

## **Análisis de las características morfométricas y del sitio con relación a la variabilidad del timpinchile (*Capsicum annum* L. var *glabriusculum* sin *aviculare*)**

### ***Analysis of morphometric and site characteristics on the variability of timpinchile (Capsicum annum L. var glabriusculum sin aviculare)***

Reynerio A. Alonso Bran<sup>1</sup>, Beatriz Zambrano Castillo, Pilar Ponce Díaz,  
Ricardo Quiroga Madrigal y María de los Angeles Rosales Esquinca

#### **RESUMEN**

El timpinchile es un cultivo de alta prioridad para los estudios de conservación debido a la pérdida de su variabilidad natural. Esta planta se encuentra amenazada por la modificación de su hábitat natural por el hombre; por tal razón, es importante conocer las limitantes para su conservación mediante el estudio de las características morfológicas y variabilidad genética. La presente investigación tuvo como objetivos, caracterizar morfológicamente *in situ* el timpinchile, determinar los descriptores mínimos y caracterizar el sitio donde se encuentran las poblaciones de esta especie. La investigación se realizó en el municipio de Ocozocoautla, Chiapas en el año 2009.

La metodología consistió en la caracterización morfológica *in situ* de las plantas utilizando 18 variables cuantitativas y siete cualitativas, las cuales son consideradas en el Descriptor Botánico de *Capsicum*. Se estudió la relación existente de las variables de la planta entre y dentro de las características del sitio. Además, se evaluó el nivel de conocimiento de los campesinos sobre este chile y se georreferenciaron los sitios de muestreo. Se determinó que los campesinos conocen la planta, las épocas y lugares donde más se desarrolla. Los caracteres que tuvieron una marcada influencia en la discriminación fueron: diámetro de copa, peso del fruto y diámetro de la semilla. Estas características se separaron del resto de las demás variables de manera significativa. Los resultados indicaron que son siete los descriptores mínimos que caracterizan al timpinchile. Se encontró asociación entre las características del sitio y las variables relacionadas con las plantas, como apariencia y variabilidad.

**Palabras clave:** Diversidad, chile silvestre, caracterización, Chiapas.

#### **ABSTRACT**

Timpinchile is a crop of high priority for conservation studies due to the loss of its natural variability. This plant is threatened by the change in its natural habitat by humans, therefore it is important to know the limitations for conservation through the study of its morphological characteristics and its genetic variability. The aims of this study were the *in situ* morphological characterization of timpinchile, the determination of the minimum descriptors, and the characterization of the site where the populations of this species are found. The research was carried out in the municipality of Ocozocoautla, Chiapas in 2009. The methodology consisted on the *in situ* morphological characterization of the plants by using 18 quantitative and seven qualitative variables; these are considered in the Botanical Descriptor of *Capsicum*. The relationship of variables related to the plant, among and within the site's features was studied. The level of knowledge of farmers about this chile was also assessed, and the sampling sites were georeferenced. It was determined that the farmers know the plant, the times and places where it is most developed. The characters with a significant influence on the discrimination were the following: crown diameter, fruit weight, and diameter of the seed. These features were separated from the rest of the other variables significantly. The results indicated that there are seven descriptors that characterize timpinchile. Association was found between site characteristics and plant-related variables such as appearance and variability.

**Key words:** Diversity, wild chili, characterization, Chiapas.

#### **INTRODUCCIÓN**

El género *Capsicum* se propuso en 1979 por la FAO como un cultivo de alta prioridad para los estudios de conservación, por dos motivos fundamentales: su importancia económica y la pérdida en alto grado de la variabilidad natural, considerando además a Mesoamérica (México y Centroamérica) como área de máxima prioridad para la exploración y estudio de este recurso fitogenético. Dicha decisión se tomó en primer lugar por ser un género nativo de esta área geográfica y en segundo lugar, por la cantidad de especies silvestres que existen hoy día (IPGRI, 2001).

Long (1998) determinó que el chile tiene una larga tradición cultural en México; hay restos arqueológicos de este cultivo en el valle de Tehuacán, Puebla, fechados entre 7,000 y 5,000 años a.C. Se ha especulado acerca de que el chile pudo haber sido el primer cultivo domesticado en Mesoamérica; al menos sí es posible afirmar que ha sido un ingrediente obligado en la comida mexicana desde miles de años atrás. En varios sitios arqueológicos se han encontrado evidencias de la existencia del chile, que datan de la época prehispánica, como semillas carbonizadas o fragmentos de semillas.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera Ocozocoautla-Villaflores km 84. Villaflores, Chiapas. C.P. 30470.  
Correo-e: bran@unach.mx

Diversos autores citan que existen y discuten cómo se ha producido, y aún se produce variabilidad de las especies vegetales, sin embargo las fuentes de variabilidad para las especies de plantas cultivadas se pueden resumir en las categorías siguientes:

a. Evolutiva: La variabilidad producida durante los procesos evolutivos por lo que haya pasado una especie, principalmente durante la etapa de aislamiento productivo, así como la dinámica que la especie ha tenido y sigue teniendo en condiciones naturales. Las plantas cultivadas resultan de la interacción de los factores: mutación, migración, recombinación, selección (natural y artificial) y deriva genética.

b. Geográfica: Esta fuente de variabilidad es importante para determinado número de especies cultivadas que tienen un amplio rango de distribución geográfica, porque además de su dispersión natural, han sufrido una extensa dispersión artificial por acción del hombre. En ambos casos, al llegar a un nuevo nicho ecológico empieza un nuevo proceso evolutivo en el cual crean variantes genéticas de adaptación como respuesta a variaciones en los componentes ambientales (Franco e Hidalgo, 2003).

La pérdida de variabilidad es uno de los indicadores principales de la pérdida de los recursos genéticos, debido al uso indiscriminado de los cultivares silvestres y a la acción de factores externos, principalmente los humanos, en forma inconsciente (Robles, 1995). La falta de variabilidad también puede observarse de forma natural al notarse la escasez de un producto en el mercado o la vulnerabilidad de un cultivo a una enfermedad, frente a la cual habían existido en otras épocas genotipos resistentes (GRAIN, 1998).

Bassett (1986) y Andrews (1995) mencionaron que son cuatro especies semidomesticadas más importantes del género *Capsicum*: *Capsicum annuum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense* y *Capsicum pubescens*. Éstas se distinguen por la combinación de flores y frutos que son característicos de la especie, presenta color de flores de blanco a blanco verdoso y las anteras de color púrpura a azul, contiene cáliz angosto dentado con una flor por axila y un solo fruto ovoide.

Casi la mayor parte de los chiles cultivados pertenecen a la especie *C. annuum*. Una especie de particular interés en la región es el denominado regionalmente "timpinchile", palabra náhuatl que significa: chile mosquito o chile pe-

queño (*Capsicum annuum* L. var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Pickersgill sin. *aviculare*), especie silvestre ampliamente distribuida en México, en zonas de baja altitud y aledaños a las costas, donde registra amplia variación morfológica y de denominación, por ejemplo chile piquín en el norte del país (Laborde y Pozo, 1982; Montes et al., 2006; Bran et al., 2007). Esta variedad es una planta de fruto pequeño, rojo brillante y muy picante; la forma puede ser esférica, ovalada, cónica o alargada y crece en posición erguida, el fruto se separa con facilidad del cáliz, las flores de color blanco lechoso, se presentan una por axila (Bran et al., 2008).

Las poblaciones silvestres de *C. annuum* var. *glabriusculum* son la mejor reserva de germoplasma útil para el sostenimiento natural de la especie y una fuente apreciable para el fitomejorador; al promover la conservación *in situ* es probable reducir los costos elevados en los bancos de germoplasma y permite la evolución natural por la selección ambiental (Martínez et al., 2005). Las plantas de chiles silvestres son recursos valiosos debido a su variabilidad genética, la cual se refleja en un amplio rango de respuestas fenotípicas, particularmente en tolerancia a sequía durante la germinación de la semilla (Niето et al., 2005). La semilla de chile piquín por ser una especie silvestre, la importancia de su estudio radica en el alto valor económico y social para ciertas regiones de México (Montes et al., 2006); además, se tienen pocos conocimientos relacionados con el cultivo.

