



Characterization of the Morphological Variability of Jicama Cultivation (*Pachyrhizus erosus* L. Urban)

Caracterización de la variabilidad morfológica del cultivo de jícama (*Pachyrhizus erosus* L. Urban)

Reynerio Adrián Alonso Bran^{1*}, Beatriz Zambrano Castillo², Eduardo Aguilar Astudillo³, Carlos Joaquín Morales Morales⁴, Alejandro Ley De Coss⁵ **Autor de Correspondencia***

¹. Profesor de tiempo completo de la, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera Ocozocoautla-Villaflores km. 84.5. CP. 30470. Villaflores, Chiapas, México.

². Profesora de medio tiempo de la, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas Carretera Ocozocoautla-Villaflores km. 84.5. CP. 30470. Villaflores, Chiapas, México.

³. Profesor de tiempo completo de la, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera Ocozocoautla-Villaflores km. 84.5. CP. 30470. Villaflores, Chiapas, México.

⁴. Profesor de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera Ocozocoautla-Villaflores km. 84.5. CP. 30470. Villaflores, Chiapas, México.

⁵. Profesor de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas. Carretera Ocozocoautla-Villaflores km. 84.5. CP. 30470. Villaflores, Chiapas, México.

RESUMEN: La jícama es un cultivo originario de Mesoamérica (México y Centroamérica), representa una planta de tradición cultural, su raíz se consume en fresco, con sabor dulce agradable que deja una sensación refrescante cuando se consume, es uno de los cultivos nativos que todavía se siembran y se comercializa. Otra importancia que presenta esta planta, es que tiene la capacidad de mejorar las condiciones de los suelos. Por las grandes bondades que tiene esta planta y por su importancia cultural se realizó la presente investigación teniendo como objetivo caracterizar la variabilidad morfológica del cultivo de jícama. Se utilizó como metodología el descriptor botánico taxonómico. La investigación se realizó en el ejido y municipio de Villaflores, Chiapas. Para la obtención de la información se obtuvieron con el método multivariados, de los cuales, fueron realizados con los siguientes análisis: estadísticos fundamentales para saber los porcentajes de coeficiente de variación, análisis de componentes principales para determinar la variabilidad y de los caracteres que influyeron en dicha variación, el análisis de correlación se realizó para conocer la relación entre variables. Para determinar los niveles de agrupamiento de 60 muestras de plantas se elaboró un análisis de conglomerados. De los resultados obtenidos, las variables peso de la raíz, diámetro polar y longitud del tallo fueron las de mayor CV. Se obtuvo casi el 70% de variabilidad explicada con el análisis de componentes principales, influyendo en la variabilidad los caracteres: el peso de la raíz, diámetro ecuatorial y polar. Existe relación del peso de raíz con los diámetros ecuatoriales y polares. Se observa en el dendrograma que la mayor parte de las muestras se agruparon en el nivel uno, es probable que el peso de raíz haya influido en esta asociación. La variabilidad morfológica de la jícama está bien definida por las diferencias en caracteres que presentan.

Palabras clave: Variación, raíz, componentes, carácter

ABSTRACT:

Jicama is a crop native to Mesoamerica (Mexico and Central America), representing a plant of cultural tradition. Its root is consumed fresh, with a pleasantly sweet taste that leaves a refreshing sensation when eaten. It is one of the native crops that are still cultivated and marketed. Another important aspect of this plant is its ability to improve soil conditions. Due to the great benefits of this plant and its cultural significance, this research was conducted with the aim of characterizing the morphological variability of jicama cultivation. The taxonomic botanical descriptor was used as methodology. The research was carried out in the ejido and municipality of Villaflores, Chiapas. For the collection of information, multivariate methods were used, which included the following analyses: fundamental statistics to determine the percentage of the coefficient of variation, component analysis to determine the variability and the traits that influenced this variation, correlation analysis was carried out to understand the relationship between variables. To determine the grouping levels of 60 plant samples, a cluster analysis was conducted. From the obtained results, the variables root weight, polar diameter, and stem length exhibited the highest CV. Almost 70% of variability was explained through principal component analysis, with traits such as root weight, equatorial diameter, and polar diameter influencing the variability. There is a relationship between root weight and equatorial and polar diameters. It is observed in the dendrogram that most samples clustered at level one; it is likely that root weight influenced this association. The morphological variability of jicama is well defined by the differences in the traits presented.

