

Evaluación del rendimiento y calidad de fruto de tres variedades de fresa bajo invernadero para el noreste de Guanajuato

José de Jesús Deanda-Rangel¹

Michel García-Ramírez^{1, 5}

María Elena Hernández-Pérez¹

Imelda Vargas-Abasolo²

Lucero Fuentes-Ocampo¹

Miguel Ángel Reyes-Radilla³

1 Centro Interdisciplinario del Noreste-Universidad de Guanajuato. Carretera San José Iturbide-Tierra Blanca km 28, Peña Blanca II de la Congregación Indígena Otomí de San Idelfonso de Cieneguilla, Tierra Blanca, Guanajuato. CP. 37975.

2 Posgrado de Economía Agrícola-Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Estado de México, México. CP. 56230.

3 Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. CP. 56230.

Autor para correspondencia: garcia.michel@ugto.mx

Resumen

En esta investigación se evaluaron características del fruto de tres variedades de fresa (*Fragaria* × *ananassa* Duch.), Fronteras, San Andreas y Víctor, cultivadas bajo condiciones de invernadero y un bajo un mismo manejo agronómico. El experimento se estableció en marzo de 2025 en el Centro Interdisciplinario del Noreste de la Universidad de Guanajuato, ubicado en el municipio de Tierra Blanca, Guanajuato, bajo un diseño experimental completamente al azar. Se midieron las variables diámetro polar, diámetro ecuatorial mayor, peso fresco del fruto y contenido de sólidos solubles totales (°Brix). Los datos fueron analizados mediante un enfoque multivariado, utilizando una transformación basada en la norma euclidiana cuadrática para integrar las variables en un solo índice, el cual fue sometido a análisis de varianza (Anova) y comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$). El análisis de varianza evidenció diferencias significativas entre variedades ($p = 0.003$), la prueba de Tukey mostró que Víctor y Fronteras no difirieron entre sí y de acuerdo con el diámetro polar y ecuatorial, así como a peso del fruto, presentaron el mejor desempeño global, en contraste con San Andreas, que fue significativamente inferior. Se concluye que, bajo las condiciones de invernadero y el clima del noreste de Guanajuato, las variedades Víctor y Fronteras presentaron el mejor desempeño integral que San Andreas en la calidad del fruto.

Palabras clave:

análisis de varianza, calidad del fruto, sólidos solubles totales.

Introducción

En la producción agrícola, la elección de la variedad de cultivo influye directamente en los costos de producción y en el manejo fitosanitario (Hancock, 2020). Según Aguilar-García *et al.* (2021) en el cultivo de fresa, la respuesta de los cultivares bajo un mismo manejo agronómico varía significativamente, lo que genera incertidumbre en los productores al momento de definir el material vegetal a establecer bajo condiciones protegidas.

Se ha observado que ciertos cultivares muestran una mayor eficiencia en la acumulación de biomasa y en la producción de fruto comercial, mientras que otros presentan respuestas más variables o menores rendimientos por unidad de superficie (Alvarado Chavez *et al.*, 2020; Mixquititla Casbis *et al.*, 2020).

Las diferencias varietales influyen en la calidad del fruto de fresa bajo condiciones de cultivo protegido, afectando características como sólidos solubles totales, firmeza y tamaño, lo que impacta el valor comercial y la vida de anaquel (Skrovankova *et al.*, 2015). El sabor, determinado por el contenido de azúcar y ácido (Azodanlou *et al.*, 2003; Ulrich-Detlef y Olbricht-Klaus, 2013) con el color y la firmeza, es clave para la aceptación del consumidor. Además, factores ambientales como la temperatura e intensidad lumínica derivados de diferentes técnicas de cultivo también pueden modificar estos atributos de calidad (Hoppula, 2006).

Los hallazgos de Palencia *et al.* (2016); Ariza *et al.* (2021); Macías-Gallardo *et al.* (2023) reportan que algunos cultivares combinan altos rendimientos con buena calidad organoléptica, mientras que otros priorizan uno de estos atributos en detrimento del otro. Lo que refuerza la necesidad de evaluaciones varietales locales para sistemas intensivos de producción.

