

## **ESTIMACION DE LA PLASTICIDAD FENOLÓGICA DEL TOMATE SILVESTRE (*Solanum pimpinellifolium* L.) EN EL CANTON BOLIVAR, PROVINCIA DE MANABÍ. ECUADOR.**

Ing. Byron Zevallos Bravo Ph.D.

Profesor Titular Principal 1. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Lic. Katty Paola Ormaza Cedeño.

Técnico Laboratorio de Suelo, Agua y Planta. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Contacto: [bzevallos@espam.edu.ec](mailto:bzevallos@espam.edu.ec), [byronze@hotmail.com](mailto:byronze@hotmail.com).

### **RESUMEN**

El conocimiento actual de la diversidad genética del tomate es importante, pero, históricamente, se considera que la teoría evolutiva ha sesgado el efecto del ambiente sobre su fenotipo. Considerando que la plasticidad fenotípica es la capacidad de un organismo de producir fenotipos diferentes en respuesta a cambios en el ambiente, resulta de interés estudiar el potencial adaptativo de la especie. El género *Solanum* L. subsección *Lycopersicon* (Mill.) Wettst, incluye 17 especies entre estas el tomate cultivado (*S. lycopersicum* L.) y la especie silvestre *Solanum pimpinellifolium* L. El conocimiento de la diversidad genética silvestre del tomate contribuirá a conocer su potencial y la posibilidad de aprovecharlo en los programas de mejoramiento genético. Por lo anterior, se justifica la investigación ya que contribuye a establecer una estrategia para la preservación de la diversidad de la especie, las cuales han sido poco estudiadas. La investigación consistió en la colecta y caracterización ambiental *in situ* y la caracterización *ex situ* de las accesiones en condiciones de campo, realizada en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí y determinaciones analíticas en el laboratorio de suelo, agua y planta de la antes mencionada Institución. Se aplicaron cuatro descriptores de caracterización del sitio y medio ambiente propuestos por el International Plant Genetic Resources Institute, y posteriormente, se aplicaron ocho descriptores de caracterización para el tomate, específicamente, del fruto, susceptibilidad a estrés biótico y abiótico. Se estableció una alta plasticidad fenotípica del tomate silvestre (*S. pimpinellifolium* L.), además, se caracterizó su desarrollo *ex situ*.

**Palabras Clave:** Plasticidad fenotípica, Tomate silvestre, Accesoión, Descriptores de caracterización.

## INTRODUCCIÓN

El género *Solanum* L. subsección *Lycopersicon* (Mill.) Wettst. incluye 17 especies entre las que se encuentran el tomate cultivado (*S. lycopersicum* L.) y la especie silvestre *Solanum pimpinellifolium* L. (Spooner *et al.*, 2005; Peralta *et al.*, 2006). Ambas especies son auto-compatibles y con frutos rojos, pero difieren en el tamaño del fruto y la forma de su hoja (Peralta y Spooner, 2000; Van der Knaap *et al.*, 2014). Las poblaciones de la especie silvestre se han reducido o presentan riesgos de extinción debido a la pérdida de su hábitat por factores climáticos (Bioversity, 2006; Bauchet y Causse, 2012).

Los tomates silvestres se encuentran en una gran cantidad de hábitats, desde el nivel del mar hasta alturas de más de 3000 msnm, desde las áridas costas del Pacífico hasta las tierras altas húmedas de Los Andes. Se distribuyen solo por América, vegetando en los Andes sudamericanos desde el centro de Ecuador a través de Perú y hasta el norte de Chile y en las Islas Galápagos, donde crecen las especies endémicas *S. cheesmaniae* y *S. galapagaense* (Peralta y Spooner, 2000). Es importante tener en cuenta que esta heterogeneidad ambiental promueve la plasticidad fenotípica de las especies y tiene relación directa con la estructura genética de las poblaciones (Keyghobadi *et al.*, 1999; Auld *et al.*, 2010) por lo que, en la medida que las frecuencias genéticas cambian, se manifiestan en el fenotipo en respuesta a las condiciones ambientales y tal variación se refleja en diferencias intra o interpoblacionales (Fordyce, 2006). Entonces, la diferenciación entre nichos ecológicos induce los procesos de especiación simpátrica y también a la extinción de las especies o variantes poblacionales que no logran adaptarse (Van Doorn *et al.*, 1998).

Respecto a la influencia del ambiente sobre la variación morfológica de variedades silvestres del tomate, Zuriaga *et al.* (2009) determinaron una alta correlación entre las variables climáticas y la divergencia genética de las poblaciones de *S. pimpinellifolium* originarias de Perú y Ecuador. Sifres *et al.* (2011) reportan la diferenciación geográfica de *S. habrochaites* en su área de

distribución. Nakazato *et al.* (2011) demuestran en su estudio que los patrones de la evolución natural del tomate silvestre, incluyendo su historia demográfica, patrones de dispersión, divergencia interespecífica e hibridación, se encuentran muy relacionado con las características geográficas y ecológicas del lugar de origen.