Keywords: Variation, root, components, character

I. INTRODUCCIÓN

La jicama es un cultivo originario de Mesoamérica (México y Centroamérica), representa una planta de tradición cultural, por tratarse de una de las plantas con raíz, esta se consume en fresco, su sabor es dulce y agradable que deja una sensación refrescante cuando se ingiere, representa uno de los cultivos nativos que existen en nuestro medio que todavía se siembran y se comercializan. Es una de las plantas de la familia fabácea que tiene muchas cualidades, entre ellas, la fijación de nitrógeno atmosférico como el cultivo de frijol. Otra importancia que presenta esta planta, es que tiene la capacidad de mejorar las condiciones de los suelos. El producto cosechado de las plantas de jicama son raíces y se considera autóctona del continente americano y considerada por algunos como uno de los cultivos alternativos más promisorios (Amaya, 2002).

Existen muchas bondades de la jicama que la hacen importante dentro de su familia de plantas, la raíz es la parte vegetativa que provee fuentes de nitrógeno, este recurso fitogenético aporta grandes cantidades de este elemento, lo que puede llegar a necesitar pocos nutrientes para su desarrollo, convirtiéndolo en una alternativa viable dentro la agricultura sostenible.

Debido a la importancia cultural de la jicama, se pretende con esta investigación conocer su morfología y variabilidad, investigar sus diferentes partes vegetativas de la planta, principalmente su raíz, que representa una planta heredada por nuestros antepasados y que actualmente se tiene la oportunidad de profundizar su estudio, con miras a la adopción de los productores con fines alimenticios, medicinal y la búsqueda de nuevos caracteres que permitan utilizarlos para la mejora genética y la conservación del germoplasma. Por lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo caracterizar la variabilidad morfológica del cultivo de jicama.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el ejido y municipio de Villaflores, Chiapas. Este municipio es el centro comercial de la región económica IV Frailasca. Limita al norte con Ocozocoautla de Espinosa y Suchiapa, al este con Chiapa de Corzo y Villacorzo, al sur con Villacorzo y Tonalá; y al oeste con Arriaga y Jiquipilas. Las coordenadas

de la cabecera municipal son: 16° 14' 01" de latitud norte y 93° 16' 00" de longitud oeste y se ubica a una altitud de 540 msnm. Villaflores se localiza en los límites de la Depresión Central y de la Sierra Madre, en la parte centro occidental del estado de Chiapas, tiene clima tropical. Las temperaturas son altas tanto en la estación seca como en la húmeda, con temperatura media anual de 21°C y la precipitación media anual de 599 mm. No llueve durante 152 días por año, la humedad media es de 62 % y el Índice de radiación UV es de 4. Este municipio se caracteriza principalmente por la actividad agropecuaria que involucra el cultivo de plantas y la cría de animales domésticos para la producción de alimentos y energía para satisfacer las necesidades humanas (INEGI, 2010).

Se utilizó como metodología los diferentes descriptores de la diversidad genética de la jícama de Sorensen (2000). Seseleccionaron 60 muestras de 80 plantas establecidas en campo y se tomaron al azar un promedio de 10 muestras de partes vegetativas evaluadas, como hojas, flores y raíz de cada planta. Se utilizó esta metodología para tener más claridad con la toma de datos necesarios del cultivo.