Los estudios realizados con chiles silvestres en el estado de Chiapas son mínimos, a pesar de que en esta entidad se encuentran distribuidas amplias poblaciones de ellos, representativas; no se han realizado estudios profundos sobre caracterización *in situ*, toda vez de que estas plantas se encuentran amenazadas y en peligro de extinción por diferentes causas, una de ellas son las quemadas de restos de cosechas y bosques, que afectan los lugares adecuados para su supervivencia; la aplicación de herbicidas y el establecimiento de nuevas poblaciones urbanas, han modificado su hábitat de manera que se encuentran sobreviviendo actualmente muy pocas poblaciones.

Es importante conocer los factores limitantes para su conservación y características morfológicas que lo distinguen como el mejor chile y el conocimiento de las áreas en donde se reproducen. También es importante caracterizar las zonas donde se encuentran las poblaciones

silvestres, para asegurar estrategias de supervivencia y desarrollo de las plantas. Martínez et al. (2005) mencionaron que la caracterización del germoplasma consiste en el registro de una serie de detalles y características botánicas altamente heredables, que sean apreciables a simple vista y que se expresen en todos los ambientes. De igual forma son muy importantes los llamados datos de pasaporte que deben incluir en él, número de identificación asignado y características del lugar de la recolección. Tanto la caracterización como los datos de pasaporte, hacen del germoplasma almacenado un recurso de gran utilidad desde el punto de vista genético.

Para llevar a cabo la caracterización se utilizan las llamadas listas de descriptores, las cuales entre otras tienen las siguientes funciones: (1) uniformizar y estandarizar la descripción sistemática por cultivo (2) intensificar el intercambio de datos entre los centros internacionales. Los datos generados en los estudios de caracterización pueden emplearse para documentar el germoplasma, o determinar la distancia genética entre las accesiones, lo cual permite conocer la evolución de los cultivos y reunir germoplasma con características similares para reducir mantenimiento y manipulación de las colecciones (Franco e Hidalgo, 2003).

La caracterización *in situ* de la variabilidad genética del timpinchile y de las condiciones en que se desarrolla es indispensable para trazar estrategias de conservación *in situ* para la variabilidad de las especies del género *Capsicum* en el municipio de Ocozocoautla, Chiapas. Por lo anterior, esta investigación pretende conocer la situación real que presentan las poblaciones del chile silvestre timpinchile en este municipio. Con base en lo anterior, se establecieron los siguientes objetivos: caracterizar morfológicamente *in situ* al timpinchile, determinar los descriptores mínimos necesarios y caracterizar el sitio donde se encuentran las poblaciones de este morfotipo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el municipio de Ocozocoautla, Chiapas, localizado geográficamente a los 16° 40' de latitud norte y a los 93° 15' de longitud oeste, con una altitud promedio de 820 msnm y una superficie total de 2,476.60 kilómetros cuadrados de acuerdo con lo reportado por el Plan de Desarrollo Chiapas 2001-2006 (2001). Colinda al norte con Tecpatán, al este

con Berriozábal, Tuxtla Gutiérrez y Suchiapa, al sur con Villaflores y al oeste con Jiquipilas y Cintalapa. Ocupa una parte de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote, del Corredor Biótico Chimalapa-Uxpanapa-El Ocote y de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Laguna Bélgica.

Se diseñó una encuesta incluyendo un grupo de preguntas dirigidas a obtener información sobre el nivel de conocimiento que tienen los campesinos sobre los distintos tipos de chiles que crecen en sus comunidades o se comercializan en los alrededores. Preferentemente, se encuestaron aquellas personas relacionadas con los chiles silvestres o aquellos campesinos en donde se les localizaron las plantas en sus huertos o terrenos. Por tal razón no se diseñó un tamaño de la muestra definido, por no se saber con claridad los lugares propicios en donde se desarrollaban las plantas.

El procesamiento estadístico de la información obtenida se realizó mediante el análisis de frecuencia (incidencia de aparición) y la prueba de Chi cuadrado, se realizó para la comparación de proporciones y en caso necesario se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan para conocer la diferencia entre ellas (Reyes, 2004).

En la caracterización morfológica se utilizaron los descriptores morfológico-taxonómicos propuestos por el AVRDC-IPGRI-CATIE (1995), y se realizó en condiciones naturales de campo con el fin de identificar las distribuciones reales. Para la identificación de las plantas en los sitios de muestreo, se utilizaron las claves taxonómicas de la FAO (1983).

Para la caracterización *in situ* del timpinchile, se evaluaron características cualitativas y cuantitativas altamente discriminantes consideradas por el AVRDC-IBPGRI-CATIE (1995). Las variables cuantitativas evaluadas consistieron en: altura de la planta, medida desde la superficie del suelo hasta el extremo superior de la rama más alta (cm); diámetro de la copa, considerando la parte más ancha (cm); longitud del tallo, medido desde el cuello de la raíz hasta la primera bifurcación (cm); diámetro del tallo, en la parte media de la longitud del tallo (cm); longitud de hojas maduras, desde la unión de ésta con el pecíolo hasta el extremo (cm); diámetro de hojas maduras (cm); longitud de corola (cm); longitud de anteras (mm); longitud de filamento (mm); número de flores por axila; longitud de la placenta (cm); longitud de frutos (cm); diámetro de frutos (cm); peso de frutos (g); longitud del

pedicelo (cm); espesor de la pared frutos (mm); diámetro de semillas (mm); peso de 1,000 semillas (g) y número de semillas por frutos.

Las variables cualitativas evaluadas fueron: posición de la flor, color de la flor, color de las anteras, exserción del estigma, color del fruto en estado maduro, color del fruto en estado intermedio y forma de fruto.

Con las variables cuantitativas se realizó un análisis discriminante (Franco e Hidalgo, 2003). Como parte del análisis discriminante, se realizó la selección paso a paso de las características que mayor aporte representaran en la discriminación entre las muestras. También como resultado del análisis de clasificación, se determinaron las variables de mayor magnitud relativa dentro de cada función discriminante, considerando las que más contribuyeran a la discriminación.

Para determinar las áreas evaluadas, se trazaron rutas de muestreo utilizando el mapa del estado de Chiapas editado por el INEGI (2000). Se realizó la caracterización de cada uno de los puntos de muestreo y se registraron los datos de latitud, longitud y altitud utilizando el sistema de posicionamiento global (GPS); la procedencia de la acesión (huerto, terreno del campesino, bosque); total de muestras; número de plantas muestreadas en cada punto y la apariencia general de la población mediante un criterio descriptivo acerca de las condiciones aparentes de la población de chiles, considerándose como débiles las representadas por plantas pequeñas, enfermas o desnutridas, intermedias las representadas por plantas de tamaño mediano y algunos síntomas de enfermedades causadas por patógenos y desnutrición; y vigorosas las representadas por plantas fuertes y sanas.

La variabilidad observada se estimó considerando el número de morfotipos encontrados en el punto de muestreo, a partir de las diferencias fenotípicas en las plantas muestreadas según lo sugerido por Dewitt y Bosland (1996) y Hernández et. al. (1999), clasificándola como alta, intermedia y baja. En el caso de los caracteres cualitativos (apariencia y variabilidad), se gradaron los atributos de acuerdo al Descriptor Internacional de Capsicum de la siguiente forma: valores más bajos o menor nivel del carácter (3), valores más altos o de mayor (7) y valor intermedio (5).

En el caso del carácter número de plantas por punto de muestreo se anotó el número real 1, 2 y 3, etcétera, con base en las plantas existentes en cada punto.

La pendiente se expresó en porcentajes con los datos tomados con el nivel tipo "A", considerando cinco niveles de acuerdo con la FAO (1990): 1 (0-0,5), 2 (0,6-2,9), 3 (3-5,9), 4 (6-10,9), 5 (11-15,9), se evaluó el total de muestras por cada valor de la pendiente; además se realizó una descripción de las plantas de Chile en condiciones de sombra y de sol.