El conocimiento de la diversidad genética del tomate es considerable, sin embargo, es conocido también por lo mencionado anteriormente, que la plasticidad fenotípica se manifiesta en respuesta a las condiciones ambientales. Respecto a la diversidad genética silvestre del tomate en el cantón Bolívar de la provincia de Manabí, no se tiene conocimiento de que investigaciones similares se hayan publicado, por lo que el presente trabajo contribuirá a mejorar su conocimiento y permitirá vislumbrar la respuesta evolutiva ante el inminente cambio climático.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Generalidades de los experimentos y tratamiento estadístico de los datos**

La investigación consistió en: colecta de las accesiones y caracterización ambiental *in situ*; caracterización *ex situ* de las accesiones en condiciones de campo, realizada en el área experimental de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí y determinaciones analíticas en condiciones de laboratorio realizadas en el laboratorio de suelo de la antes mencionada Institución.

En el procesamiento estadístico de los datos se utilizó el SPSS (Versión 11.5 para Windows, SPSS Inc.). En el caso de la colecta *in situ* se aplicó estadística descriptiva mediante el cálculo de las frecuencias relativas de accesiones presentes en cada una de las categorías de la variable analizada. Para la caracterización *ex situ* se utilizó la prueba chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) para probar si existía el mismo número de accesiones ( $p=0,05$ ). Se realizó además un análisis jerárquico de clúster con las variables cuantitativas, lo que generó un dendograma con los agrupamientos promedios (entre grupos). Se realizaron ANOVA para las variables que mostraron distribución normal y homogeneidad de las varianzas, para la separación de las medias se utilizaron las pruebas t-test y Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

## **Colecta y caracterización de la diversidad del tomate silvestre (*Solanum pimpinellifolium* L.) en el cantón Bolívar (provincia de Manabí, Ecuador)**

El cantón Bolívar está ubicado en la parte centro noreste de la provincia de Manabí, Ecuador, limita al este con el cantón Pichincha, al sur con los cantones Portoviejo y Junín y al norte con los cantones Tosagua y Chone. Su extensión es cerca de 600 km.

En cada lugar de colecta se cosecharon semillas de una planta sana y se aplicaron cuatro descriptores esenciales discriminantes de caracterización del sitio y medio ambiente propuestos por el *International Plant Genetic Resources Institute* (IPGRI, 1996) de necesaria disponibilidad para cualquier accesión e importantes para la interpretación de los resultados (Pacheco, 2011), y fueron los siguientes:

- Textura del suelo, determinado por análisis en correspondencia a cada fracción fina de suelo. Adaptado de FAO (1990).
- Disponibilidad de agua: 1: Lluvioso, 2: Bajo riego, 3: Inundado, 4: Orilla del Rio, 5: Costa del mar, 6: Otro.
- pH, valor real a una profundidad de 16-30 cm a un lado de la accesión.
- Pedregosidad: Clase 0: Sin piedras o con muy pocas, Clase 1: Moderadamente pedregoso, Clase 2: Pedregoso, Clase 3: Muy pedregoso, Clase 4: Excesivamente pedregoso, Clase 5: Terreno ripioso.

### **Caracterización *ex situ* de las accesiones**

Esta actividad se realizó bajo condiciones de campo establecidas como topografía plana; buen drenaje; pH 6,6; textura franco-arcillosa (FAO, 1990) y 15 m sobre el nivel del mar. Se compararon 63 accesiones colectadas. Se establecieron tres repeticiones de 30 plantas cada una. Dentro de cada repetición, las accesiones se distribuyeron al azar en un marco de siembra de hilera simple con un distanciamiento de 150 cm x 150 cm. Se aplicó riego superficial por surcos en tres momentos diferentes, en el trasplante de las plantas desde el semillero, a los 7 y 21 días. Se seleccionaron ocho descriptores de caracterización para el tomate, específicamente del fruto, susceptibilidad a estrés biótico y abiótico, propuestos por el *International Plant Genetic Resources Institute*

(IPGRI, 1996), y fueron los siguientes:

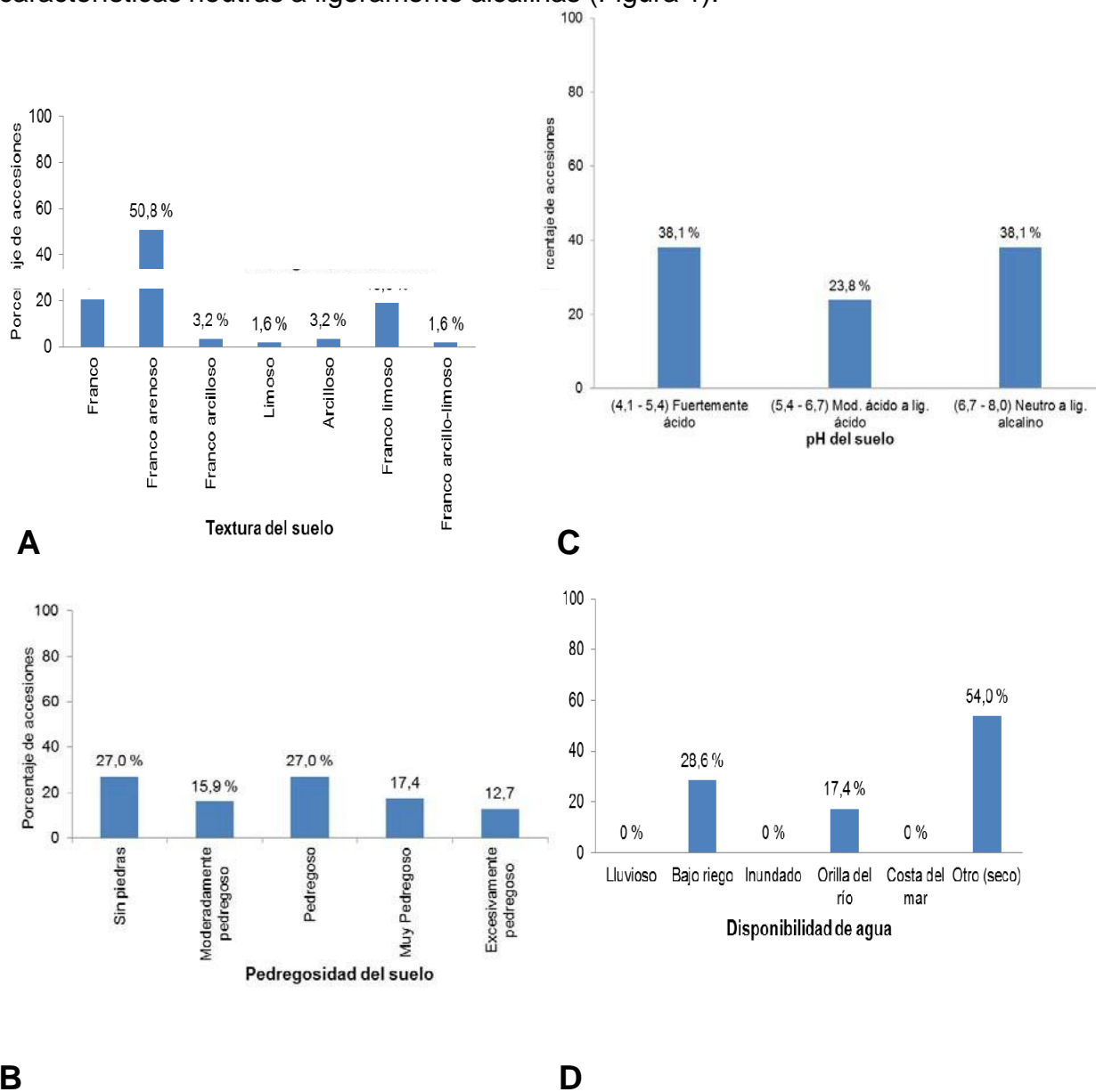
- Número de frutos por inflorescencia, evaluado en el segundo racimo.
- Tamaño del fruto: 3: Pequeño, 5: Mediano, 7: Grande.
- Masa del fruto (g), masa promedio de 10 frutos tomados al azar
- Intensidad del color del fruto: 3: Poca, 5: Intermedia, 7: Mucha.
- Sólidos solubles, medido en unidades Brix (porcentaje de sólidos), de cuatro muestras de zumo compuesto de cinco frutos.
- Acidez del fruto, medida a partir de dos muestras de zumo compuesto de cinco frutos.
- Susceptibilidad al estrés por sequía: 1: Muy baja o sin signos visibles de susceptibilidad, 3: Baja, 5: Intermedia, 7: Alta, 9: Muy alta.
- Susceptibilidad al estrés por insectos (*Prodidiplosis longifila*): 1: Muy baja o sin signos visibles de susceptibilidad, 3: Baja, 5: Intermedia, 7: Alta, 9: Muy alta. El descriptor de tomate (IPGRI, 1996) orienta a evaluar especies de insectos entre las cuales no aparece esta especie, el criterio para evaluarla fue que *P. longifila* es considerada la principal plaga del tomate en Ecuador (Valarezo *et al.*, 2003).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **Colecta y caracterización de la diversidad del tomate silvestre (*Solanum pimpinellifolium* L.) en el cantón Bolívar (provincia de Manabí, Ecuador)**

Se colectaron 63 accesiones de tomate silvestre (*S. pimpinellifolium*). Los datos para la variable textura del suelo estableció que el 50,8% de las accesiones fueron colectadas en suelos con textura franco arenosa, seguida con el 20,6% y 19,0% de accesiones ubicadas en suelos con características de textura franco y franco limoso, respectivamente, los otros niveles de la variable mostraron porcentajes menores (Figura 1). Con respecto a la variable disponibilidad de agua, la distribución de frecuencias permitió establecer que el 54,0% de las accesiones

se encontraban en condiciones secas, un 28,6% bajo riego y un 17,4% a orillas del río, en los otros niveles de la categoría no se encontraron accesiones (Figura 1). Para la variable pH del suelo, se estableció que el 38,1% de las accesiones se encontraron en suelos con características fuertemente ácidas, un 23,8% en suelos moderadamente ácidos a ligeramente ácidos y un 38,1% en suelos con características neutras a ligeramente alcalinas (Figura 1).