Se evaluaron las siguientes variables cuantitativas: Altura de planta, diámetro de tallo, largo de hoja, ancho de hoja, número de hojas, largo de pétalo de la flor, número de vainas por planta, largo de vaina, ancho de vaina, número de semillas, peso de la raíz, diámetro ecuatorial de la raíz, diámetro polar de la raíz.

Se utilizaron para el análisis estadístico, los métodos multivariados sugeridos por (Franco e Hidalgo, 2003). Se obtuvieron los estadísticos elementales para determinar los coeficientes de variación de cada variable. Se efectuaron análisis de correlación para determinar los niveles de relación de las variables evaluadas. Se analizaron los componentes principales para conocer el porcentaje de variabilidad y de las variables que contribuyeron en dicha variación. Se evaluaron las muestras a través del análisis de conglomerados para conocer la formación de los grupos y los niveles de similitud entre las muestras. Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS versión 19 para Windows.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede observar en el Cuadro 1, los resultados obtenidos de los coeficientes de variación de los estadísticos elementales del cultivo de jícama. En primer lugar, como variable con mayor coeficiente de variación se encuentra el peso de la raíz (PESR) con 56.35%, en segundo lugar, está la variable diámetro polar de la raíz (DIAMP) con 40.89 % y en tercer lugar la longitud del tallo (LONTA) con 40.0%. Estos resultados obtenidos indican que las variables con mayor coeficiente de variación se relacionan con la raíz y la arquitectura de la planta, el peso de la raíz de la jícama es lo más importante, porque es allí donde se encuentra el mayor número de genes y se considera uno de los aspectos que busca el consumidor: el tamaño y el peso.

Según Mora (2000), el análisis de varianza para la variable peso de raíces (kg ha^{-1}) indicó diferencias significativas, en investigaciones realizadas con jícama en Turrialba y altamente significativas en Alajuela, Costa Rica; se comparan los rendimientos para diez tratamientos en ambas localidades. En Alajuela la producción de raíces tuberosas alcanzó los $60,000 \text{ kg ha}^{-1}$ con el genotipo EC-557. En la localidad de Alajuela presenta condiciones muy favorables para obtener altos rendimientos. Asimismo, algunos genotipos presentaron producciones superiores al 50% con respecto a Turrialba.

Se realizó la investigación para conocer el comportamiento del diámetro ecuatorial (cm) de la raíz de jícama. Se observaron para estos parámetros un peso promedio de 282.7 g, una media de 22.6 cm de diámetro polar y para el ecuatorial de 27.3 cm, la diferencia entre estas dos medidas fue de 4.6 cm esto podría decir que la estructura geométrica es ovalada. En cuanto al diámetro ecuatorial la ganancia en el tamaño a los 135 días fue de un 42.0 % y posteriormente (165 DDS) ganó 39.0 %, el desarrollo fue más lento proporcionalmente (UNAM, 2004).

De acuerdo con investigaciones realizadas por Rengifo (2005) se encontró que el peso de la raíz tuvo un coeficiente de variación de 48.8 %, lo que casi coincide con los resultados obtenidos con un coeficiente de variación arriba de lo obtenido por este investigador (56.3 %) lo que confirma la importancia de la jícama.

Cuadro 1. Resultados de los coeficientes de variación y estadísticos elementales

Variables	N	Media	D. E	CV (%)
Altura de planta	60	11.24	1.51	13.43
Diámetro de tallo	60	0.33	0.05	15.15
Longitud de hoja	60	2.97	0.61	20.53
Ancho de hoja	60	2.87	0.91	31.70
Número de hojas	60	12.15	1.45	11.93
Longitud de tallo	60	1.00	0.40	40.00
Largo de pétalo flor	60	1.87	0.54	28.87
Ancho de pétalo flor	60	1.42	0.26	18.30
No vainas por planta	60	62.60	20.01	32.10
Largo de vaina	60	12.26	1.16	9.46
Ancho de vaina	60	1.47	0.16	10.88
Numero de semillas	60	7.05	1.47	20.85
Peso de la raíz	60	290.13	163.49	56.35
Diámetro ecuatorial	60	8.24	3.29	39.92
Diámetro polar	60	8.24	3.37	40.89