Se determinó la relación existente entre las variables correspondientes a las características de los puntos de muestreo, fuente de recolección, iluminación y con las variables relacionadas con la planta (total de muestras, número de plantas por punto de muestreo, la apariencia general de la población de plantas y la variabilidad observada), también se evaluó la influencia de la altitud (msnm) sobre la variabilidad observada. El procesamiento estadístico de la información obtenida se realizó mediante dos pruebas de Chi cuadrado, una para comparar el comportamiento de las variables relacionadas con la planta entre las características del sitio y otra para evaluar el comportamiento de las variables relacionadas con la planta dentro de cada característica del sitio.

Para cada característica del sitio y la relacionada con la planta se utilizó una prueba de Chi cuadrado para analizar los niveles de cada factor; se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan para la comparación de las proporciones correspondientes.

Se utilizó el programa SPSS versión 17.0 para el análisis de frecuencia y el análisis discriminante. Se utilizó el programa COMPAPRO para la comparación de las medias en el análisis de frecuencia y la caracterización del sitio en todas las variables evaluadas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En Ocozocoautla, Chiapas, las principales formas del timpinchile que se conocen son de tipo ovoide, largo y bola. En la encuesta realizada se encontró (Cuadro 1) que la forma del timpinchile más conocida es el bola o redondo con 73.5% de los campesinos, 23.5% lo conocen como ovoide y 2.9% lo conocen como Chile largo. Las formas características de estos chiles también son bastante conocidas por Long (1998), quien manifestó que el timpinchile es conocido como el Chile de Chiapas.

Los nombres comunes con los que se les conoce a los chiles son discutidos por diferentes autores, en el municipio de Ocozocoautla el timpinchile se caracteriza por tener diferentes

**Cuadro 1.** Formas conocidas del fruto del timpinchile ( $\pm$ ES= 1.47)

	Frecuencia	Porcentaje
Ovoide	8	23.5b
Larguito	1	2.9c
Bolita o redondito	25	73.5a
Total	34	100.0

Proporciones con letras comunes no difieren significativamente de Duncan a  $p < 5\%$

nombres comunes, por ejemplo: tempenchile, amashito, chile pájaro y chile de monte, este último lo mencionan en sus publicaciones Rodríguez et al. (2003) y Long (1998) refiriéndose, con este término, a los chiles que crecen de manera espontánea.

El 64.7% de los productores señalaron que el chile silvestre es mejor conocido en Ocozocoautla, con el nombre de tempenchile (Cuadro 2), 17.6% lo conocen como chile pájaro, 11.8% lo conocen como chile de monte y 5.9% de los productores restantes lo conocen con el nombre de amashito.

Con respecto al consumo (Cuadro 3), 61.8% de los campesinos lo utilizan como alimento en fresco, 32.4% como condimento y 5.9% como medicina para problemas gastrointestinales. A pesar de lo picoso de este chile silvestre, algunas personas con problemas de acidez estomacal pueden consumirlo, ya que los mismos están caracterizados como no irritantes y ayudan a la digestión (Acosta y Luján, 2003; Bañuelos et al., 2008). Es considerado como uno de los chiles que más consume la población, uno de los indicadores específicos es la presencia de estos chiles en los mercados, en otoño-invierno se acentúa y en verano disminuye o no existen. Es evidente el incremento de la demanda del consumo del chile

piquín en Estados Unidos y México (Pozo et al., 1991). En estudios realizados en el noroeste de México por Rodríguez (2005), relacionados con la preferencia del chile piquín por los consumidores, encontró que este morfotipo fue altamente preferido entre los consumidores (30 a 37%), a niveles similares que el jalapeño (33 a 37%).

El 64.7% de los productores expresaron que la mayor abundancia del timpinchile se presenta en los meses de agosto, septiembre y octubre (Cuadro 4), y en menor proporción en los meses de mayo-julio con 35.3%. Es de notar que los meses de mayor presencia coinciden con los meses más lluviosos, aunque en las zonas de humedad residual y áreas montañosas, se le puede encontrar incluso en los meses de noviembre y diciembre. Uno de los lugares en donde se encuentran con mayor frecuencia los chiles silvestres, es en las montañas, específicamente bajo los árboles o cafetales, aunque existen otros hábitats en los que crecen con mucha facilidad, tales como: las orillas de los arroyos y en los linderos de potreros. Este último hábitat también es propicio para ciertas aves, que juegan un papel importante en su dispersión, ejemplo de ello es el *Pistoque sulphuratus* comúnmente denominado por los pobladores de la región como "chiturí" (Vázquez,

**Cuadro 2.** Otros nombres conocidos del timpinchile ( $\pm$ ES=2.08)

	Frecuencia	Porcentaje
Tempenchile	22	64.7a
Amashito	2	5.9c
Chile de monte	4	11.8b
Chile pájaro	6	17.6b
Total	34	100.0

Proporciones con letras comunes no difieren significativamente de Duncan a  $p < 5\%$

**Cuadro 3.** Usos del timpinchile ( $\pm$ ES= 1.05)

	Frecuencia	Porcentaje
Alimento fresco	21	61.8a
Condimento	11	32.4b
Medicinal	2	5.9c
Total	34	100.0

Proporciones con letras comunes no difieren significativamente de Duncan a  $p < 5\%$

**Cuadro 4.** Periodos de abundancia del timpinchile ( $\pm$ ES=8.31)

	Frecuencia	Porcentaje
Mayo-Julio	12	35.3b
Agosto-Octubre	22	64.7 <sup>a</sup>
Total	34	100.0

Proporciones con letras comunes no difieren significativamente de Duncan a  $p < 5\%$

**Cuadro 5.** Importancia del timpinchile ( $\pm$ ES=1.58)

	Frecuencia	Porcentaje
Parte de la dieta	23	67.6a
Genera ingresos	3	8.8c
Tradicional	7	20.6b
Otros	1	2.9c
Total	34	100.0

Proporciones con letras comunes no difieren significativamente de Duncan a  $p < 5\%$

1996). Esta ave se caracteriza por ubicarse sobre los corrales, el colorido del fruto la atrae para alimentarse de él, de tal forma que al paso por su tracto digestivo la escarifica y al defecar, ayuda a que germine la semilla con más facilidad y desde luego asegura así su dispersión. Las condiciones favorables que se encuentran en ese hábitat, permiten un medio propicio para su germinación. La abundancia de los chiles silvestres está influenciada por la presencia de humedad en el suelo, que generalmente ocurre durante la temporada de agosto-octubre.

El timpinchile tiene gran importancia económica y social, principalmente porque en algunas localidades los productores dependen económicamente de la comercialización de este producto y forma parte importante de la dieta de la población, a tal grado que 67.6% de los encuestados (Cuadro 5) consideran al timpinchile como parte fundamental de su dieta. El 20.6% asegura que tiene importancia social para los pobladores de la región, ya que significa una cultura de consumo de este fruto en diversidad de platillos, además de que el consumo es en fresco. Para 8.8% de los encuestados es importante por los ingresos que les genera y para 2.9% no tiene importancia. Estos resultados indican que la mayor parte de los pobladores consideran importante este chile,

al formar parte de la dieta y parte de la canasta básica de alimentos de su comunidad.

La cosecha del timpinchile se realiza de dos formas: la primera es el corte de la planta entera para su extracción del fruto y su venta en fresco en pequeñas medidas, y la segunda es la colecta de sus frutos (verdes, morados, amarillos, anaranjados y rojos), y su transformación en chiles en salmuera para su comercialización en presentaciones en frascos con un valor de los \$40.00 a \$60.00, se comercializa principalmente en los mercados de la capital y la cabecera municipal.

Con relación a la conservación de la semilla (Cuadro 6), 79.4% de las personas encuestadas indicaron que no conservan su semilla debido a la falta de una cultura conservacionista y carecen de conocimientos para la germinación de la semilla y su conservación *ex situ*. Se requiere la capacitación a estos productores sobre estas prácticas agronómicas vitales para la conservación de este recurso fitogenético.