La ubicación geográfica de la parcela es relevante porque la latitud influye en la temperatura y duración del día, factores que afectan el desempeño de la planta (Krüger *et al.*, 2012). Además, existe una fuerte interacción entre temperatura y fotoperiodo que determina la transición del meristemo vegetativo al floral en cultivares de fructificación única o de junio (Bradford *et al.*, 2010; Hancock, 2020) con una variación considerable en la respuesta de los cultivares a ambos factores para la inducción floral (Sønsteby y Heide, 2009; Heide *et al.*, 2013; Choi *et al.*, 2015).

Bajo este contexto, se seleccionaron tres variedades comerciales con distinto comportamiento productivo y fisiológico para evaluar su respuesta en el Noreste de Guanajuato bajo condiciones de invernadero. La variedad San Andreas, muestra vigor medio a alto, baja emisión de estolones y buen desempeño en sistemas de cultivo protegido (Miranda *et al.*, 2024). Fronteras es una variedad de día corto, tienen frutos grandes y firmes y son de alto rendimiento (Shaw y Larson., 2014). La variedad Víctor, una variedad de día corto; se adapta favorablemente a sistemas de producción de otoño, requiere al menos 200 h frío (SKnapp *et al.*, 2021).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta agronómica de tres variedades de fresa, San Andreas, Víctor y Fronteras cultivadas bajo invernadero con un mismo manejo agronómico y con las condiciones climáticas del Noreste de Guanajuato. Los resultados generados buscan proporcionar una base científica que permita a los productores de la región seleccionar la variedad más apta a su entorno productivo.



Materiales y métodos

Ubicación de la parcela experimental

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Tierra Blanca, Guanajuato, en las instalaciones del Centro Interdisciplinario del Noreste de la Universidad de Guanajuato (CINUG), ubicadas en las coordenadas geográficas 21° 5' 10.19" de latitud norte y 100°11' 20.76" de longitud oeste.

Condiciones climáticas

En la ubicación de la parcela experimental se presenta un clima BSk (semiárido templado) según la clasificación de Köppen (Kottek *et al.*, 2006). Durante el período experimental, las condiciones climáticas se caracterizaron por una temperatura promedio que osciló entre los 13.6 °C y los 21.2 °C. La disponibilidad de horas de luz en promedio fue de 12.2.

Manejo agronómico

Para el desarrollo del experimento se utilizaron plántulas en cepellón tres variedades de fresa, San Andreas, Fronteras y Víctor. El cultivo se estableció en el mes de marzo del año 2025. Se utilizó riego por goteo, con cinta de riego de 1 L h⁻¹, con doble cinta en cada cama, bajo un sistema bajo invernadero y con producción y manejo agronómico homogéneo, con el propósito de reducir la variabilidad no atribuible al factor de estudio (variedad) y asegurar la comparación de los resultados.

La fertilización se realizó dos veces por semana, la solución nutritiva se preparó siguiendo el método universal propuesto por Steiner (1961), usando conductividad eléctrica de 0.5, 1, 1.3, y 1.5 para etapas vegetativas de inicio, floración, fructificación y fructificación plena respectivamente.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DECA), donde el factor de estudio fue la variedad de fresa. La unidad experimental correspondió a una cama de cultivo de 5 m de longitud por 0.6 m de ancho, establecida con 30 plantas, ya que el tratamiento (variedad) se aplicó a este nivel.

Cada tratamiento se evaluó con cinco repeticiones, equivalentes a cinco unidades experimentales por variedad. Las variedades se asignaron aleatoriamente utilizando el paquete agrícola (De Mendiburu, 2023) en R (R Core Team, 2024).

Dentro de cada unidad experimental se seleccionaron 12 plantas al azar, de las cuales se recolectaron cinco frutos por planta, obteniéndose un total de 30 frutos por unidad experimental. Los frutos seleccionados fueron sanos, sin daño mecánico ni deformaciones visibles.

La cosecha se realizó cuando los frutos alcanzaron un estado uniforme de madurez comercial, definido por la presencia de al menos 75% de coloración roja en la superficie, criterio ampliamente utilizado en fresa por su relación con la calidad organoléptica y la aceptación en el mercado (Corvino *et al.*, 2023), donde la apariencia es el atributo de calidad que más influye en la formación del precio (Chitarra, 2005).

