

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación de la diversidad morfológica y genética del chile de árbol (*Capsicum annuum* L.) para su uso en programas de mejoramiento.

Por:

**LUIS ALEXIS NERI CADENAS**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Febrero, 2025.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de la Diversidad Morfológica y Genética del Chile de Árbol (*Capsicum  
annuum* L.) para su Uso en Programas de Mejoramiento.

Por:

**LUIS ALEXIS NERI CADENAS**

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

Febrero, 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



---

Luis Alexis Neri Cadenas

## **AGRADECIMIENTOS.**

A **Dios** por darme la oportunidad de estar en este momento decisivo e importante de mi vida; por darme salud, sabiduría, entendimiento y persistencia para lograr esta meta que a pesar estar llena de obstáculos se logró, parecía lejos de mi alcance, pero gracias a él lo estoy logrando. Todas mis victorias son de **dios**, y todas mis derrotas son solo mías.

A mi querida Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro que fue mi cuna para lograr todo este sueño, este anhelo; por ser mi segunda casa, mi hogar esta querida institución me llenó de muchos conocimientos y de muchas buenas personas. Estaré eternamente agradecido por el calor que me brindó y por el gran impacto positivo que ha tenido en mi vida, así como en mi formación profesional.

Al **Dr. Francisco Alfonso Gordillo Melgoza** mi asesor, por la orientación y por todo el apoyo que me brindó en la realización de la tesis, por ser un buen maestro, compartiéndome todos sus conocimientos por aparte de ser un buen asesor es un amigo con el que puedo confiar. Por compartirme consejos, enseñanzas y perseverancia a lo largo de la tesis.

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

Al **Dr. Neymar Camposeco Montejo** por su apoyo en la revisión del presente trabajo y por todo tiempo puesto en el presente.

A la **MC. Cristina Patricia Aguilar Aranda**, por su tiempo, el acompañamiento que tuvo en el presente trabajo, fue mucho de guía para la realización de los trabajos de laboratorio del presente.

**A mis hermanos** de corazón Adrián Nieto, Oscar Gutiérrez y Cesar Mata por ser de los mejores amigos que he tenido, por todas las situaciones difíciles que se han presentado y siempre han estado para mí. Compartieron risas, momentos difíciles a lo largo de este camino, gracias por ser mi brazo fuerte, mi equipo y lo que es más importante es que yo elegí esta familia, esta bonita hermandad.

## DEDICATORIA.

A mis padres **José Luis Neri Ramírez y Julia Cadenas Tepoxteco** nunca habré palabras suficientes para decirles cuantos los quiero y amo, gracias por ser mis más grandes amigos de la vida. Gracias por su amor incondicional, por su apoyo y sacrificio para que yo estuviera aquí, este triunfo es totalmente para ustedes.

**A mí**, por todo el esfuerzo dado, la perseverancia y la determinación que gracias a estas cualidades me fue posible este logro. Esta tesis es prueba que tengo la capacidad de lograr todo lo que se me proponga, además de tener la capacidad de superar los desafíos, obstáculos y lograr mis metas.

A mis hermanas **Karla Yareth Neri Cadenas y Fernanda Dalí Neri Cadenas** por apoyarme en momentos muy difíciles, y que siempre puedo contar con ellas. Gracias por que son las mujeres que me dan aliento.

A mi sobrina **María Fernanda Neri** que es el motor que yo siga adelante, el motivo que siempre regrese a casa con una sonrisa; por ser el curita en mi corazón y por hacerme la vida más tranquila.

A mi tía **María Guadalupe Neri Ramírez** que me motiva a ser el mejor ingeniero, sé que donde esté está muy orgullosa de donde he llegado, gracias por haber estado presente en mi vida, seguiré esperando su llegada.

A mis **abuelos paternos y maternos, tías y primos** gracias por alentarme a seguir en esta etapa de mi vida, mis esfuerzos son sus esfuerzos.

A esa persona especial **TAPL** que a pesar de haber tiempos difíciles nunca dejo de estar para mí, remó junto a mi contra marea, que me ha hecho muy feliz en este último tiempo; espero que esté conmigo ahora que no tengo nada y seguramente estará cuando lo tenga todo.

## ÍNDICE DE CONTENIDO.

<b>AGRADECIMIENTOS.</b> .....	iv
<b>DEDICATORIA.</b> .....	v
<b>RESUMEN.</b> .....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN.</b> .....	1
<b>1.2 OBJETIVOS.</b> .....	3
1.2.1 Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
<b>1.3 HIPÓTESIS.</b> .....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.</b> .....	4
<b>2.1 Generalidades del cultivo de chile.</b> .....	4
2.1.1 Cultivo de chile. ....	4
2.1.2 Clasificación taxonómica.....	5
<b>2.3 Producción mundial.</b> .....	6
2.3.1 Importancia Nacional.....	7
<b>2.4. Importancia del germoplasma.</b> .....	8
<b>2.5. Descriptores de caracterización cuantitativos y cualitativos.</b> .....	8
<b>2.6. Programas de mejoramiento.</b> .....	8
<b>2.7 Colectas de semillas de chiles a nivel nacional.</b> .....	9
<b>2.8. Caracterización morfológica en chile.</b> .....	9
2.8.1. Caracterización morfológica.....	10
<b>2.9 Origen.</b> .....	10
2.9.1 Domesticación. ....	10
2.9.2. Especies en México y cultivables.....	11
2.9.3. Requerimientos climáticos. ....	11
2.9.4. Humedad.....	11
2.9.5. Luminosidad.....	12
2.9.6 Radiación.....	12
<b>2.10. <i>Capsicum annuum L.</i></b> .....	12
<b>2.11. Importancia del chile de árbol.</b> .....	12
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.</b> .....	13

<b>3.1 Ubicación y localización.....</b>	<b>13</b>
<b>3.3 Trasplante.....</b>	<b>13</b>
<b>3.4 Material Genético.....</b>	<b>13</b>
<b>3.5 Descripción de las entradas.....</b>	<b>14</b>
<b>3.6 Variables de estudio.....</b>	<b>14</b>
<b>3.7 Diseño experimental.....</b>	<b>15</b>
<b>3.9 Análisis estadístico.....</b>	<b>16</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>17</b>
<b>4.1 Caracterización morfológica en chile de árbol.....</b>	<b>17</b>
<b>4.3 Caracterización del rendimiento en chile de árbol.....</b>	<b>19</b>
<b>4.4. Caracterización de la calidad de la fruta en chile de árbol.....</b>	<b>22</b>
<b>4.5. Número de frutos.....</b>	<b>21</b>
<b>4.5.2. Pungencia.....</b>	<b>23</b>
<b>4.6. Análisis de componentes principales (ACP).....</b>	<b>23</b>
<b>4.7. Análisis de Conglomerados.....</b>	<b>29</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>31</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>32</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>37</b>

## ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 1. Selecciones realizadas de chile de árbol en Chihuahua. ....	14
Cuadro 2. Variables a evaluar.....	14
Cuadro 3. Análisis de varianza de las variables morfológicas de chile de árbol colectadas en chihuahua.....	17
Cuadro 3.1 Análisis de varianza de las variables morfológicas de chile de árbol colectadas en chihuahua. ....	18
Cuadro 4. Análisis de varianza de las variables del rendimiento de chile de árbol colectadas en Chihuahua.....	20
Cuadro 5. Análisis de varianza de las variables del rendimiento de chile de árbol colectadas en Chihuahua.....	21
Cuadro 6. Análisis de varianza de las variables del tipo de fruta de chile de árbol colectadas en Chihuahua.....	23
Cuadro 7. Matriz de correlación de variables de emergencia de rendimiento, morfología de la flor y fruta. ....	26
Cuadro 8. Contribución relativa de las variables analizadas en cuatro componentes principales de nueve genotipos de chile de árbol recolectadas en el estado de Chihuahua.....	27
Cuadro 9. Comparación de medias para las variables morfológicas de chiles de árbol colectados en Chihuahua.....	37
Cuadro 10. 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. .....	37
Cuadro 11. Comparación de medias para las características físicas de la fruta de chiles de árbol colectados en Chihuahua.....	38
Cuadro 12. Comparación de medias para los componentes del rendimiento de chiles de árbol colectados en Chihuahua.....	38
Cuadro 13. Comparación de medias para las variables de morfología de la flor en genotipos de chiles de árbol colectados en Chihuahua. ....	39
Cuadro 14. Comparación de medias para las variables de características del fruto en genotipos de chiles de árbol colectados en Chihuahua. ....	39
Cuadro 15. Comparación de medias para las variables de rendimiento en genotipos de chiles de árbol colectados en Chihuahua. ....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. A. Frutos de chile Cola de rata (CR), B. Fruto de chile de árbol en verde, C. Frutos de chile de árbol en etapa de madurez.....	5
Figura 2. Principales países productores de chile seco.....	6
Figura 3. Principales estados productores.....	7
Figura 4. Representación gráfica de la variable Número de frutos (NF), de los nueve genotipos (Tukey $p \leq 0.05$ ) .....	22
Figura 5. Representación gráfica de la variable rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ) de los diez genotipos (Tukey $p \leq 0.05$ ) .....	20
Figura 6. Representación gráfica biplot del análisis de componentes principales de la interacción genotipo*variables en chile de árbol. ....	28
Figura 7. Dendograma de 9 selecciones de chile de árbol de Chihuahua. ....	30

## RESUMEN.

La caracterización morfológica se utiliza para estudiar la variabilidad genética, para identificar las mejores plantas candidatas y para conservar los recursos genéticos. Por lo que la caracterización es el primer paso en el mejoramiento de los cultivos. El objetivo del presente trabajo es caracterizar la variabilidad morfológica de chile de árbol colectadas en la región de Chihuahua y conocer el potencial para aprovecharse en programas de mejoramiento genético. El presente trabajo se hizo bajo condiciones protegidas (invernadero) dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Se realizó la caracterización morfológica de acuerdo con el manual de descriptores para *Capsicum ssp* (IPGRI, 1995), con un diseño de bloques completos al azar. Se realizaron los siguientes análisis: varianza, comparación de medias, después se hizo un análisis de componentes principales y un análisis de conglomerados con los siguientes resultados: en las características morfológicas evaluadas que se pudo identificar que los genotipos con mayor potencial de rendimiento en peso seco de fruto fueron el genotipo C10, C4 y C6, también identificar genotipos con características morfológicas del fruto relacionadas con el tamaño del fruto y el rendimiento es el genotipo 10. La variabilidad morfológica observada en estas colectas de chile de árbol ofrece un gran potencial para la selección de genotipos con características favorables.