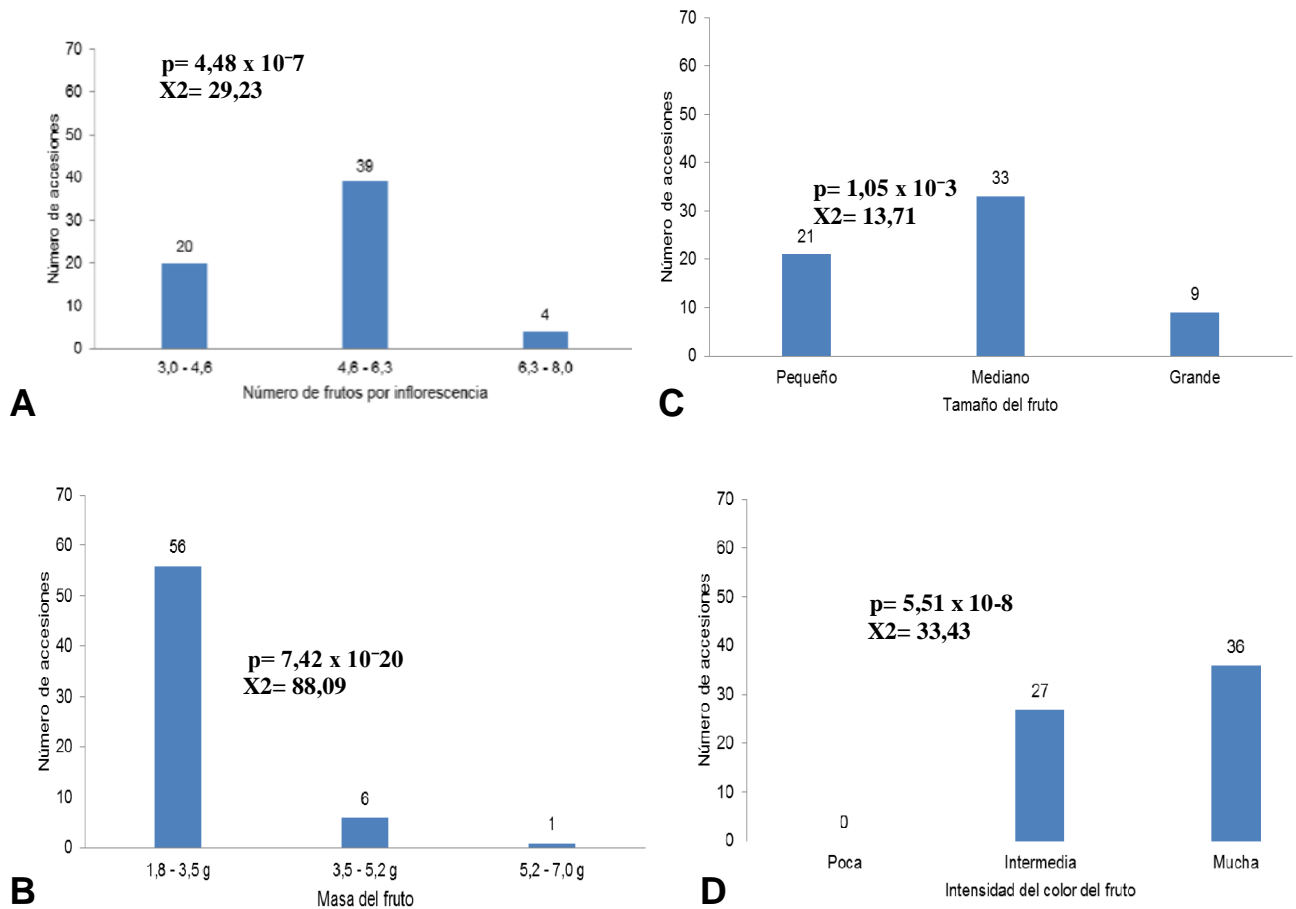
**Figura 1.** Características de los diferentes sitios de colecta. A: Textura del suelo. B: Pedregosidad del suelo. C: pH del suelo. D: Disponibilidad de agua.

Para la variable pedregosidad del suelo, la distribución de frecuencias permitió establecer que el 27,0% de las accesiones se colectaron en suelos pedregosos, similar situación a lo ocurrido en suelos sin piedras, los porcentajes de accesiones colectadas en los otros niveles establecidos en la categoría, fluctuaron entre 17,4% y 12,7% (Figura 1).