El 17.6% ocasionalmente conserva la semilla, con resultados poco alentadores y sólo 2.9% ha conservado la semilla. El poco interés demostrado por la población en la conservación de la semilla, se le atribuye al desconocimiento de métodos que contribuyan a estimular la capacidad germinativa de la semilla de este fruto;

**Cuadro 6.** Conservación de la semilla del timpinchile ( $\pm$ ES=1.98)

	Frecuencia	Porcentaje
A veces	6	17.6b
Muy poco	1	2.9c
Nunca	27	79.4a
Total	34	100.0

Proporciones con letras comunes no difieren significativamente de Duncan a  $p < 5\%$

por lo tanto, es importante generar programas de capacitación para aquellos productores que estén interesados en adoptar esta técnica y así poder preservar la población de plantas.

La aplicación del análisis discriminante sobre las variables independientes considerando 19 caracteres cuantitativos (Cuadro 7), proporcionó como resultado una buena clasificación, existió una buena correspondencia entre la clasificación realizada entre el Descriptor Botánico Taxonómico Internacional de Capsicum utilizado y el análisis estadístico.

En el cuadro citado se puede observar el resultado del análisis realizado, la determinación de las variables de mayor magnitud relativa dentro de cada función discriminante. De acuerdo con los coeficientes estandarizados de las 11 funciones discriminantes canónicas, se puede

decir que en las funciones discriminantes dos (diámetro de copa), tres (peso del fruto) y uno (diámetro de la semilla), son las que presentaron una marcada influencia en la discriminación, de tal modo que las características de arquitectura de la planta, del fruto y semilla se separaron del resto de manera significativa; mientras que para la función discriminante nueve, longitud del fruto, contribuyó en mayor medida a determinar las características altamente heredables relacionadas con el fruto; sin embargo, la función discriminante cinco, diámetro del fruto, representa otra de las características del fruto que contribuye a la discriminación del timpinchile. Por lo tanto, las características del fruto pueden influir en la identificación de este chile, lo que indica que es un carácter dominante que puede ser heredable.

**Cuadro 7.** Coeficientes de la función Discriminante Canónica Estandarizada

Caracteres	Función										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Diámetro de copa	0.171	-1.372	-0.161	-0.004	0.251	0.002	-0.041	0.131	0.094	0.069	0.083
Diámetro de tallo	0.025	0.098	0.803	0.086	-0.667	0.607	0.130	-0.167	-0.111	-0.432	-0.141
Longitud de hoja	-0.081	0.110	0.881	0.141	-0.733	0.179	0.221	0.842	-0.278	0.535	0.077
Diámetro de hoja	0.108	0.112	-0.741	0.433	0.893	0.061	0.618	-0.548	0.304	-0.559	-0.365
Longitud de corola	-0.584	-0.138	0.181	0.660	0.089	-0.430	-0.667	0.052	-0.410	0.128	-0.020
Longitud de antera	-0.049	0.526	0.434	-0.058	0.404	0.205	0.238	-0.573	-0.079	0.385	-0.060
Longitud del filamento	-0.012	0.612	0.243	0.512	0.559	0.296	0.203	-0.090	0.432	-0.348	0.379
Longitud de placenta	0.376	0.210	0.888	0.036	0.067	-0.400	-0.097	0.161	0.668	0.264	-0.154
Longitud del fruto	0.388	0.327	-0.483	-0.345	0.777	0.218	0.529	0.544	-0.897	0.061	0.279
Diámetro del fruto	-0.489	-0.136	-0.466	0.633	-0.862	-0.465	0.053	-0.249	0.601	0.111	0.119
Peso del fruto	-0.512	0.375	-1.110	0.293	0.137	0.280	-0.388	0.294	0.012	-0.244	-0.420
Longitud del pedicelo	0.108	-0.578	-0.305	-0.554	-0.081	-0.068	0.200	-0.199	0.042	-0.477	0.137
Espesor de la pared	-0.194	-0.248	0.409	0.298	-0.062	0.139	-0.335	0.158	-0.192	0.251	-0.033
Diámetro de la semilla	1.251	-0.002	0.009	-0.008	0.008	0.012	0.016	0.010	0.003	-0.002	-0.016
Peso de mil semillas	0.417	0.235	0.566	-0.685	0.086	-0.197	0.277	0.352	0.460	0.144	0.597
No. semillas por fruto	-0.173	0.156	-0.046	0.284	-0.305	0.788	-0.476	-0.081	0.225	0.443	0.095

Aunque existen más caracteres que influyeron en la discriminación, solamente los de valores sobresalientes son los que se presentan en este estudio, considerando que los caracteres que están relacionados con el fruto tienen mucha influencia en la forma del fruto. Lo anterior demuestra que los caracteres relacionados con la planta, frutos y semillas considerados para este morfotipo, se encuentran representados en toda la planta, permitiendo con esto generar un nuevo conjunto de caracteres independientes para estudios posteriores.

El análisis de las funciones discriminantes canónicas (Cuadro 8) efectuado en 19 caracteres evaluados, explica 99.3% de la variabilidad en los 11 primeros niveles, lo que indica que para el timpinchile, en este municipio, se representaron dos grupos: Tipos con características representativas originales relacionados con arquitectura de la planta, flores y frutos y que son la mayoría, y el otro grupo representado por una sola planta con características diferentes que podría ser algún cambio en la estructura de la planta, como la altura. Los resultados indican que las características manifestadas por este morfotipo permanecen originales; sin embargo, su variación se manifestó en las características y formas del fruto. El diámetro y la longitud de los frutos son caracteres correlacionados con el peso de los mismos, poseen un alto valor discriminan-

te y facilitan la identificación de los morfotipos. El tamaño del fruto es un carácter de herencia compleja, resultado de la interacción de varios genes, pero está sujeto a modificaciones considerables por los factores del medio ambiente (Méndez, 1999; Nuez et al., 2003).

Para la caracterización de los sitios se observó que existe una relación entre la apariencia de las plantas y los cinco niveles de pendiente. En la Figura 1 se observa que la mejor apariencia vigorosa de la planta ocurre en la pendiente 3 (3-5.9%), seguida de la pendiente 4 (6-10.9%); sin embargo, se puede destacar que en lo que se refiere a la apariencia intermedia fue representada con similar frecuencia en las pendientes 5, 3 y 4. Estos resultados muestran que en pendientes de 3 a 10.9% son las que con mayor frecuencia presentan las plantas de timpinchile con buena apariencia, la flora asociada a estas plantas permite el desarrollo adecuado, la humedad del suelo y la sombra son elementos vitales para el crecimiento y desarrollo.

Otro aspecto que se observó en el estudio fue la relación existente entre la variabilidad y los cinco niveles de pendiente, en la Figura 2 se muestra cómo en la pendiente cinco (11-15.9%) existe mayor variabilidad; sin embargo, la variabilidad no difiere significativamente dentro de la pendiente 3 con relación a la cinco. Esto indica que a mayor pendiente se incrementa la variabi-

**Cuadro 8.** Valores propios de la función Discriminante Canónica Estandarizada

Función	Valor propio	% de la varianza	% Acumulada	Correlación canónica
1	216.297a	82.7	82.7	0.998
2	20.959a	8.0	90.8	0.977
3	5.348a	2.0	92.8	0.918
4	4.040a	1.5	94.4	0.895
5	3.387a	1.3	95.6	0.879
6	2.580a	1.0	96.6	0.849
7	2.047a	0.8	97.4	0.820
8	1.419a	0.5	98.0	0.766
9	1.389a	0.5	98.5	0.763
10	1.194a	0.5	99.0	0.738
11	0.939a	0.4	99.3	0.696
12	0.621	0.2	99.5	0.619
13	0.460	0.2	99.7	0.561
14	0.270	0.1	99.8	0.461
15	0.247	0.1	99.9	0.445
16	0.206	0.1	100.0	0.413

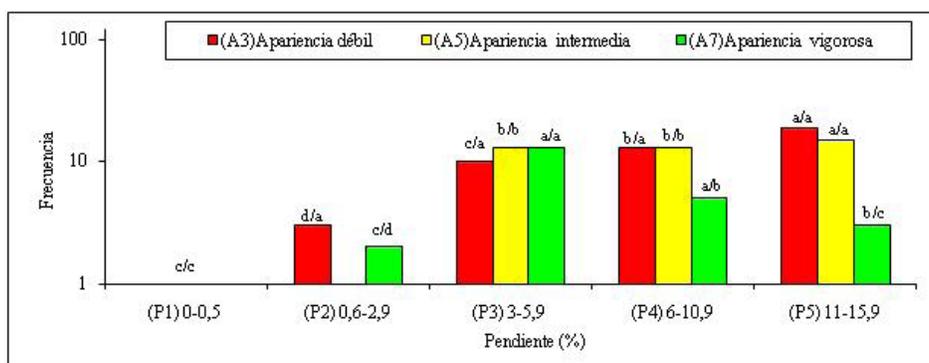


Figura 1. Características de la apariencia de las plantas con relación a la pendiente.