**Palabras claves:** Características fenotípicas, variabilidad, características morfológicas, selección.

## I. INTRODUCCIÓN.

En México el consumo de chiles forma parte de las tradiciones mexicanas. Hoy se conocen al menos 200 variedades criollas y 64 variedades domesticadas en México, para uso en una gastronomía que trasciende las fronteras, ya sea crudo, cocido, asado, frito, en salsas, moles, consomés, relleno, e incluso en postres, y el tiempo, con las aplicaciones medicinales que nos legaron los antiguos mexicanos (Vela, 2009). Éstas cuatro especies se cultivan en México: *Capsicum frutescens* L., *Capsicum annuum* L., *Capsicum chinense* L. y *Capsicum pubescens* L., (Cortés-Pérez, 2022). Los chiles más comunes y cultivados de la especie *Capsicum annuum* L. son chile Anaheim, chile poblano, chile serrano, chile de árbol y jalapeño (Bobadilla-Larios *et al.*, 2017). El chile de árbol tiene importancia en elaboración de salsas, guisos, las oleorresinas se ocupan como colorantes en ciertos alimentos, en la industria cosmética se utiliza para darle color a diversos productos, la capsaicina se ocupa en la industria farmacéutica en la elaboración de cremas, jabones y shampoos. Además, que contiene capsaicina, calcio, fósforo, proteínas, potasio, vitamina C, vitamina E, vitamina B6, hierro, magnesio (Rivera-Flores, 2022). La caracterización consiste en registrar todas aquellas variables que son altamente heredables, que pueden verse fácilmente y que son expresadas en todos los ambientes (Martín y González, 1991); (Reveles y Velásquez, 2016). Las características morfológicas han sido usadas para la identificación de especies, familias y géneros de plantas, las cuales involucran factores de resistencia a enfermedades y plagas y de rendimiento, entre otros (Martínez-Sánchez *et al.*, 2010). La caracterización morfológica de una especie vegetal es la descripción de un grupo de caracteres cuantitativos y cualitativos sobre el comportamiento, forma y estructura de ciertos cultivares, determinados por su genética, forman parte de las características internas de una especie y pueden ser modificadas por el manejo del cultivo (Carrillo-Criollo, 2022). Los sistemas agrícolas tradicionales han permitido la diversidad morfológica de este tipo de chile, el cual tiene un ciclo vegetativo de aproximadamente cuatro meses y su fruto es apreciado por su sabor y picor en la preparación de platillos típicos. No obstante, el rendimiento y calidad de fruto es limitado por la falta de variedades mejoradas y el bajo desarrollo tecnológico. El mejoramiento de este tipo de chile ha sido a través de la

selección que los productores han llevado a cabo en sus propios cultivos; así, los materiales obtenidos presentan alta variabilidad aún no caracterizada, condición necesaria para iniciar un proceso formal de mejoramiento genético, de mediano y largo plazos, que genere variedades propias para la región (López y Castro, 1999). Por esa misma razón el principal objetivo del proyecto es caracterizar la variabilidad morfológica de chile de árbol y conocer el potencial para aprovecharse en programas de mejoramiento genético.

## **1.2 OBJETIVOS.**

### **1.2.1 Objetivo general.**

Evaluar la diversidad morfológica del chile de árbol (*Capsicum annuum* L.) y determinar su potencial genético para ser utilizado en programas de mejoramiento.

### **1.2.2. Objetivos específicos.**

- Caracterizar morfológicamente las accesiones de chile de árbol mediante características cuantitativas y cualitativas.
- Analizar la variabilidad genética del chile de árbol para identificar materiales con características deseables para su incorporación en programas de mejoramiento.

## **1.3 HIPÓTESIS.**

- Hipótesis nula ( $H_0$ ): No existirá diferencias morfológicas significativas entre las accesiones de chile de árbol (*Capsicum annuum* L.) evaluadas.
- Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): Existirá una variabilidad morfológica significativa en el chile de árbol (*Capsicum annuum* L.).

## II. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1 Generalidades del cultivo de chile.

#### 2.1.1 Cultivo de chile.

El clima para el cultivo del chile debe de ser cálido pues su desarrollo no es el adecuado si se produce en temperaturas por debajo de los 10°C y por arriba de 35°C. Es moderadamente resistente a la acidez y a la salinidad del suelo. El chile se adapta a diferentes tipos de suelo, pero se desarrolla mejor a profundidades de 30 a 60 centímetros y en suelos franco arenosos, francos limosos o francos arcillosos, con alto contenido de materia orgánica. Para favorecer su desarrollo es recomendable un pH superior a 5.5 grados de acidez. El pH es determinante para la asimilación de nutrientes, entre ellos el nitrógeno, vital para el cultivo y presente en algunos tipos de fertilizante (SIAP, 2010).

El tallo es erguido, ramoso y liso. Las hojas son simples, alternas, generalmente aovadas, enteras, lisas y lustrosas. El fruto, también llamado chile, es una planta erguida o péndula, de forma y tamaño variable, dulce o picante, roja o anaranjada cuando maduro y verde, blanco o purpúreo cuando inmaduro (FIRCO, 2017). Las plantas del género *Capsicum annum* son de ciclo anual, con alturas que varían de 50-100 cm o en ocasiones más, esta especie posee numerosas ramas en ocasiones glabro o pubescentes, provistas de hojas ovadas, acumiladas o elípticas, de dimensiones variables, presenta pedúnculos solitarios, corola blanca aunque una variedad presenta manchas de color púrpura. El fruto es muy variable en cuanto a su forma, tamaño, color y sabores. Los frutos del cultivo de chile de árbol no crecen en forma de árbol como su nombre lo sugiere, aunque la planta es regularmente más alta que el promedio de las otras variedades. Son frutos de forma alargada y delgados, aproximadamente 6-16 cm de largo y 0.2-1.0 cm de ancho (Figura 1), su superficie es de color rojo brillante y posee un pericarpio delgado (Zegbe-Domínguez *et al.*, 2012). Regularmente su consumo es en seco, aunque también se puede consumir en verde, se considera una raza de chiles muy picante.

**Figura 1. A.** Frutos de chile Cola de rata (CR), **B.** Fruto de chile de árbol en verde, **C.** Frutos de chile de árbol en etapa de madurez.



### 2.1.2 Clasificación taxonómica.

De acuerdo al Sistema Integrado de Información Taxonómica de CONABIO (Hanan-Alipil, 2009), la siguiente clasificación taxonómica del chile de árbol, es la actualmente aceptada

Dominio: Eukaria

Reino: Plantae

Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares)

División: Magnoliophyta (plantas con flor)

Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas)

Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas)

Orden: Solanales

Familia: Solanacea

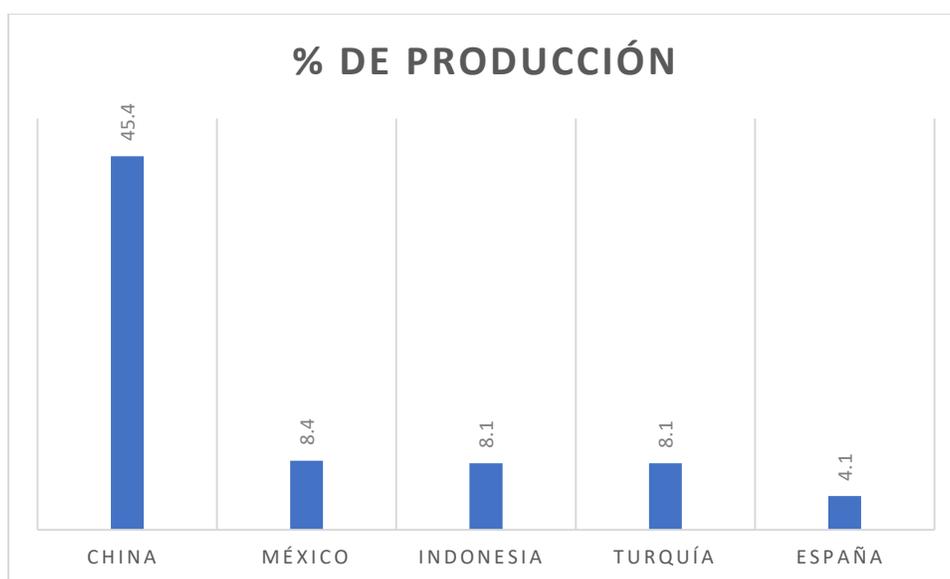
Género: *Capsicum*

Especie: *Capsicum annum* L.

### 2.3 Producción mundial.

Dentro de los cultivos más importantes en el mundo se encuentra el chile (*Capsicum spp.*), con una superficie cosechada que supera los 1.9 mil millones de hectáreas, que generan una producción aproximada de 36.9 mil millones de toneladas de frutos, lo cual, ubica el rendimiento mundial de chile en  $17.79 \text{ t ha}^{-1}$  (FAOSTAT, 2022).

China es el principal productor en el mundo con 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%) (FAOSTAT, 2022).

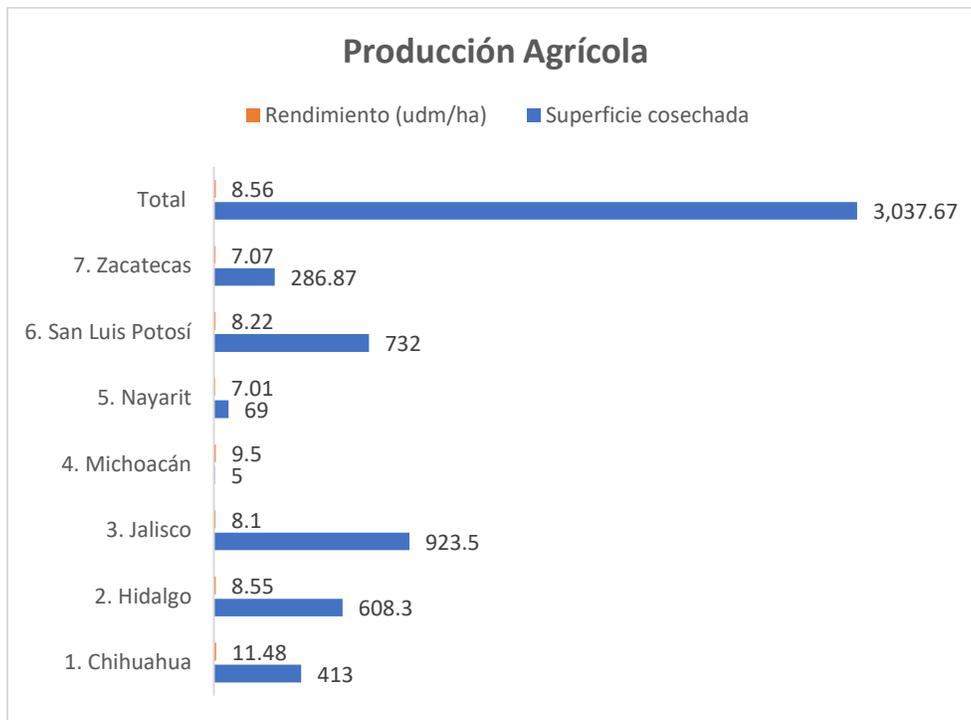


**Figura 2.** Principales países productores de chile seco.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Base de datos estadísticos sustantivos de la organización (FAOSTAT) 2022.