Las observaciones individuales obtenidas a partir de los frutos fueron promediadas para cada variable evaluada dentro de cada unidad experimental (cama). Dichos promedios se utilizaron como base para el análisis estadístico.

Variables evaluadas

Se registraron cuatro variables cuantitativas relacionadas con las dimensiones, el peso y la calidad del fruto: diámetro polar (cm): longitud del fruto desde la base hasta el ápice, medida con vernier digital de precisión (± 0.01 cm), diámetro ecuatorial mayor (cm): medida transversal máxima del fruto, peso fresco (g): masa total del fruto determinada con balanza digital (± 0.01 g), sólidos solubles totales (SST, %): medidos con refractómetro digital, expresados en °Brix.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron considerando múltiples variables de respuesta asociadas a la calidad del fruto. Debido a la naturaleza multivariada de los datos y con el fin de evitar el incremento del error tipo I derivado del uso de múltiples pruebas univariadas independientes, no se realizaron análisis individuales por variable (Al-Abdullatif *et al.*, 2019).

En su lugar, se empleó el método propuesto por Herrera-Reyes *et al.* (2024), el cual permite el análisis de múltiples variables de respuesta en un diseño experimental completamente al azar (DECA). En este enfoque, cada unidad experimental se representa mediante un vector de variables de respuesta definido como

$$Y_{ij} = (Y_{ij1}, Y_{ij2}, \dots, Y_{ijp})$$

Donde; i representa el tratamiento; j la repetición y $k = 1, 2, \dots, p$ denota cada una de las variables evaluadas. Así, Y_{ij} corresponde al vector de observaciones de la unidad experimental asociada al i -ésimo tratamiento en la j -ésima repetición.

Este vector se transforma en una variable escalar mediante la norma euclidiana cuadrática, definida como:

$$X_{ij} = Y_{ij}^T Y_{ij} = \sum_{k=1}^p Y_{ijk}^2$$

Esta transformación permite reducir el problema multivariado a uno univariado, integrando la información conjunta de todas las variables en una sola magnitud. Dado que X_{ij} es una suma de variables aleatorias, bajo condiciones generales puede aproximarse a una distribución normal mediante resultados asintóticos, lo que permite su análisis mediante técnicas univariadas convencionales.

La independencia entre observaciones se mantiene a nivel de unidad experimental debido al proceso de aleatorización del diseño, lo cual permite aplicar el análisis de varianza sobre la variable transformada.

Los valores transformados X_{ij} fueron analizados mediante un análisis de varianza (Anova) bajo un diseño completamente al azar. Se detectó diferencia significativa entre tratamientos (variedades), entonces se procedió a la comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Previamente al análisis inferencial, se realizó un análisis exploratorio de los datos, incluyendo el cálculo de estadísticos descriptivos (media y desviación estándar) por variedad. Los supuestos de normalidad de los residuales fueron verificados mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Adicionalmente, se emplearon gráficos diagnósticos del modelo.

Todos los análisis se realizaron en R versión 4.4.1 (R Core Team, 2024), empleando funciones base para el Anova y paquetes complementarios para análisis específicos, incluyendo *agricolae* para comparaciones múltiples y *car* para la prueba de homogeneidad de varianzas.

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se presentan los valores de media y desviación estándar (DE) de las variables evaluadas en las tres variedades de fresa. La variedad Víctor destacó por presentar los mayores valores en las variables asociadas al tamaño y peso del fruto, seguida de Fronteras, mientras que San Andreas mostró los valores más bajos. Chiomento *et al.* (2021), obtuvieron datos semejantes al evaluar distintos cultivares de fresa; en su estudio, la variedad Fronteras presentó un peso de fruto superior al de San Andreas.

Cuadro 1. Valores de media y desviación estándar (DE) variables de calidad del fruto en tres variedades de fresa.