La variación de las condiciones edafoclimáticas imperantes en los sitios de colecta podría determinar la alta variabilidad morfológica establecida en esta investigación. Pacheco (2011) estableció que existe una relación directa de la variabilidad morfológica evaluada en tomate (*S. lycopersicum*) y determinada por las diferencias ecológicas de los sitios de la colecta, además, refiere que la variación está definida por la altitud, tipo de vegetación, tipo de suelo, temperatura (mínima absoluta, mínima promedio y media anual) y la precipitación anual. Por lo tanto, concluye que la variación ecológica del sitio de colecta se correlaciona significativamente con la variación morfológica de las poblaciones caracterizadas de tomate silvestre y cultivado, e infiere que continúa el proceso evolutivo del tomate, ya que es posible encontrar variantes silvestres y con cierto grado de domesticación.

### **Caracterización *ex situ* de las accesiones**

El análisis de los resultados para el número de frutos por inflorescencia, permitió establecer diferencias estadísticas significativas en el número de accesiones en cada categoría establecida. Para las variables descritas, predominaron plantas de 4,6 a 6,3 frutos por inflorescencia. Para las variables, tamaño del fruto y masa del fruto, se determinaron diferencias estadísticas significativas. Existieron diferencias en la distribución del número de accesiones en las categorías establecidas, esto permitió establecer características fenotípicas tales como tamaño del fruto de mediano a pequeño (Figura 2), frutos con masa promedio entre 1,8 y 3,5 g (Figura 2).



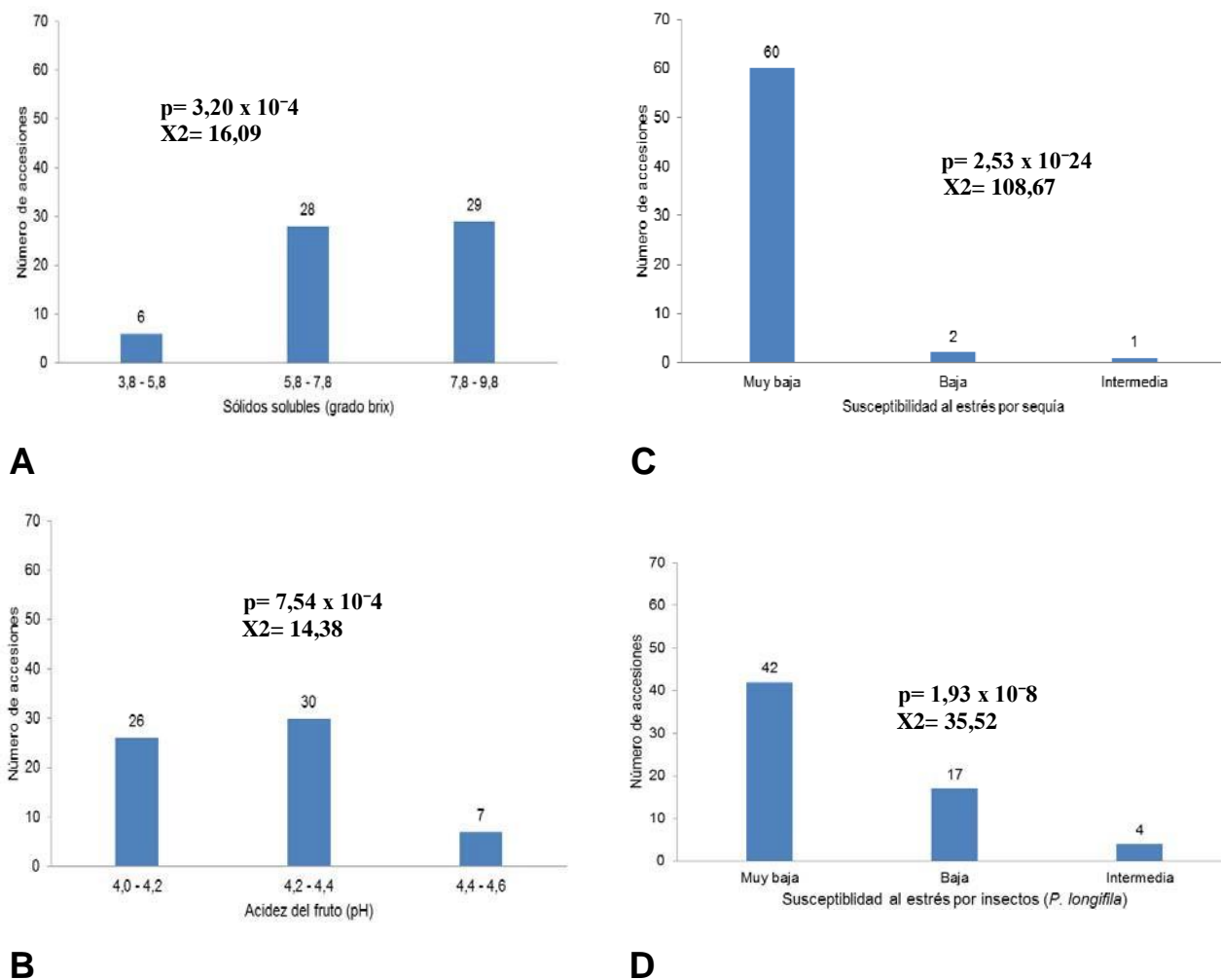
**Figura 2.** Caracterización *ex situ* de las accesiones. A: Numero de frutos por inflorescencia. B: Masa del fruto. C: Tamaño del fruto. D: Intensidad del color del fruto.

