

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Caracterización Morfológica y Agronómica de Genotipos de  
Chile de Árbol Colectados en Chihuahua y Sinaloa.

Por:

**MIGUEL PÉREZ DE LA CRUZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Enero, 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Caracterización Morfológica y Agronómica de Genotipos de Chile de Árbol  
Colectados en Chihuahua y Sinaloa.

Por:

**MIGUEL PÉREZ DE LA CRUZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Francisco Alfonso Gordillo Melgoza

Asesor Principal

Dr. Fernando Borrego Escalante

Coasesor

Dr. Neymar Camposeco Montejo

Coasesor

Dr. Alberto Sandoval Rangel

Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Enero, 2025

## Declaración de no plagio

El autor principal quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos: Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



---

Miguel Pérez De La Cruz

## **Agradecimientos**

A Dios, por darme la vida, salud y fuerza en las diferentes etapas que me ha tocado pasar, también por darme la oportunidad de rodearme de buenas personas durante mi carrera profesional.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por haberme abierto las puertas como una segunda casa y formarme profesionalmente, así como al Departamento de Fitomejoramiento por brindarme toda su sabiduría durante estos cuatro años.

Al **Dr. Francisco Alfonso Gordillo Melgoza** mi asesor, por brindarme su apoyo durante el trabajo de tesis, haberme brindado sus conocimientos, por ser un buen maestro, buen amigo y consejero.

Al **Dr. Fernando Borrego Escalante** por su apoyo y tiempo brindado en la aportación y revisión del presente trabajo.

A la **MC. Cristina Patricia Aguilar Aranda**, por su valiosa colaboración en la toma de datos del presente trabajo.

Al **Dr. Neymar Camposeco Montejo** por su aportación en la revisión del presente trabajo y por su tiempo dedicado.

A **mis amigos** de la universidad por brindarme su amistad, en especial María Dolores, Carlos Manuel, Roberto Carlos, por los momentos que pasamos juntos de alegrías y tristezas.

## **Dedicatorias**

A mis padres **María Del Rosario** y **Miguel Pérez** les agradezco por ser los pilares sobre los que se construye mi vida. Por su sacrificio, por los valores que me han transmitido y por enseñarme a ser mejor persona cada día. No importa lo que pase, sé que siempre puedo contar con ustedes.

**A mí**, por no rendirme a lo largo de este camino y siempre logrando superar los obstáculos que se fueron presentando, que este trabajo de investigación sea un recordatorio de la capacidad que para lograr una meta.

A mis hermanos **Salvador Pérez** y **Rigoberto Pérez** por brindarme su apoyo en todo momento.

## Índice de contenido

Agradecimientos .....	3
Dedicatorias .....	5
Resumen .....	10
I. Introducción .....	11
1.2 Objetivos. ....	13
1.2.1 Objetivo General. ....	13
1.2.2 Objetivos específicos.....	13
1.3 Hipótesis.....	13
II. Revisión de literatura .....	14
2.1 Origen.....	14
2.2 Descripción botánica.....	14
2.3 Clasificación Taxonómica .....	15
2.4 Importancia de la producción de Chile.....	16
2.5 Producción mundial .....	17
2.6 Producción nacional.....	18
2.7 Caracterización morfológica .....	18
III. Materiales y métodos.....	22
3.1 Localización del sitio experimental .....	22
3.2 Siembra .....	22
3.3 Trasplante .....	22
3.4 El manejo del cultivo.....	22
3.5 Material vegetal .....	23
3.6 Descripción de las entradas. ....	23
3.7 Variables evaluadas .....	24
3.8 Diseño experimental.....	25
3.9 Análisis estadístico .....	26
IV Resultados y Discusión.....	27
4.1 Altura de la planta.....	27
4.2 Ancho de Planta .....	27
4.3 Largo de tallo .....	28

4.4 Diámetro de tallo.....	28
4.5 Ancho de hoja madura.....	29
4.6 Largo de hoja madura.....	29
4.7 Largo de fruto.....	30
4.8 Ancho de fruto.....	30
4.9 Espesor de la pared del fruto.....	31
4.9 Número de frutos por planta.....	31
5. Peso Promedio del fruto.....	32
5.1 Peso seco del fruto.....	33
5.2 Longitud del pedicelo.....	33
5.3 Diámetro de la semilla.....	35
5.4 Peso de 1000 semillas.....	35
5.5 Numero de semillas por fruto.....	36
5.6 Rendimiento por planta.....	38
5.7 Rendimiento.....	38
5.8 Análisis de componentes principales.....	40
VI Bibliografía.....	46
Apéndice.....	51

## Índice de Cuadros.

Cuadro 1. Principales estados productores de chile de árbol en México (2023).....	18
Cuadro 2. Selecciones realizadas de chile árbol en Chihuahua y Sinaloa.....	23
Cuadro 3. Análisis de varianza de las variables morfológicas en chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.....	28
Cuadro 4. Análisis de varianza de las variables de diámetro del tallo, ancho de la hoja madura y largo de la hoja madura de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.....	29
Cuadro 5. Análisis de varianza de las características físicas de la fruta de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.....	32
Cuadro 6. Análisis de varianza en los componentes del rendimiento de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.....	34
Cuadro 7. Análisis de varianza de las variables de producción de la semilla de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.....	37
Cuadro 8. Análisis de varianza de las variables de rendimiento en genotipos de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.....	39
Cuadro 9. Matriz de correlación en la caracterización morfológica y agronómica de genotipos de chile de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.....	42
Cuadro 10. Análisis de componentes principales para 10 genotipos de chile de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.....	43
Cuadro 11. Comparación de medias para las variables morfológicas en chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.....	51
Cuadro 12. Comparación de medias para las variables de diámetro del tallo, ancho de la hoja madura y largo de la hoja madura de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.....	51
Cuadro 13. Comparación de medias para las características físicas de la fruta de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.....	52
Cuadro 14. Comparación de medias para los componentes del rendimiento de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.....	52
Cuadro 15. Comparación de medias para la producción de la semilla de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.....	53
Cuadro 16. Comparación de medias para las variables de rendimiento en genotipos de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.....	53

## Índice de figuras

Figura 1. Principales países productores de chile. ....	17
Figura 2. Comportamiento de peso seco de fruto en diferentes genotipos de chile de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa. ....	34
Figura 3. Peso de 1000 semillas en diferentes genotipos de chile de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa. ....	36
Figura 4. Número de semillas en diferentes genotipos de chile de árbol. ....	37
Figura 6. Biplot de la caracterización morfológica y agronómica de genotipos de chile árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa. ....	44

## Resumen

La caracterización morfológica se utiliza para estudiar la variabilidad genética, para identificar plantas y para conservar los recursos genéticos. Por lo tanto, la caracterización es el primer paso en el mejoramiento de los cultivos. El objetivo del presente trabajo es la caracterización morfológica de colectas de chile de árbol, las cuales fueron obtenidas en la región de Chihuahua y Sinaloa. Este experimento se realizó bajo condiciones de invernadero en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se realizó una caracterización morfológica de acuerdo con el manual de descriptores para *Capsicum* ssp (IPGRI, 1995), con un diseño de bloques completos al azar. Se realizó un análisis de varianza, comparación de medias, después se procedió a realizar un análisis de componentes principales y un análisis de conglomerados con los siguientes resultados en las características morfológicas evaluadas nos permitió identificar que los genotipos con mayor potencial de rendimiento en peso seco de fruto fueron: UA20, UA15, y UA17, también identificar genotipos con características morfológicas del fruto relacionadas con el tamaño del fruto y la producción de semillas, donde el genotipo que cuenta con estas características es UA17. La variabilidad morfológica observada en estas colectas de chile de árbol ofrece un gran potencial para la selección de genotipos con características deseables.

**Palabras claves:** Características fenotípicas, variabilidad, diversidad genética selección.

## I. Introducción

El origen de los chiles, *Capsicum annum* L, se remonta a las regiones tropicales y subtropicales de las Américas, particularmente en Mesoamérica (Luna-Ruiz *et al.*, 2018). Su domesticación se remonta a tiempos precolombinos, con evidencias arqueológicas que sugieren que ocurrió en México y partes de América Central hace más de 6,000 años (Perry *et al.*, 2007). Dentro del género *Capsicum*, existen cinco especies domesticadas: *C. annum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* y *C. pubescens* (Walsh y Hoot 2001). La mayoría de las variedades de chile cultivadas en todo el mundo pertenecen a la especie *C. annum* (Bobadilla-Larios *et al.*, 2017). El chile es un producto agrícola muy representativo de México y se utiliza de diversas formas (Aguilar *et al.*, 2021). Puede consumirse fresco, cocido o como condimento en platillos típicos. Además, en la agroindustria se elaboran una gran variedad de productos, como chiles congelados, deshidratados, encurtidos y enlatados. (Colque *et al.*, 2021). Además de su uso culinario, el chile se emplea en medicina, en la industria de cosméticos, en la fabricación de fármacos y agroquímicos, así como en ritos y ceremonias. (INTAGRI, 2020).

A nivel mundial el chile es una de las principales hortalizas cultivadas, con una producción de 36,972,494 toneladas (FAOSTAT, 2022), creciendo un 10.6% con respecto a 2015. La superficie cosechada del cultivo también tuvo un incremento de 6.8% en el mismo período. Este aumento está acorde a la tendencia que se tiene desde hace 7 años con el cultivo.

Con respecto a los países productores de chile, China se reportó para 2022 como el principal productor a nivel mundial con el (45.4%) de la producción, seguido por México (8.4%), Indonesia (8.1%), Turquía (8.1%) y España (4.1%). Estos 5 países reunieron poco más del 70% de la producción mundial de chile y el 66.6% de la superficie cosechada en 2022. (FAOSTAT, 2022).

El chile es de las hortalizas que más se produce en el país. México ocupa el 2° lugar en producción mundial con 3,681,061.47 de toneladas en el año 2023 La variedad de chile de árbol cuenta con una producción 5,712.55 toneladas esto tiene un valor de \$452,762.64 a nivel nacional, siendo el mayor productor el estado de Jalisco con 1,551.25 toneladas (SIAP, 2024)

La caracterización morfológica de recursos fitogenéticos es fundamental para diferenciar taxonómicamente a las plantas (Hernández-Villareal, 2013). Consiste en determinar un conjunto de caracteres mediante descriptores definidos. Algunos de estos caracteres son altamente heredables, fácilmente observables y expresables en cualquier ambiente (Hernández-Villareal, 2013). Estas características morfológicas se utilizan para estudiar la variabilidad genética, identificar plantas y conservar los recursos genéticos (Martínez-Sánchez, 2010).

Es crucial disponer de patrones claros para identificar, caracterizar y evaluar la mayoría de las plantas cultivadas. Para esto, se han llevado a cabo estudios fundamentales que exploran la variabilidad de características dentro y entre las plantas, con el fin de seleccionar aquellas cualitativas o cuantitativas más pertinentes para su descripción detallada (Pérez *et al.*, 2004). Los órganos más relevantes para la descripción morfológica son aquellos menos susceptibles a las variaciones ambientales, como la flor, el fruto, las hojas, los tallos, las raíces y los tejidos celulares. (Raven *et al.*, 2005).

## **1.2 Objetivos.**

### **1.2.1 Objetivo General.**

Caracterizar la variabilidad morfológica de genotipos de chile de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

### **1.2.2 Objetivos específicos.**

- Describir genotipos del chile de árbol destacados por sus características morfológicas, agronómicas y cualidades sobresalientes.
- Evaluar su potencial para ser utilizado en programas de mejoramiento genético.