Variedad	Diámetro polar (cm)		Diámetro ecuatorial mayor (cm)		Peso (g)		SST (%)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Fronteras	3.66	0.17	3.23	0.19	12.56	1.92	7.8	0.28
San Andreas	3.3	0.19	2.72	0.15	9.09	1.33	7.31	0.43
Víctor	3.84	0.28	3.3	0.09	13	1.04	7.49	0.55

Para el diámetro polar, la variedad Víctor registró el mayor valor (3.84 ± 0.28 cm), seguida de Fronteras (3.66 ± 0.17 cm), mientras que San Andreas presentó el menor valor (3.3 ± 0.19 cm). Este mismo comportamiento se observó en el diámetro ecuatorial mayor, donde Víctor (3.3 ± 0.09 cm) y Fronteras (3.23 ± 0.19 cm) superaron a San Andreas (2.72 ± 0.15 cm). Miranda *et al.* (2025) reportó valores similares para la variedad San Andreas referentes al diámetro polar, donde se alcanzó un valor medio de 3.3 cm.

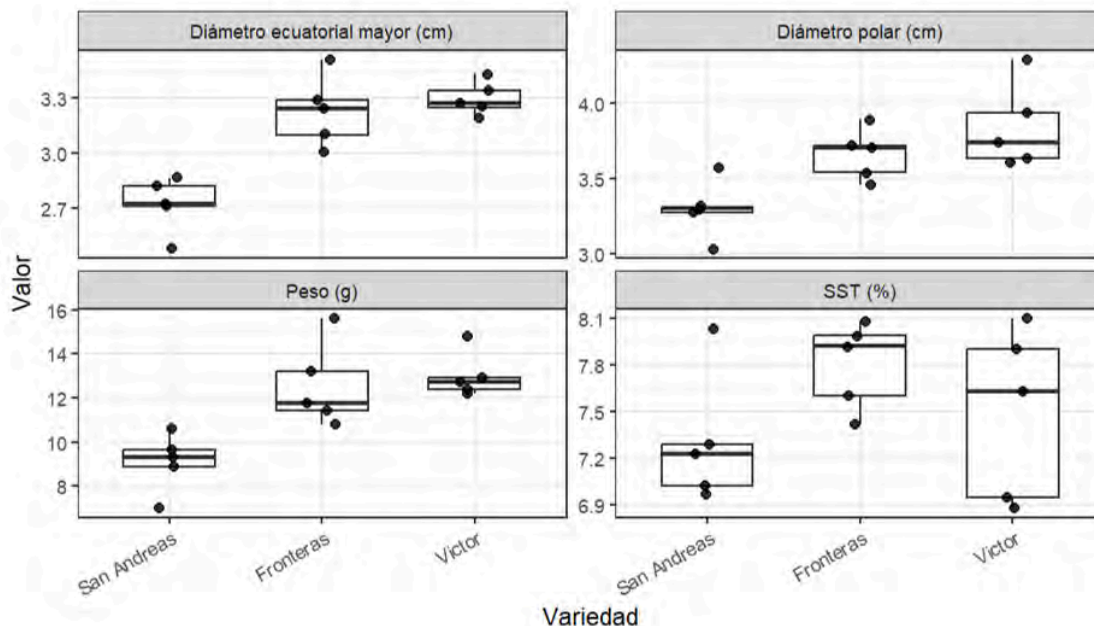
En cuanto al peso del fruto, Víctor presentó el mayor valor promedio (13 ± 1.04 g), muy cercano al de Fronteras (12.56 ± 1.92 g), mientras que San Andreas mostró un valor considerablemente menor (9.09 ± 1.33 g), evidenciando un menor desarrollo del fruto en esta variedad. Miranda *et al.* (2025) reporta valores similares para la variedad San Andreas y Simkova *et al.* (2023) para la variedad Fronteras.

Por otro lado, el contenido de sólidos solubles totales (SST) no siguió el mismo patrón, ya que la variedad Fronteras presentó el valor más alto ($7.8 \pm 0.28\%$), seguida de Víctor ($7.49 \pm 0.55\%$) y San Andreas ($7.31 \pm 0.43\%$), lo que sugiere diferencias menos marcadas en atributos químicos en comparación con las variables físicas. Minutti-López *et al.* (2019) reportó valores similares para la variedad San Andreas.