El análisis de los resultados para la variable intensidad del color del fruto, mostraron diferencias estadísticas significativas en el número de accesiones en cada categoría establecida para el efecto, para la variable descrita predominaron plantas con mucha intensidad en el color del fruto (Figura 2).

El análisis de los resultados para las variables sólidos solubles, acidez del fruto, susceptibilidad al estrés por sequía y susceptibilidad al estrés por insecto (*P. longifila*), mostró diferencias estadísticas significativas en el número de accesiones en cada categoría establecida. Con respecto a las variables observadas predominaron frutos con 7,8 y 9,8 de grados Brix (Figura 3), frutos ácidos (Figura 3),



muy baja susceptibilidad a la sequía (Figura 3) e insecto (*P. longifila*) (Figura 3).



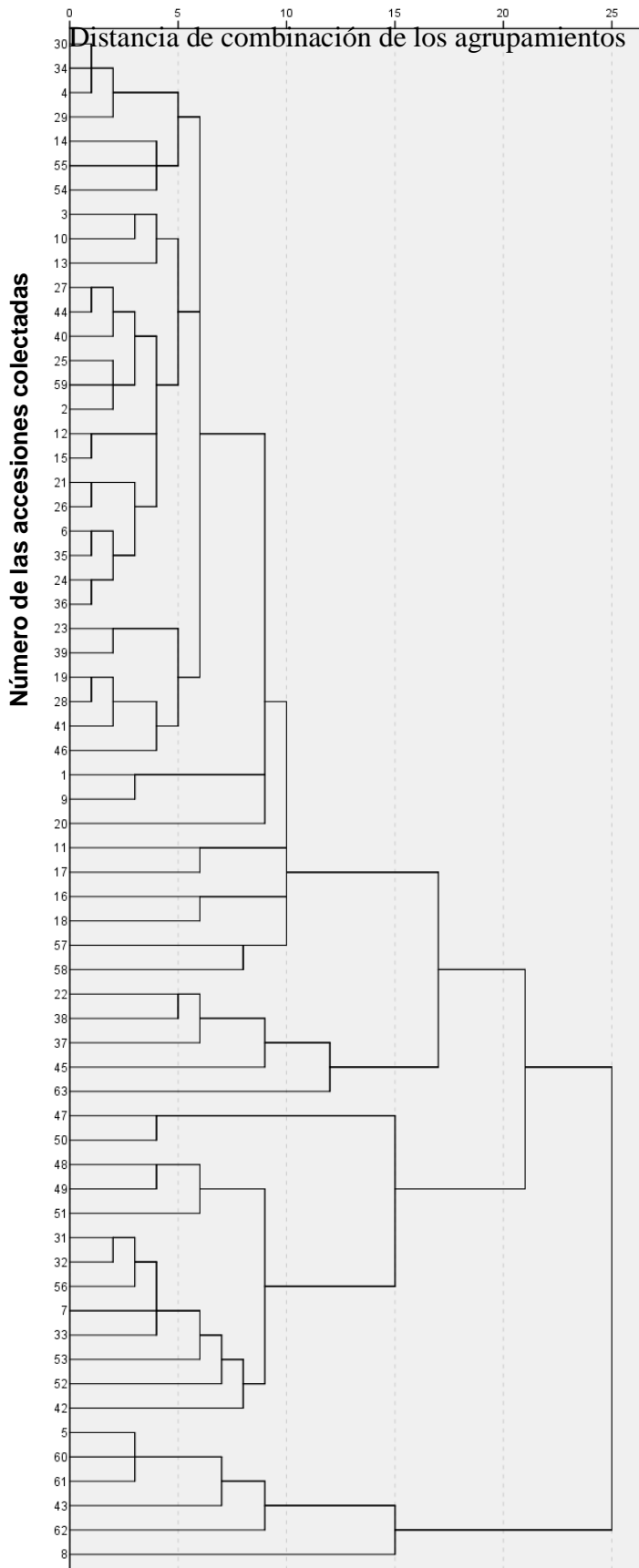
**Figura 3.** Caracterización ex situ de las accesiones. A: Sólidos solubles. B: Acidez del fruto. C: Susceptibilidad al estrés por sequía. D: Susceptibilidad al estrés por insectos.

El análisis jerárquico de clústers, mostró un dendograma que se generó con los agrupamientos promedios de las variables cuantitativas evaluadas *ex situ*, bajo condiciones controladas en el área experimental de Manabí (Figura 4). El dendograma se generó con el cuadrado de la distancia Euclideana y para clasificar las accesiones en grupos homogéneos de tal manera que permitiera una mejor interpretación de los mismos, se procedió a realizar el corte con una distancia de combinación de 20.