## **1.3 Hipótesis**

Ho: En la colecta realizada en Chihuahua y Sinaloa de chile de árbol no habrá diferencia entre los genotipos en las características morfológicas, agronómicas y calidades.

Ha. En la colecta realizada en Chihuahua y Sinaloa de chile de árbol existirán diferencia entre los genotipos en las características morfológicas, agronómicas y calidades.

## **II. Revisión de literatura**

### **2.1 Origen**

El género *Capsicum*, al que pertenecen los chiles, es originario de América, su distribución precolombina se extendió desde el borde más meridional de Estados Unidos hasta la zona templada cálida del sur de Sudamérica (Hernández-Verdugo *et al.*, 1999). Según una hipótesis ampliamente aceptada, una parte significativa del género *Capsicum* se originó en un “área núcleo” en Bolivia surcentral (Ibiza *et al.*, 2012). Posteriormente, hubo una migración hacia los Andes y las tierras bajas de la Amazonia, acompañada de radiación adaptativa y especiación. El chile, junto con la calabaza, el maíz y el frijol, formó la base de la alimentación en las culturas mesoamericanas (Verín, 2018). En México, se utiliza la palabra “chile” para referirse a todos los frutos clasificados dentro del género *Capsicum*, mientras que en Sudamérica se le llama “ají” (Hernández y Fernández, 2007).

El chile es originario de México. Las evidencias arqueológicas indican que se cultivaba en las regiones de Tehuacán, Puebla, y Ocampo, Tamaulipas, desde aproximadamente el año 7000 a. C. hasta el 2555 a. C (García, Jiménez *et al.*, 2018). Estas áreas fueron importantes centros de domesticación y diversificación de diversas especies de chiles.

### **2.2 Descripción botánica**

El chile es una planta herbácea que se comporta como anual, aunque tiene la capacidad de rebrotar y producir nuevamente en su segundo año si se realiza una poda de rejuvenecimiento antes de completar su ciclo vegetativo inicial (Martínez-Gutiérrez *et al.*, 2021).

Los chiles son plantas con tallos erguidos y de crecimiento limitado, cuya altura y forma de desarrollo varían considerablemente según el cultivar y las condiciones de cultivo (Latournerie *et al.*, 2002). Sus hojas, que pueden ser enteras o tener un largo pecíolo, o casi sésiles, presentan una forma que oscila

entre lanceolada y ovada, con el borde entero y ligeramente estrechado en la base. Las flores suelen ser solitarias en cada nudo, con el pedúnculo torcido hacia abajo, el fruto es una baya hueca, con una superficie lisa y brillante, cuyo color y forma son muy variables y característicos de la variedad. En el interior de la fruta se encuentran de 2 a 4 venas a lo largo de la pared del fruto, uniéndose solo en la base, donde se insertan las semillas. Estas semillas, aplastadas, miden generalmente entre 4 y 5 mm de diámetro y son de color blanco amarillento. (Sánchez, 2015).

### **2.3 Clasificación Taxonómica**

De acuerdo al Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS, 2011), la siguiente clasificación taxonómica del chile, es la actualmente aceptada.

Reino: Plantae

Subreino: Viridiplantae

Superdivisión: embriofita

División: Tracheophyta

Subdivisión: Spermatophytina

Clase: magnoliopsida

Superorden: Asteranas

Orden: solanales

Familia: Solanáceas

Género: *Capsicum* L.

Especies: *Capsicum annuum* L.

## 2.4 Importancia de la producción de chile

Los chiles pertenecen al género *Capsicum* y a la familia Solanaceae. En México, se ha documentado la domesticación de al menos dos especies: el chile tabasco o pico paloma (*Capsicum frutescens*) y más de 100 morfotipos de *Capsicum annuum* var. Esta última es la especie de mayor importancia debido a su amplia variabilidad genética y la diversidad de morfotipos que presenta, incluyendo chiltepines, jalapeños, serranos, pimientos morrones, de árbol, ancho, guajillo, pasilla, entre otros. (SADER, 2020).

México cuenta con un inventario de 64 tipos de chiles criollos, distribuidos de la siguiente manera: 25 en Oaxaca, 12 en Guerrero, 10 en Puebla, nueve en Veracruz, y el resto en otras entidades. Los chiles se clasifican según su taxonomía en especies, subespecies y variedades botánicas. Los chiles comerciales o cultivares, por otro lado, se clasifican según su origen geográfico, procesamiento después de la cosecha, o región de cultivo (Hernández-Verdugo *et al.*, 1999). En México, existen dos denominaciones de origen para chiles:

- Chile habanero de la península de Yucatán
- Chile de Yahualica en Los Altos de Jalisco

El cultivo del chile contribuye con el 20.2% de la producción de hortalizas a nivel nacional. En 2019, la producción superó los tres millones de toneladas. Un mexicano consume, en promedio, 18 kg de chile anualmente. (SADER, 2020).

Actualmente, se trabaja en la implementación de diferentes prácticas en beneficio de productores, empresas y consumidores de los chiles que se cultivan en México.

## 2.5 Producción mundial

A nivel mundial el chile es una de las principales hortalizas cultivadas, con una producción de 36,972,494 toneladas (FAOSTAT, 2022), creciendo un 10.6% con respecto a 2015. La superficie cosechada del cultivo también tuvo un incremento de 6.8% en el mismo período. Este aumento está acorde a la tendencia que se tiene desde hace 7 años con el cultivo.

Con respecto a los países productores de chile, China se reportó para 2022 como el principal productor a nivel mundial con una producción de 16,810,518.62 toneladas que equivale a 45.4% de la producción, seguido por México 3,113,244.27 toneladas (8.4%), Indonesia 3,020,262.11 toneladas (8.1%), Turquía 3,018,775 toneladas (8.1%) y España 1,533,280 (4.1%). Estos 5 países reunieron poco más del 70% de la producción mundial de chile y el 66.6% de la superficie cosechada en 2022. (FAOSTAT, 2022).

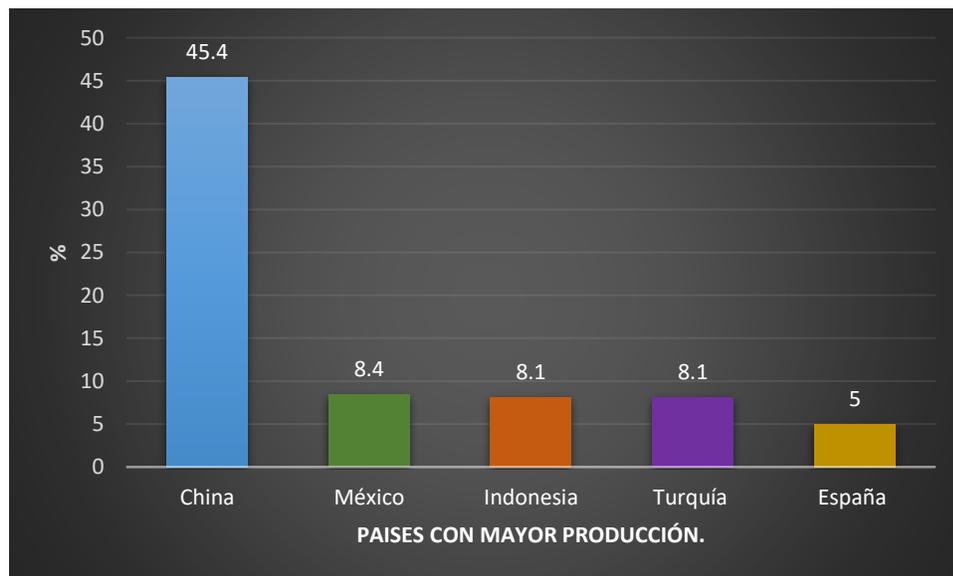


Figura 1. Principales países productores de chile.

Fuente: Elaboración propia con datos del FAOSTAT 2022.

## 2.6 Producción nacional

El chile es de las hortalizas que más se produce en el país. La variedad de chile de árbol cuenta con una producción 28,562.75 toneladas esto tiene un valor de \$452,762.64 a nivel nacional, siendo el mayor productor el estado de Jalisco con 7,756.25 de toneladas (SIAP, 2024)

Cuadro 1. Principales estados productores de chile de árbol en México (2023).

	<b>Entidad</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Producción (ton)</b>	<b>Valor de producción (miles de pesos)</b>
1	Jalisco	928.5	7,756.25	141,646.70
2	Chihuahua	840	6,498	97,140.00
3	Hidalgo	561	4,740.45	76,097.75
4	Nayarit	160.5	1,183.40	18,475.49
5	Michoacán	8.5	81.6	1,175.04
	Total	3,490.27	28,562.75	452,762.64

Fuente: Elaboración propia con datos SIAP, 2024.

## 2.7 Caracterización morfológica

La caracterización de plantas se define como la determinación del conjunto de características que permiten diferenciarlas taxonómicamente. (López *et al.*, 2008).

En la caracterización de una especie, se evalúa la variabilidad genética presente en la población de individuos que la componen (Alía *et al.*, 2003). Este proceso tiene varios objetivos: medir la variabilidad genética, se busca cuantificar la diversidad genética utilizando descriptores específicos, estos descriptores pueden incluir marcadores moleculares, características fenotípicas o datos genómicos (Jiménez y Collada, 2000).

Establecer la representatividad de la colección, se busca determinar si la muestra de individuos estudiada es representativa de la variabilidad genética total de la especie, esto es crucial para garantizar que los resultados sean aplicables a la población en su conjunto, Investigar la estructura genética (Hernández-Villarreal, 2013). Se analiza cómo se agrupan los individuos dentro de la población, esto puede revelar subpoblaciones o grupos genéticamente distintos, lo que es relevante para la conservación y el manejo de la diversidad. Identificar duplicados, se busca detectar individuos idénticos o muy similares dentro de la colección, esto es importante para evitar la redundancia y optimizar el uso de recursos (Bernstein y Cameron, 2006). Identificar genes especiales o alelos particulares, se busca identificar variantes genéticas específicas que puedan tener importancia para la adaptación, resistencia a enfermedades u otras características deseables (Franco e Hidalgo, 2003).

La caracterización de la variabilidad presenta diversas limitaciones, entre las que destacan la escasa cantidad y baja calidad de las semillas; la deficiente documentación de las colecciones y la limitada disponibilidad de recursos económicos para el mantenimiento de bancos de germoplasma. (Franco e Hidalgo, 2003).

Para llevar a cabo una caracterización efectiva, es fundamental contar con un conocimiento profundo de la especie en cuestión. Además, es crucial definir claramente los objetivos de la caracterización (Tixier-Boichard *et al.*, 2008).

También es necesario conocer la variabilidad global de la colección mediante una siembra preliminar, la cual permitirá homogeneizar las accesiones de acuerdo con sus morfotipos (Machado y Olivera, 2008).

Para medir la variabilidad, es esencial emplear descriptores discriminatorios y diseñar el experimento con un mínimo de cinco plantas por accesión en grupos homogéneos con dos repeticiones. De esta manera, se obtendrá información más precisa y abundante para el análisis estadístico (UPOV, 2002).