La distribución de las variables evaluadas por variedad se presenta en la Figura 1, donde se observa la variabilidad de los datos y la tendencia general descrita anteriormente.

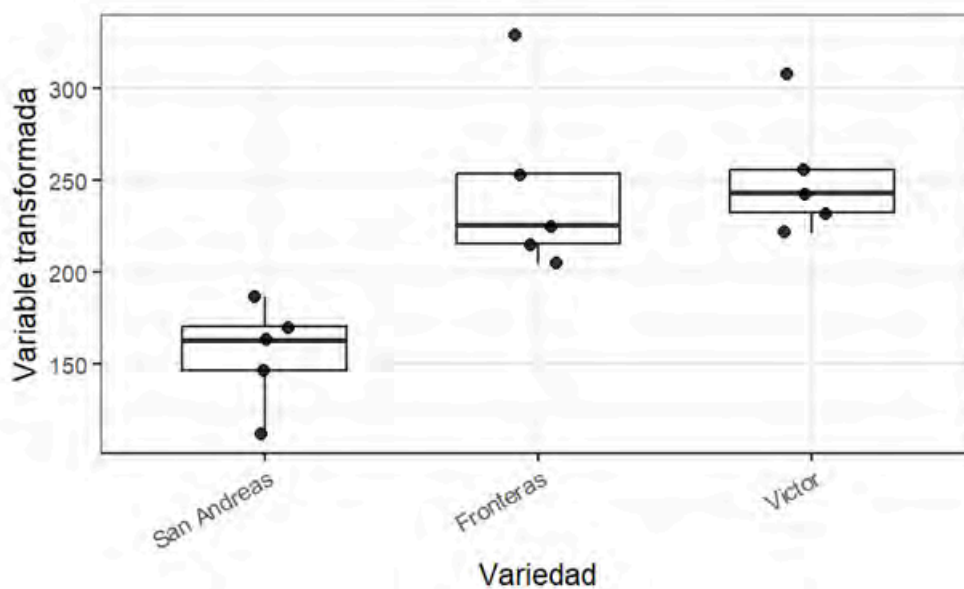


Figura 1. Distribución de las variables de calidad del fruto por variedad de fresa. Elaboración en software R.



La variable transformada tomó valores de 155.96 ± 28.14 para San Andreas, 245.4 ± 49.96 para Fronteras y 251.93 ± 33.51 para Víctor. La distribución de esta variable por variedad se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Distribución de la variable transformada por variedad de fresa. Elaboración en software R.



El análisis de varianza aplicado a la variable transformada (Cuadro 2) mostró diferencias estadísticamente significativas entre variedades ($F= 9.78$; $p= 0.003$), lo que indica que el comportamiento global de las variedades, considerando el conjunto de variables evaluadas, no fue homogéneo.

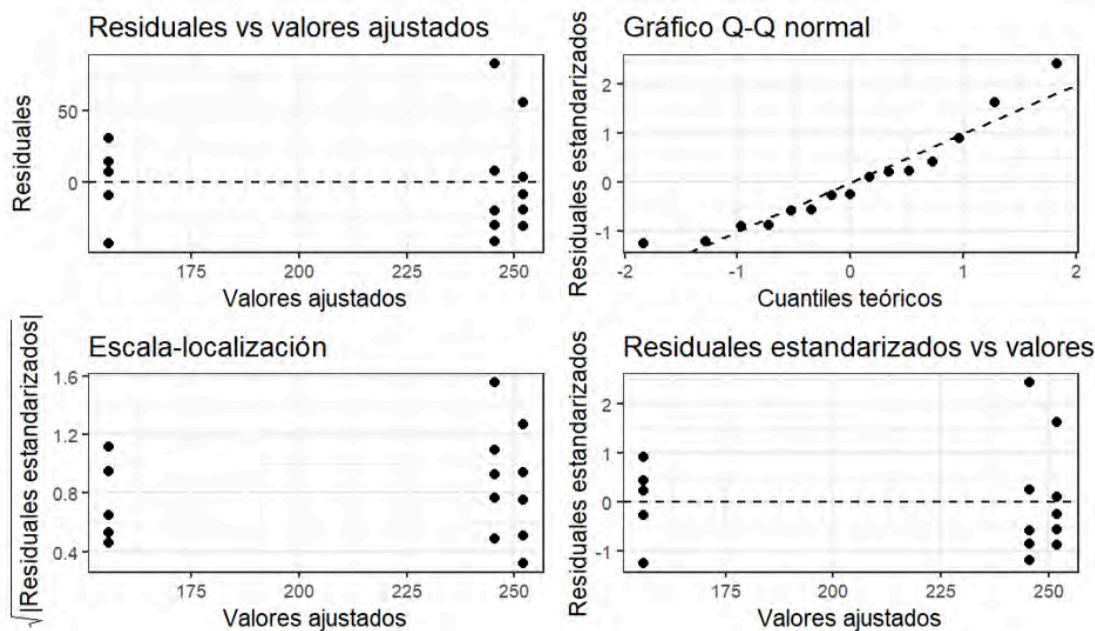
Cuadro 2. Análisis de varianza de la variable transformada.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	p-valor
Variedad	2	28 755	14 378	9.78	0.003
Error	12	17 644	1 470	-	-