### 2.3.1 Importancia Nacional.

México destina 26.9 millones de hectáreas para la agricultura en sus diversos tipos de cultivos, de las cuales solo el 0.60% está destinado al cultivo de chile (161 285 ha). Con esta superficie se posiciona en segundo lugar a nivel mundial en la producción de chiles en verde con 3.29 millones de toneladas cosechadas (SIAP, 2018); con un promedio de rendimiento en 8.56 udm/ ha, y el 3er lugar en superficie cultivada (161, 285 ha). En el 2017 México exportó gran parte de su producción a 13 países, de los cuales el 99.7% tuvo como destino Estados Unidos de América (1, 053, 000 toneladas) (SIAP, 2018). El producto chile tienen gran demanda en México, según datos del SIAP 2018 el consumo per cápita de chile fue de 18.1 kg. En México el consumo de chiles forma parte de las tradiciones mexicanas.



**Figura 3.** Principales estados productores.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Base de datos estadísticos (SIAP) 2022.

## **2.4. Importancia del germoplasma.**

La importancia y el valor de un banco de germoplasma recae en la caracterización morfológica de los materiales fitogenéticos, esto es una actividad que permite la selección de los materiales más promisorios para su posterior utilización en programas de mejoramiento. De acuerdo al Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (IBPGR, 1980), la caracterización consiste en registrar todos aquellos rasgos distintivos que son altamente heredables, que pueden verse fácilmente y que son expresadas en todos los ambientes (Reveles y Velásquez, 2016).

## **2.5. Descriptores de caracterización cuantitativos y cualitativos.**

La caracterización consiste en registrar todas aquellas características variables que son altamente heredables, que pueden verse fácilmente y que son expresadas en todos los ambientes. Si el descriptor se refiere a una caracterización cuantitativa, como la longitud del fruto o rendimiento, el estado del descriptor se expresa en la unidad de medida usada (cm, mm, g), o la medida puede codificarse para facilitar el almacenamiento de datos. Cuando el descriptor se refiere a una caracterización cualitativa, como color o forma, los estados del descriptor se pueden basar en una tabla de colores o definiciones geométricas, respectivamente (Martín y González, 1991); (Reveles, 2016).

## **2.6. Programas de mejoramiento.**

Es imprescindible disponer de variabilidad genética en cualquier programa de mejoramiento. Nos referimos a la variabilidad disponible para seleccionar, que se encuentra en poblaciones o genotipos previamente adaptados, ya que la variabilidad genética de cada especie en estado silvestre, generalmente, no puede utilizarse directamente. Es así que en el mejoramiento se utilizan colecciones de trabajo como fuente de variabilidad y adaptación. En ese proceso, indefectiblemente, se utiliza sólo

una parte de la variabilidad genética del inicio, que se restringe en cada ciclo selectivo. Recordemos que la finalidad de este proceso es la obtención de nuevos cultivares (Rimieri, 2017).

## **2.7 Colectas de semillas de chiles a nivel nacional.**

Se hicieron colectas previamente de chiles criollos del tipo Soledad de la zona serrana del estado de Puebla, así mismo del tipo de árbol en la zona que comprende los altos de Jalisco y las costas del sur de Sinaloa y Nayarit, en estos últimos estados los chiles de árbol toman el nombre de Cola de Rata, y por último el estado de Chihuahua (Corrales, 2018).

## **2.8. Caracterización morfológica en chile.**

Las características morfológicas han sido usadas para la identificación de especies, familias y géneros de plantas, las cuales involucran factores de resistencia a enfermedades y plagas y de rendimiento, entre otros (Falconer y Mackay, 1996).

Por la importancia de contar con patrones de identificación, caracterización y evaluación de la mayoría de las plantas cultivadas, se han realizado estudios básicos para conocer la variabilidad de las características dentro y entre plantas y seleccionar las características cualitativas o cuantitativas que sean útiles para la descripción (Pérez *et al.*, 2004). Los órganos más importantes para la descripción morfológica son aquellos que están menos influidos por el ambiente, como la flor y el fruto, así como las hojas, tallos, raíces y los tejidos celulares (Martínez-Sánchez *et al.*, 2010).

### **2.8.1. Caracterización morfológica.**

La caracterización morfológica de una especie vegetal es la descripción de un grupo de caracteres cuantitativos y cualitativos sobre el comportamiento, forma y estructura de ciertas cultivares, determinados por su genética, forman parte de las características internas de una especie y pueden ser modificadas por el manejo del cultivo (Carrillo-Criollo, 2022).

### **2.9 Origen.**

Yahualica es el nombre de la región geográfica de México, país que designa el fruto del chile de árbol como originario, cuya calidad o características se deben exclusivamente al medio geográfico. La zona de Yahualica se localiza en la región Altos Sur del Estado de Jalisco, México, y su agricultura se especializa en la producción de chile. La zona geográfica para la Denominación de Origen Yahualica está integrada por 11 municipios: 9 de ellos localizados en la región de Los Altos del Estado de Jalisco y que corresponden a: Yahualica de González Gallo; Mexxicacán; Teocaltiche; Cañadas de Obregón; Jalostotitlán; Encarnación de Díaz; Villa Hidalgo; Cuquío; e Ixtlahuacán del Río; y 2 municipios en el Estado de Zacatecas: Nochistlán de Mejía y Apulco. El fruto del Chile Yahualica se caracteriza por un color verde cuando es inmaduro; y en su madurez, por un color rojo brillante (DOF, 2018).

#### **2.9.1 Domesticación.**

Hace ocho mil años, los pobladores de México lograron domesticar algunas especies de chile (*Capsicum*), más tarde Cristóbal Colón lo llevó a Europa y de ahí se extendió hasta Asia. Sin embargo, en los últimos años la producción de este alimento ha disminuido por la importación de especies asiáticas y sudamericanas, así como por sus bajas ventas. La mayoría de los chiles consumidos en Europa y Asia, como Tailandia, China, Corea e India, se originan a partir de *Capsicum annuum* L. (Cortés-Pérez, 2022).

### **2.9.2. Especies en México y cultivables.**

Hoy se conocen al menos 200 variedades criollas y 64 variedades domesticadas en México, para uso en una gastronomía que trasciende las fronteras, ya sea crudo, cocido, asado, frito, en salsas, moles, consomés, relleno, e incluso en postres, y el tiempo, con las aplicaciones medicinales que nos legaron los antiguos mexicanos. La diversidad de chiles es resultado de la selección y cruce de plantas de esa especie, realizada por los agricultores mexicanos a lo largo de muchos ciclos de siembra para mejorar su color, sabor, tamaño, propiedades medicinales y nutritivas, así como su resistencia a condiciones extremas del clima y a las plagas (Cortés-Pérez, 2022).

Éstas cuatro se cultivan en México: *Capsicum frutescens*, *Capsicum annuum*, *Capsicum chinense* y *Capsicum pubescens* (Cortés-Pérez, 2022).

### **2.9.3. Requerimientos climáticos.**

El requerimiento climático se refiere a las condiciones de temperatura, humedad, precipitación y viento que son necesarias para que un determinado proceso o actividad se lleve a cabo de manera efectiva y eficiente. El requerimiento climático es fundamental para el cultivo de ciclo corto, ya que las plantas necesitan condiciones ambientales específicas para crecer y desarrollarse adecuadamente (Camacho, 2023).

### **2.9.4. Humedad.**

La humedad relativa también juega un papel crucial en el cultivo de chile. Se prefiere una humedad relativa de entre 60-70%. Niveles de humedad demasiado bajos pueden provocar estrés hídrico y afectar la polinización, mientras que una humedad excesiva puede conducir a enfermedades fúngicas y bacterianas. Además, los chiles y pimientos necesitan de una buena ventilación y aireación para prevenir enfermedades y para

permitir una polinización adecuada, especialmente cuando se producen en invernaderos o entornos controlados (Axayacatl, 2023).

### **2.9.5. Luminosidad.**

El chile dulce es una planta muy exigente en luz sobre todo en la época de la floración. En estado de plántula, el chile dulce es un cultivo relativamente tolerante a la sombra, en el semillero, la aplicación hasta un 55% de sombra aumenta el tamaño de las plantas; sin embargo, el exceso de sombra reduce la tasa de crecimiento del cultivo y también pueden provocar el aborto de flores y frutos. (Jiménez *et al.*, 2007).

### **2.9.6 Radiación.**

En el chile el 100% de radiación es el más favorable para el desarrollo tanto en la planta como en los frutos (Díaz-Vazquez, 2012).

### **2.10. *Capsicum annuum* L.**

Los chiles más comunes y cultivados de la especie *Capsicum annuum* L. son chile Anaheim, Chile poblano, chile serrano, chile de árbol y jalapeño (Bobadilla-Larios, *et al.*, 2017).

### **2.11. Importancia del chile de árbol.**

Elaboración de salsas, guisos, las oleorresinas se ocupan como colorantes en ciertos alimentos, en la industria cosmética se utiliza para darle color a diversos productos, la capsaicina se ocupa en la industria farmacéutica en la elaboración de cremas, jabones y shampoos. Además, que contiene capsaicina, calcio, fósforo, proteínas, potasio, vitamina C, vitamina E, vitamina B6, hierro, magnesio (Rivera-Flores, 2022).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1 Ubicación y localización.**

El presente trabajo se realizó en el invernadero número 2 de Fitomejoramiento perteneciente a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicado en Calzada Antonio Narro, Buenavista, 25315 Saltillo, Coahuila. Su localización geográficamente se encuentra en las coordenadas 25° 21' 14.19" N -101° 01' 57.75" O, a una altura de 1754 msnm, con una temperatura promedio de 30°C.

#### **3.2 Siembra y preparación del Sustrato**

La siembra de los materiales se llevó a cabo el 15 de febrero de 2023, en las instalaciones de la Universidad. Para ello, se utilizaron charolas de 200 cavidades, utilizando una mezcla de sustrato compuesto por peat-moss como base, 15% de vermicompost y 15% de perlita.

#### **3.3 Trasplante.**

El 21 de abril de 2023, se llevó a cabo el trasplante de los materiales genéticos, utilizando plantas de 66 días de edad, y se plantaron a una distancia de 25 cm entre sí, a doble hilera con 1.80 m de separación entre bordos, a una densidad de 44,000 plantas por hectárea.