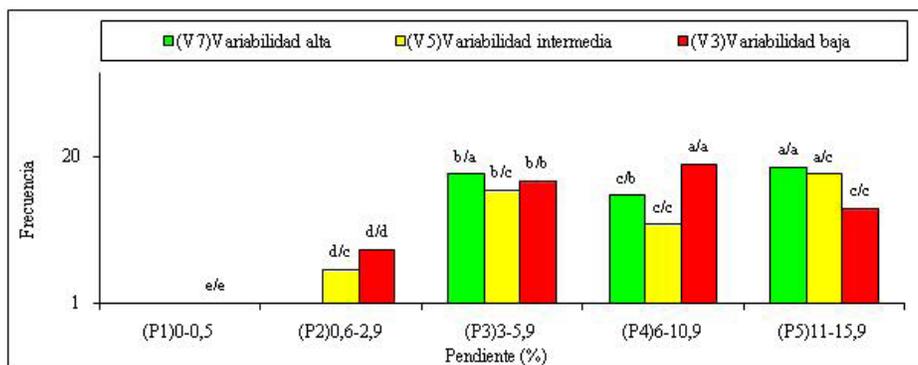


Figura 2. Características de la variabilidad con relación a la pendiente.

alidad detectada, o sea que se encontraron más plantas en el punto de muestreo a partir de las diferencias fenotípicas (Dewitt & Bosland, 1996). Este indicador de la variabilidad demuestra que el número de plantas que se encuentren determinará su erosión genética. Castellano (2001) considera que los chiles piquín presentan una erosión genética lenta.

Rodríguez et al. (2003) afirmaron que el chile silvestre piquín crece en pendientes menores al 8% y lo atribuyen a que en los sitios con bajas pendientes se desarrolla flora que habita asociada a esta especie buscando niveles de pendientes menos altas.

Para la variable total de muestras con relación a la pendiente se puede distinguir en la Figura 3, que evidentemente en la pendiente cinco (11-15.9%) es donde se encontró el mayor número de plantas. También destaca en segundo lugar la pendiente tres (3-5.9%), estos resultados indican que los lugares donde se desarrollan mejor estas plantas son pendientes no pronunciadas, es posible que se encuentren asociadas a la flora submontano o en asociación en los pequeños huertos.

En las parcelas destinadas al pastoreo y recreación, fue donde se encontró el mayor número de plantas por punto de muestreo (4), considerando a

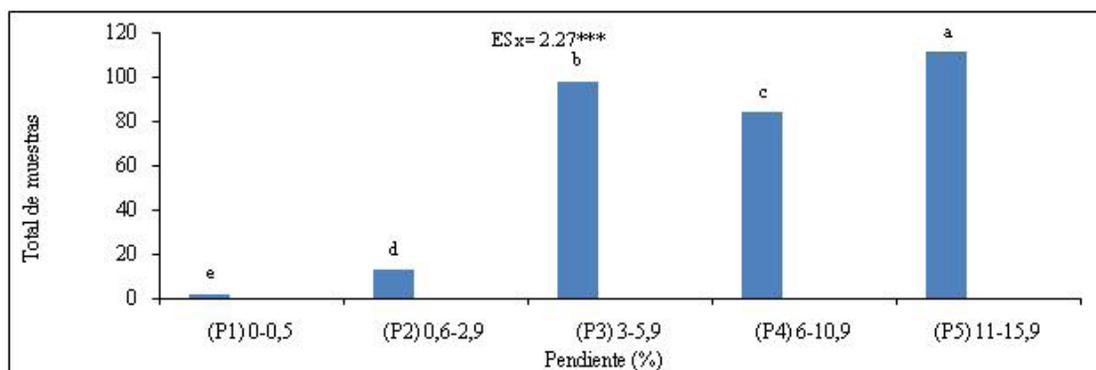


Figura 3. Características del total de plantas con relación a la pendiente.

este lugar el más importante para la conservación de esta planta, toda vez que existen plantas asociadas que permiten condiciones adecuadas para su desarrollo (Figura 4), esto se debe principalmente a que las plantas tienden a reproducirse mejor dentro de los matorrales, ya que ellas se familiarizan con especies que puedan beneficiarla en su desarrollo, como por ejemplo árboles que puedan proporcionarle sombra y humedad. Las condiciones de matorrales submontanos, altura, suelos fértiles y sombra son las condiciones adecuadas para que se desarrolle el chile piquín (Bautista et al., 2005).

Es importante destacar que esta planta, al encontrar las condiciones propicias para su desarrollo y subsistencia puede llegar a ser perenne, en otros casos si no reúnen estas condiciones y se convierten en anuales o bianuales.

Con mejor variabilidad en las fuentes de recolección sobresale el bosque, está bajo condiciones naturales y desarrollada, sin embargo, entre el huerto y los terrenos del campesino no existen diferencias significativas dentro de los dos niveles; tal como se observa en la Figura 5, que el huerto y el terreno del campesino presentan variabilidad alta dentro de los niveles en estudio, por lo que se deduce que el bosque es represen-

tativo de esta región, aunque está establecido en huertos y en terreno de campesino. Aunque los bosques están muy dañados en este municipio, siempre hay zonas que el mismo campesino destina para la conservación de plantas y recreación, estos espacios reúnen las condiciones para que se desarrolle, sin embargo Bran (2009) encontró evidencias de que la mayor parte de las plantas de timpinchile están ubicadas dentro de los huertos en la región Frailesca.

En la Figura 6 se puede distinguir que el total de muestras-plantas viven en el huerto, en segundo lugar en el terreno del campesino y en el bosque, lo que indica que las mejores condiciones para la conservación de estos chiles están en el huerto. Cabe señalar que donde se desarrollan estos morfotipos es en condiciones de intemperie y que nacen de manera espontánea en los huertos sin la intervención del hombre, es probable que la dispersión sea a través de las aves por la búsqueda de alimentos y condiciones adecuadas para la subsistencia de este tipo de aves.

El crecimiento de las plantas en el huerto es mejor que las existentes en el bosque y en el terreno campesino. En ellas las plantas de chile conviven con plantaciones de maíz, café, cítricos y otros, lo que coincide con Latourniere et

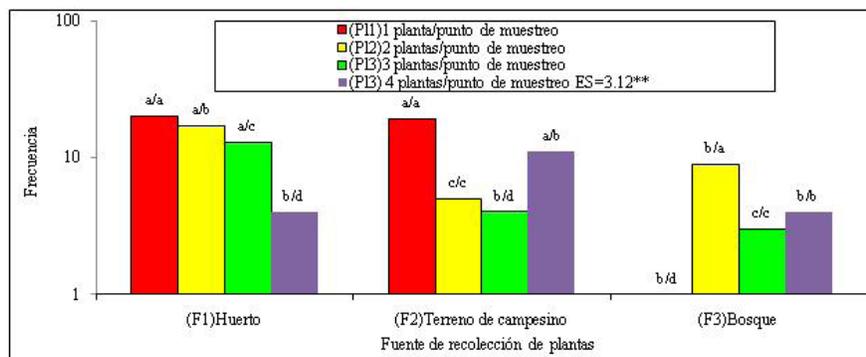


Figura 4. Características del total de plantas por punto de muestreo con relación a la fuente de recolección de plantas.