La descripción varietal es un conjunto de observaciones que permite diferenciar y caracterizar una población de plantas que conforman una variedad (Laguna *et al.*, 2006). Un descriptor es una característica o atributo cuya expresión es fácil de medir, registrar o evaluar, y que hace referencia a la forma, estructura o comportamiento de una accesión. Los descriptores de caracterización facilitan la diferenciación entre fenotipos. Por lo general, son rasgos altamente heredables que pueden ser detectados a simple vista y se manifiestan de manera uniforme en todos los entornos (Franco e Hidalgo, 2003).

La caracterización morfológica de los genotipos de plantas es una actividad crucial que facilita la selección de las variedades más prometedoras de un cultivo, las cuales luego se utilizan en programas de mejoramiento (Martin y González, 1991). Cada descriptor constituye una característica evaluada en un momento específico, y como cualquier atributo de un organismo, resulta de la interacción de uno o varios genes entre sí y con el ambiente (Engels, 1979).

Existen distintas categorías de datos según la expresión del descriptor; estas pueden ser cualitativas o cuantitativas (Martin y Gonzales, 1991).

Los descriptores pueden ser cualitativos, como el color y la forma de los frutos, que generalmente no se ven afectados significativamente por factores ambientales, o cuantitativos, como la longitud del fruto y el rendimiento, los cuales se expresan en unidades de medida y pueden variar según las condiciones ambientales (Elizondo *et al.*, 2016).

Al realizar una caracterización, se espera que las características visibles de una especie sean uniformes; no obstante, en algunos casos, pueden no expresarse con la misma intensidad (Hernández-Villarreal. 2013). A esta diferencia en la expresión del carácter se le llama “estado del descriptor” y se registra mediante escalas de valor (Hernández-Villarreal. 2013).

En la caracterización, es crucial emplear variables morfológicas confiables que permitan discriminar y diferenciar entre grupos. Estas variables están definidas por el manual de descriptores para *Capsicum* ssp (IPGRI, 1995).

### **III. Materiales y métodos**

#### **3.1 Localización del sitio experimental**

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el invernadero no. 2 perteneciente al departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila, sus coordenadas geográficas son 25° 22' N; 101° 00' O, con altitud de 1754 msnm.

#### **3.2 Siembra**

La siembra se realizó el día 15 de febrero del 2023 en charolas de poliestileno expandido de 80 cm de largo por 25 cm de ancho y 8 cm de profundidad con 200 cavidades, con una plántula por cavidad, utilizando como sustrato peat moss y vermiculita.

#### **3.3 Trasplante**

El trasplante se realizó el día 21 de abril del 2023 en el invernadero número 2, a los 66 días posterior a la siembra, quedando a 25 cm entre planta, a doble hileras separadas a 180 cm entre bordos, a una densidad de 44,444 plantas por hectárea.

#### **3.4 El manejo del cultivo**

Se realizó un manejo similar al productor donde se realizaron las colectas de los genotipos, en cuanto a nutrición se hicieron aplicaciones conforme a la etapa en que estaba el cultivo y conforme requería cierto nutriente.

### 3.5 Material vegetal

Semilla de chile de árbol se obtuvieron de una colecta que se realizó en López, Valle de Allende, perteneciente al estado de Chihuahua y Escuinapa, Sinaloa Cuadro 2. Los frutos se colectaron de plantas completamente sanas y en competencia completa, con ciertas características de la planta de buen porte, con frutos uniformes y maduros.

### 3.6 Descripción de las entradas.

En la colecta que se realizó de chile de árbol, se realizaron 10 entradas de las cuales se procederá a su caracterización morfológica, agronómica y calidad. Cuadro 2.

Cuadro 2. Selecciones realizadas de chile árbol en Chihuahua y Sinaloa.

Material	Lugar de colecta	Municipio/Localidad
UA12	Rancho Blanco	Valle de Allende, Chihuahua
UA13	Rancho Blanco	Valle de Allende, Chihuahua
UA14	Rancho Blanco	Valle de Allende, Chihuahua
UA15	Campana	López, Chihuahua
UA16	Campana	López, Chihuahua
UA17	Campana	López, Chihuahua
UA18	Cairo	López, Chihuahua
UA19	Cairo	López, Chihuahua
UA20	Isla	Escuinapa, Sinaloa
UA21	Isla	Escuinapa, Sinaloa

### **3.7 Variables evaluadas**

Se registraron 18 variables morfológicas, agronómicas y calidad del manual de descriptores para *Capsicum* ssp (IPGRI, 1995), en las etapas vegetativa, floración, fructificación inmadura y madura. Las variables cualitativas fueron codificadas de manera numérica, de acuerdo con el manual, para el análisis estadístico.

1. Altura de la planta (cm): Se registra cuando comienza a madurar el primer fruto en el 50% de las plantas
2. Ancho de la planta (cm): Se mide inmediatamente después de la primera cosecha, en el punto más ancho.
3. Largo del tallo (cm): Se mide la altura hasta la primera bifurcación, inmediatamente después de la primer cosecha
4. Diámetro tallo (cm): Se mide en la parte del medio hasta la primera bifurcación, inmediatamente después de la primer cosecha
5. Ancho de la hoja madura (cm): Se mide en la parte más ancha de la hoja.
6. Largo de la hoja madura (cm): se mide la hoja a lo largo.
7. Largo del fruto (cm): Promedio de 10 frutos maduros de la segunda cosecha
8. Ancho de fruto (cm): Promedio de 10 frutos maduros de la segunda cosecha.
9. Espesor de la pared del fruto (mm): Promedio del espesor de 10 frutos maduros de la segunda cosecha, medido en el punto más ancho hasta un lugar decimal.
10. Número frutos por planta: se realizó un conteo manual una vez que la planta había terminado su proceso de llenado y estaba lista para el primer corte.
11. Peso promedio del fruto: se pesaron 10 frutos y se tomó la media.
12. Peso seco del fruto (g): pasaron por un proceso de deshidratación en la estufa a 65°C por tres días, y posteriormente se tomó su peso.
13. Longitud del pedicelo del fruto (mm): Promedio de la longitud de 10 pedicelos de la segunda cosecha medida hasta un lugar decimal.

14. Diámetro de la semilla (mm): Se mide el diámetro en la parte más ancha de la semilla.
15. Peso de 1000 semillas: Se pesaron 1000 semillas en g.
16. Numero de semillas por fruto: se contó manual el número de semillas de 10 chiles:
17. Rendimiento por planta (g): se cortaron todos los frutos de la planta y se procedió a pesarlos en una báscula.
18. Rendimiento toneladas por hectárea: se calculó con base a la densidad de plantación.

### 3.8 Diseño experimental

El experimento fue realizado con un diseño de bloques completos al azar con 10 tratamientos y cada uno consto de cuatro repeticiones (bloques). Se llevó a cabo un análisis de varianza con el programa estadístico Minitab V19, para llevar a cabo la comparación de medias se utilizó la prueba de Fisher (DMS) con nivel de significancia del  $P \leq 0.05$

$$\gamma_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

$\gamma_{ijk}$  = Observación en la unidad experimental  $k$ , tratamiento  $i$ , bloque(repetición)  $j$ .

$\mu$  = Efecto de la media general

$\alpha_i$  = Efecto del tratamiento  $i$ .

$\beta_j$  = Efecto del bloque  $j$

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental

### **3.9 Análisis estadístico**

#### Análisis de correlación

Las correlaciones fenotípicas entre las variables se calcularon utilizando el coeficiente de correlación de Pearson.

#### Análisis multivariado

##### Componentes principales y conglomerados jerárquicos

Se realizó un análisis multivariado de Componentes Principales (CP), se realizó con la matriz de correlaciones, con la finalidad de que las variables involucradas en el análisis tuvieran la misma importancia (Jonhson y Wichern, 2007); luego se realizó un análisis de conglomerados jerárquicos con el método de ligamiento promedio Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean (UPGMA) y con la distancia euclidiana como media de disimilitud y la matriz de distancias se construyó el dendrograma. Las pruebas de medias fueron por el método de Fisher (LSD), con el programa estadístico Minitab V19, Los análisis estadísticos se realizaron con el lenguaje R statistical (R version 3.0.2, 2013), con el programa STATISTICA 7.0.

## **IV Resultados y Discusión.**

### **4.1 Altura de la planta.**

En los datos obtenidos de esta variable, de acuerdo con el análisis de varianza (Cuadro 3). Se demostró que existen diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ), tanto en los genotipos y repeticiones evaluados de chile de árbol, el coeficiente de variación fue de 3.8%, y se establecieron pruebas de medias (Fisher  $P \leq 0.05$ ), esto con el propósito de ser más riguroso en cuanto a la precisión de los datos. Los genotipos que lograron mayor altura fue el AU13 y AU14 con 1.77 y 1.74 m, los genotipos que tienen menor altura son el UA20 y AU21 con 1.46 m. El resultado de esta investigación concuerda con Hernández *et al.* (2012), ya que ellos elaboraron un estudio donde evaluaron 19 poblaciones de *C. annuum* silvestre y encontraron diferencias significativas para la altura de dichas poblaciones.

### **4.2 Ancho de Planta**

Los datos obtenidos del análisis de varianza de esta variable (Cuadro 3). Existen diferencias significativas para genotipos ( $P \leq 0.01$ ) de chile de árbol, y en repeticiones no existen diferencias significativas, su coeficiente de variación fue de 7.33%, también se realizó pruebas de medias (Fisher  $P \leq 0.05$ ), el genotipo con mayor ancho de planta fue UA19 con 90.33 cm y el de menor altura UA14 con 74.33 cm. Estos resultados son similares con trabajos previos sobre características morfológicas de las plantas, particularmente en cuanto a la variabilidad observada tanto entre diferentes especies como dentro de una misma especie (Pardey *et al.*, 2006).

### 4.3 Largo de tallo

Con el resultado del análisis de varianza (Cuadro 3), para la variable largo de tallo se encontraron diferencias significativas para los genotipos de chile de árbol ( $P \leq 0.01$ ), y para las repeticiones no se encontraron diferencias significativas, el coeficiente de variación fue 13.47%, en las pruebas de medias se encontró que el genotipo UA19 tiene mayor largo de tallo con 28.33 cm y el UA18 es el de menor con 18.83 cm esto concuerda con lo estudiado por (Quevedo y Laurentin, 2020). que al realizar una evaluación de tres cultivares de chile ají encontró variación para la longitud del tallo.

Cuadro 3. Análisis de varianza de las variables morfológicas en chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

FV	GL	AP	ANP	LT
Genotipo	9	0.04 **	136.02 **	26.58 **
Repetición	3	0.03 **	27.51 NS	1.58 NS
Error	27	0.004	36.60	8.73
Total	39			
CV (%)		3.80	7.33	13.47
Valor máximo		1.85	100	29.50
Media		1.64	82.45	21.92
Valor mínimo		1.40	69.00	13.50

F.V.: Fuentes de variación; G.L.: Grados de libertad; AP: Altura planta; ANP: Ancho de planta; LT: Largo de tallo; \*\*= Significativo al 0.01, \*= Significativo al 0.05, NS: No significativo, CV = Coeficiente de variación

### 4.4 Diámetro de tallo.

La obtención de datos del análisis de varianza (Cuadro 4), se encontraron diferencias significativas en los genotipos de chile de árbol ( $P \leq 0.05$ ), mientras que para las repeticiones no se encontraron diferencias significativas, un coeficiente de variación de 14.41 %, de acuerdo a las pruebas de medias se encontró que el genotipo UA19 obtuvo un mayor diámetro de tallo con 1.06 cm, mientras que el menor fue UA14 con un diámetro de 0.75 cm, esto demuestra lo contrario a investigación realizada por Campos (2009), en la cual se obtiene que los rangos para diámetro de tallo son de 1.40 a 2.73 cm.

