados en el ensayo permitió conocer si estas eran de ciclo largo o ciclo corto (tardío o precoz). Brewster (2008) describió las etapas fenológicas de la cebolla determinando su duración. **Axayacatl (s. f.) indica que** un manejo fenológico adecuado no solo contribuye a una mejor planificación y utilización de los recursos, sino que también es fundamental para enfrentar los desafíos impuestos por el cambio climático en la agricultura. El cultivar con el ciclo más corto resultó ser el híbrido E 515 F1 seguido en orden descendente por la Alvara, Gamay y Ultra F1 siendo el híbrido Campo Lindo el que registró el ciclo más largo de 91 días después de la siembra, bajo las condiciones ambientales del área (Figura 1).

Los cinco cultivares de cebolla evaluados fueron caracterizados utilizando los Descriptores del *Allium* (IPGRI, 2001), para determinar la variabilidad genética de los datos morfológicos, se emplearon parámetros estadísticos tales como la media aritmética, valor máximo y mínimo para tres descriptores cuantitativos (Tabla 2).

El cultivar Gamay presentó la mayor altura respecto a los otros cultivares, sin embargo, los híbridos Campo lindo y Gamay presentaron los valores más altos en cuanto al diámetro del pseudotallo y números de hojas en promedio, contrastando con los bajos valores obtenidos por el cultivar E 515 F1 en todos los parámetros.

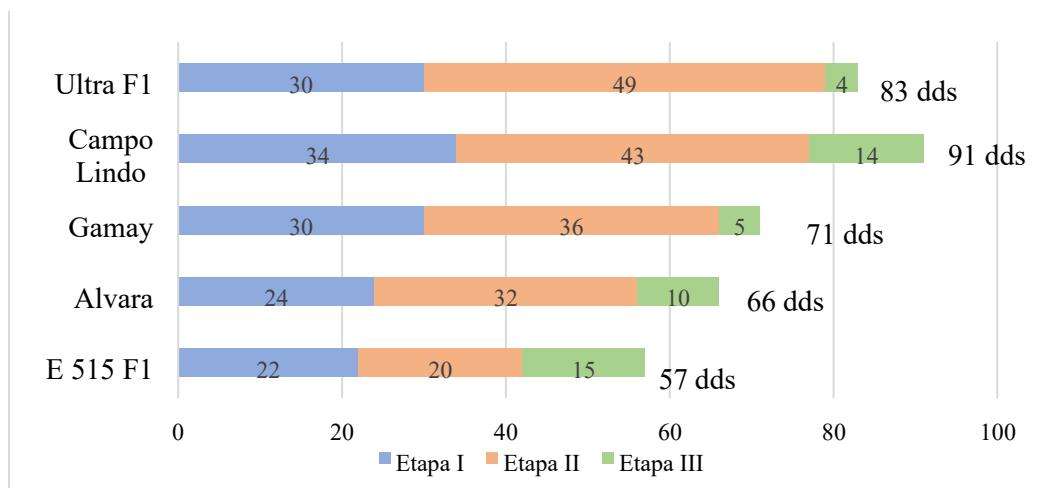
Tabla 1

Simbología de las etapas fenológicas de la cebolla.

Fase fenológica	Color de cada fenología	Etapa
Desarrollo de la planta		I
Formación del bulbo		II
Maduración inicial del bulbo		III
Maduración completa		IV

Figura 1

Etapas fenológicas de los cinco cultivares de cebollas evaluadas en el ensayo.



Mediante las observaciones se logró determinar la variabilidad morfológica de los cultivares evaluados, tomando en cuenta los rasgos predominantes para establecer valores de cuatro descriptores cualitativos (Tabla 3).

Alvara, E 515 F1, Gamay presentaron el mismo color de follaje siendo verde oscuro, mientras que la Campo Lindo y Ultra F1 presentaron una tonalidad verde claro. La densidad del follaje, la más alta la presentó Gamay, lo cual es una buena calidad ya que a mayor cantidad de follaje mayor actividad fotosintética en la hoja y por ende mayor desarrollo de la planta. Todos los cultivares presentaron portes entre erectos e intermedios a excepción del híbrido Gamay con porte postrado, siendo este una característica no deseable debido a que las hojas se exponen a contagios de patógenos del suelo por el mayor contacto con el mismo.