N= Numero de muestras; D.E= Desviación estándar; CV= Coeficiente de variación

El análisis de los componentes principales en 15 caracteres cuantitativos evaluados(Cuadro 3) logro explicar el 67.5% de la varianza total, obteniendo seis componentes, en las cuales están relacionados con la morfología de la raíz, fueron las que constituyeron de forma positiva en seis componentes. La variable diámetro ecuatorial (DIAME) es la variable que se ubica en el componente uno, se considera importante con relación al tamaño de la raíz; la variable peso de la raíz es importante porque es la preferencia del consumidor y se relaciona con la variable anterior, el diámetro polar se relaciona con las dos variables antes mencionadas.

Cuadro 3. Varianza total explicada para el cultivo de jícama

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% varianza	% acumulado	Total	% varianza	% acumulado
1	2.68	17.87	17.87	2.68	17.87	17.87
2	2.03	13.54	31.41	2.03	13.54	31.41
3	1.78	11.87	43.29	1.78	11.87	43.29
4	1.31	8.78	52.08	1.31	8.78	52.08
5	1.20	8.04	60.13	1.20	8.04	60.13
6	1.10	7.37	67.50	1.10	7.37	67.50
7	0.98	6.56	74.06			
8	0.82	5.52	79.58			
9	0.62	4.17	83.76			
10	0.59	3.94	87.70			
11	0.51	3.39	91.10			
12	0.47	3.18	94.28			
13	0.40	2.70	96.98			
14	0.34	2.31	99.30			
15	0.10	0.700	100.00			

Componente	1	2	3	4	5	6
Altura de planta	-0.15	0.15	-0.12	0.50	0.67	-0.09
Diámetro de tallo	0.14	0.53	-0.15	-0.00	0.04	-0.69
Longitud de hoja	-0.37	0.40	-0.02	0.48	0.15	0.32
Ancho de hoja	-0.38	0.47	0.47	0.11	-0.13	-0.02
Número de hojas	0.26	-0.31	0.39	-0.18	0.11	-0.09
Longitud de tallo	0.17	0.66	0.15	-0.11	0.11	0.20
Largo de pétalo	0.05	0.53	-0.16	-0.45	-0.22	0.27
Ancho de pétalo	0.30	-0.02	0.21	-0.30	0.56	0.47
Número vainas por planta	-0.07	0.15	-0.53	0.34	-0.31	0.23
Largo de vaina	-0.33	0.49	0.40	-0.26	0.16	-0.21
Ancho de vaina	-0.07	-0.26	0.55	0.22	-0.10	-0.13
Número de semillas	-0.01	0.07	0.67	0.31	-0.39	0.19
Peso de raíz	0.85	-0.01	0.09	0.32	0.04	-0.02
Diámetro ecuatorial	0.89	0.16	0.15	0.13	-0.00	-0.01

Estas tres variables representan el total de la varianza explicada, por lo tanto, son variables que deben ser estudiadas para fines de conservación y producción y por su valor nutritivo.

Según Díaz (2021), las podas florales son influyentes significativamente para aumentar el diámetro ecuatorial de las raíces, ya que los valores más altos fueron de 71.4 y 65.2 mm (podas productivas y vegetativas).

En estudios realizados en El Salvador sobre caracterización de dos variedades de jícama, encontraron que existieron diferencias de diámetro de raíz entre las variedades de jícamas cultivadas. La variedad de jícama "ENA Santaneca", alcanzó mayor peso y diámetro de raíz, 20 semanas después de la siembra, en comparación con la "ENA62" (ENA, 2019).

Los resultados obtenidos por Molina (2021) difieren en el tratamiento con mayor diámetro, ya que según sus resultados el mayor diámetro se obtiene en las podas reproductivas seguido de la podas productivas y vegetativas en conjunto.