#### 4.5 Ancho de hoja madura

Se realizó un análisis de varianza (Cuadro 4), donde se encontraron diferencias significativas para los genotipos y repeticiones de chile de árbol ( $P \leq 0.01$ ), con un coeficiente de variación de 4.74%; se llevó a cabo las pruebas de medias, en las cuales se encontró que UA19 cuenta con las hojas más anchas con un promedio de 4.60 cm, mientras que UA15 cuenta con el menor promedio de hojas anchas con 3.52cm, el estudio realizado concuerda con la investigación de Bran *et al.*, 2023, en el cual se encontraron diferencias significativas para la variable ancho de hoja madura.

#### 4.6 Largo de hoja madura

En el análisis de varianza que se realizó (Cuadro 4), se identificaron diferencias significativas para los genotipos de chile de árbol ( $P \leq 0.01$ ), también se encontraron diferencias significativas para las repeticiones ( $P \leq 0.05$ ), su coeficiente de variación fue 7.75%, con las pruebas de medias por el método de Fisher DMS, se identificaron que el genotipo con mayor largo de hoja fue UA12 11.38 cm y el menor fue UA16 con 8.86cm. Esto concuerda con el estudio realizado por Hernández-Verdugo *et al.* (2015) que al analizar poblaciones silvestres de *Capsicum annuum* se obtuvieron diferencias significativas para la longitud de las hojas.

Cuadro 4. Análisis de varianza de las variables de diámetro del tallo, ancho de la hoja madura y largo de la hoja madura de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

FV	GL	DT	AHM	LHM
Genotipo	9	0.03 *	0.45 **	2.48 **
Repetición	3	0.001 NS	1.08 **	2.28 *
Error	27	0.001	0.03	0.61
Total	39			
CV (%)		14.41	4.74	7.75
Valor máximo		1.27	4.92	11.78
Media		0.8732	4.10	10.08
Valor mínimo		0.63	3.17	7.32

F.V.: Fuentes de variación; G.L.: Grados de libertad; DT: Diámetro de tallo; AHM: Ancho hoja madura; LHM: Largo de hoja madura; \*\*= Significativo al 0.01, \*= Significativo al 0.05, NS: No significativo, CV = Coeficiente de variación

#### **4.7 Largo de fruto**

Se realizó un análisis de varianza (Cuadro 5), en el cual se obtuvieron diferencias significativas para los genotipos de chile de árbol ( $P \leq 0.01$ ), en las repeticiones no se encontraron diferencias significativas, el coeficiente de variación fue de 8.18%, en las pruebas de medias por el método de Fisher en el cual se encontró que el genotipo con mayor largo de fruto fue UA14 con 11.10 cm y el genotipo más corto fue UA20 con 8.44 cm, concuerda trabajos realizados por Mani-López *et al.* (2016) donde maneja tamaños promedio de 7.24 cm y también concuerda con la Norma Oficial Mexicana (NMX-FF-025-SCFI-2014) donde maneja que el largo del fruto de chile de árbol debe oscilar entre 6 a 12 cm de largo.

#### **4.8 Ancho de fruto**

Con los datos obtenidos a partir del análisis de varianza del (Cuadro 5), no se obtuvieron diferencias significativas para los genotipos y repeticiones de chile de árbol, con un coeficiente de variación de 12.07%, con las pruebas de medias realizadas por el método de Fisher DMS, se ubicó que el genotipo UA14 es el más ancho con 1.13 cm, a cuanto grosor del fruto, de lo contrario el UA21, es el menor con 0.87 cm, esto concuerda con Elizondo *et al.* (2017) quienes encontraron, que el género *Capsicum* no mostraron diferencias significativas en el diámetro de fruto entre sí, pero sí fueron significativamente diferentes de los demás genotipos, sin embargo, la Norma Oficial Mexicana (NMX-FF-025-SCFI-2014) menciona diámetros de 0.7 a 1.0 cm de diámetro para chile de árbol.

#### **4.9 Espesor de la pared del fruto.**

De acuerdo con el análisis de varianza realizado (Cuadro 5), se presentaron diferencias no significativas para los genotipos y repeticiones de chile de árbol. El coeficiente de variación obtenido fue 16.47 %, las pruebas de medias realizadas determinaron que el genotipo con mayor espesor de la pared de fruto fue UA19 con 0.60 mm y el menor UA15 con 0.29 mm, concuerda con trabajos realizados por Elizondo *et al.* (2016) al evaluar 12 genotipos de chile dulce no presentaron estadísticamente diferencias significativas.

#### **4.9 Número de frutos por planta.**

En el Cuadro 5, se presenta el análisis de varianza para la variable número de frutos por planta, en el cual no se presentan diferencias significativas para los genotipos evaluados de chile de árbol, mientras que dentro de las repeticiones evaluados se presentan diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), con un coeficiente de variación de 28.10%, se realizaron pruebas de medias por el método de Fisher, el cual nos presenta que el genotipo con el mayor número de frutos por planta fue UA15 con 63 número de frutos por planta, ubicándose con el menor número de frutos por planta el genotipo UA19 con 25 frutos por planta, concuerda con lo reportado Corrales-Rodríguez (2019) donde encontró diferente número de frutos en chile de árbol donde oscilan de 39 a 70 frutos por planta.

Cuadro 5. Análisis de varianza de las características físicas de la fruta de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

FV	GL	LF	AF	EPF	NF
Genotipo	9	2.80 **	0.02 NS	0.04 NS	589.96 NS
Repetición	3	1.25 NS	0.01 NS	0.008 NS	1592.76 *
Error	27	0.65	0.01	0.02	507.02
Total	39				
CV (%)		8.18	12.07	16.47	28.10
Valor máximo		12.5	1.35	0.74	123
Media		9.86	0.99	0.46	42.62
Valor mínimo		7.55	0.79	0.17	4

F.V.: Fuentes de variación; G.L.: Grados de libertad; LF: Largo de fruto; AF: Ancho de fruto; EPF: Espesor de la pared del fruto; NF: Numero de frutos por planta; \*\*= Significativo al 0.01, \*= Significativo al 0.05, NS: No significativo, CV = Coeficiente de variación

## 5. Peso Promedio del fruto.

Se realizó un análisis de varianza (Cuadro 6), con los datos obtenidos se identificó que, para los genotipos y repeticiones, no existen diferencias significativas, el coeficiente de variación obtenido fue 36.85%, también se realizaron pruebas de medias bajo el método Fisher, por medio de estas se identificó que el genotipo con mayor promedio de peso de frutos es UA14 con un total de 2.66 g por fruto, mientras que el menor UA15 con un peso promedio de 1.46 g, estos resultados son similares en las caracterizaciones de chile de árbol, donde obtienen en promedio del peso de 1.6 g. (García *et al.*, 2004)

### **5.1 Peso seco del fruto.**

Con los datos obtenidos a partir del análisis de varianza (Cuadro 6), para los genotipos de chile de árbol, se presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ), mientras que para las repeticiones evaluadas no se presentaron diferencias significativas, el coeficiente de variación fue de 19.40%, se realizaron pruebas de medias por el método de Fisher, el genotipo con mayor peso seco fue el UA14 con un total de 1.13 g y el menor fue UA21 con 0.65 g que se representa en (Figura 2). Investigaciones realizadas por Chattopadhyay *et al.* (2011) sobre la diversidad de recursos genéticos y el análisis de asociación genética en chiles verdes y secos del este de India encontraron genotipos con alto rendimiento y cualidades adecuadas para su uso tanto como chile verde como seco.

### **5.2 Longitud del pedicelo.**

Se realizó un análisis de varianza (Cuadro 6), en el cual los genotipos de chile de árbol, presentan diferencias significativas, mientras que para las repeticiones evaluadas no se presentan diferencias significativas, el coeficiente de variación fue de 11.62%, las pruebas de medias obtenidas por el método de Fisher se identificó el genotipo con mayor longitud de pedicelo el cual fue UA21 y la menor longitud de pedicelo fue para el genotipo UA20, de acuerdo con Bran, *et al.*, (2023) la investigación de Análisis de la variabilidad morfológica ex situ del chile miraparriba (*Capsicum spp.*), las medias evaluadas concuerda con las medias que obtuvimos del análisis de varianza.

Cuadro 6. Análisis de varianza en los componentes del rendimiento de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

FV	GL	PPF	PSFTO	LP
Genotipo	9	0.58 NS	0.08 **	65.41 *
Repetición	3	0.05 NS	0.01 NS	1.87 NS
Error	27	0.53	0.02	26.90
Total	39			
CV (%)		36.85	19.40	11.62
Valor máximo		3.52	1.44	59.54
Media		1.99	0.84	44.61
Valor mínimo		0.73	0.54	33.21

F.V.: Fuentes de variación; G.L.: Grados de libertad; PPF: Peso fresco de fruto; PSF: Peso seco del fruto; LP: Longitud del pedicelo; \*\*= Significativo al 0.01, \*= Significativo al 0.05, NS: No significativo, CV = Coeficiente de variación

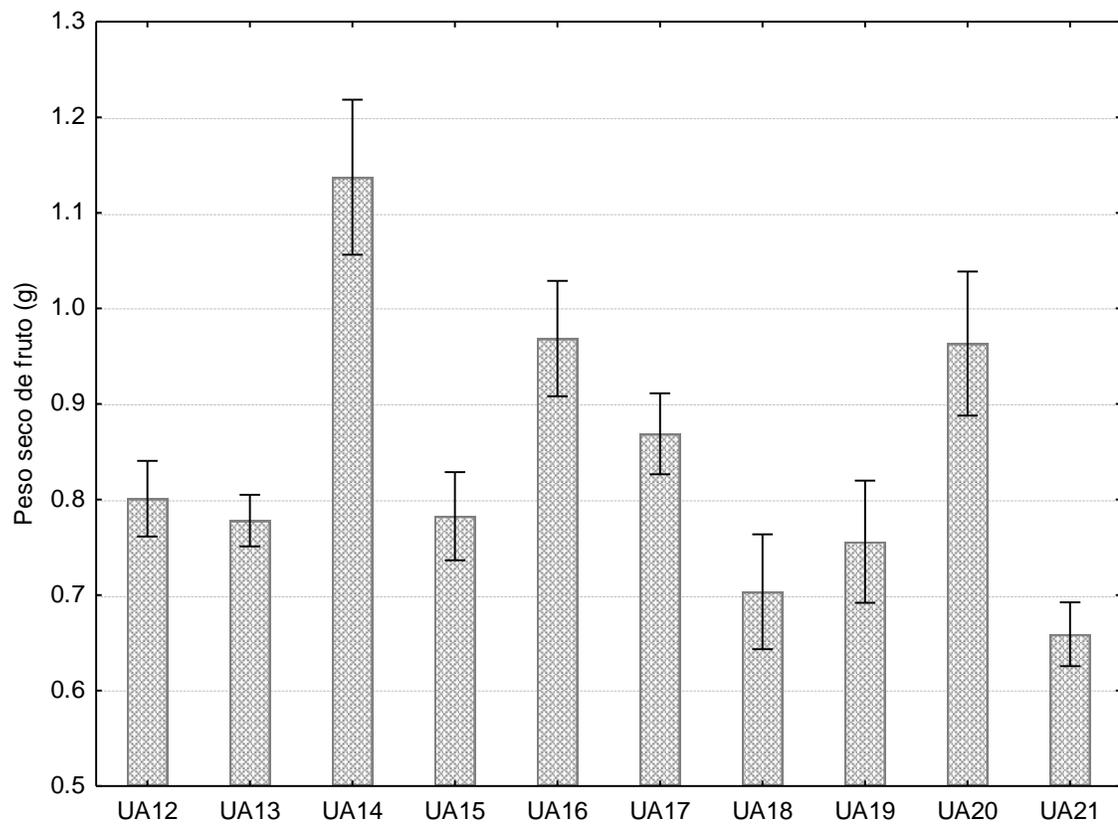


Figura 2. Comportamiento de peso seco de fruto en diferentes genotipos de chile de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

### **5.3 Diámetro de la semilla**

Los datos obtenidos a partir del análisis de varianza (Cuadro 7), no se presentan diferencias significativas para los genotipos evaluados de chile de árbol, para las repeticiones evaluadas de igual manera no se presentan diferencias significativas, la obtención del coeficiente de variación fue de 10.54%, se realizaron pruebas de medias por el método de Fisher DMS, con el cual fue posible obtener que el genotipo con mayor diámetro en cuanto a semilla que fue UA20 con 3.31mm y el menor diámetro de semillas UA14 con 2.80 mm. Trabajos realizados por Mendoza *et al.*, 2016. en evaluaciones de calidad de semilla de chile silvestre *Capsicum annuum*, no presentaron diferencias significativas al evaluar el diámetro de las semillas.