Tabla 2

Parámetros utilizados para la estimación de variabilidad morfológica cuantitativa (altura, diámetro del pseudotallo, número de hojas) de cinco cultivares de cebolla.

Cultivar	C1			C2			C3		
	MAX	MIN	PRO	MAX	MIN	PRO	MAX	MIN	PRO
Alvara	60	35	48.7	1.5	0.8	1.1	6	4	5
E 515 F1	50	25	39.4	1.2	0.6	0.9	6	3	4
Gamay	71	50	59.8	1.7	0.9	1.2	10	4	5
Campo Lindo	72	44	57.2	1.9	1	1.5	10	4	6
Ultra F1	79	38	53.7	1.6	0.5	1.1	7	3	4

Descripción: C1: Altura de la planta (Centímetros), C2 Diámetro del pseudotallo (milímetros), C3: Número de hojas, MAX: Valor máximo, MIN: Valor mínimo, PRO: Promedio.

Tabla 3

Parámetros utilizados para la caracterización cualitativa (color del follaje, densidad del follaje, porte del follaje, quebrado del follaje) de las variedades de cebolla evaluadas.

Cultivar	C4	C5	C6	C7
Alvara	VO	I	E	F
E 515 F1	VO	B	E	F
Gamay	VO	A	P	F
Campo Lindo	VC	I	IT	F
Ultra F1	VC	I	IT	F

Descriptores: C4: Color del follaje, C5: Densidad del follaje, C6: Porte del follaje, C7: Quebrado del follaje. Características: VO: Verde oscuro, VC: Verde claro, B: Baja, I: Intermedia, A: Alta, P: Postrado, IT: Intermedio, E: Erecto, F: Fuerte.

Todos los materiales presentaron un quebrado del follaje fuerte, lo cual los hace menos susceptibles a daños por manejo y fuertes vientos (Tabla 3). Con la excepción del híbrido Gamay con una coloración de violeta oscuro, los bulbos del resto de los materiales presentaron un color de piel marrón, (Tabla 4). Todas estas características (forma ovoide, diámetro ancho, piel marrón entre fina e intermedia) coinciden con la preferencia del consumidor panameño (Santana et al., 2023) observado en los centros de expendio de acuerdo con Fermín (2016). La prueba de KruskallWallis mostró diferencias significativas entre los tratamientos en la altura de la planta ($K-W = 351.89$, $p < 0.001$), diámetro del tallo ($K-W = 186.47$, $p = 0.001$) y en el número de hojas ($K-W = 270.10$, $p = 0.001$).



Tabla 4

Caracterización física de los bulbos de 5 cultivares evaluados bajo condiciones ambientales en la época lluviosa.

Cultivar	Forma del bulbo	Uniformidad de la forma de los bulbos	Color de la piel	Espesor de la piel	Color de la pulpa del bulbo
Alvara	Ovoide Ancha	Uniforme	Marrón	Fina	Verde/blanco
E 515 F1	Ovoide Ancha	Uniforme	Marrón	Fina	Verde/blanco
Gamay	Ovoide Ancha	Variable	Violeta Oscuro	Intermedio	Violeta/blanco
Campo Lindo	Ovoide Ancha	Variable	Marrón	Fina	Verde/blanco
Ultra F1	Elíptica Ancha	Variable	Marrón	Intermedio	Verde/blanco