Los pesos de las raíces influyen en los parámetros, los cuales dependen de la variedad, época, método y densidad de siembra, obtenidas a través de las muestras tomadas de los diferentes días del peso se aumentó en 500 g por etapa hasta la etapa final de cosecha. Los parámetros peso promedio de 282.7g, media de diámetro polar de 22.6 cm y ecuatorial de 27.3 cm, la diferencia entre estas dos medidas fue de 4.6 cm esto podría decirse que la estructura geométrica del fruto es ovalada. En cuanto al diámetro ecuatorial, la ganancia en el tamaño a los 135 días fue de 42.0 % y posteriormente a los 165 días ganó 39.0 %, el desarrollo fue más lento proporcionalmente (Burciaga, 2001).

El análisis de correlación realizado con las variables del cultivo de jícama (Cuadro 4), para conocer el grado de asociación entre las variables cuantitativas, se observa que el diámetro del tallo se relaciona con el peso de la raíz, siendo el valor más alto; sin embargo, también se relaciona con el diámetro polar que corresponde al tercer lugar de los niveles de correlación. En segundo lugar, se observa el diámetro polar, se relaciona con el diámetro ecuatorial, lo que indica una relación directa entre estas dos variables. El análisis de correlación realizado en las variables evaluadas logra identificar las características precisas entre ambos, el diámetro polar constituye un carácter dominante de la especie, ya que la forma que tienen las jícamas es muy amplia y tienden a ensancharse, lo que hace de mucha preferencia por los consumidores por el tamaño adecuado. El diámetro polar, por lo consiguiente tiende a desarrollar su crecimiento por los polos y desarrollo a lo largo de la raíz. El peso de la raíz es una variable importante que forma parte de la correlación entre las variables antes mencionadas, de acuerdo al peso de la raíz la tendencia es el incremento del peso para su venta y comercialización.

La jícama es una de las raíces reservantes comestibles con mayor contenido de agua, entre el 83 y 90 % del peso fresco de las raíces es agua. Las cuales el 50 y 70% son fructo oligosacáridos (FOS). El resto de carbohidratos lo

conforman la sacarosa, fructosa y glucosa. Los diferentes azúcares varían significativamente por diferentes factores como: tiempo de cosecha y tamaño, una jícama de 40 mm al ser expuesta al sol para aumentar el contenido de azúcar entra en un proceso de deshidratación en consecuencia de este factor su peso baja significativamente (Ortiz, 2019).

Cuadro 4. Correlación entre variables del cultivo de jícama

	AP	DT	LH	ANH	NDH	LONTA	LPF	ANPF	NVPP	LVAI	ANVA	NSEM	PESR	DIAME	DIAMP
AP	1.00														
DT	0.14	1.00													
LH	0.28	-0.01	1.00												
ANH	-0.01	0.12	0.32	1.00											
NDH	-0.07	-0.06	-0.18	-0.08	1.00										
LONTA	0.05	0.17	0.10	0.17	-0.15	1.00									
LPF	-0.12	0.16	0.02	0.05	-0.07	0.28	1.00								
ANPF	0.03	-0.16	-0.08	-0.07	0.14	0.15	0.06	1.00							
NVPP	0.08	0.04	0.14	-0.08	-0.21	-0.01	0.14	-0.18	1.00						
LVAI	0.06	0.21	0.12	0.38	-0.00	0.25	0.15	0.02	-0.14	1.00					
ANVA	-0.01	-0.11	-0.11	0.09	0.02	-0.03	-0.22	0.01	-0.17	0.03	1.00				
NSEM	-0.07	-0.15	0.11	0.31	0.17	0.07	-0.02	-0.07	-0.04	0.13	0.30	1.00			
PESR	0.00	0.09	-0.19	-0.19	0.15	0.07	-0.10	0.21	0.00	-0.27	0.06	0.07	1.00		
DIAME	-0.05	0.14	-0.18	-0.18	0.25	0.22	0.06	0.19	-0.08	-0.11	-0.08	0.15	0.82	1.00	
DIAMP	-0.13	0.26	-0.04	-0.08	-0.07	0.24	0.16	0.08	0.02	-0.16	-0.13	-0.02	0.49	0.59	1.0