#### **3.4 Material Genético.**

Los materiales genéticos que se obtuvieron de una colecta que se realizó en López, Chihuahua Cuadro 1. Los frutos se colectaron de plantas vigorosas, con sanidad y con frutos uniformes y maduros en invernadero.

### 3.5 Descripción de las entradas.

Se realizó una colecta de chile de árbol, de la cual se obtuvieron nueve entradas. A partir de estas, se procedió a realizar su caracterización morfológica, en el Cuadro 1 se observan los materiales.

**Cuadro 1.** Colecta realizada de chile árbol en Chihuahua.

Material	Lugar de colecta	Municipio/Localidad
C1	Moro	López, Chihuahua
C2	Moro	López, Chihuahua
C4	Moro	López, Chihuahua
C5	Moro	López, Chihuahua
C6	Moro	López, Chihuahua
C7	Moro	López, Chihuahua
C8	Moro	López, Chihuahua
C9	Moro	López, Chihuahua
C10	Moro	López, Chihuahua

### 3.6 Variables de estudio.

Se evaluaron 21 variables morfológicas, agronómicas y de calidad, siguiendo el manual de descriptores para *Capsicum ssp* (IPGRI, 1995), durante las etapas de crecimiento vegetativo, floración y fructificación.

**Cuadro 2.** Descripción de las variables evaluadas en el cultivo de chile de árbol.

Variables	
1. Altura de la planta (AP) (cm).	12. Peso promedio del fruto (PPF) (g).
2. Ancho de la planta (ANP) (cm)	13. Diámetro de la flor (DF) (cm)
3. Longitud del tallo (LT) (cm).	14. Longitud del pedicelo (LP) (mm)
4. Diámetro tallo (DT) (cm)	15. Tipo de epidermis del fruto (TE): 1. Lisa 2. Semirrugosa 3. Rugosa.
5. Ancho de la hoja madura (AHM) (cm)	16. Pedicelo con el fruto (PDF): 1. Fácil 2. Intermedia 3. Persistente

6. Longitud de la hoja madura (LHM) (cm)	17. Pungencia (PUN), se evaluará de manera sensorial: 1. dulce, 2. ligeramente picoso. 3. Picor leve, 4. Picor moderado, 5. Picor intermedio, 6. Picor moderadamente fuerte, 7. Picor moderadamente alto, 8. Picor alto, 9. Picor muy alto, 10. Extremo.
7. Longitud del fruto (LF) (mm)	18. Color del fruto en estado maduro (CLOR): 1.Naranja 2.Rojo claro 3.Rojo 4.Rojo oscuro
8. Ancho de fruto (AF) (mm)	19. Diámetro de semilla (DSEM) (mm).
9. Espesor de la pared del fruto (EPF) (mm)	20. Peso seco del fruto (PSF) (g).
10. Número frutos por planta (NF)	21. Rendimiento (REND) (Ton).
11. Peso Fresco (PF)	

Fuente: IPGRI, 1983.

### 3.7 Diseño experimental.

Las entradas de chile árbol se evaluaron bajo un diseño experimental en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones por entrada y un total de 36 entradas experimentales. El registro de las variables morfológicas se realizó en cinco plantas por cada parcela experimental. Se realizó un análisis de varianza con el programa estadístico Minitab V19.

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

$\gamma_{ijk}$  = 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.**

Las correlaciones fenotípicas de las variables se realizaron utilizando el coeficiente de correlación de Pearson. Posteriormente se realizó un análisis multivariado de Componentes Principales (CP), después se hizo la matriz de correlaciones, con la finalidad de que las variables involucradas en el análisis tuvieran la misma importancia (Jonhson & Wichern, 2007); y para después un análisis de conglomerados jerárquicos con el método de ligamiento promedio Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean (UPGMA) y conjuntamente la distancia euclidiana como media de disimilitud y la matriz de distancias se construyó el dendrograma. Los análisis estadísticos se realizaron con el lenguaje R statistical (R version 3.0.2, 2013).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Caracterización morfológica en chile de árbol.

El análisis de varianza (Cuadro 3) permitió evaluar las diferencias en las variables morfológicas en chile de árbol colectadas en Chihuahua. Se analizaron las siguientes variables: altura de planta (AP), ancho de la planta (ANP), longitud del tallo (LT), diámetro del tallo (DT), ancho de hoja madura (AHM) y longitud de la hoja madura (LHM).

En la fuente de variación genotipo mostró diferencias significativas para la mayoría de las variables, en altura de planta, ancho de hoja madura y longitud de hoja madura presentó diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ). Las variables ancho de planta, longitud de tallo mostraron diferencias significativas ( $p \geq 0.01$ ), indicando una variabilidad genética para estas características. Sin embargo, para diámetro de tallo no hay diferencias estadísticas. Los efectos de la repetición no fueron significativos para la mayoría de las variables, excepto para longitud de tallo, donde se muestra diferencias significancia ( $p \geq 0.05$ ). Los coeficientes de variación varían entre 3.47% (AP) y 13.8% (LT), lo cual indica una variación adecuada para variables morfológicas. Reporto Moreno-Martinez *et al.*, (2015) identificó 17 características altamente discriminantes que correspondieron al 53% del total de variables evaluadas: el ancho, longitud, peso, color, forma y fenología del fruto, así como la longitud de placenta y forma del pedicelo.

**Cuadro 3.** Análisis de varianza de las variables morfológicas de chile de árbol colectadas en chihuahua.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>AP</b>	<b>ANP</b>	<b>LT</b>	<b>DT</b>	<b>AHM</b>	<b>LHM</b>
Genotipo	8	0.008*	198.56**	51.53**	0.023ns	0.48*	1.465*
Repetición	3	0.008ns	80.89ns	31.14*	0.010ns	0.024ns	0.068ns
Error	24	0.003	30.86	7.295	0.015	0.08	0.48
Total	35						
CV (%)		3.47	6.5	13.8	13.55	7.24	6.9
Valor máximo		1.8	100	30.5	1.25	5.12	11.9
Promedio		1.66	85.44	19.57	0.92	4.14	10.14
Valor mínimo		1.4	60	12.5	0.69	3.36	8.26

**FV:** Fuentes de variación; **GL:** Grados de libertad; **AP:** Altura de planta; **ANP:** Ancho de planta; **LT:** Longitud de tallo; **DT:** Diámetro de tallo; **AHM:** Ancho de la hoja madura; **LHM:** Longitud de la hoja madura; **CV =** Coeficiente de variación \*, \*\*= Significativo al 0.05 y 0.01 niveles de probabilidad, respectivamente.

El análisis de varianza (Cuadro 3.1) se pudo evaluar las diferencias en las variables morfológicas en chile de árbol. Se analizaron las siguientes variables: Largo del fruto (LF), ancho del fruto (AF), espesor de la pared del fruto (EPF), diámetro de la flor (DF) y longitud de pedicelo (LP).

En la fuente de variación genotipo mostró diferencias significativas para las variables, largo de fruto, espesor de la pared del fruto y diámetro de la flor presentó diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ). Sin embargo, para las variables ancho del fruto y longitud del pedicelo no hay efectos significativos. Los efectos de repetición no fueron significativos para la mayoría de las variables. Los coeficientes de variación varían entre 7.95% (DF) y 35.17% (EPF), lo cual indica una variación adecuada para variables morfológicas. Reporto Castellón-Martínez *et al.*, (2014) diámetro del tallo, largo, ancho, peso medio de fruto, número de frutos y rendimiento por planta. Dentro de cada morfotipo se determinaron diferencias significativas semejantes, excepto en número de frutos por planta. Entre morfotipos, también se determinaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en la calidad física poscosecha de frutos,

**Cuadro 3.1** Análisis de varianza de las variables morfológicas de chile de árbol colectadas en chihuahua.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>LF</b>	<b>AF</b>	<b>EPF</b>	<b>DF</b>	<b>LP</b>
Genotipo	8	2.94*	0.049ns	0.174*	0.20*	48.39ns
Repetición	3	1.20ns	0.060ns	0.017ns	0.024ns	59.04ns
Error	24	1.21	0.050	0.046	0.038	45.77
Total	35					
CV (%)		10.35	20.38	35.17	7.95	14.15
Valor máximo		13.40	1.61	1.28	3.08	65.77
Promedio		10.61	1.10	0.61	2.46	47.82
Valor mínimo		7.16	0.83	0.22	1.94	35.16

F.V.: Fuentes de variación; G.L.: Grados de libertad; **LF**: Largo del fruto; **AF**: Ancho de fruto; **EPF**: Espesor de la pared del fruto; **DF**: Diámetro de la flor; **LP**: Longitud de pedicelo; \*\*= Significativo al 0.05 y 0.01 niveles de probabilidad, ns: no significativa; CV = Coeficiente de variación

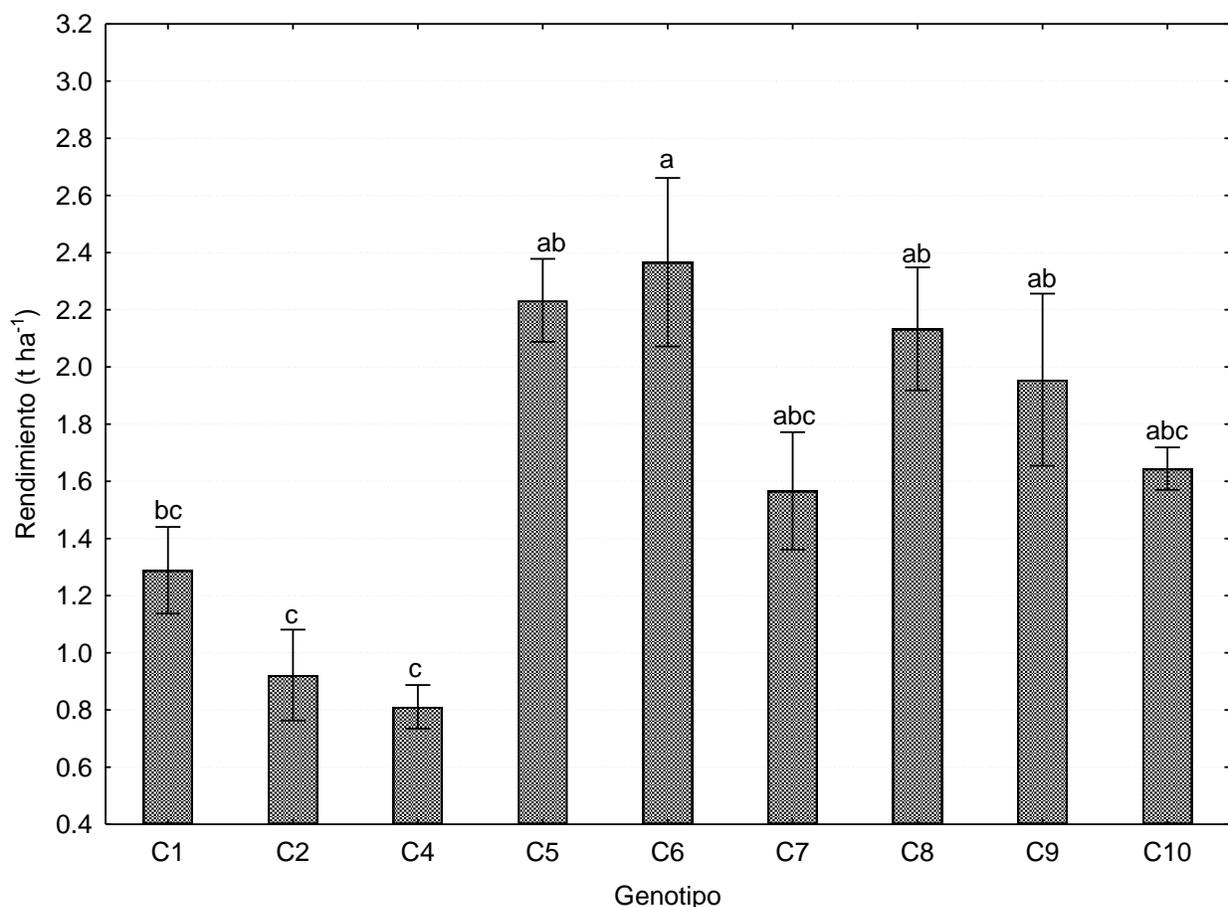
### 4.3 Caracterización del rendimiento en chile de árbol.