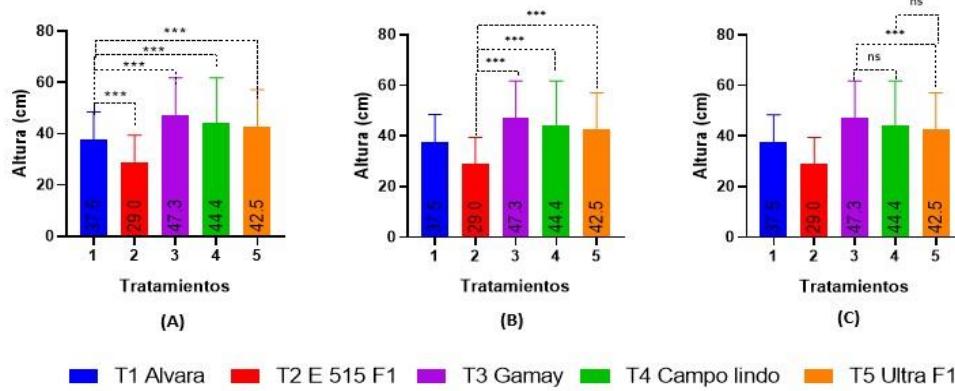
En la prueba de comparaciones múltiples de Dunn's, (Figura 2A, 3A y 4A), se observa un efecto significativo en los tratamientos 2, 3, 4 comparados con el tratamiento 1, donde, la respuesta de los diferentes cultivares en cuanto a la variable altura, diámetro y número de hojas, pudo verse influenciada por diversos factores como: características genotípicas y fisiológicas propias de cada híbrido y condiciones edafoclimáticas. Los tratamientos Gamay y Campo Lindo obtuvieron los valores más altos, no difiriendo significativamente entre si ($p = 0.47$) en la variable altura (Figura 2C) en el diámetro del pseudotallo, ($p > 0.99$, Figura 3C), pero si con el resto de los tratamientos, observándose este mismo efecto en el promedio de número de hojas ($p = 0.87$, Figura 4C).

El análisis de varianza para la variable longitud de raíces, no mostró diferencia significativa entre los cultivares ($p > 0.10$) ni entre las repeticiones ($p > 0.35$, c.v = 15.70) lo cual indica que todos los cultivares registraron valores muy semejantes mostrando promedios en un rango de 6.36 a 8.63 cm a los 30 ddt en cuanto a longitud de raíces. Esto indica que los cultivares lograron establecer un sistema radicular que se desarrolló en un suelo arcilloso donde normalmente se dificulta el crecimiento radical.

La prueba de diferencias múltiples de Tukey para las variables, peso del bulbo, diámetro del bulbo, peso del bulbo post secado y peso promedio por parcela, reflejaron la misma tendencia (Tabla 5), donde los cultivares Gamay, Alvara, Campo Lindo y Ultra F1 registraron los promedios más altos, sin diferir entre ellos, comparado al cultivar E 515 F1 el cual obtuvo el menor promedio en dichas variables.

Figura 2

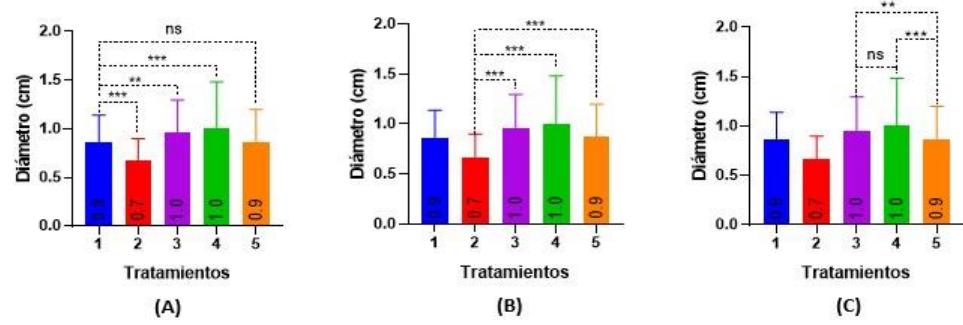
Media \pm DE, de la altura de la planta durante el ensayo.