AP= Altura de planta; DT= Diámetro de tallo; LH= Longitud de hoja; ANH= Ancho de hoja; NDH= Número de hojas; LONTA=Longitud de tallo; LPF= Largo del pétalo de la flor; ANPF= Ancho pétalo de la flor; NVPP= Número de vainas por planta; LVAI= Largo de vaina; ANVA= Ancho de vaina; NSEM= Número de semillas; PESR= Peso de la raíz; DIAME=

Conforme se acerca la cosecha, la planta forma entre los tallos y las raíces, una masa irregular de tejido de reserva (parenquimático), con muchas yemas que dan lugar a brotes y conocido como “cepa” o “corona”. De este órgano, se obtiene la “semilla” tradicional en forma de porciones de cepa que son los propágulos para la siembra; por esto se dice que la propagación de la jícama es predominantemente vegetativa (Valderrama, 2005). Estudios realizados con jícama por Rengifo (2005) encontró diferentes correlaciones positivas con las variables peso de raíz con diámetro polar de la raíz.

Mediante el análisis de correlación de Pearson realizado en muestras de raíz de yuca, se determinó que las variables que presentaron mayor correlación fueron la longitud del pecíolo y el número de lóbulos, peso medio de la raíz y peso total de la parte aérea de la planta (Torres, 2010).

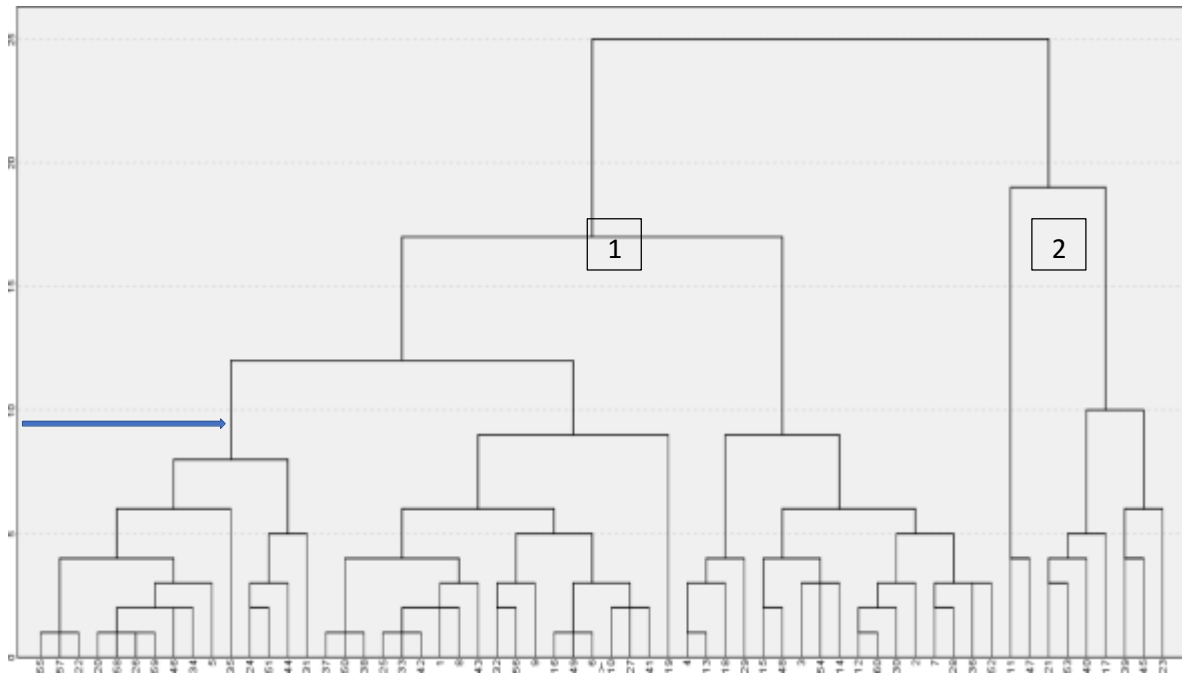
Al realizar el análisis de conglomerados a través del dendrograma (Figura 1) se formaron diferentes grupos de acuerdo con sus características comunes de los cuales, de las variables evaluadas se formaron dos conglomerados o grupos. El primer conglomerado está integrado por 51 muestras de plantas, agrupando a la mayoría de las muestras de plantas evaluadas, por lo tanto, es de mayor variabilidad, el segundo grupo a nueve muestras. Este grupo contiene un número menor de muestras, considerando que las variables están relacionadas con las flores y la raíz, son las que presentaron mayor variabilidad y agrupo la mayor parte de las muestras de la planta. El nivel de similitud entre muestras se estima aproximadamente de 3.8