En el análisis de varianza (Cuadro 4) permitió evaluar las diferencias en las variables de rendimiento en chile de árbol. Se analizaron las siguientes variables: número de frutos (NF), peso fresco (PF) y peso fresco promedio (PPF).

En la fuente de variación genotipo mostró diferencias en una de las variables, en números de frutos y peso fresco presentó diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ). Sin embargo, para peso promedio del fruto no hay efectos significativos. Los efectos de la repetición en las variables de números de frutos y peso fresco son significativos ( $p \geq 0.05$ ), excepto para peso promedio del fruto donde se muestra no significancia. Los coeficientes de variación varían entre 32.34% (PPF) y 42.64% (NF). Esto concuerda con la investigación realizada Mendoza- Elos *et al.*, (2020) en la cual la variable peso de fruto fresco se detectó diferencias significativas.

El análisis de varianza (Cuadro 5) permitió evaluar las diferencias en las variables. Se analizaron las siguientes variables, peso seco del fruto (PSF) y rendimiento (REND). En la fuente de variación genotipo mostró diferencias significativas en peso seco del fruto y rendimiento ( $p \geq 0.05$ ). Los efectos de la repetición en peso seco del fruto con nivel de significancia ( $p \geq 0.05$ ), excepto rendimiento donde no se muestra diferencias significancia. Los coeficientes de variación varían entre 11.37% (PSF) y 22.01% (REND). Reportó Latournerie-Moreno, (2017) que la variable rendimiento presentó diferencias significativas

En la comparación de medias Tukey ( $p \leq 0.05$ ), se identificó que el genotipo con el mayor rendimiento fue el C6 con valores desde 2.37 t ha<sup>-1</sup> (Figura 5, Cuadro 15), los rendimientos obtenidos de los mejores genotipos de la investigación están por debajo del rendimiento reportado por Garfias-Sánchez (2015) donde evaluó seis genotipos de chile de árbol con rendimiento superior con los valores de 3.21 a 7.37 t ha<sup>-1</sup> respectivamente.



**Figura 5.** Representación gráfica de la variable rendimiento (t ha<sup>-1</sup>) de los nueve genotipos (Tukey p≤0.05)

**Cuadro 4.** Análisis de varianza de las variables del rendimiento de chile de árbol colectadas en Chihuahua.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>NF</b>	<b>PF</b>	<b>PPF</b>
Genotipo	8	772.8*	4938*	1.68ns
Repetición	3	1020.8*	14185*	2.024ns
Error	24	287.6	1840	0.784
Total	35			
CV (%)		42.64	41.94	32.34
Valor máximo		81.00	247.00	5.33
Promedio		39.78	102.28	2.74
Valor mínimo		6.00	12.00	0.57

F.V.: Fuentes de variación; G.L.: Grados de libertad; **NF**: Números de frutos; **PF**: Peso fresco; **PPF**: Peso promedio del fruto; \*= Significativo al 0.05 y 0.01 niveles de probabilidad, ns: no significativa; CV = Coeficiente de variación

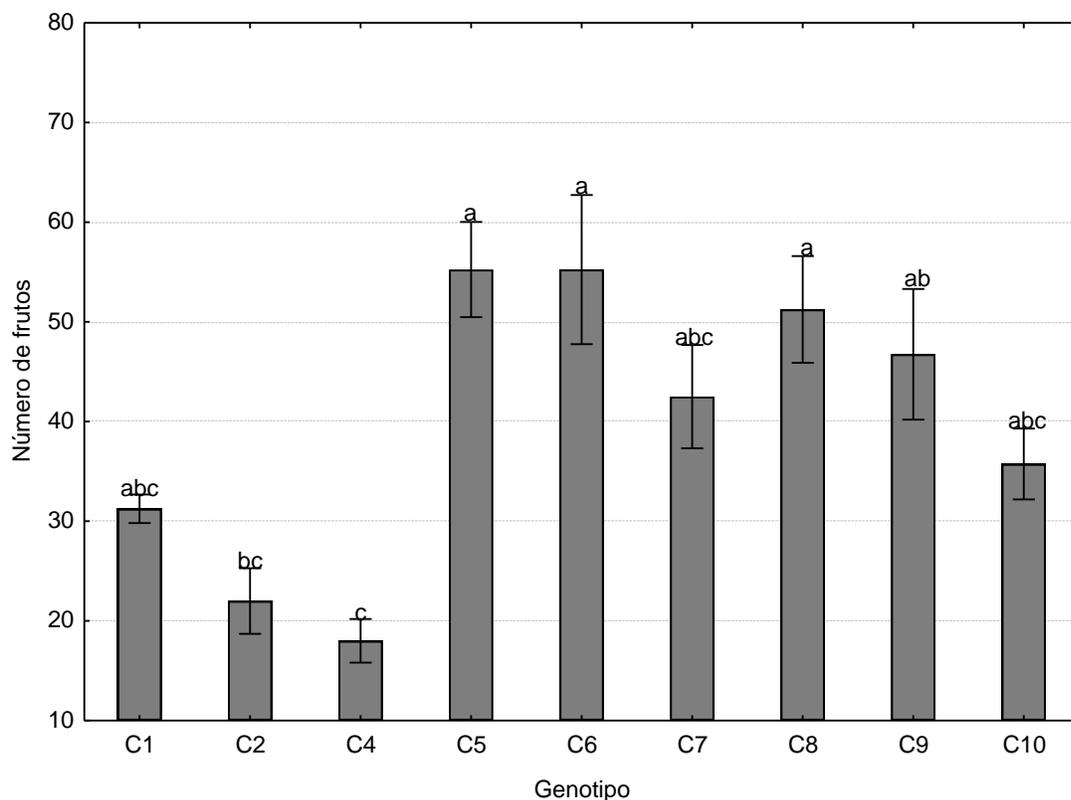
**Cuadro 5.** Análisis de varianza de las variables del rendimiento de chile de árbol colectadas en Chihuahua.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>PSF</b>	<b>REND</b>
Genotipo	8	0.008*	0.210*
Repetición	3	0.006*	0.357ns
Error	24	0.012*	0.074*
Total	35		
CV (%)		11.370	22.010
Máximo		1.500	3.600
Promedio		0.959	1.658
Mínimo		0.630	0.178

F.V.: Fuentes de variación; G.L.: Grados de libertad; **PSF**: peso seco del fruto; **REND**: Rendimiento \*\*= Significativo al 0.05 y 0.01 niveles de probabilidad, ns: no significativa; CV = Coeficiente de variación

#### 4.5. Número de frutos.

En la comparación de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) se identificó que los genotipos con mayores números de frutos son C5, C6 y C8 con un valor de 55.25 y 51.25 respectivamente (Figura 4), La diferencia al número de frutos en los genotipos se debe a los diferentes números de flores, lo que a su vez nos resultaría en un factor importante en el número de frutos por planta (Sánchez-Luna, 2015).



**Figura 4.** Representación gráfica de la variable Número de frutos (NF), de los nueve genotipos (Tukey  $p \leq 0.05$ )

#### 4.4. Caracterización de la calidad de la fruta en chile de árbol.

El análisis de varianza (Cuadro 5) permitió evaluar las diferencias en las variables morfológicas en chile de árbol colectadas. Se realizaron las siguientes variables: Tipo de epidermis (TE), pedicelo del fruto (PDF), pungencia (Pun), color (CLOR) y diámetro de semilla (DSEM).

En la fuente de variación genotipo mostró diferencias no significativas para la mayoría de las variables, en tipo de epidermis, pedicelo del fruto, color y diámetro de semillas no presentaron diferencias significativas. Sin embargo, para pungencia si hay efectos significativos ( $p \geq 0.05$ ). Los efectos de repetición no fueron significativos para las variables. Los coeficientes de variación varían entre 5.25% (DSEM) y 40.96% (Pun).

Reportó Rengifo-Vela, (2021) se encontró diferencias estadísticamente significativas en la variable sabor (pungencia).

**Cuadro 6.** Análisis de varianza de las variables del tipo de fruta en chile de árbol colectadas en Chihuahua.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>TE</b>	<b>PDF</b>	<b>Pun</b>	<b>CLOR</b>	<b>DSEM</b>
Genotipo	8	0.37ns	4.194ns	7.15*	1.94ns	0.054ns
Repetición	3	0.10ns	3.963ns	0.77ns	1.25ns	0.031ns
Error	24	0.23	2.38	3.07	1.09	0.028
Total	35					
CV (%)		21.17	33.45	40.96	13.25	5.25
Valor máximo		3.00	7.00	8.00	9.00	3.51
Promedio		2.25	4.61	4.28	7.89	3.19
Valor mínimo		1.00	3.00	2.00	4.00	2.74

F.V.: Fuentes de variación; G.L.: Grados de libertad; **TE**: Tipo de epidermis; **PDF**: Pedicelo del fruto; **Pun**: Pungencia; **CLOR**: Color; **DSEM**: Diámetro de la semilla; \*\*= Significativo al 0.05 y 0.01 niveles de probabilidad, ns: no significativa; CV = Coeficiente de variación

#### 4.5.2. Pungencia.

En la comparación de medias Tukey ( $p \leq 0.05$ ), se identificó que los genotipos C1, C5 y C7 presentan la mayor pungencia, con valores de 5.75 y 5.50, respectivamente. La pungencia es un atributo muy apreciado por los consumidores en América Latina, África y Asia, a pesar de las sensaciones de irritación, calor y picor que genera (Guzman y Bosland, 2017). Los capsaicinoides, compuestos responsables del picor característico del chile, pueden ser cuantificados mediante métodos cromatográficos, lo que permite determinar la concentración de capsaicina y su equivalencia en la escala Scoville, donde 1 ppm corresponde a 15 grados de unidades Scoville Aguirre, (2015).