* Indica diferencias significativas entre tratamientos, * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Figura 3

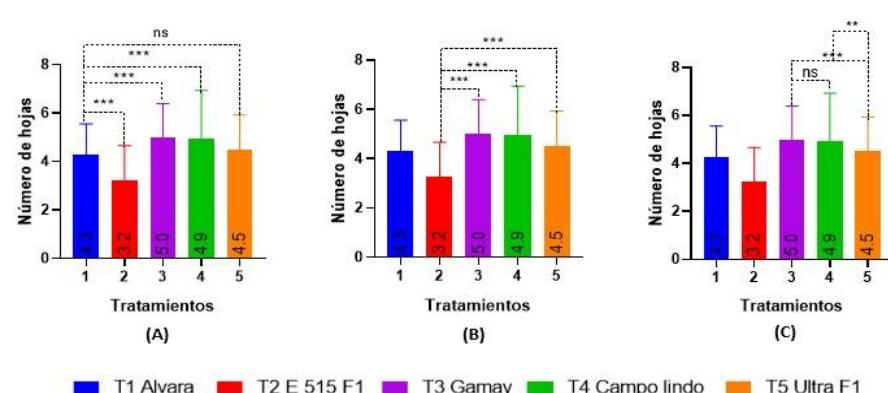
Media \pm DE, del diámetro del pseudotallo durante el ensayo.



* Indica diferencias significativas entre tratamientos, * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Figura 4

Media \pm DE, del número de hojas durante el ensayo.



* Indica diferencias significativas entre tratamientos, * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.



Tabla 5

Prueba de comparación de medias (Tukey) de las variables evaluadas en la producción de bulbos de 5 cultivares de cebolla bajo condiciones ambientales en la época lluviosa.

Parámetros *	Peso del bulbo(g)	Diámetro del bulbo (cm)	Peso secado (g)	Post	Peso promedio (kg)/3.0 m ²
Híbridos Alvara					
	65.67 a	4.64 a	58.43 a	3.66 a	
Gamay	73.03 a	4.79 a	66.84 a	3.69 a	
Campo Lindo	68.68 a	4.60 a	54.82 a	3.17 ab	
Ultra F1	66.46 a	4.30 a	52. 89 a	2.53 ab	
E 515 F1	24.76 b	3.10 b	23.20 b	1.35 b	
C.V. %	11.59	6.0	16.46	29.9	

* Medias que comparten la misma letra no son significativamente.

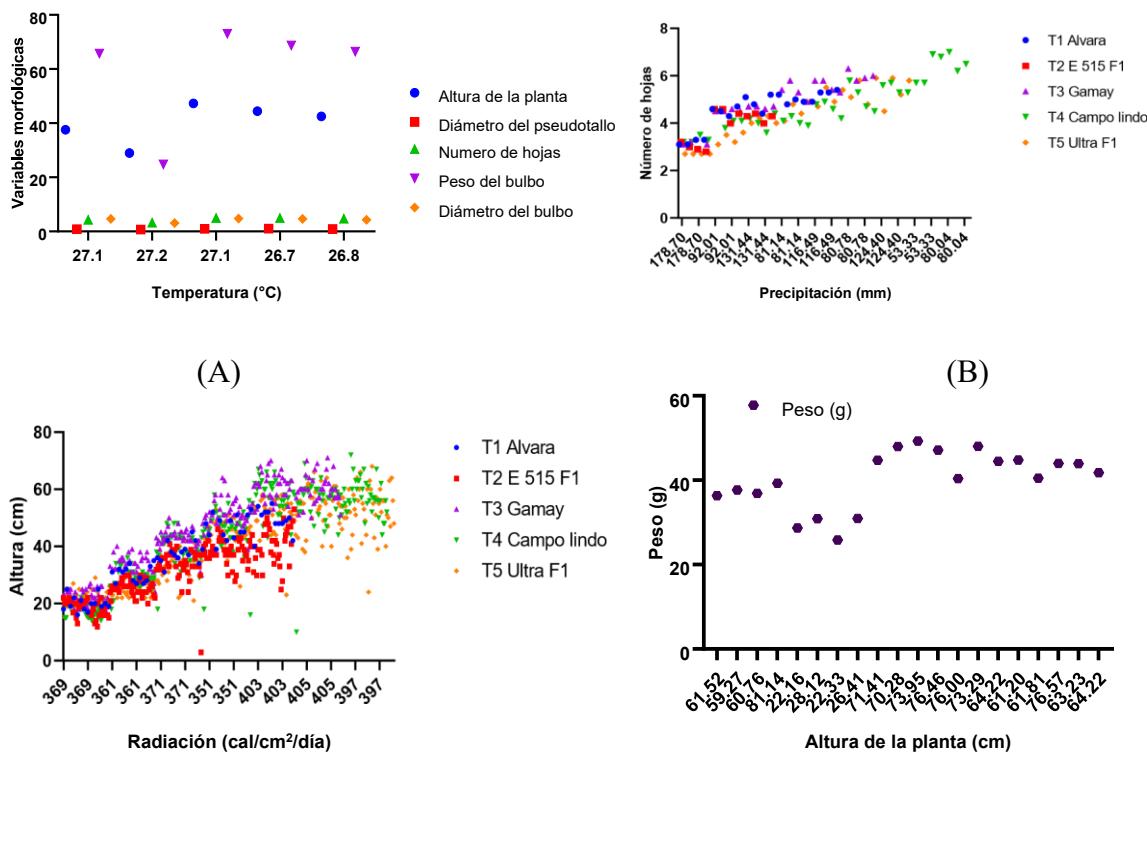
Todos los híbridos tuvieron un buen post secado del bulbo, debido a que el lugar donde se realizó presentaba condiciones adecuadas. Según Rivera Martínez et al. (2012), la razón o velocidad del proceso de secado dependerá principalmente de la temperatura del aire, de la humedad relativa, de la ventilación y de la humedad en el cuello al momento de la poda. La temperatura promedio registrada en el invernadero, donde se dio el secado de los bulbos fue de 33.8 °C y 66.2 % de humedad relativa con una ventilación permanente debido al sistema de mallas expandidas que permitían la circulación del aire exterior.