Las flores de la jícama se dan en grupos de dos a cinco en cada nudo, se abren sucesivamente de abajo a arriba y se considera una parte vegetativa de la planta importante en la reproducción (Valladares, 2012).

La pérdida de la diversidad es un aspecto de mucha importancia que se debe estudiar, principalmente en aquellas especies de plantas alimenticias como lo es la jícama. Su raíz comestible representa un recurso genético

importante debido a su alto grado de variabilidad (Herrera, 2001).

En estudios realizados sobre análisis de la variabilidad genética en el Perú con el Yacón, se trata de una raíz muy parecida a la jícama y representa un alimento importante en la región andina. En esta investigación se realizó un análisis de conglomerados; de acuerdo con el dendrograma y a la matriz de similitud entre accesiones o muestras de Yacón presentaron mayor variabilidad las muestras provenientes del centro y sur del país, esta tendencia indica que a medida se van acercando al país vecino de Bolivia se va incrementando esta variación, en donde hay mayor movimiento de esta especie (Mansilla *et al.*, 2006)



En estudios realizados con seis accesiones de jícama en Perú, Grandez (2003) encontró variabilidad en forma y longitud de las raíces. Los coeficientes de variación indicaron confiabilidad en la toma de datos de los experimentos realizados, indicando que estos caracteres evaluados representan una alternativa en la producción de esta leguminosa.

Un dendrograma generado a partir del agrupamiento de muestras de jícama estudiadas, encontradas en dos grupos principales con un coeficiente de similitud de 0.28, conteniendo las accesiones de *P. ahipa* y *P. tuberosus* y el segundo grupo estuvo compuesto solo por accesiones de *P. erosus*. Indicando que existe gran similitud entre ambas especies, lo que se traduce en mayor variación entre especies evaluadas (Santayana, 2012).

Los resultados obtenidos en la caracterización molecular de 30 accesiones de Yacón, muestran que no habría duplicación de genotipos en la colección y aparentemente habría bajos niveles de polimorfismo. Así mismo, la variación intrarregional sería de 21.14%, mientras que la intrarregional 78%, con una mayor diversidad de yacones en la región central del Perú. Esto nos indica que se debe realizar futuras prospecciones en esta parte del país, con la finalidad de estudiar mejor la diversidad y establecer centros de conservación *in situ* de yacón (Mansilla *et al.*, 2006)

IV. CONCLUSIONES

El peso de la raíz fue la variable con mayor coeficiente de variación del cultivo de jícama, con muy baja diferencia con las variables diámetro polar de la raíz y longitud del tallo, indicando una mayor presencia el peso para efectos de buena aceptación para el consumidor y la mejora genética.

El análisis de componentes principales logra explicar el 67.5% de la varianza total, se obtienen seis componentes relacionados con el diámetro ecuatorial y el peso de la raíz, logrando destacar nuevamente las

características morfológicas de la raíz como una fuente genética y de variabilidad.