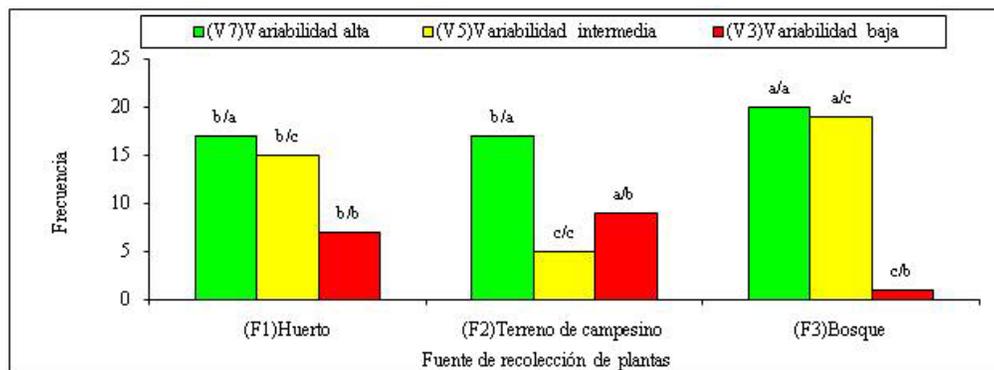


Figura 5. Características de la variabilidad con relación a la fuente de recolección de plantas.

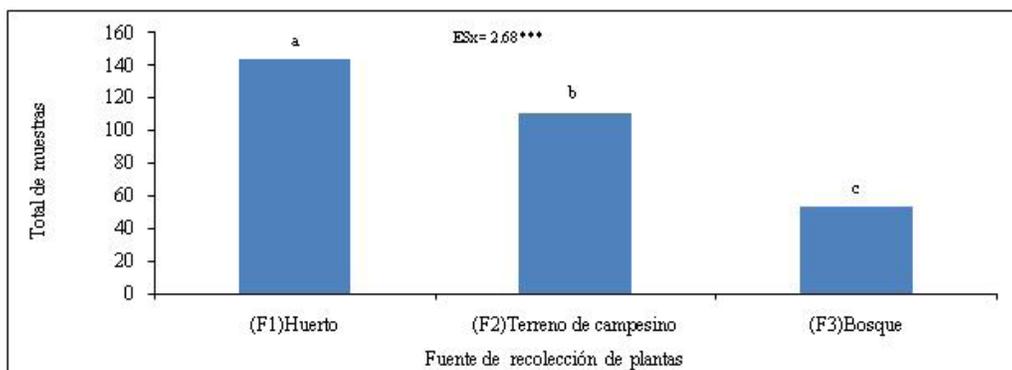


Figura 6. Total de muestras con relación a la fuente de recolección de plantas.

al. (2003). En comunidades como Ocuilapa, en el municipio de Ocozacoautla, es frecuente encontrar huertos con pequeñas plantaciones de café, es aquí en donde se ubicó la mayoría de plantas.

Es importante señalar que las comunidades estudiadas representan una muestra de este municipio; sin embargo, no en todas se localizaron plantas de timpinchile, con excepción del ejido Ocuilapa, donde fue numerosa la cantidad de plantas. Es probable que las condiciones de suelos, temperatura y humedad pudieron haber influido en la presencia de plantas, la vegetación asociada a los chiles como es el caso de las matas de cafeto y árboles de sombra permitieron un hábitat adecuado. En esta comunidad mantienen temperaturas que oscilan entre los 10 y 15 °C la mayor parte del año, las condiciones de humedad residual, presencia de lluvias y fuentes de agua de los arroyos permanentemente, mostraron condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Hubo presencia de plantas en los corrales y potreros, es posible que la materia orgánica generada por el estiércol presente en esos lugares, haya logrado crear condiciones adecuadas para el crecimiento de las plantas.

Como se puede observar en la Figura 7, se localizaron cinco comunidades con un promedio de 4 plantas por punto de muestreo, sin embargo existieron otras comunidades en las que se encontraron tres plantas por punto, la presencia de las especies de chiles de este tipo dan la idea de clarificar que las condiciones de estos lugares son propicias para la conservación in situ. Tewksbury et al., (1999) afirmaron que las plantas de chile silvestre se desarrollan en asociación con otras plantas y las condiciones adecuadas de climas, suelos y temperatura deben ser las adecuadas para que se desarrolle esta planta.

La variabilidad alta se observó en diferentes localidades y condiciones (Figura 8), entre las que sobresalen: Ocuilapa, Unión Zaragoza, rancho Buenavista, El Carrizal y San Isidro, entre otros. La pérdida de variabilidad es uno de los indicadores principales de la pérdida de los recursos genéticos, debido al mal uso y manejo de los agroquímicos y la acción del hombre de forma inconsciente (Robles, 1995).

Un ejemplo de pérdida de variabilidad ocurre en los puestos donde se expende timpinchile, como en Ocozacoautla que no se encuentra este

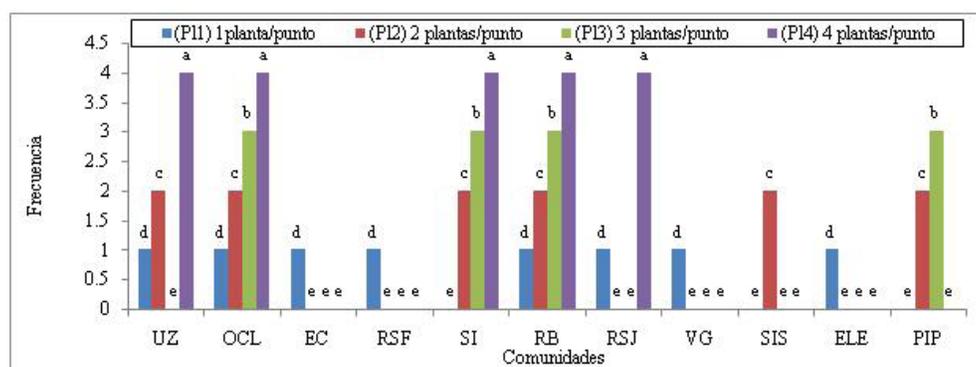
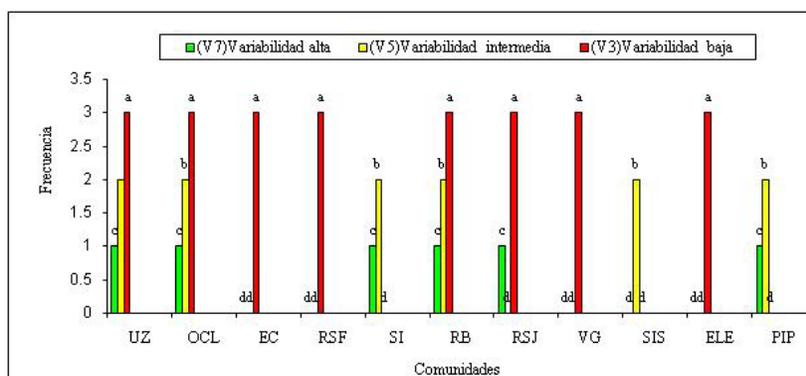


Figura 7. Plantas por punto de muestreo con relación a las comunidades muestreadas. Comunidades: UZ = Unión Zaragoza, OCL = Ocuilapa, EC = El Carrizal, RSF = Rancho San Francisco, SI = San Isidro, RB = Rancho Buenavista, RSJ = Rancho San José, VG = Vicente Guerrero, SIS = Santa Isabel, ELE = Ejido San Luis Espinal, PIP= Ejido Piedra Parada.