El efecto significativo del factor variedad sugiere que al menos una de las variedades difiere del resto en términos del índice multivariado. Asimismo, la magnitud del estadístico F refleja una variación entre tratamientos considerablemente mayor que la variación dentro de las unidades experimentales.

La verificación de los supuestos del modelo indicó que los residuales se ajustaron a una distribución normal (Shapiro-Wilk, $p = 0.1981$) y que las varianzas fueron homogéneas (Levene, $p = 0.7719$), lo que se respalda con los gráficos del diagnóstico de modelo (Figura 3).

Figura 3. Gráficos de diagnóstico del modelo de análisis de varianza. software R.



La comparación múltiple de medias mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) (Cuadro 3) mostró que las variedades Víctor y Fronteras se ubicaron en el mismo grupo estadístico (a), sin presentar diferencias significativas entre ellas, con valores promedio de 251.93 y 245.4, respectivamente. Por su parte, la variedad San Andreas se ubicó en un grupo diferente (b), con un valor promedio significativamente menor (155.96).



Cuadro 3. Comparación de medias de la variable transformada mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Variedad	Variable transformada	Grupo
Víctor	251.93	a
Fronteras	245.4	a
San Andreas	155.96	b

Medias con la misma letra no presentan diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Estos resultados indican que, desde una perspectiva multivariada, las variedades Víctor y Fronteras presentan un desempeño superior y comparable entre sí en relación con el conjunto de variables evaluadas, mientras que San Andreas muestra un comportamiento significativamente inferior.

Conclusiones

El análisis exploratorio reveló que las variedades Víctor y Fronteras destacaron en tamaño y peso del fruto, mientras que San Andreas mostró los valores más bajos; sin embargo, los sólidos solubles totales presentaron poca variación entre variedades. Mediante una transformación multivariada que integró todas las variables en un solo índice, se confirmó que Víctor y Fronteras no difieren significativamente entre sí y alcanzan los valores más altos de calidad, en contraste con San Andreas, que registró valores significativamente inferiores.

Se concluye que, bajo condiciones de invernadero, en el Noreste de Guanajuato, las variedades Víctor y Fronteras destacan por su mejor desempeño global en la calidad del fruto, sobre San Andreas que presenta un menor rendimiento cuando se consideran conjuntamente.