### **5.4 Peso de 1000 semillas.**

Se realizó un análisis de varianza (Cuadro 7), para los genotipos evaluados de chile de árbol, existen diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ), mientras que para las repeticiones no existen diferencias significativas, el coeficiente de variación fue de 10.54%, se realizaron pruebas de medias bajo el método de Fisher en el cual se determinó que el genotipo con mayor peso de semilla fue UA19, con 6.53 g, mientras que el genotipo con menor peso de semilla fue UA21, con 4.86 g, como se muestra en la Figura 3. En los estudios realizados por Mendoza *et al.*, 2013. no se observaron diferencias significativas en el peso de 1000 semillas en relación con el tamaño del fruto de chile.

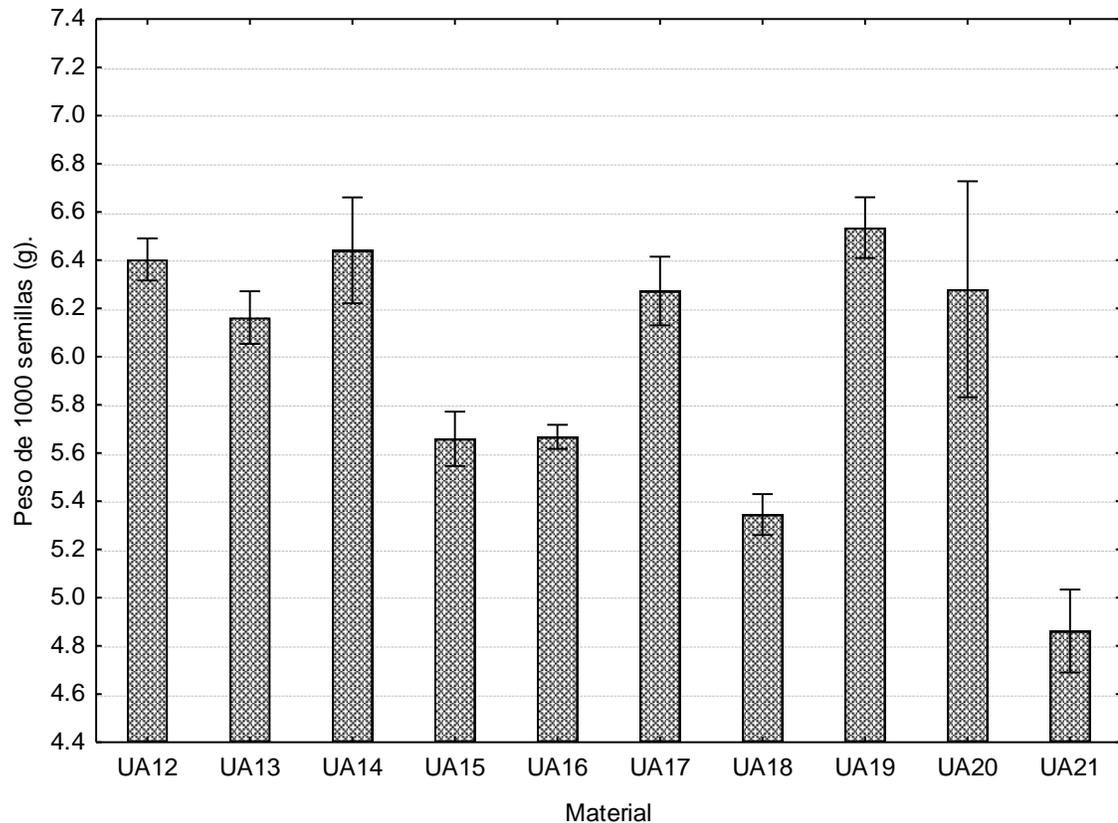


Figura 3. Peso de 1000 semillas en diferentes genotipos de chile de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

### 5.5 Numero de semillas por fruto.

Los datos obtenidos (Cuadro 7), en el cual se realizó un análisis de varianza se presenta significancia ( $P \leq 0.01$ ), para los genotipos de chile de árbol. En cambio, para las repeticiones evaluadas no se presenta significancia, se obtuvo un coeficiente de variación de 29.65%, se presentaron pruebas de medias por el método Fisher con las que fue posible representar que el genotipo con mayor número de semillas por fruto es UA16 con 85.90 semillas, mientras que el menor fue el genotipo UA18 con 38.95 semillas por fruto, estos resultados corresponden a los diferentes tamaños de la fruta de chile y está relacionado de manera positiva (Martin y González, 1991)

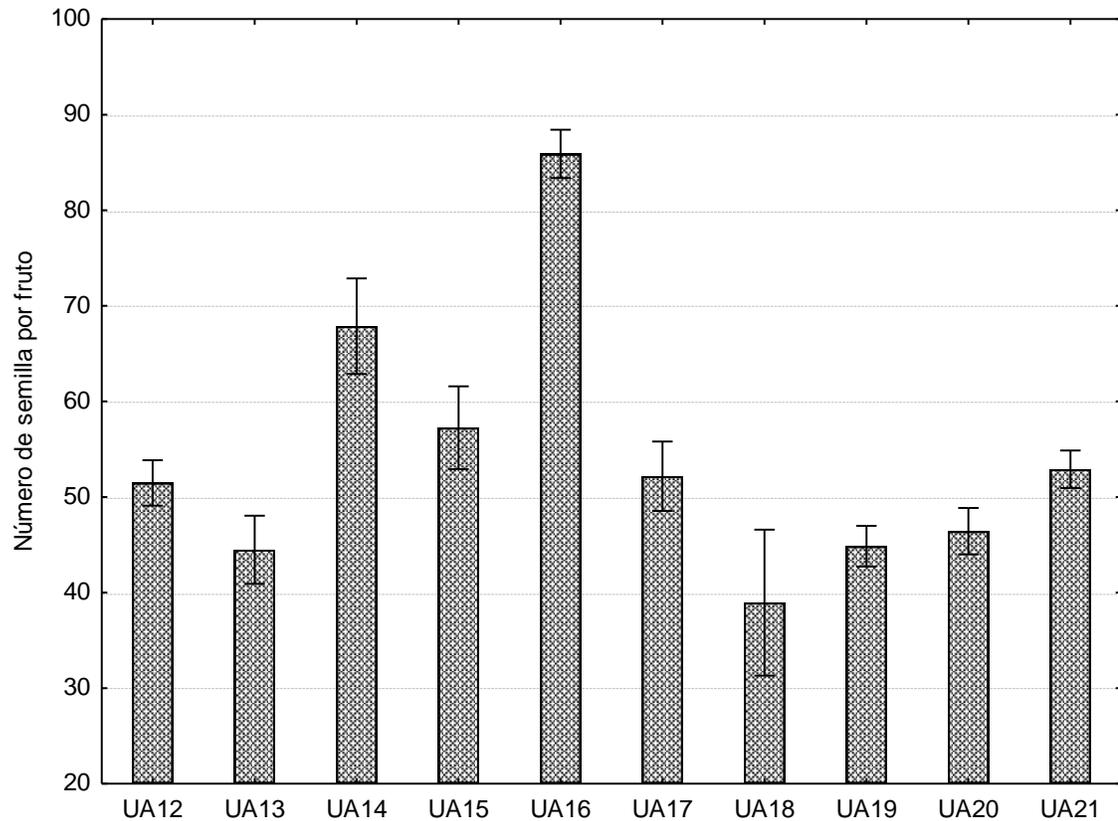


Figura 4. Número de semillas en diferentes genotipos de chile de árbol.

Cuadro 7. Análisis de varianza de las variables de producción de la semilla de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

FV	GL	DS	P1000S	NSPF
Genotipo	9	0.10 NS	1.22 *	750.9 **
Repetición	3	0.22 NS	1.32 NS	141.3 NS
Error	27	0.1	0.48	258.6
Total	39			
CV (%)		10.54	11.69	29.65
Valor máximo		3.6	8.812	97.30
Media		3.08	5.962275	55.27
Valor mínimo		1.55	4.208	14.7

F.V.: Fuentes de variación; G.L.: Grados de libertad; DS: Diámetro de la semilla; P1000S: Peso de 1000 semillas; NSPF: Numero de semilla por fruto; \*\*= Significativo al 0.01, \*= Significativo al 0.05, NS: No significativo, CV = Coeficiente de variación

### **5.6 Rendimiento por planta.**

En el análisis de varianza (Cuadro 8), los genotipos de chile de árbol no existen diferencias significativas, mientras que para las repeticiones sí existen diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), el coeficiente de variación fue de 28.53%, sin embargo, en las pruebas de medias bajo el método Fisher, se logró identificar cierta significancia ( $P \leq 0.05$ ), el genotipo con mayor rendimiento por planta, UA17 con 49.00 g, y el con menor rendimiento fue UA21 19.82 g. Esto concuerda con la investigación realizada por Castellón-Martínez *et al.* (2014) en la cual para la variable rendimiento por planta no presentan diferencias significativas.