**Figura 8.** Variabilidad observada con relación a las comunidades muestreadas. Comunidades: UZ = Unión Zaragoza, OCL = Ocuilapa, EC = El Carrizal, RSF = Rancho San Francisco, SI = San Isidro, RB = Rancho Buenavista, RSJ = Rancho San José, VG = Vicente Guerrero, SIS = Santa Isabel, ELE = Ejido San Luis Espinal, PIP= Ejido Piedra Parada.

producto a la venta en los meses de enero a junio, y sólo se comercializa en agosto, septiembre y octubre. Es posible que se manifieste pérdida de variabilidad en este municipio, porque únicamente en una comunidad se localizó la mayor parte de las plantas, probablemente la pérdida de este recurso genético se le atribuye a la deforestación y a las quemas, actividades muy frecuentes en esta región (Robles, 1995; Franco e Hidalgo, 2003).

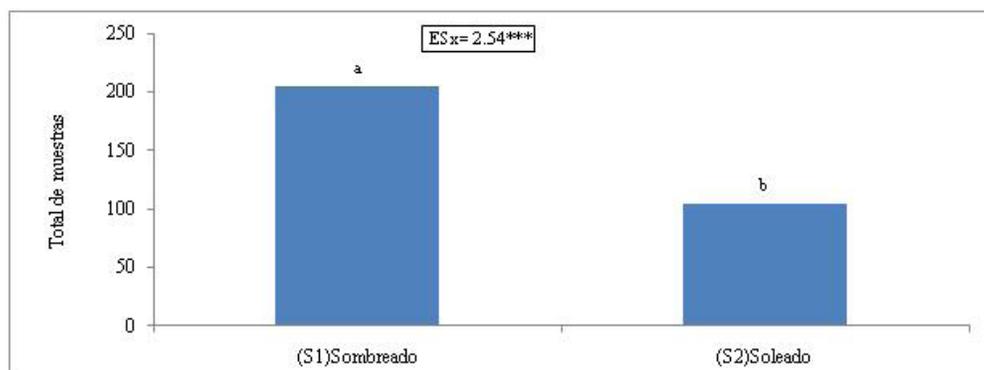
En la Figura 9 se observan los niveles de iluminación con relación al total de muestras de timpinchile. La mayor parte de los chiles se ubicaron en la sombra asociada con especies de plantas formando matorrales, pequeños árboles y flora en general, consecuentemente la sombra es un factor determinante para la reproducción y el desarrollo de las plantas. Un claro ejemplo de las especies de sombra es el cultivo de café que por lo regular se encontró asociado al timpinchile. Este modelo de asociación podría ser importante para implementar un programa de producción de plantas de chile y favorecer la explotación de las fincas cafetaleras como una op-

ción más para la comercialización, diversificación de la agricultura e ingresos extra al productor.

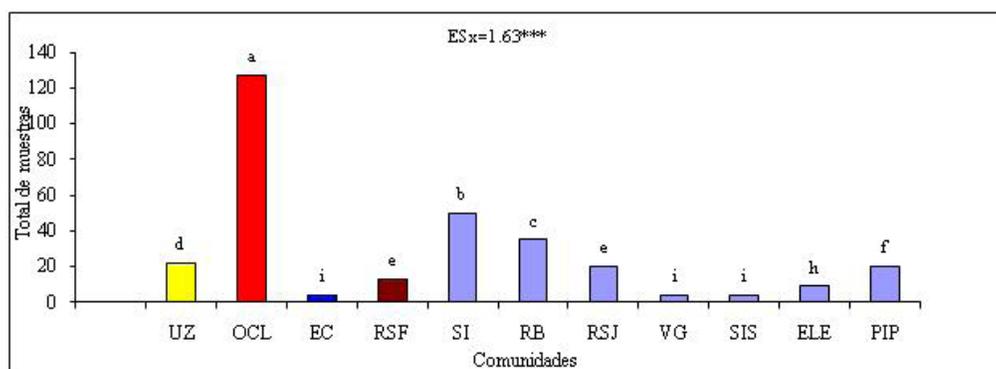
Son importantes los niveles de sombra de los árboles para el desarrollo, protección y supervivencia de las especies silvestres de Capsicum, existe asociación entre ambos grupos de plantas, el café como planta nodriza provee de sombra al timpinchile para su subsistencia (Martínez et al., 2005).

En la Figura 10 se muestran las comunidades que se relacionan con el total de plantas encontradas en cada una de ellas. Como se observa en dicha figura, sobresale el ejido Ocuilapa, comunidad representativa del municipio de Ocozacoautla como un lugar con poblaciones del morfotipo en estudio en diferentes fuentes de reproducción, entre ellas sobresalen huertos, terrenos de campesinos y pequeñas áreas de cultivo de café asociados a árboles de sombra.

La comunidad de Ocuilapa es una comunidad con mejor temperatura para el desarrollo de las plantas, ya que presenta temperaturas con una variación de 15 a 18 °C con una altitud de 900 m. Otras comunidades con ambiente adecuado



**Figura 9.** Niveles de iluminación con relación al total de muestras.



**Figura 10.** Comunidades con relación al Total de muestras. Comunidades: UZ = Unión Zaragoza, OCL = Ocuilapa, EC = El Carrizal, RSF = Rancho San Francisco, SI = San Isidro, RB = Rancho Buenavista, RSJ = Rancho San José, VG = Vicente Guerrero, SIS = Santa Isabel, ELE = Ejido San Luis Espinal, PIP= Ejido Piedra Parada.

para el desarrollo del timpinchile son San Isidro y rancho Buenavista.

En estas comunidades es importante que se desarrollen programas de rescate y conservación de estos chiles silvestres, con el propósito de crear una identificación y autenticación con la población para fines de comercialización y explotación racional de este producto, implementando planes de acción para favorecer a los campesinos que promuevan la conservación y el arraigo del chile silvestre en su zona de origen, con vistas a preservar y mantener estables las poblaciones silvestres.

En la Figura 11 se observa que el mayor número de plantas de timpinchile se halló a más de los 900 msnm. Mientras que otro grupo de plantas se estableció a 800 y 700 msnm, respectivamente. Estos resultados indican que a mayor altura, existe mayor número de plantas, porque a esas altitudes prevalecen temperaturas de los 10 a 18 °C, ambiente óptimo para la reproducción de los chiles silvestres.

La altitud es un aspecto de gran importancia para el crecimiento y desarrollo de las plantas, por lo que debe tenerse muy en cuenta a la hora de realizar cualquier análisis sobre las posibilidades de con-

servación de las plantas de chile en condiciones de montaña, en las cuales se encuentra la mayor parte de la variabilidad de los chiles silvestres en México (López y Castro, 2005).

## CONCLUSIONES

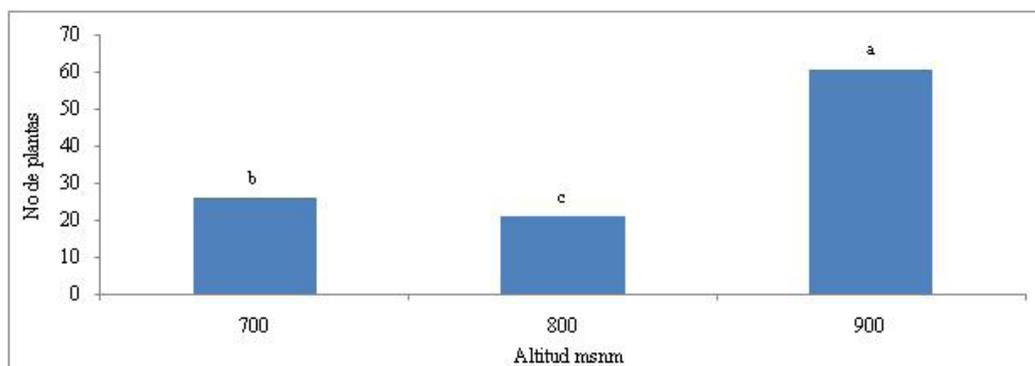
Los campesinos conocen el morfotipo timpinchile, los lugares, épocas y condiciones en que mejor se desarrollan.

Se obtuvieron siete descriptores mínimos: diámetro de copa y de la semilla, peso y longitud del fruto, diámetro de la hoja, longitud de la placenta y de hoja.

Existe asociación entre las características del sitio y las variables relacionadas con el número de plantas, apariencia y variabilidad observada.