#### 4.6. Análisis de componentes principales (ACP).

En el Cuadro 7, se presenta las correlaciones de Pearson para 21 variables evaluadas para posteriormente realizar un análisis de componentes principales (ACP). En las variables evaluadas muestran alta correlación lineal positivas entre AP y LF (0.74); AP y LP (0.87); ANP y LF (0.72); LT y AHM (0.76); LT y DF (0.68); AHM y LHM (0.77); AHM y

DF (0.70); LHM y AF (0.67); LF y LP (0.76); EPF y PPF (0.83); NF y PF (0.89); NF y REND (0.99); PF y REND (0.90); PPF y PSF (0.81); DF y LP (0.67); DF y PDF (0.77).

En el análisis de componentes principales (ACP) es una técnica estadística multivariante de simplificación, que permite transformar un conjunto de variables originales correlacionadas entre sí, en un conjunto sintético de variables no correlacionados denominados factores o componentes principales (Zapotitla, 2011). La técnica de componentes principales es útil en la construcción de muestras estratificadas y en la reducción de variables correlacionadas a un conjunto más pequeño de variables no correlacionadas (Colina *et al.*, 1991). Con las medias de las variables evaluadas que presentaron variación se realizó un análisis de componentes principales (ACP), que incluyó 21 variables. La significancia de los eigenvalores y eigenvectores se determinó con la regla de Keiser (1960). Se obtuvo cuatro nuevas variables que en un conjunto acumularon 78.091% de la varianza observada en las variables originales (Cuadro 8) y que sirven como un resumen de la estructura de las asociaciones entre los cuatro componentes principales asignado los nombres a cada componente principal CP1 “Crecimiento y floración”, CP2 “Rendimiento”, CP3 “Peso del fruto” y CP4 “Crecimiento vegetativo”.

La descripción de los componentes principales (Cuadro 8) el CP1 está relacionada con el crecimiento y floración, tiene una alta variable contribución de las variables DT, AHM, DF, LP y PDF, este componente explica 27.71% de la variación total (Cuadro 8), siendo de las variables que más contribuyen DF y PDF con los valores más altos 0.908 y 0.853, estos valores cuentan con un valor positivo y están relacionada con el crecimiento y floración. El CP2 las variables NF (-0.872), PF (-0.859) y REND (-0.881) con un valor negativo lo que estas variables están relacionadas con el rendimiento, mientras que la variable CLOR (0.736) con un valor positivo, explicando un 22.085% de la variación total y 49.798% de la variación acumulada. El CP3 constituido por las siguientes variables EPF (-0.898), PPF (-0.927), PSF (-0.830) con 18.646% de la variación total y 68.444% de la varianza acumulada estos valores cuentan con un valor negativo y están relacionadas en negativo con el peso del fruto. El CP4 constituido por la siguiente variable ANP (0.877) con un 9.647% de la variación total y 78.091% de la varianza acumulada

este valor cuenta con un valor positivo y está relacionado al crecimiento vegetativo. El análisis de componentes principales al realizar un biplot para visualizar las interacciones entre los genotipos y variables relacionadas con la caracterización morfológica del chile de árbol. En la Figura 8, podemos observar que hay 2 genotipos que se destacan los cuales son 2 y 3. Estos genotipos se destacan por su comportamiento positivo con las variables AF, CLOR PUN y DSEM, donde los genotipos mostraron un favorable resultado en estas variables en términos del fruto, estas características indican un desarrollo óptimo en el fruto. Por otro lado, los genotipos C9 y C6 tuvieron un comportamiento positivo en relación con las variables LHM, PPF, AHM, DT, LT, PDF, DF y LP que están relacionadas con el crecimiento y floración de la planta. Los genotipos C5 y C8 tuvieron un comportamiento relacionado con las variables REND, NF y PF, que están relacionadas con el rendimiento. Mientras que el genotipo C1, no tuvo alguna relación con alguna variable.

**Cuadro 7.** Matriz de correlación de variables de emergencia de rendimiento, morfología de la flor y fruta.

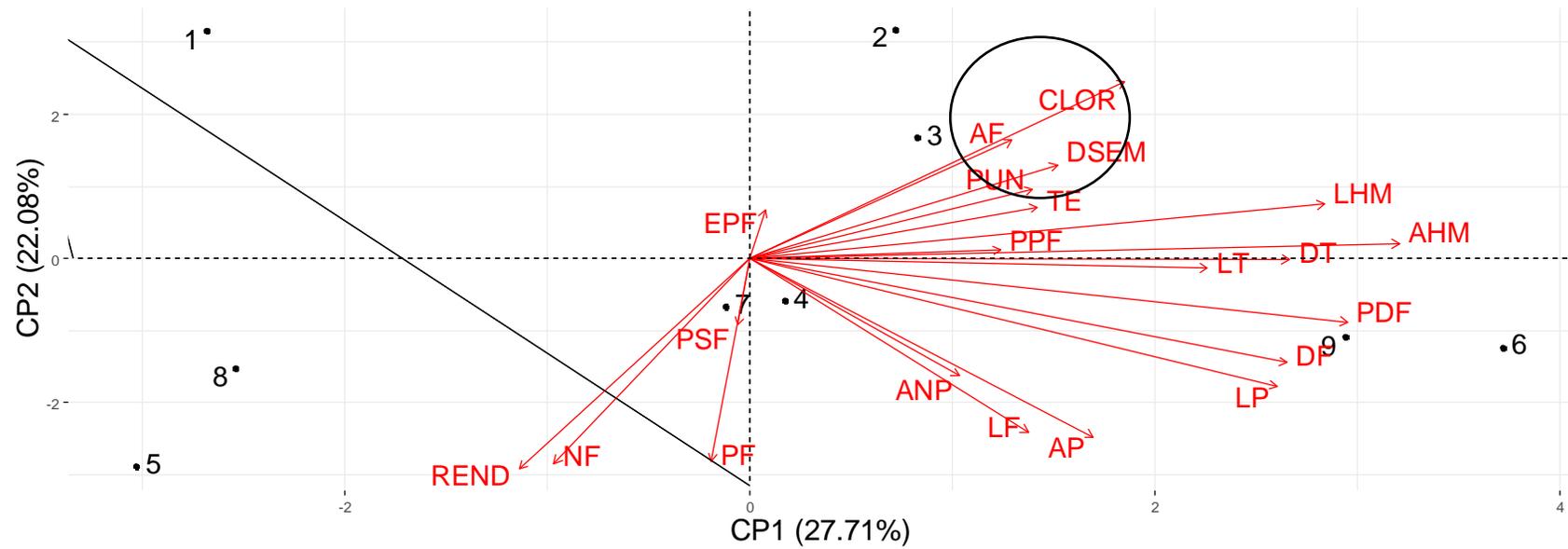
	AP	ANP	LT	DT	AHM	LHM	LF	AF	EPF	NF	PF	PPF	DF	LP	TE	PDF	PUN	CLOR	DSEM	PSF	REND	
AP	1.00																					
ANP	0.55	1.00																				
LT	0.20	-0.13	1.00																			
DT	0.37	0.25	0.40	1.00																		
AHM	0.26	0.05	0.76	0.61	1.00																	
LHM	0.14	0.40	0.62	0.56	0.77	1.00																
LF	0.74	0.72	-0.10	0.21	0.27	0.21	1.00															
AF	-0.43	0.14	0.34	0.00	0.47	0.67	-0.13	1.00														
EPF	-0.14	0.26	-0.50	0.10	0.06	0.17	0.42	0.12	1.00													
NF	0.25	0.13	0.11	-0.15	-0.27	-0.35	0.15	-0.35	-0.51	1.00												
PF	0.24	0.04	0.17	0.03	0.02	-0.26	0.30	-0.28	-0.29	0.89	1.00											
PPF	0.02	0.21	-0.27	0.29	0.40	0.23	0.56	0.21	0.83	-0.39	0.00	1.00										
DF	0.57	0.00	0.68	0.48	0.70	0.35	0.35	-0.03	-0.36	0.27	0.47	0.09	1.00									
LP	0.87	0.47	0.44	0.54	0.65	0.48	0.76	-0.14	0.10	-0.01	0.14	0.30	0.67	1.00								
TE	0.29	0.28	0.10	0.08	0.12	0.23	-0.01	0.28	-0.36	-0.29	-0.42	-0.21	0.16	0.13	1.00							
PDF	0.51	0.40	0.47	0.51	0.62	0.54	0.42	0.34	-0.25	0.09	0.23	0.18	0.77	0.55	0.60	1.00						
PUN	-0.08	-0.37	0.12	0.40	0.25	0.11	-0.18	-0.03	-0.07	-0.13	0.05	0.17	0.50	-0.03	0.13	0.41	1.00					
CLOR	-0.36	-0.10	0.21	0.47	0.40	0.56	-0.33	0.59	0.09	-0.52	-0.41	0.21	0.14	-0.17	0.40	0.44	0.67	1.00				
DSEM	0.07	-0.54	0.39	0.46	0.45	0.03	-0.33	-0.11	-0.29	-0.38	-0.20	-0.01	0.40	0.17	0.27	0.22	0.44	0.35	1.00			
PSF	0.10	0.35	-0.56	-0.13	-0.01	-0.17	0.65	0.07	0.66	-0.08	0.17	0.81	-0.10	0.14	-0.09	0.10	-0.14	-0.17	-0.29	1.00		
REND	0.23	0.16	0.01	-0.23	-0.31	-0.41	0.21	-0.33	-0.44	0.99	0.90	-0.30	0.21	-0.03	-0.27	0.08	-0.19	-0.56	-0.42	0.07	1.00	

Nivel de significación de Pearson: \* =  $P \leq 0.05$ ; \*\* =  $P \leq 0.01$ , respectivamente; **AP**: Altura de planta; **ANP**: Ancho de planta; **LT**: Longitud de tallo; **DT**: Diámetro de tallo; **AHM**: Ancho de la hoja madura; **LHM**: Longitud de la hoja madura; **LF**: Longitud del fruto; **AF**: Ancho de fruto; **EPF**: Espesor de la pared del fruto; **NF**: Números de frutos; **PF**: Peso fresco; **PPF**: Peso promedio del fruto **DF**: Diámetro de la flor; **LP**: Longitud de pedicelo; **TE**: Tipo de epidermis; **PDF**: Pedicelo del fruto; **PUN**: Pungencia; **CLOR**: Color; **DSEM**: Diámetro de la semilla; **PSF**: peso seco del fruto; **REND**: Rendimiento.