Se conformaron tres grupos en los cuales se ubicaron las accesiones que se parecieron más en cuanto a todas las variables cuantitativas evaluadas. El grupo 1 estuvo conformado por 44 accesiones cuyos valores en los descriptores longitud de guía y longitud de pétalo son considerados altos; los descriptores que se encontraron cercanos al valor promedio de las accesiones fueron longitud del sépalo, número de frutos por inflorescencia, grosor del pericarpio y número de lóculos; y los descriptores con valores bajos en este grupo fueron masa del fruto, longitud del fruto, ancho del fruto, longitud del pedicelo, tamaño del corazón, sólidos solubles y acidez del fruto.

El grupo 2 estuvo conformado por 13 accesiones con valores considerados altos para los descriptores sólidos solubles y acidez del fruto; valores cercanos al promedio para los descriptores longitud de la guía, longitud del pétalo, masa del fruto, longitud del fruto, ancho del fruto, longitud del pedicelo y tamaño del corazón; así como, valores bajos para la longitud del sépalo, frutos por inflorescencia, grosor del pericarpio y número de lóculos.

El grupo 3 estuvo conformado por 6 accesiones y con valores altos para los siguientes descriptores, longitud de sépalo, frutos por inflorescencia, masa de fruto, longitud de fruto, ancho de fruto, longitud de pedicelo, grosor del pericarpio, tamaño del corazón y número de lóculos; se encontraron cercano al valor promedio los descriptores, sólidos solubles y acidez del fruto; y con valores considerados bajos de los descriptores longitud de guía y longitud de pétalo.



**Figura 4.** Análisis jerárquico de clústers. Dendograma generado con los agrupamientos promedios (entre grupos). Se utilizaron 13 variables cuantitativas evaluadas *ex situ*.

El análisis de las variables cualitativas permitió establecer que existió una gran similitud en la mayoría de los descriptores aplicados a los grupos establecidos, es así que, prevalecieron plantas con un tipo de crecimiento semideterminado, tamaño de planta intermedio, densidad de pubescencia del tallo densa, longitud del entre nudo corto, densidad del follaje intermedio, posición de la hoja horizontal, tipo de hoja pimpinellifolium, disección de la hoja alta, coloración de las venas normales, color de la corola amarilla, tipo de corola abierta, color del fruto no maduro blanco verduzco, rayas verdes en el fruto no maduro presente, pubescencia en el fruto escasa, forma predominante del fruto redondeado, homogeneidad del fruto alta, color del fruto maduro rojo, intensidad del color del fruto alto, forma secundaria del fruto algo achatado, hombro del fruto aplanado, color del pericarpio rojo, intensidad del color del pericarpio intermedia, forma del corte transversal del fruto redondo, susceptibilidad a estrés abiótico (sequía) muy baja, susceptibilidad a estrés biótico por insectos (*P. longifila*) muy baja, susceptibilidad a estrés biótico por hongos (*Phytophthora* spp.) muy baja. La similitud descrita también fue compartida en el descriptor uniformidad de madurez en donde las accesiones del grupo 1 fueron catalogadas como de madurez escasa-intermedia y accesiones del grupo 2 como intermedia-buena, y en el grupo 3 todas presenta buena uniformidad de la madurez. Además, el descriptor tamaño del fruto evidenció diferencias entre los grupos, por lo que correspondió al grupo 1 y 2 el calificativo de frutos medianos y para el grupo 3, frutos grandes.

Lobo y Medina (2001) realizaron un estudio de variabilidad morfológica con 39 caracteres cualitativos y 11 cuantitativos de tomate cherry, evaluaron y caracterizaron 82 introducciones de tomate cherry provenientes de diferentes partes del mundo. Los resultados obtenidos mostraron una amplia variabilidad cualitativa y cuantitativa, señalaron un gran potencial para realizar mejoramiento de este tomate cherry o para insertar genes a materiales de frutos grandes. Restrepo (2007) evaluó 25 accesiones de tomate tipo "chonto" provenientes de diferentes departamentos de Colombia y encontró diferencias muy significativas entre las accesiones para 11 de los 14 descriptores y coeficientes de variación altos, además indicó el uso promisorio de la colección.

La respuesta de las accesiones colectadas a diferentes estreses bióticos y

abióticos es de resaltar pues existe información científica que afirma la posibilidad de uso de ese recurso en el mejoramiento genético (Florigo *et al.*, 2007). En ese contexto, Mena (2012) señaló que las accesiones silvestres de *S. habrochaites* var. *glabratum* no mostraron daño, ni fueron atractivas ni preferidas para la oviposición por prodioposis y las clasifica como muy resistentes a *P. longifila*.

La información científica precedente señaló lo importante para futuros programas de mejoramiento genético del tomate preservar sus parientes silvestres. Como resultado de este trabajo se colectaron 63 accesiones de *S. pimpinellifolium* con marcadas diferencias en la mayoría de los indicadores aplicados, tanto ambientales *in situ* como de caracterización bioquímica y botánica *ex situ* lo que es importante de conservar.