A mayor pendiente y altura, se presentó el mayor número de plantas y las áreas que reciben mayor sombra de los árboles, mostraron las mejores condiciones para la conservación de la variabilidad.

Es posible el desarrollo de programas de conservación de la diversidad *in situ*, con la contribución de los campesinos.



**Figura 11.** Niveles de altitud con relación al número de plantas.

Ocuilapa es la comunidad con el mayor número de plantas, presentó condiciones adecuadas para la conservación del timpinchile.

## AGRADECIMIENTOS

Al SIINV-UNACH 8ª. Convocatoria. A las campesinas y campesinos del municipio de Ocozacoautla, Chiapas, por permitir el acceso a la información del timpinchile.

## REFERENCIAS

- Acosta, R.G.F. y Luján, F. M. (2003). Selección y caracterización de plantas de chile piquín en Delicias, Chihuahua, en: Memorias del Primer Simposium Regional sobre Chile Piquín. Tamaulipas, Tamaulipas, México. 37.
- Andrews, J. (1995). The domesticated Capsicum. Austin, Texas: University Austin.
- AVRDC-IPGRI-CATIE. (1995). Descriptores de *Capsicum spp.* Italia, Roma: FAO.
- Bañuelos, N., Salido, L.P. y Gardea, A. (2008). Etnobotánica del Chiltepín: Pequeño gran señor en la cultura de los sonorenses. Revista Redalyc. 16, 032.
- Bassett, M.J. (1986). Breeding Vegetable Crops. Florida, EU: University of Florida.
- Bautista, P.S.G., Soria, F.M.J., Ortiz, O.J.R., Latournerie, M. L. y Tun, S.J.M. (2005). Preservación de chiles criollos (*Capsicum annuum* y *Capsicum chinense*) bajo un sistema agroforestal en Yucatán, México, en: Memoria de la Primera Convención Mundial de Chile. León, Guanajuato, México. 318-323.
- Bran, R.A.A., Moya, C., Ponce, P., Álvarez, M. y Varela, M. (2007). Diagnóstico participativo de las condiciones socioculturales asociadas a la conservación de los chiles silvestres (*Capsicum spp*) en la depresión central de Chiapas, México. Cultivos Tropicales, 20, 69-73.
- Bran, R.A.A., Moya, C., Cabrera, A., Ponce, P., Quiroga, M.R. Rosales, A. et al. (2008). Evaluación in situ de la variabilidad genética de los chiles silvestres (*Capsicum spp*) en la región Frailesca del estado de Chiapas, México. Cultivos Tropicales 29, 49-55.
- Bran, R.A.A. (2009). Caracterización *in situ* de los recursos genéticos de los chiles silvestres (*Capsicum spp*) y de las condiciones para su conservación en la región Frailesca del estado de Chiapas, México. Tesis de Doctor en Ciencias Agrícolas. Enero. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas-Universidad Agraria de La Habana. La Habana, Cuba. 140 p.
- Castellano, E. (2001). The cultivated species of *Capsicum* in Venezuela. Capsicum And eggplant Newsletter. 20, 11-13.
- Dewitt, D. & Bosland, P. W. (1996). Peppers of the world. An identification guide. EU: Ten speed Press.
- Domínguez, B.C., Iglesias, A.L. y Martínez, V.O. (2004). Caracterización morfológica y molecular del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) en el norte del estado de Veracruz, en: Memoria del Congreso Mexicano de Botánica. México. 32-33.
- FAO. (1983). Estudio de los chiles Capsicum. Italia, Roma: FAO.
- FAO. (1990). Guidelines for Soil Profile Description. Rome: FAO.
- Franco, T. L. e Hidalgo, R. (2003). Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Filogenéticos. Boletín Técnico (IPGRI). 8, 89.
- GRAIN. (1998). Los tomates. El mundo los aprecia y las transnacionales lo codician. Biodiversidad. 15, 16.
- Hernández, V.S., Guevara, G.R., Rivera, G.B., Vázquez, F.Y. y Oyama, C.K. (1999). Los parientes silvestres del chile (*Capsicum spp*) como recursos genéticos. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 62, 171-181.
- INEGI. (2000). Carta fisiográfica del estado de Chiapas. México: INEGI.
- IPGRI. (2001). Manual técnico para la planificación de una colecta de germoplasma. Roma: FAO.
- Laborde, C.J.A. y Pozo C.O. (Compiladores). (1982). Presente y pasado del chile en México. México: INIA-SARH.
- Latournerie, M.L., Arias, M.L., Tuxill, J., Yupit, M.E.C., Gómez, L.M. & Ix, N.J.G. (2003). Maize seed supply systems in a Mayan community of Mexico, in: Proceeding of a workshop: Seed Systems and crop genetic diversity on farm. 16-20.
- Long, S.J. (1998). Capsicum y cultura: La historia del chilli. México: Editorial Fondo de Cultura Económica.
- López, L.P. y Castro, G.F.H. (2005). Al rescate de la diversidad genética del chile (*Capsicum spp*) en Oaxaca, México, en: Memoria de la Segunda Convención Mundial de Chile Zacatecas, Zacatecas. México. 253-257.
- Martínez, S.J., Balazar, S.E.V., Rodríguez, P.J.E. y Peña, O.M. (2005). Relación entre pruebas de vigor en semillas de chile (*Capsicum annuum* L.) y su relación con el establecimiento en campo, en: Memoria del XI Congreso Nacional de Horticultura, Chihuahua, Chihuahua. México. 45-47.
- Méndez, F.J.E. (1999). Especies con frutos comestibles. Fruticultura Tropical. Lisboa: Mundi Prensa.
- Montes, H.S., M. Ramírez, M.H. Villalón, M.T. Medina, M.A. Morales, C.E., Heredia, G.J.M., Soto. R.R., López de, L.A., Cardona, E. y Martínez T.H.L. (2006). Conservación y aprovechamiento sostenible de chile silvestre (*Capsicum spp*, Solanaceae) en México, en: López L.P y Montes H.S. (eds.). 2006. Avances de investigación de la red de hortalizas del SINAREFI. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto. México. 466 p. (Libro Científico Núm. 1). 71-134.
- Nieto, G.A., García, H.J.L., Troyo, D.E., Ruiz, E.F.H., Murillo, A.B, Valdés, C.R.D., et al. (2005). Germinación de dos tipos de chile (*Capsicum annuum* y *C. frutescens*) con bajo potencial hídrico, en: Memoria de la Segunda Convención Mundial del Chile. Zacatecas, Zacatecas. México. 326-330.
- Nuez, V.F., Gil, O.R. y Costa, G.R. (2003). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Plan de Desarrollo Chiapas 2001-2006 (2001). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México: Gobierno del estado de Chiapas.
- Pozo-Campodónico, O., S. Montes H. y E. Redondo J. (1991). El chile (*Capsicum spp*), en: Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. México. 217-238.
- Reyes, C.P. 2004. Bioestadística aplicada. México: Editorial Trillas.
- Robles, S.R. (1995). Diccionario Genético y Fitogenético. México: Editorial Trillas.
- Rodríguez, B.L.A., Ramírez, M M. y Pozo, C.O. (2003). El cultivo del chile piquín bajo diferentes sistemas de producción en el noroeste de México, en: Memoria del Primer Simposium Regional sobre Chile Piquín. Avances de investigación en tecnología de producción y uso racional del recurso silvestre. Tamaulipas, Tamaulipas. México. 1-23.
- Rodríguez del, B.L.A. (2005). Preferencia del consumidor por el chile piquín, en comparación con otros chiles en el noreste de México. Revista Chapingo. Serie Horticultura. 11, 279-281.
- Tewksbury, J.J., Nabhan, G.P., Norman, D., Suzan, H., Tuxill, J. & Donovan, J. (1999). *In situ* Conservation of Wild Chills and Their Biotic Associates. Conservation Biology. 13, 98-107.
- Vázquez, D.M.A. (1996). El amash y el pistoqué: un ejemplo de la etnoecología de los chontales de Tabasco, México. Etnoecología 3, 59-69.