Bibliografía

- 1 Aguilar-García, R.; Dávalos-González, P. A. and Jofre-Garfías, A. E. 2021. Strawberry iron-manganese chlorosis: a mathematic model to understand the phenomenon. *Acta Horticulturae*. 1309(IX International Strawberry Symposium):483-486. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2021.1309.69>.
- 2 Al-Abdullatif, F. A.; Al-Abdullatif, M. A. and Brooks, G. 2019. Manova post hoc techniques used in published articles: a systematic review. *General Linear Model Journal*. 45(1):4-11.
- 3 Alvarado-Chávez, J. A.; Gómez-González, A.; Lara-Herrera, A.; Díaz-Pérez, J. C. y García-Herrera, E. J. 2020. Rendimiento y calidad de fruto de fresa cultivada en invernadero en sistema hidropónico piramidal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 11(8):1737-1748. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i8.2460>.
- 4 Ariza, M. T.; Miranda, L.; Gómez-Mora, J. A.; Medina, J. J.; Lozano, D.; Gavilán, P.; Soria, C. and Martínez-Ferri, E. 2021. Yield and fruit quality of strawberry cultivars under different irrigation regimes. *Agronomy*. 11(2):261. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020261>.
- 5 Azodanlou, R.; Darbellay, C.; Luisier, J. L.; Villettaz, J. C. and Amadò, R. 2003. Quality assessment of strawberries (*Fragaria* species). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(3):715-721. <https://doi.org/10.1021/jf0200467>.
- 6 Bradford, E.; Hancock, J. F. and Warner, R. M. 2010. Interactions of temperature and photoperiod determine expression of repeat flowering in strawberry. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 135(2):102-107. <https://doi.org/10.21273/JASHS.135.2.102>.
- 7 Chiomento, J. L. T.; Lima-Júnior, E. P.; D'Agostini, M.; De Nardi, F. S.; Trentin, T. S.; Dornelles, A. G.; Huzar-Novakowski, J. and Calvete, E. O. 2021. Horticultural potential of nine strawberry cultivars by greenhouse production in Brazil: a view through multivariate analysis. *Scientia Horticulturae*. 279:109738. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109738>.

- 8 Chitarra, M. I. F. y Chitarra, A. B. 2005. Pós-colheita de frutas e hortaliças fisiologia e manuseio. 2^{da}. Edição. Livraria Funep. 783 p. <https://livraria.funep.org.br/product/pos-colheita-de-frutas-e-hortalicas-fisiologia-e-manuseio-2-edic-o/>.
- 9 Choi, H. G.; Moon, B. Y. and Kang, N. J. 2015. Effects of led light on the production of strawberries during cultivation in a plastic greenhouse and in a growth chamber. *Scientia Horticulturae*. 189:22-31. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.03.022>.
- 10 Corvino, A.; Romaniello, R.; Palumbo, M.; Ricci, I.; Cefola, M.; Pelosi, S. and Pace, B. 2023. Image analysis to predict the maturity index of strawberries. *Advances in Horticultural Science*. 37(1):83-87. <https://doi.org/10.36253/ahsc-13856>.
- 11 De Mendiburu, F. 2023. *Agricolae: Statistical procedures for agricultural research*. (Version 1.3-7) [R package]. <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>.
- 12 Hancock, J. F. 2020. *Strawberries*. James, F. Hancock. CABI.
- 13 Heide, O. M.; Stavang, J. A. and Sønsteby, A. 2013. Physiology and genetics of flowering in cultivated and wild strawberries a review. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 88(1):1-18. <https://doi.org/10.1080/14620316.2013.11512930>.
- 14 Herrera-Reyes, G. S.; Martínez-Reyes, M. Á.; Pérez-Rodríguez, P.; Romero-Padilla, J. M.; Luna-Espinoza, I. and Suárez-Espinosa, J. 2024. Analysis for multiple responses in a completely randomized experimental design. *Agrociencia*. 58(2):151-64. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v58i2.3164>.
- 15 Hoppula, K. B and Karthu, S. 2006. Strawberry fruit quality responses to the production environment. *Journal Food Agriculture and Environment*. 4(1):166-170.
- 16 Knapp, S. J.; Cole, G. S.; Shaw, D. V. and Larson, K. D. 2021. Strawberry plant named 'UCD Victor' (US. Patent No. USPP32966P3). United States Patent and Trademark Office.
- 17 Kottek, M.; Grieser, J.; Beck, C.; Rudolf, B. and Rubel, F. 2006. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*. 15(3):259-263. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>.
- 18 Krüger, E.; Josuttis, M.; Nestby, R.; Toldam-Andersen, T. B.; Carlen, C. and Mezzetti, B. 2012. Influence of growing conditions at different latitudes of Europe on strawberry growth performance, yield and quality. *Journal of Berry Research*. 2(3):143-157. <https://doi.org/10.3233/JBR-2012-036>.
- 19 Macías-Gallardo, F.; Barajas-Díaz, C. G. M.; Mireles-Arriaga, A. I. and Ozuna, C. 2023. Strawberry variety influences the effectiveness of postharvest treatment with gaseous ozone: impact on the physicochemical, microbiological, and bioactive properties of the fruit. *Processes*. 11(2):346. <https://doi.org/10.3390/pr11020346>.
- 20 Minutti-López, S. P.; Gallardo-Velázquez, T.; Osorio-Revilla, G. and Meza-Márquez, O. G. 2019. Chemical composition and antioxidant capacity in strawberry cultivars (*Fragaria x ananassa* Duch.) by FT-MIR spectroscopy and chemometrics. *CyTA-Journal of Food*. 17(1):724-732. <https://doi.org/10.1080/19476337.2019.1645211>.
- 21 Miranda, P. S.; Lima, Z. C. M.; Pérez-Maluf, R. and Moreira, A. A. 2024. Pollination of flowers of the San Andreas strawberry cultivar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 59:e03434. <https://doi.org/10.1590/s1678-3921.pab2024.v59.03434>.
- 22 Miranda, P. S.; Lima, Z. C. M.; Pérez-Maluf, R.; Oliveira, E. P.; Monroe, P. H. M. and Moreira, A. A. 2025. Influence of pollination mechanisms on the physical-chemical quality of strawberry (*Fragaria x ananassa*) cv. San Andreas. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 97(3):e20240799. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202520240799>.
- 23 Mixquititla-Casbis, G.; Villegas-Torres, O. G.; Andrade-Rodríguez, M.; Sotelo-Nava, H. y Cardoso-Taketa, A. T. 2020. Crecimiento, rendimiento y calidad de fresa por efecto del régimen nutrimental. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 11(6):1337-1348. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.2329>.