### **5.7 Rendimiento**

La obtención de datos (Cuadro 8), en el cual se realizó un análisis de varianza en el cual, para los genotipos de chile de árbol, no se presentan diferencias significativas. Para las repeticiones se presentan diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), se obtuvo un coeficiente de variación 28.53%, se hicieron pruebas de medias bajo el método Fisher en el cual se identificó que el genotipo con mayor rendimiento en toneladas fue UA17 con 2.18 toneladas por hectárea, el genotipo con menor rendimiento fue UA19 con 0.83 toneladas por hectárea, lo cual se representa en la Figura 5, los rendimientos de chile de árbol de los genotipos (UA18, 1.79 t ha<sup>-1</sup>, UA16, 1.93 t ha<sup>-1</sup>, UA15, 2.07 t ha<sup>-1</sup>, UA20 2.08 t ha<sup>-1</sup>, y UA17, 2.18 t ha<sup>-1</sup>), evaluados algunos superan la media nacional de 1.64 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2024)

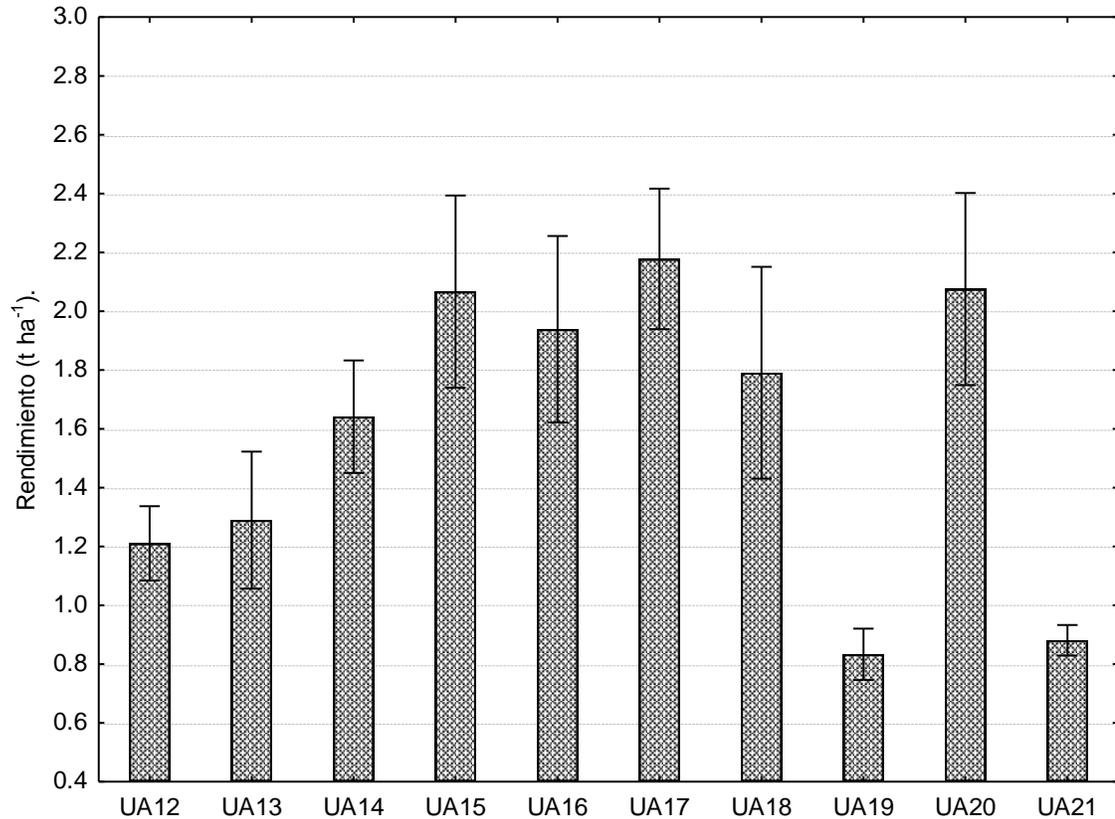


Figura 5. Rendimiento agronómico en los diferentes genotipos en chile de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

Cuadro 8. Análisis de varianza de las variables de rendimiento en genotipos de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

FV	GL	RENDPTA	REND
Genotipo	9	513.59 NS	0.16 NS
Repetición	3	1584.86 **	1.37 *
Error	27	380.09	0.12
Total	39		
CV (%)		28.53	28.53
Valor máximo		85.09	3.78
Media		35.78	1.59
Valor mínimo		3.20	0.14

F.V.: Fuentes de variación; G.L.: Grados de libertad; RENDPTA: Rendimiento por planta; REND: Rendimiento; \*\*= Significativo al 0.01, \*= Significativo al 0.05, NS: No significativo, CV = Coeficiente de variación

## 5.8 Análisis de componentes principales

El análisis de correlaciones de Pearson (Cuadro 9) para 18 variables, presenta diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), destacando correlaciones positivas como la de LT y LP (0.70) esto se refiere a mayor largo de tallo, se incrementa la longitud del pedúnculo; LHM y REND (0.71) el rendimiento incrementa conforme el ancho de las hojas maduras; AF y PSF (0.87) el ancho de fruto incrementa el peso seco del fruto; REN y NF (0.87) el rendimiento incrementa con el número de frutos, mientras que las correlaciones negativas incluyen DT y LF (-0.72) a mayor diámetro de tallo, el largo de fruto disminuye, AHM y NF (-0.89) entre más ancho este la hoja madura, menor número de frutos; REND y AHM (-0.78), a menor ancho de hoja madura, mayor rendimiento.

El Análisis de componentes principales se realizó para de un conjunto de datos de 18 variables, se lograron identificar cuatro componentes principales (Cuadro 10), donde los Eigenvalues (Valores propios) indican la varianza explicada por cada componente principal (CP), en este caso CP1 explica el 32.74% de la varianza total, el CP2, 20.60%, CP3, 13.00% y CP4, 14.542% donde el CP1 a CP4 acumulan un 80.82% de la varianza total, lo que significa que estos cuatro componentes explican la mayor parte de la información.

La contribución de las variables por CP donde el CP1 las variables AHM, DT y tienen una alta influencia positiva. En el NF, RENPTA y REND tienen una influencia en negativo. Lo que sugiere que el CP1 está relacionado con características relacionadas con el rendimiento.

En el CP2 las variables LF y NSPF son las que contribuyen más a la varianza, lo que indica una relación fuerte con características morfológicas del fruto, como su longitud de fruto y número de semillas. El CP3 las variables AF, PFF y PSF son las más influyentes, que están relacionados con el tamaño y peso del fruto. El CP4 las variables AP, ANP y P1000S tienen alta influencia positiva y están relacionados a la producción de semillas.

En la caracterización morfológica de chile árbol colectado en Chihuahua y Sinaloa se procedió a realizar un biplot representado en la Figura 6, donde el CP1 explica el 32.74% de la variabilidad total en los datos y CP2 explica el 20.60% de la variabilidad total donde los CP1 y CP2 presentan la mayor variabilidad total de los datos (Karim *et al.*, 2022). La longitud de las flechas más largas en color rojo indica una mayor contribución de esa variable a los componentes principales, como lo observamos en la Figura 6 las variables de mayor contribución son RENPTA, REND, PSF, y AHM. Los genotipos Ua15, UA20 y UA17 sobresalen en las variables NF, REND y RENPTA, estos genotipos son candidatos para selección por tener características sobresalientes en el rendimiento. Los genotipos UA13, AU21 y UA12 están relacionados con el DT, ANP y LHM. El genotipo UA19, está más relacionado con la variable AHM, y los genotipos UA16 y UA14, con las variables PSF, NSPF, AF y LF.

En el análisis de conglomerados Figura 7, se agruparon tres grupos de los 10 genotipos caracterizados, donde el grupo I, II, III corresponde a cuatro, dos y cuatro genotipos respectivamente. En el grupo I corresponde a genotipos relacionados con morfología de la planta corresponde a los genotipos UA12, UA13, UA19 y UA21 en color rojo, En el grupo II está relacionado con las características relacionadas con el tamaño y peso del fruto el cual corresponde a los genotipos UA16 y UA14 están de color azul. En el grupo III es influenciado por el rendimiento y corresponde a los genotipos UA15, UA17, UA18 y UA20 están de color verde.

Cuadro 9. Matriz de correlación en la caracterización morfológica y agronómica de genotipos de chile de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

	AP	ANP	LT	DT	AHM	LHM	LF	AF	EPF	NF	PFF	PSF	LP	DS	P1000S	NSPF	RENPTA	REND	
AP	1.00																		
ANP	0.52	1.00																	
LT	0.22	0.31	1.00																
DT	0.03	0.56	0.35	1.00															
AHM	-0.10	0.16	0.53	0.53	1.00														
LHM	0.38	0.52	0.04	0.40	0.60	1.00													
LF	0.36	-0.24	0.24	-0.72	-0.20	-0.17	1.00												
AF	0.09	-0.32	-0.06	-0.31	-0.09	-0.23	-0.01	1.00											
EPF	-0.18	-0.13	0.52	0.27	0.44	-0.29	0.01	-0.10	1.00										
NF	-0.20	-0.18	-0.53	-0.48	-0.89	-0.61	0.05	0.08	-0.41	1.00									
PFF	0.08	-0.44	0.10	0.00	0.18	-0.27	-0.03	0.59	0.59	-0.29	1.00								
PSF	0.28	-0.33	0.14	-0.46	-0.13	-0.34	0.35	0.87	0.12	0.01	0.66	1.00							
LP	0.29	0.30	0.70	0.05	0.25	0.05	0.59	-0.55	0.45	-0.37	-0.19	-0.18	1.00						
DS	-0.37	0.38	0.31	0.49	0.02	-0.19	-0.51	-0.13	0.00	0.26	-0.39	-0.33	-0.06	1.00					
P1000S	0.55	0.51	0.47	0.20	0.24	0.29	-0.03	0.56	-0.08	-0.23	0.18	0.52	-0.04	0.21	1.00				
NSPF	0.26	-0.32	0.02	-0.61	-0.38	-0.49	0.62	0.32	0.21	0.08	0.39	0.60	0.28	-0.57	-0.07	1.00			
RENPTA	-0.12	-0.30	-0.40	-0.58	-0.78	-0.71	0.12	0.46	-0.23	0.87	0.09	0.47	-0.44	0.14	0.04	0.28	1.00		
REND	-0.12	-0.30	-0.40	-0.58	-0.78	-0.71	0.12	0.46	-0.23	0.87	0.09	0.47	-0.44	0.14	0.04	0.28	1.00	1.00	

AP: Altura planta; ANP: Ancho de planta; LT: Largo de tallo; DT: Diámetro de tallo; AHM: Ancho de hoja madura; LHM: Largo de hoja madura; LF: largo de fruto; AF: Ancho de fruto; EPF: Espesor de la pared del fruto; NF: Número de fruto; PFF: Peso fresco de fruto; PSF: Peso seco de fruto; LP: Largo de pedicelo; DS: Diámetro de la semilla; P1000S: Peso de 1000 semillas; NSPF: Número de semilla por fruto; RENPTA: Rendimiento por planta; REND: Rendimiento.