Al realizar el análisis, el coeficiente de correlación de r de Pearson muestra que existe significancia entre la precipitación y el número de hojas para los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 ($r = -0.73$, $p = 0.002$; $r = -0.89$, $p < 0.0001$; $r = -0.81$, $p < 0.0001$; $r = -0.63$, $p < 0.0001$; $r = -0.51$, $p = 0.0054$, respectivamente). Lo que indica una correlación negativa fuerte entre las variables precipitación y número de hojas, al aumentar la precipitación hay menor número de hojas (Figura 5B). Lescay & Moya (2006), encontraron en su investigación que los factores climáticos que ejercieron mayor influencia sobre el comportamiento de las variables morfoagronómicas fueron la temperatura y las precipitaciones.

Brewster (2008), señala a través de un gráfico, que a mayor longitud de las hojas presentes mayor será el tamaño de la planta en el momento del inicio de la formación del bulbo por lo tanto mayor será el diámetro y el rendimiento del cultivo. Este efecto negativo entre las variables climáticas y desarrollo morfológico pudo incidir en el tamaño de los bulbos de ciertos híbridos del ensayo.

Figura 5

Correlación entre las variables climáticas y morfológicas de los cinco cultivares de cebolla, cultivados en época lluviosa.



En cuanto a la variable de temperatura, el coeficiente de correlación de Pearson es significativo ($r = -0.54$, $p = 0.01$; $r = -0.59$, $p = 0.005$; $r = -0.57$, $p = 0.007$; $r = -0.50$, $p = 0.02$; $r = -0.50$, $p=0.02$) respectivamente para las variables morfológicas (Figura 5A) lo que indica que existe una relación negativa media entre las variables donde a mayor temperatura menor altura de planta, diámetro del pseudotallo, número de hojas y peso del bulbo respectivamente. López- Urquídez et al. (2021), Lescay & Moya, (2006) coincidieron en su estudio, afirmando que las plantas que se desarrollaron bajo temperaturas máximas muy altas tuvieron un menor desarrollo, debido a que las altas temperaturas acortaron el ciclo de vida. Esta afirmación tiene una relación con los ciclos fenológicos de cada uno de los cultivares estudiados, los cuales presentaron una reducción en su ciclo de cultivo, donde el más afectado fue el híbrido E 515 F1 con 57 días (Figura 1).