**Cuadro 8.** Contribución relativa de las variables analizadas en cuatro componentes principales de nueve genotipos de chile de árbol recolectadas en el estado de Chihuahua.

Varianza	Crecimiento y floración	Rendimiento	Peso fruto	Crecimiento
	CP1	CP2	CP3	vegetativo CP4
AP	0.618	-0.388	-0.082	0.431
ANP	0.245	0.004	-0.223	0.877
LT	0.699	0.079	0.507	-0.095
DT	0.729	0.170	-0.164	-0.164
AHM	0.843	0.310	-0.110	-0.090
LHM	0.629	0.581	0.021	0.270
LF	0.436	-0.302	-0.607	0.570
AF	0.143	0.677	0.099	0.212
EPF	-0.177	0.312	-0.898	0.105
NF	0.043	-0.872	0.300	0.157
PF	0.252	-0.859	-0.016	-0.044
PPF	0.218	0.192	-0.927	-0.037
DF	0.908	-0.274	0.087	-0.173
LP	0.790	-0.139	-0.254	0.322
TE	0.289	0.434	0.367	0.298
PDF	0.853	0.077	0.076	0.194
PUN	0.401	0.121	-0.054	-0.665
CLOR	0.310	0.736	0.054	-0.326
DSEM	0.420	0.220	0.145	-0.659
PSF	-0.068	-0.107	-0.830	0.260
REND	-0.015	-0.881	0.210	0.204
Valor propio	5.820	4.638	3.916	2.026
Varianza explicada (%)	27.714	22.085	18.646	9.647
Varianza Acumulada (%)	27.714	49.798	68.444	78.091

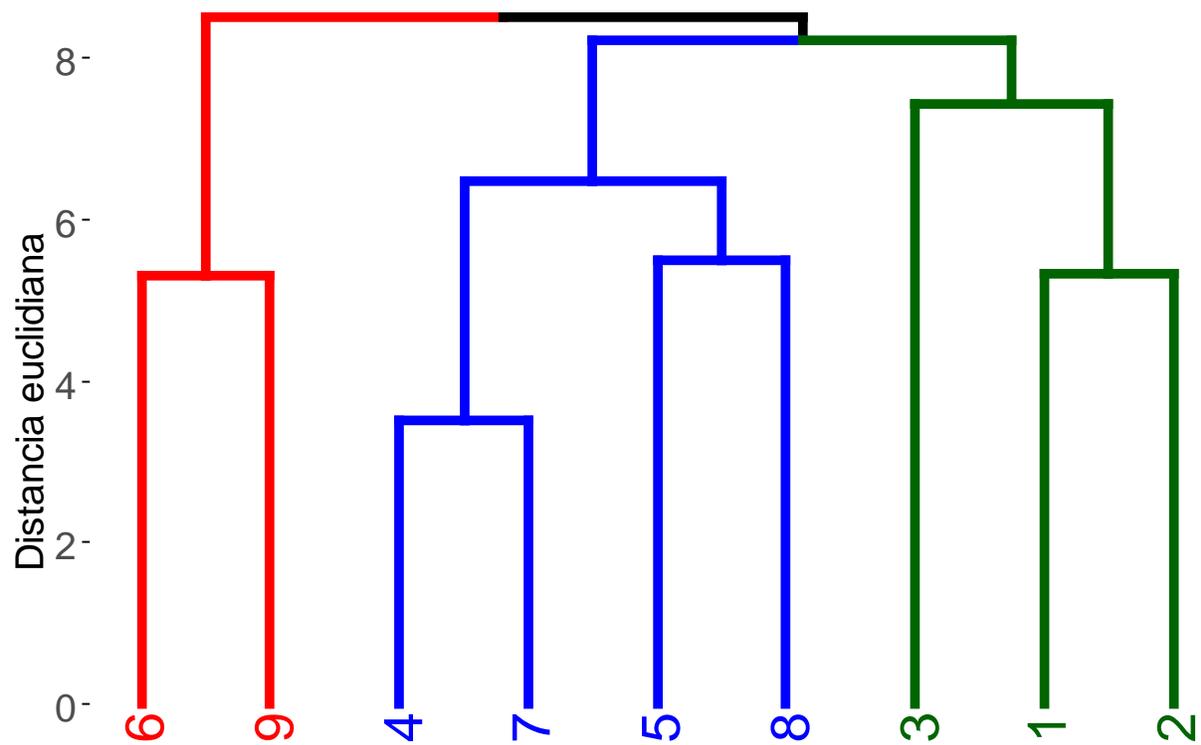
CP: Componente principal: **AP**: Altura de planta; **ANP**: Ancho de planta; **LT**: Longitud de tallo; **DT**: Diámetro de tallo; **AHM**: Ancho de la hoja madura; **LHM**: Longitud de la hoja madura; **LF**: Longitud del fruto; **AF**: Ancho de fruto; **EPF**: Espesor de la pared del fruto; **NF**: Números de frutos; **PF**: Peso fresco; **PPF**: Peso promedio del fruto **DF**: Diámetro de la flor; **LP**: Longitud de pedicelo; **TE**: Tipo de epidermis; **PDF**: Pedicelo del fruto; **PUN**: Pungencia; **CLOR**: Color; **DSEM**: Diámetro de la semilla; **PSF**: peso seco del fruto; **REND**: Rendimiento.



**Figura 6.** Representación gráfica biplot del análisis de componentes principales de la interacción genotipo\*variables en Chile de árbol.

#### 4.7. Análisis de Conglomerados.

El análisis de conglomerados agrupó 9 genotipos de chile de árbol en tres grupos morfológicamente distintos, los resultados son similares de acuerdo por lo reportado por Toledo-Aguilar *et al*, (2016) se identificaron cuatro grupos morfológicos diferentes en sus estudios sobre chiles poblanos. El grupo 1 de color rojo está integrado por la colecta 6 y 9 se caracterizan por tener el pedicelo del fruto (PDF); diámetro de la flor (DF) y longitud de pedicelo (LP), Figura 8. El grupo 2 de color azul conformado por la colecta 4, 7, 5, 8 se caracteriza por el ancho de la planta (ANP); largo del fruto (LF); altura de planta (AP) peso seco del fruto (PSF); peso fresco (PF); número de frutos (NF) y rendimiento (REND). Por último, el grupo 3 de color verde está integrado por la colecta 3, 1 y 2 se caracterizan espesor de la pared del fruto (EPF); ancho del fruto (AF); color (CLOR); Pungencia (PUN); diámetro de semilla (DSEM); tipo de epidermis (TE); peso fresco promedio (PPF); longitud de la hoja madura (LHM); altura de hoja más larga (AHM); diámetro del tallo (DT) y longitud del tallo (LT). Estos análisis proporcionan una comprensión detallada de la amplia variabilidad morfológica y genética en las poblaciones de chile, destacando la importancia del germoplasma nativo en los programas de mejoramiento genético y conservación (Leyva *et al.*, 2018).



**Figura 7.** Dendrograma de 9 selecciones de chile de árbol de Chihuahua.

## **V. CONCLUSIONES.**

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación podemos concluir lo siguiente:

Los resultados nos muestran que la caracterización morfológica y la identificación de ciertos genotipos específicos pueden ser herramientas valiosas para seleccionar y formar nuevas variedades que nos refuerzan en el rendimiento y la calidad del chile de árbol, lo que a consecuencia tendría un impacto positivo en su producción.

En la evaluación de las colectas nos permitió evaluar la diversidad morfológica del chile de árbol, permitiendo identificar el genotipo que se diferencian en cuanto rendimiento fue el C6. En cuanto a las correlaciones efectuadas se puede identificar que, a mayor longitud del fruto, mayor número de frutos y podemos tener un mayor rendimiento.

Los resultados del análisis de componentes principales y de los análisis de conglomerados muestran que se puede identificar y agrupar genotipos con características distintas que podrían ser aprovechadas en programas de mejoramiento genético. Esto quiere decir que hay variabilidad genética que puede ser aprovechada para mejorar las características deseadas en el cultivo del chile de árbol; lo que significa que algunos de estos serían buenos prospectos para establecerse en campo porque pueden ser una buena alternativa para selección y seguir en un programa de mejoramiento.

## VI. LITERATURA CITADA.

- Aguirre, E. & Muñoz, V. (2015). El chile como alimento. *Revista de la Academia Mexicana de Ciencia. Serie usos de plantas Mexicanas*, 66 (3),. pp. 22-23.
- Axayacatl, O. (2023). Clima, suelo y agua para la producción del cultivo del chile. *Blog de agricultura* . <https://blogagricultura.com/clima-suelo-chile/>
- Bobadilla-Larios, V., Esparza-Ibarra, E., Delgadillo-Ruiz, L., Gallegos-Flores, P., & Ayala-Lujan, J. L. (2017). Variedades de chile (*Capsicum annuum* L.) identificadas mediante marcadores RAPD. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 20(3), pp. 465-473.
- Brunat, P. (2015). 5 especies y un sin fin de tipos, colores y sabores de chiles. Chile Globe. <http://www.chileglobe.com/5-especies-chiles/>
- Camacho, B. (2023). Requerimiento climatico. *Prezi*. pp.D 2-13.
- Carrillo-Criollo, J. F., & Yumbra-Orbes, M. (2022). Caracterización morfológica y análisis de crecimiento de tres cultivares de *Helianthus annuus* L. para flor de corte. *Siembra*, 9(1). p. 1-17.
- Castellón Martínez, E., Carrillo-Rodríguez, J. C., Chavez-Servia, J. L., & Vera-Guzmán, A. M. (2014). Variación fenotípica de morfotipos de chile (*Capsicum annuum* L.) nativo de Oaxaca, México. *Phyton (Buenos Aires)*, 83(2), 225-236.
- Corrales Rodríguez, M. A. (2019). *Mejoramiento de chile de árbol y soledad a través de cruza intervarietales* (Master's thesis). pp. 3-59.
- Cortés-Pérez P. (2022). *México, centro de origen y distribución del chile*. Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/universo/general/mexico-centro-de-origen-y-distribucion-del-chile/>