Cuadro 10. Análisis de componentes principales para 10 genotipos de chile de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

Variable	CP1	CP2	CP3	CP4
AP	0.091	0.425	0.121	<b>0.779</b>
ANP	0.209	-0.211	-0.320	<b>0.781</b>
LT	0.639	0.155	0.162	0.258
DT	0.585	-0.653	-0.151	0.192
AHM	<b>0.894</b>	-0.239	0.076	0.034
LHM	0.489	-0.179	-0.298	0.556
LF	-0.069	<b>0.935</b>	0.006	0.070
AF	-0.269	-0.066	<b>0.906</b>	0.125
EPF	0.606	0.110	0.298	-0.453
NF	<b>-0.944</b>	-0.030	-0.119	-0.127
PFF	0.256	0.077	<b>0.836</b>	-0.302
PSF	-0.177	0.326	<b>0.907</b>	0.115
LP	0.517	0.615	-0.333	0.110
DS	-0.098	-0.664	-0.171	0.106
P1000S	0.118	-0.145	0.543	<b>0.783</b>
NSPF	-0.148	<b>0.786</b>	0.385	-0.150
RENPTA	<b>-0.883</b>	0.034	0.344	-0.103
REND	<b>-0.883</b>	0.034	0.344	-0.103
Eigenvalue	5.893	3.704	2.618	2.340
% Varianza Total	32.739	20.600	14.542	13.000
Eigenvalor Acumulado	5.893	9.597	12.215	14.554
Acumulado %	32.739	53.340	67.820	80.820

CP: Componente principal; AP: Altura planta; ANP: Ancho de planta; LT: Largo de tallo; DT: Diámetro de tallo; AHM: Ancho de hoja madura; LHM: Largo de hoja madura; LF: largo de fruto; AF: Ancho de fruto; EPF: Espesor de la pared del fruto; NF: Número de fruto; PFF: Peso fresco de fruto; PSF: Peso seco de fruto; LP: Largo de pedicelo; DS: Diámetro de la semilla; P1000S: Peso de 1000 semillas; NSPF: Número de semilla por fruto; RENPTA: Rendimiento por planta; REND: Rendimiento.

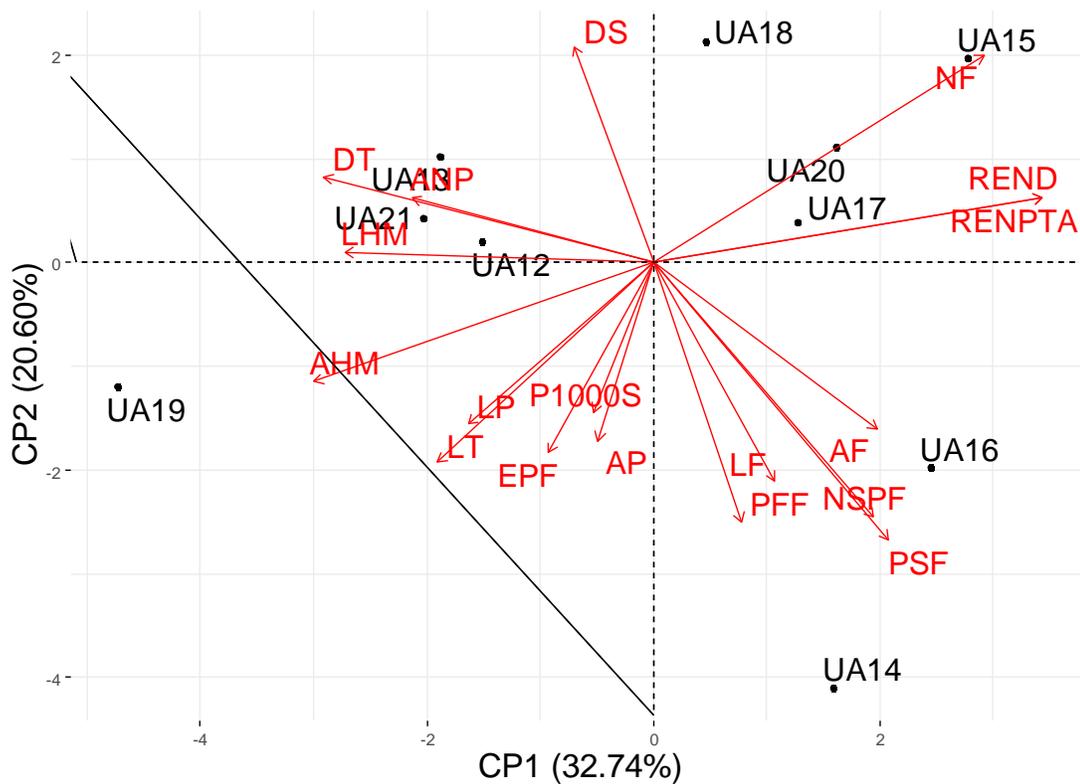


Figura 5. Biplot de la caracterización morfológica y agronómica de genotipos de chile árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

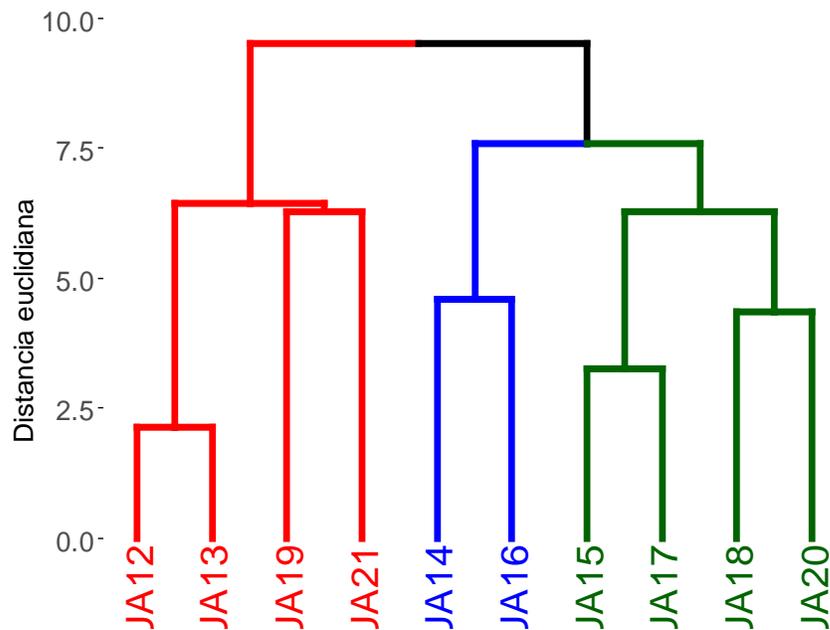


Figura 7. Estudio de la diversidad morfológica y agronómica de genotipos de chile árbol mediante análisis de conglomerados en Chihuahua y Sinaloa.

## **V Conclusión**

Se ha encontrado una amplia variabilidad en diferentes características morfológicas y agronómicas en chile de árbol proveniente de las regiones de Chihuahua y Sinaloa, de las 18 características evaluadas, se destacaron las siguientes variables AP, ANP, LT, DT, AHM, LHM, LF, PSF, LP, P1000S y NSPF.

La evaluación de las características morfológicas nos permitió identificar genotipos que se diferencian en cuanto al rendimiento los cuales fueron: UA20, UA15, y UA17. Estos genotipos pueden ser una buena alternativa para selección y seguir en un programa de mejoramiento.

Con las correlaciones efectuadas se puede identificar que, a mayor longitud de fruto, mayor número de semilla y podemos obtener un mayor rendimiento, esto se presentó en el genotipo UA17.

Los genotipos anteriormente mencionados son una buena alternativa para selección por su potencial de rendimiento y características morfológicas sobresalientes.

Los resultados del análisis de componentes principales y del análisis de conglomerados muestran que es posible identificar y agrupar genotipos con características distintas que podrían ser aprovechadas en programas de mejoramiento genético.

## VI Bibliografía

- Aguilar, Meléndez, A., Vásquez, Dávila, MA., Manzanero, Medina, GI y Katz, E. (2021). Chile (*Capsicum spp.*) como continuo alimento-medicina en el México multiétnico. *Alimentos*, 10 (10), 2502.
- Alía, R., Agúndez, D., Alba, N., Martínez, S. G., y Soto, A. (2003). Variabilidad genética y gestión forestal. *Ecosistemas*, 12(3), 1-7.
- Bernstein y Cameron, M. (2006). Fast discovery of similar sequences in large genomic collections. In *European Conference on Information Retrieval* (pp. 432-443). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Bobadilla-Larios, V., Esparza-Ibarra, E., Delgadillo-Ruiz, L., Gallegos-Flores, P., & Ayala-Lujan, J. L. (2017). Variedades de chile (*Capsicum annum* L.) identificadas mediante marcadores RAPD. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(3), 465-473.
- Bran, R. A. A., Castillo, B. Z., Astudillo, E. A., y Morales, C. J. M. (2023). Análisis de la variabilidad morfológica ex situ del chile miraparriba (*Capsicum spp.*). *South Florida Journal of Development*, 4(2), 761-772.
- Campos, M. (2009). Efecto de la inoculación de sustratos con *Trichoderma spp.* sobre el crecimiento y producción de plantas de chile dulce (*Capsicum annum* L.), bajo ambiente protegido. Tesis para optar por el título de Ingeniera Agrónoma. San Carlos, Costa Rica: Sede Regional San Carlos, Tecnológico de Costa Rica.
- Castellón-Martínez, E., Carrillo-Rodríguez, J. C., Chavez-Servia, J. L., & Vera-Guzmán, A. M. (2014). Variación fenotípica de morfotipos de chile (*Capsicum annum* L.) nativo de Oaxaca, México. *Phyton* (Buenos Aires), 83(2), 225-236.
- Chattopadhyay, A., Baran Sharangi, A., Dai, N., y Dutta, S. (2011). Diversidad de Recursos Genéticos y Análisis de Asociación Genética de Ajíes Verdes y Secos del Este de India. *Chilean journal of agricultural research*, 71(3), 350-356.
- Colque, X. R., Alba, T. A., y Siles, A. C. (2021). Los ajíes nativos y su potencial agroindustrial. *Journal Boliviano de Ciencias*, 17(Especial), 53-62.
- Corrales-Rodríguez, M. A. (2019). Mejoramiento de chile de árbol y soledad a través de cruces intervarietales (Master's thesis). Colegio de Postgraduados.
- Elizondo, Cabalceta, E. y Monge, Pérez, J. E. (2016). Caracterización morfológica de 12 genotipos de chile dulce (*Capsicum annum* L.) cultivados en invernadero en Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 29(3), 60-72.
- Elizondo, Cabalceta, E. y Monge, Pérez, J. E. (2017). Caracterización morfológica de 15 genotipos de pimiento (*Capsicum annum*) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. *InterSedes: Revista de las Sedes Regionales*, 18(37), 1-27.

- Engels, J. 1979. La documentación en Centros de Recursos Genéticos. Turrialba, Costa Rica. CA TIE. 12 p.
- FAOSTAT. 2022. Cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Franco, T. L. e Hidalgo, R. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8. Cali, Colombia: Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), 2003. 89
- García, Jiménez, F. A., Romero, Castillo, P. A., y Reyes, Dorantes, A. (2018). Carotenoids present in chili ancho and pasilla (*Capsicum annuum* L.) in samples of ten years and recent. *Polibotánica*, (46), 259-272.
- García, A. R., Rojas, H. R., Contreras, J. D. C., González, Á. B., y Laguna, R. (2004). Caracterización y evaluación preliminar de 14 accesiones de chile (*Capsicum spp.*). *La Calera*, 4(4), 23-28.
- Hernández, S. A. M. y Fernández, G. D. (2007). Chile, editorial Duncker & Humblot.
- Hernández, V. S., Flor, P. F., Pacheco, O. A., López, E. R. G., Villarreal, R. M., Parra, T. S. y Osuna, T. 2012. Caracterización y variación ecogeográfica de poblaciones de chile (*Capsicum annuum var. glabriusculum*) silvestre del noroeste de México. *Polibotánica*. 33:175-191. [ Links ]
- Hernández-Verdugo, S., Dávila, P., y Oyama, K. (1999). Síntesis del conocimiento taxonómico, origen y domesticación del género *Capsicum*. *Ciencias Botánicas*, (64), 65 - 84. <https://doi.org/10.17129/botsci.1583>
- Hernández-Verdugo, S., González, Sánchez, R. A., Porras, F., Parra, Terraza, S., Valdez, Ortiz, A., Pacheco, Olvera, A., y López, España, R. G. (2015). Plasticidad fenotípica de poblaciones de chile silvestre (*Capsicum annuum var. glabriusculum*) en respuesta a disponibilidad de luz. *Botanical Sciences*, 93(2), 231-240.
- Hernández-Villareal, A. E. (2013). Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *Revista Bio Ciencias*, 2(3).
- Ibiza, V. P., Blanca, J., Cañizares, J., y Nuez, F. (2012). Taxonomy and genetic diversity of domesticated *Capsicum* species in the Andean region. *Genetic resources and crop evolution*, 59, 1077-1088.
- INTAGRI. 2020. Cultivo de Chile en México. Serie Hortalizas, Núm. 21. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 6 p.
- International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV). Introducción general al examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad y a la elaboración de descripciones armonizadas de las obtenciones vegetales, documento TG/1/3, 2002.