- 24 Palencia, P.; Giné-Bordonaba, J.; Martínez, F. and Terry-León, A. 2016. Investigating the effect of different soilless substrates on strawberry productivity and fruit composition. *Scientia Horticulturae*. 203:12-19. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.03.005>.
- 25 R Core Team. 2024. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria, <http://www.R-project.org>.
- 26 Shaw, D. and Larson, K. 2014. Strawberry plant named 'Fronteras' (US. Patent Application No. US 2015/0230374 A1). United States Patent and Trademark Office.
- 27 Simkova, K.; Veberic, R.; Hudina, M.; Grohar, M. C.; Ivancic, T.; Smrke, T.; Pelacci, M. and Jakopic, J. 2023. Berry size and weight as factors influencing the chemical composition of strawberry fruit. *Journal of Food Composition and Analysis*. 123:105509. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105509>.
- 28 Skrovankova, S.; Sumczynski, D.; Mlcek, J.; Jurikova, T. and Sochor, J. 2015. Bioactive compounds and antioxidant activity in different types of berries. *International Journal of Molecular Sciences*. 16(10):24673-24706. <https://doi.org/10.3390/ijms161024673>.
- 29 Sønsteby, A. and Heide, O. M. 2009. Temperature limitations for flowering in strawberries and raspberries. *Acta Horticulturae*. 838:93-98. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.838.15>.
- 30 Steiner, A. A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant and Soil*. 15(2):134-154. <https://doi.org/10.1007/BF01347224>.
- 31 Ulrich, D. and Olbricht K. 2013. Diversity of volatile patterns in sixteen *Fragaria vesca* L. accessions in comparison to cultivars of *Fragaria* × *ananassa*. *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 86:37-46. Doi:10.5073/JABFQ.2013.086.006.



Evaluación del rendimiento y calidad de fruto de tres variedades de fresa bajo invernadero para el noreste de Guanajuato

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
ISSN (electronic): 2007-9230
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (México)

Article/Issue Information
Date received: 01 July 2026
Date accepted: 01 September 2026
Publication date: 01 September 2026
Volume: 17
Issue: 6
Electronic Location Identifier: e4267
DOI: 10.29312/remexca.v17i6.4267

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

análisis de varianza

calidad del fruto

sólidos solubles totales

Counts

Figures: 3

Tables: 3

Equations: 2

References: 31