## CONCLUSIONES

1. Se estableció una alta plasticidad fenotípica del tomate silvestre (*S. pimpinellifolium* L.) en el cantón Bolívar, provincia de Manabí.
2. Se colectaron 63 accesiones de tomate silvestre (*Solanum pimpinellifolium* L.) con diferencias marcadas en cuanto a los indicadores de caracterización *ex situ*.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Auld JR, Agrawal A, Relyea R (2010) Re-evaluating the costs and limits of adaptive phenotypic plasticity. *P R Soc London* 277:503-511.
2. Bauchet G, Causse M (2012) Genetic diversity in tomato (*Solanum lycopersicum*) and its wild relatives. En: Caliskan PM (ed) *Genetic Diversity in Plants*, Croatia, pp. 133-162.
3. Bioversity (2006) *Parientes silvestres de cultivos*. Geneflow, Roma, Italia, 26 pp.
4. FAO (1990) *Guidelines for soil profile description*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia.
5. Fordyce JA (2006) *The evolutionary consequences of ecological interactions*

- mediated through phenotypic plasticity. *J Exp Biol* 209:2377-2383.
6. Florido M, Arencibia A, Plana D, Alvarez M, Lopez J, Lara R (2007) Análisis de la diversidad genética en tomate (*Solanum L.* sección *Lycopersicom* subsección *Lycopersicom*) utilizando AFLP. *Cultivos Tropicales* 28:83-87.
  7. IPGRI (1996) Descriptors for tomato (*Lycopersicon* spp.). International Plant Genetic
  8. Lobo M, Medina CI (2001) Variabilidad morfológica en el tomate pajarito (*Lycopersicon esculentum* var *cerasiforme*), precursor del tomate cultivado. *Rev Corpoica* 3(2):39-50. Resources, Roma, Italia, 70 pp.
  9. Keyghobadi N, Roland J, Strobeck C (1999) Influence of landscape on population genetic structure of the alpine butterfly *Parnassius smintheus* (Papilionidae). *Mol Ecol* 8:1481-1495.
  10. Mena Y (2012) Evaluación de la resistencia a *Protoplasma longifila* Gagné (diptera:Cecidomyiidae) en materiales segregantes de tomate cultivado y accesiones silvestres de *Solanum habrochaites* Knapp y Spooner var. *Glabratum*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Palmira.
  11. Nakazato T, Housworth EA (2011) Spatial genetics of wild tomato species reveals roles of the Andean geography on demographic history. *Am J Bot* 98(1):88-98.
  12. Pacheco I (2011) Distribución geográfica de la variabilidad morfológica intraespecífica de *Lycopersicon esculentum* Mill. (Solanaceae) en el estado de Oaxaca. Tesis para obtener el título de Licenciatura en Biología, Universidad del Mar, Oaxaca, México, 88 pp.
  13. Peralta IE, Knapp S, Spooner DM (2006) Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. *Tomato Genet Coop Rep* 56:6-12.
  14. Peralta IE, Spooner DM (2000) Classification of wild tomatoes: a review. *Kurtziana* 28:45-54.
  15. Restrepo E (2007) Estudios básicos para iniciar la producción de cultivares de tomate *Solanum lycopersicum* L. con resistencia al pasador del fruto *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée). Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Colombia, Palmira.
  16. Sifres A, Blanca J, Nuez F (2011) Pattern of genetic variability of *Solanum habrochaites* in its natural area of distribution. *Genet Resour Crop Ev* 58:347-36
  17. Spooner DM, Peralta I, Knapp S (2005) Comparison of AFLPs with other markers for phylogenetic inference in wild tomatoes *Solanum L.* section *Lycopersicon* (Mill.).

Taxon 54:43-61.

18. Valarezo O, Cañarte E, Navarrete B, Arias M (2003) *Prodiplosis longifila* (Diptera: Cecidomyiidae) principal plaga del tomate en Ecuador. Diagnóstico, bioecología y manejo. Manual No. 51. INIAP, PROMSA Y CEDEGE. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Portoviejo. Proyecto IGCV028.
19. Van Doorn GS, Noest AJ, Hogeweg P, Vargas CD (1998) Sympatric speciation and extinction driven by environment dependent sexual selection. *P R Soc London* 265:1915-1919.
20. Van der Knaap E, Chakrabarti M, Chu Y, Clevenger J, Illa-Berenguer E, Huang Z, Keyhaninejad N, Mu Q, Sun L, Wang J, Wu S (2014) What lies beyond the eye: the molecular mechanisms regulating tomato fruit weight and shape. *Front Plant Sci*5(227):1-13.
21. Zuriaga E, Blanca JM, Cordero L, Sifres A, Blas-Cerdán W, Morales R, Nuez F (2009) Genetic and bioclimatic variation in *Solanum pimpinellifolium*. *Genet Resour Crop Ev* 56:39-51.