- IPGRI, A. (1995). CATIE. Descriptors for Capsicum (*Capsicum spp*). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy; the Asian Vegetable Research and Development Center, Taipei, Taiwan, and the Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica, 110.
- ITIS. 2011. Sistema Integrado de Información Taxonómica.
- Jiménez, P., y Collada, C. (2000). Técnicas para la evaluación de la diversidad genética y su uso en los programas de conservación. *Sistemas y Recursos Forestales*, 2, 237-248.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. (6th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- Karim, K. R., Rafii, M. Y., Misran, A., Ismail, M. F., Harun, A. R., Ridzuan, R., Chowdhury, M. N., Hosen, M., Yusuff, O y Haque, M. A. (2022). Genetic diversity analysis among *Capsicum annum* mutants based on morpho-physiological and yield traits. *Agronomy*, 12(10), 2436.
- Laguna, C. A., Guadarrama, Guadarrama M. E., Arenas, Julio Y. R. y Delgado, M. R. Aplicación de la guía de descripción varietal de dalia (*Dahlia spp*) en la caracterización de clones seleccionados. (2006). *Ciencias Agrícolas Informa*; 4: 24-29.
- Latournerie, L., Chávez, J. L., Pérez, M., Castañón, G., Rodríguez, S. A., Arias, L. M. y Ramírez, P. (2002). Valoración *in situ* de la diversidad morfológica de chiles (*Capsicum annum* L. y *Capsicum chinense* Jacq.) en Yaxcabá, Yucatán. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 25 (1), 25-33.
- López, S. J., Nieto A. R., Barrietos, Priego, A. F., Rodríguez P. E., Colinas, León M. T., Borys, M. W. *et al*. Selección de variables morfológicas para la caracterización del tejocote (*Crataegus spp*). (2008). *Revista Chapingo Serie Horticultura*; 14(2): 97-111
- Luna-Ruiz, J. D. J., Nabhan, G. P., & Aguilar-Meléndez, A. (2018). Shifts in plant chemical defenses of chile pepper (*Capsicum annum* L.) due to domestication in Mesoamerica. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 6, 48.
- Machado, R., y Olivera, Y. (2008). Caracterización morfológica de una colección de *Teramnus spp*. *Pastos y forrajes*, 31(2), 1-1.
- Martín, N. C., y González, W. G. (1991). Caracterización de accesiones de chile (*Capsicum spp*). *Agronomía mesoamericana*, 2(1), 31-39.
- Martínez-Gutiérrez, G. A., Langlé-Argüello, L. A., Urrestarazu, M., Escamirosa-Tinoco, C., Hernández-Tolentino, M., y Morales, I. (2021). Efecto de la densidad de plantación y la poda en el Chile huacle en invernadero. *Idesia (Arica)*, 39(3), 69-74.

- Martínez-Sánchez, D., Pérez-Grajales, M., Rodríguez-Pérez, J. E., & Moreno Pérez, E. D. C. (2010). Colecta y caracterización morfológica de 'chile de agua' (*Capsicum annuum* L.) en Oaxaca, México. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 16(3), 169-176.
- Mani-López, E., Palou, E., y López-Malo, A. (2016). Effect of different sanitizers on the microbial load and selected quality parameters of "chile de árbol" pepper (*Capsicum frutescens* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 119, 94-100.
- Mendoza, H. V., Martínez, T. M., y Meráz, M. R. (2013). Factores de calidad de la semilla de chile silvestre (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum*). *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 4(17), 182-187.
- NMX-FF-025-SCFI-2014. Norma Oficial Mexicana, productos alimenticios no industrializados para consumo humano-chile fresco (*capsicum spp*)-especificaciones (cancela a la NMX-FF-025-SCFI-2007).
- Pardey, C., García, M., y Vallejo, Cabrera, F. A. 2006. Caracterización morfológica de cien introducciones de *Capsicum* del Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. *Acta Agronómica* 55(3):1-9.
- Pérez, G. M., González, H. V. A., Mendoza, C. M. C., Peña, V. C. 2004. Physiological characterization of manzano hot pepper (*Capsicum pubescens* R y P) landraces. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 129(1): 88–92.
- Perry, L., Dickau, R., Zarrillo, S., Holst, I., Pearsall, D. M., Piperno, D. R., ... y Zeidler, J. A. (2007). Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum spp.* L.) in the Americas. *science*, 315(5814), 986-988.
- Quevedo, M., y Laurentin, H. (2020). Caracterización fenotípica de tres cultivares de ají dulce (*Capsicum chinense* Jacq.) venezolano. *Agronomía Mesoamericana*, 31(3), 729-741.
- Raven, P. H., R. F. Vuelque, S. E., Eichhorn, 2005. *Biología de plantas*. 7ma. ed., Nueva York: W. H. Freeman. Book News, Inc., Portland, OR. pp 359–464.
- SADER. 2020. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/agricultura>
- Sánchez Luna, Greisy. (2015) "Manejo de la poda sobre la bioproductividad del cultivo de chile de árbol bajo condiciones de hidroponía."
- SIAP. 2024. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Diciembre 2024
- Tixier-Boichard, M., Ayalew, W., & Jianlin, H. (2008). Inventory, characterization and monitoring. *Animal Genetic Resources/Resources génétiques animaux/Recursos genéticos animales*, 42, 29-44.

Verín, C. A. G. S. (2018). Agricultura y alimentación en el México prehispánico y siglo XVI. *Geografares*, (25).

Walsh, B. M., Hoot, S. (2001). Phylogenetic relationships of *Capsicum* (Solanaceae) using DNA sequences from two noncoding regions: the chloroplast atpB-rcbL spacer región and nuclear waxy introns. *International Journal of Plant Sciences* 162: 1409-1418.

## Apéndice.

Cuadro 11. Comparación de medias para las variables morfológicas en chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

GEN	Altura de planta (m)	Ancho de planta (cm)	Largo de tallo (cm)
UA12	1.72 ab	88.66 ab	19.70 bc
UA13	1.77 a	89.33 ab	21.33 bc
UA14	1.74 a	74.33 d	23.16 b
UA15	1.62 cd	79.50 cd	20.66 bc
UA16	1.70 abc	81.50 bcd	21.66 bc
UA17	1.65 bcd	86.66 abc	22.50 bc
UA18	1.59 d	79.50 cd	18.83 c
UA19	1.70 abc	90.33 a	28.33 a
UA20	1.46 e	78.66 cd	21.50 bc
UA21	1.46 e	76.00 d	21.5bc

Cuadro 12. Comparación de medias para las variables de diámetro del tallo, ancho de la hoja madura y largo de la hoja madura de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

GEN	Diámetro de tallo (cm)	Ancho de hoja madura (cm)	Largo de hoja madura (cm)
UA12	0.90 a-d	4.28 bc	11.38 a
UA13	0.95 ab	4.08 cd	11.13 ab
UA14	0.75 d	4.27 bc	10.16 bc
UA15	0.76 cd	3.52 f	09.37 cd
UA16	0.81 bcd	3.69 ef	08.86 d
UA17	0.77 bcd	3.98 d	09.91cd
UA18	0.94 abc	3.94 de	09.85 cd
UA19	1.06 a	4.60 a	10.42 abc
UA20	0.91 a-d	4.17 cd	09.35 cd
UA21	0.84 bcd	4.48 ab	10.36 abc

Cuadro 13. Comparación de medias para las características físicas de la fruta de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

GEN	Largo del fruto (cm)	Ancho del fruto (cm)	Espesor de la pared del fruto (mm)	Numero de frutos por planta
UA12	09.25 def	1.03 ab	0.37 bcd	35.75 ab
UA13	09.50 c-f	0.94 b	0.32 cd	37.00 ab
UA14	11.10 a	1.13 a	0.49 a-d	32.50 ab
UA15	10.50 abc	0.98 ab	0.29 d	63.25 a
UA16	10.34 a-d	1.00 ab	0.57 ab	47.25 ab
UA17	10.70 ab	0.96 ab	0.46 a-d	55.00 ab
UA18	08.95 ef	0.93 b	0.51 abc	52.25 ab
UA19	09.67 b-e	0.93 b	0.60 a	25.50 b
UA20	08.44 f	1.12 a	0.47 a-d	47.00 ab
UA21	10.13 a-d	0.87 b	0.52 abc	30.75 ab

Cuadro 14. Comparación de medias para los componentes del rendimiento de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

GEN	Peso fresco del fruto (g)	Peso seco del fruto (g)	Longitud del pedicelo (mm)
UA12	1.92 ab	0.80 bc	41.82 bc
UA13	1.60 ab	0.77 bc	43.92 abc
UA14	2.66 a	1.13 a	44.21 abc
UA15	1.46 b	0.78 bc	43.88 bc
UA16	2.35 ab	0.96 ab	47.56 ab
UA17	1.61 ab	0.86 bc	47.36 ab
UA18	2.23 ab	0.70 c	40.74 bc
UA19	2.00 ab	0.75 bc	51.43 a
UA20	2.22 ab	0.96 ab	37.48 c
UA21	1.75 ab	0.65 c	47.71 ab

Cuadro 15. Comparación de medias para la producción de la semilla de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

GEN	Diámetro de la semilla (mm)	Peso de 1000 semillas (g)	Numero de semilla por chile
UA12	2.98 ab	6.40 a	51.47 bc
UA13	3.05 ab	6.16 ab	44.47 c
UA14	2.80 b	6.44 a	67.87 ab
UA15	3.17 ab	5.65 abc	57.25 bc
UA16	2.94 ab	5.66 abc	85.90 a
UA17	3.16 ab	6.27 ab	52.17 bc
UA18	3.09 ab	5.34 bc	38.95 c
UA19	3.30 a	6.53 a	44.85 bc
UA20	3.31a	6.27 ab	46.42 bc
UA21	2.97ab	4.86 c	52.90 bc

Cuadro 16. Comparación de medias para las variables de rendimiento en genotipos de chiles de árbol colectados en Chihuahua y Sinaloa.

GEN	Rendimiento por planta (g)	Rendimiento (ton)
UA12	27.23 ab	1.21 ab
UA13	29.01 ab	1.29 ab
UA14	36.93 ab	1.64 ab
UA15	46.50 ab	2.07 ab
UA16	43.61 ab	1.93 ab
UA17	49.00 a	2.18 a
UA18	40.28 ab	1.79 ab
UA19	18.74 b	0.83 b
UA20	46.69 ab	2.08 ab
UA21	19.82 b	0.88 b