Al realizar el análisis del coeficiente de correlación de Spearman muestra que existe significancia entre la radiación y la altura de la planta para los tratamientos ($r = 0.17$, $p = 0.01$; $r = 0.15$, $p = 0.02$; $r = 0.50$, $p < 0.0001$; $r = 0.60$, $p < 0.0001$; $r = 0.59$, $p < 0.0001$) respectivamente. Lo que indica una correlación positiva entre las variables radiación y altura de la planta, donde a mayor radiación mayor altura (Figura 5C). Dogliotti et al. (2011), en su estudio, indican que existen tres variables fundamentales para el rendimiento de la cebolla y que son afectadas en forma importante por el manejo del cultivo, la cantidad de radiación interceptada, la eficiencia de uso de la luz y la



duración de la bulbificación. Igualmente explican que la radiación, es esencial para los procesos fisiológicos y de crecimiento, ya que dependen en gran medida de la disponibilidad de energía disponible. Dogliotti et al. (2011), afirman que la duración del período de bulbificación es afectada fundamentalmente por la temperatura media y el porcentaje de la radiación incidente interceptada por el cultivo.

Es posible que la radiación que se dio en la época del desarrollo de la planta debido a las nubosidades propias de la estación interactuando con las altas temperaturas, haya afectado el crecimiento del bulbo en ciertas variedades, influyendo directamente en la tasa de fotosíntesis y la acumulación de biomasa en el bulbo. Lescay & Moya (2006) en su estudio, afirmaron que la variabilidad observada en algunos caracteres es debida fundamentalmente a la diferencia en los genes que llevan los diferentes materiales y las condiciones ambientales a que estos han sido expuestos. Por lo que los genes no pueden hacer que se desarrolle un carácter si no tiene el medio ambiente adecuado.

El valor estadístico r de Pearson en la relación altura de la planta y peso del bulbo fue de (0.86), siendo una correlación altamente significativa ($p < 0.0001$). Este resultado muestra una correlación positiva entre estas dos variables, indicando que a mayor altura mayor será el aumento del peso del bulbo. Igualmente se correlacionó el peso con el diámetro del bulbo donde ($r = 0.95$, $p < 0.0001$), donde a mayor peso del bulbo mayor es el aumento del diámetro en centímetros.

CONCLUSIONES

Los análisis de correlación indicaron que existe una relación de dependencia entre los grupos de variables, es decir, entre los híbridos estudiados y los factores climáticos que influyeron de una forma u otra su desarrollo.

El estudio de estos factores climáticos sobre el desarrollo del cultivo permitió establecer la capacidad de cada uno de los cultivares para su adaptación al área y lograr rendimientos en una época donde a pesar de obtenerse una menor producción a consecuencia de los problemas expuestos (clima, fitopatógenos, insectos, suelos arcillosos) es posible alcanzar mejores precios del producto en el año. Sin embargo, se debe realizar mayores evaluaciones de pruebas de genotipo ambiente con los mismos cultivares evaluados u otros recién adquiridos en el mercado, en la época seca con otros valores climáticos, donde puedan expresar su mayor potencial.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.