- Díaz-Vazquez, S. G. (2012). Efecto de la radiación en el desarrollo fenológico, rendimiento y calidad en policultivo: chile, jitomate, maíz, frijol y amaranto en condiciones de invernadero. Tesis de maestría. pp. 3-61.
- DOF. (2018). Declaración de Protección de la Denominación de Origen del chile de Yahualica. Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual. Diario Oficial de la Federación. DOF: 16/03/2018.  
[https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5516488&fecha=16/03/2018#gsc.tab=0](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5516488&fecha=16/03/2018#gsc.tab=0)
- FAOSTAT. 2022. Cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FIRCO. (2017). Chile, producto tradicional de la gastronomía mexicana. Fideicomiso de riesgo compartido. <https://www.gob.mx/firco/articulos/chile-producto-tradicional-de-la-gastronomia-mexicana?idiom=es>
- Garfias-Sánchez, D. (2015). *Caracterización de colectas de chile de Árbol y Soledad con microsatélites y análisis de la heterosis de sus cruzas* (Master's thesis). Colegio de Postgraduados. pp. 53-54.
- Guzmán, I., y Bosland, P. W. (2017). Sensory Properties of Chile Pepper heat—and its Importance to Food Quality and Cultural Preference. *Appetite*, 117, 186-190 p.
- Hanan-Alipi A. M., & Mondragón-Pichardo J. (2009). Solanaceae *Capsicum annum* L. Chile piquín. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
- Jiménez, U., Campos, H., Vicente, J., Marín, S., Barrantes, L., & Carrillo, M. (2007). Agrocadena regional: cultivo del chile dulce. *Dirección Regional Central Occidental, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Grecia, Alajuela, Costa Rica*. pp. 76.
- Jonhson, R. A., y Wichern, D. W. 2007. Applied multivariate statistical analysis. 6th Ed. New Jersey: Pearson Education, Inc.

- Keiser, H. F. 1960. The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement* 20:141-151. doi: 10.1177/001316446002000116
- Latournerie-Moreno, L. (2017). Selección masal en chile dulce criollo (*Capsicum annum* L.). *Agro Productividad*, 10(6).
- Leyva, O. R., Andrés, M. P., Del Valle, H. D., Meneses, M. I., Murguía, G. J., Galindo, M.E., López, S. H., Serna, L. R., Del Rosario, A. L., Lee E. H., Sierra, M. & Espinosa, C. A. (2018). Caracterización morfológica de poblaciones de chile manzano (*Capsicum pubescens* Ruiz y Pav.) en la región centro del estado de Veracruz, México. *Revista Bio Ciencias* 5, e388. <https://doi.org/10.15741/revbio.05.e388>
- 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 annum* L.) en Oaxaca, México. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 16(3). pp. 169-176. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-152X2010000300004](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2010000300004)
- Martín, N. C., & González, W. G. (1991). Caracterización de accesiones de chile (*Capsicum* spp). *Agronomía mesoamericana*, 2(1). pp. 31-39.
- Mendoza-Elos, M., Zamudio Alvarez, L. F., Cervantes Ortiz, F., Chable Moreno, F., Frías Pizano, J., & Gámez Vázquez, A. J. (2020). Rendimiento de semilla y calidad de fruto de chile habanero con fertilización química y orgánica. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(8), 1749-1761.
- Moreno-Ramírez, R.Y., Santacruz-Varela, A., López-Sánchez, H., Córdova-Téllez, L., González-Hernández, V. A., López, P. A., & Corona-Torres, T. (2015) Diversidad morfológica de variedades de chile 'guajillo' nativas de zacatecas, méxico1. *colegio de postgraduados*.
- Reveles-Torres L. R. & Velásquez-Valle R. (2016). El banco de germoplasma de chile en el campo experimental zacatecas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap). pp. 3-27.

- Rengifo Vela, M. I. (2021). Elaboración de un encurtido agridulce de ají charapita (*Capsicum frutescens*) con diferentes concentraciones de panela en la solución de líquido de gobierno.
- Rivera-Flores S. (2022). Chile de árbol . *Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán*. pp. 1-1.  
<https://www.incmnsz.mx/2022/Huerto/Hortalizasyfrutales/Chile-arbol.pdf>
- Rimieri, P. (2017). La diversidad genética y la variabilidad genética: dos conceptos diferentes asociados al germoplasma y al mejoramiento genético vegetal. *BAG. Journal of basic and applied genetics*, 28(2), 7-13.
- Sánchez-Luna G. (2015). Manejo de la poda sobre la bioproductividad del cultivo del chile de árbol bajo condiciones de hidroponía . *Universidad autónoma de baja california*. pp. 26-38.
- SIAP. (2010). Un panorama del cultivo del chile. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). pp. 3-20.  
<http://infosiap.siap.gob.mx/images/stories/infogramas/100705-monografia-chile.pdf>
- Toledo-Aguilar, R., López-Sánchez, H., López, P. A., Guerrero-Rodríguez, J. D. D., Santacruz-Varela, A., & Huerta-de la Peña, A. (2016). Diversidad morfológica de poblaciones nativas de chile poblano. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(5),. pp.1005-1015.
- Vela, E. (2009). Los chiles de México. Propiedades medicinaes del chile. *Revista Arqueología Mexicana*, Especial 32. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/las-64-variedades-de-chile-en-mexico?idiom=es>

Zapotitla-Román J. (2011). Análisis de componentes principales. Ingeniería UNAM. pp. 45-55.

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/139/A7.pdf?sequence=7&isAllowed=y>

## APÉNDICE

**Cuadro 9.** Comparación de medias para las variables morfológicas en chiles de árbol colectados en Chihuahua.

<b>Genotipo</b>	<b>Altura de planta (m)</b>	<b>Ancho de planta (cm)</b>	<b>Longitud de tallo (cm)</b>
C1	1.63 a	75.33 c	15.33 d
C2	1.61 a	76.68 c	23.67 ab
C4	1.65 a	91.33 ab	16.50 cd
C5	1.64 a	87.33 abc	20.67 abcd
C6	1.68 a	79.00 bc	17.17 cd
C7	1.74 a	85.67 abc	25.33 a
C8	1.64 a	86.67 abc	22.50 abc
C9	1.70a	95.33 a	16.67 cd
C10	1.72 a	91.67 ab	18.27 bcd

**Cuadro 10.** 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.

<b>Genotipo</b>	<b>Diámetro de tallo (cm)</b>	<b>Ancho de la hoja madura (cm)</b>	<b>Largo de hoja madura (cm)</b>
C1	0.92 a	3.68 bc	9.35 ab
C2	0.84 a	3.43 a	10.50 ab
C4	0.96 a	4.29 abc	10.79 a
C5	0.89 a	4.09 abc	10.46 ab
C6	0.82 a	3.89 abc	9.07 b
C7	1.06 a	4.59 a	10.74 ab
C8	0.96 a	4.33 ab	10.37 ab
C9	0.85 a	3.60 c	9.82 ab
C10	0.95 a	4.39 ab	10.16 ab

**Cuadro 11.** Comparación de medias para las características físicas de la fruta de chiles de árbol colectados en Chihuahua.

<b>Genotipo</b>	<b>Longitud del fruto (cm)</b>	<b>Ancho de fruto (cm)</b>	<b>Espesor de la pared del fruto (mm)</b>	<b>Numero de frutos</b>
C1	9.04 b	1.00 a	0.58 b	31.25 abc
C2	9.62 ab	1.24 a	0.48 b	22.00 bc
C4	11.41 ab	1.68 a	1.40 a	18.00 c
C5	10.49 ab	1.98 a	0.51 b	55.25 a
C6	11.14 ab	0.93 a	0.65 ab	55.25 a
C7	10.94 ab	0.99 a	0.46 b	42.50 abc
C8	10.28 ab	1.88 a	0.55 b	51.25 a
C9	10.87 ab	1.02 a	0.50 b	46.75 ab
C10	11.71 a	1.13 a	0.64 ab	35.75 abc

**Cuadro 12.** Comparación de medias para los componentes del rendimiento de chiles de árbol colectados en Chihuahua.

<b>Genotipo</b>	<b>Peso fresco (g)</b>	<b>Peso seco del fruto (g)</b>	<b>Peso promedio del fruto (g)</b>	<b>Longitud del pedicelo (mm)</b>
C1	75.50 a	0.90 a	2.42 ab	41.61 a
C2	55.50 a	0.88 a	2.36 ab	46.75 a
C4	61.50 a	1.07 a	3.96 a	49.20 a
C5	135.25 a	.93 a	2.51 ab	45.38 a
C6	152.25 a	1.04 a	2.94 ab	47.99 a
C7	112.00 a	.83 a	2.41 ab	53.98 a
C8	136.50 a	0.95 a	2.70 ab	46.80 a
C9	82.25 a	.93 a	1.81 b	47.63 a
C10	109.75 a	1.11 a	3.51 ab	51.00 a

**Cuadro 13.** Comparación de medias para las variables de morfología de la flor en genotipos de chiles de árbol colectados en Chihuahua.

<b>Genotipo</b>	<b>Diámetro de la flor (cm)</b>	<b>Tipo de epidermis</b>	<b>Pedicelo del fruto (cm)</b>
C1	2.20 c	2.25 a	3.5 a
C2	2.46 abc	2.50 a	4.5 a
C4	2.25 bc	2.00 a	4.0 a
C5	2.58 abc	2.25 a	5.5 a
C6	2.49 abc	1.75 a	3.5 a
C7	2.85 a	2.25 a	5.5 a
C8	2.40 abc	2.00 a	4.5 a
C9	2.18 c	2.50 a	4.0 a
C10	2.67 ab	2.75 a	6.5 a

**Cuadro 14.** Comparación de medias para las variables de características del fruto en genotipos de chiles de árbol colectados en Chihuahua.

<b>Genotipo</b>	<b>Pungencia</b>	<b>Color</b>
C1	5.75 a	8.50 a
C2	4.00 a	8.25 a
C4	4.00 a	8.25 a
C5	5.75 a	8.50 a
C6	3.75 a	6.50 a
C7	5.50 a	8.00 a
C8	2.75 a	7.75 a
C9	2.00 a	7.00 a
C10	5.00 a	8.25 a

**Cuadro 15.** Comparación de medias para las variables de rendimiento en genotipos de chiles de árbol colectados en Chihuahua.

<b>Genotipo</b>	<b>Diámetro de la semilla (mm)</b>	<b>Rendimiento (t ha<sup>-1</sup>)</b>
C1	3.30 a	1.29 bc
C2	3.29 a	0.92 c
C4	3.09 a	0.81c
C5	3.03 a	2.23 ab
C6	3.14 a	2.37 a
C7	3.32 a	1.57 abc
C8	3.19 a	2.13 ab
C9	3.04 a	1.96 ab
C10	3.27 a	1.64 abc