REFERENCIAS

- Abd El-Fattah, N., Abd El-baki, M., Ibrahim, M., Sharaf-Eldin, M., & Elsayed, S. (2024). Evaluating the Performance of Data-Driven Models Combined with IoT to Predict the Onion Yield under Different Irrigation Regimes. *Egyptian Journal of Soil Science*, 64(4), 1549-1566. Disponible en: *article_384263_cd934b636e7035bf2b0b37da5d120dcf.pdf
- Axayacatl, O. (s. f.). Blog Agricultura. Etapas fenológicas del cultivo de cebolla. Disponible en: <https://blogagricultura.com/etapas-fenologicascebolla/#:~:text=Comprender%20estas%20fases%20es%20esencial,productividad%20y%20calidad%20del%20cultivo>.
- Ayen, K., Kidane, T., & Wubet, A. (2025). Technical and cost efficiency analysis of irrigated onion production: Insight from smallholders irrigated onion farmers in North East Amhara National Regional State, Ethiopia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, Article 1495820. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1495820>.
- Brewster, J. (2008). Onions and Other Vegetable Alliums (2.a ed.). London, Reino Unido. Disponible en: <https://books.google.com.pa/books?id=WThJP6j9r-IC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Dogliotti, S., Colnago, P., Galván, G., & Aldabe, L. (2011). Bases Fisiológicas del crecimiento y desarrollo de los principales cultivos hortícolas Tomate (*Lycopersicum sculentum*), Papa (*Solanum tuberosum*) y Cebolla (*Allium cepa*). Disponible en: https://olericultura.files.wordpress.com/2014/12/fisio-y-crec-papa_toma_ceb.pdf
- Fermín, E. (2016). Cebolla, escasez y altos precios. Disponible en: https://www.prensa.com/economia/ingrediente-conflicto_0_4530297019.html
- Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá. (2019). Proyecto de Investigación e Innovación para la generación de variedades de hortalizas de tierras bajas resilientes al cambio climático. Disponible en: <https://proyectos.idiap.gob.pa/uploads/adjuntos/PROYECTOMEJORAMIENTO08102019FINAL.pdf>
- Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (1988). Cebolla se cultiva en época lluviosa. [Folleto].
- IPGRI. (2001). International Plant Genetic Resources Institute. Descriptores del *Allium* Spp. Disponible en: https://www.ecpgr.org/fileadmin/bioversity/publications/pdfs/728_Descriptors_for_Allium_spp_.pdf
- Lescay, E., & Moya, C. (2006). Influencia de los factores climáticos sobre algunas variables morfoagronómicas en la producción de bulbos de cebolla (*Allium cepa*, L.) en la región



oriental de cuba. *Cultivos Tropicales*. 27(4), 73-75. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215912013.pdf>

López-Urquídez, G. A., Cordero-Armenta, J. C., Martínez-Campos, Á. R., Edeza-Urías, J. A., Tirado-Ramírez, M. A., & López-Orona, C. A. (2021). Efecto de la oscilación térmica en la calidad y rendimiento de cebolla blanca en el Valle de Culiacán, Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(4), 671-684. Disponible en:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200709342021000400671

Ministerio de Desarrollo Agropecuario. (2025). Cierre Agrícola, Año 2024–2025. Disponible en:
[CIERRE-AGRICOLA-2024-2025.pdf](#)

Ministerio de Desarrollo Agropecuario. (2021). Cierre Agrícola, Año 2020–2021. Disponible en:
[CIERRE-AGRICOLA-2020-2021-ofical-2-1.pdf](#)

Pacheco, I. (2013). Curva de absorción de nutrientes en cebolla *Allium cepa* cv. Aquarius y ajo *Allium sativum* cv. Criollo. [Tesis de Licenciatura]. Universidad de Costa Rica. Disponible en: <https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/1cd52dbb-f83a-472b9f6b-287a29f0e7d3/content>

Rivera Martínez, L. E., Fornaris Rullán, G. J., Cabrera Asencio, I., Lugo, M. de L., Rivera Vargas, L. I., Vicente, N., Comas, M., Rojas, N., Conty, L. (2012). Conjunto tecnológico para la producción de cebolla. Puerto Rico. Disponible en:
<https://scholar.uprm.edu/entities/publication/627aa4e1-84d8-4853-bc5a-43c251c9b555>

Rodríguez, M. (2020). *Panamá supera la producción de cebolla y alcanza el desabastecimiento. La Estrella de Panamá*. Disponible en:
<https://www.laestrella.com.pa/economia/produccion-cebolla-supero-480-milBLLE463640>

Santana, C., Díaz, D., & Ortíz, I. (2023). Percepción del consumidor sobre la calidad de la cebolla nacional. 21st LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology. Disponible en:https://laccei.org/LACCEI2023-BuenosAires/allpapers/Contribution_1529_a.pdf