La relación existente entre el peso de la raíz con el diámetro polar y ecuatorial indican una correlación positiva de estas tres variables, lo que demuestra una integración de caracteres que podrían resultar de beneficio para obtener características deseables del cultivo de la jícama.

El análisis de conglomerados formó dos grupos, de los cuales el primer conglomerado agrupo la mayoría de las muestras evaluadas presentando mayor variabilidad. Nuevamente el peso de la raíz es la variable con mayor presencia dentro de las muestras.

Las variables con mayor importancia para el desarrollo del cultivo de jícama son la raíz, como fue el caso del diámetro polar y diámetro ecuatorial, ya que se sabe que estas son indicadores del manejo que se da el cultivo en todo el proceso y de la calidad de la raíz.

Es importante mencionar que en el mercado estas pueden ser una de las principales características por las cuales exista un mayor número de demanda en la compra de jícama.

Es importante conocer la correlación de las variables evaluadas para identificar las características precisas entre ambos; el diámetro polar, constituye un carácter dominante de la especie, ya que la forma que tienen las jícamas es muy amplia y tienden a ensancharse, lo que hace preferente para los consumidores es el tamaño adecuado.

V. LITERATURA CITADA

1. Amaya J. (2002). "Evaluación de seis morfotipos (ecu-1247, ecu-1251, ecu-9109, ecu-12767 del banco germoplasma del INIAP; San Buenaventura y Locoá) de Jícama (*Smallanthus sonchifolius* poep. & endl) con tres fertilizaciones de fondo en San José Pichul – Cotopaxi". Tesis de título de Doctor en Agronomía, Área de Concentración en Horticultura. Universidad Estatal Paulística Julio de Mezquita, Brasil. 89 p.
2. Burciaga H.C. (2001). Comportamiento físico-químico durante el desarrollo del tubérculo de jícama (*Pachyrhizus erosus*). Tesis. Facultad de ciencias biológicas subdirección de posgrado. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México. 88 p.
3. Díaz D., J.F. (2021). Producción y calidad postcosecha del cultivo jícama (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urb.) bajo podas vegetativas y reproductivas. Tesis de licenciatura. Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria, Ingeniería Agronómica. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Honduras, Honduras. 24 p.
4. Escuela Nacional de Agricultura Roberto Quiñonez (ENA). (2019). Caracterización de variedades de jícama (*Pachyrhizus erosus* L.) "ENA62" y "ENA Santaneca" en San Andrés, La Libertad, El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Gobierno de El Salvador, C. A. 21 p.
5. Grandez P. L. (2003). Rendimiento y características diferenciadas de seis accesiones del cultivo de chuino (*Pachyrhizus tuberosus* L.) en Morales, Tarapoto, San Martín. Tesis profesional. Universidad Nacional de San Martín. Facultad de Ciencias Agrarias. Tarapoto, Perú. 81 p.
6. Herrera H., E del R. (2001). Plantas silvestres de uso alimentario humano de dos subzonas del área protegida Miraflores-Moropotente. Estelí, Nicaragua. Tesis de maestría en Gestión de Recursos Naturales y Planificación ambiental. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, UNAM-León- Universidad de Alcalá de Henares, España. Estelí, Nicaragua. 106 p.
7. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2010). Geografía de Chiapas. Chiapas, México. 230 p.
8. Mansilla S. R. C., López B. C., Blas, S. R., Chia, W. J y J. Baudoin. (2006). Análisis de la variabilidad molecular de una colección peruana de *Smallanthus sonchifolius* (Poepp y Endl) H. Robinson "Yacón". Revista Ecológica Aplicada. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 5 (1-2).
9. Molina M. A. (2021). Caracterización de la fenología y efectos de densidades de siembra y podas en la producción hortícola sustentable de jícama [*Pachyrhizus erosus* (L.)]. Tesis. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. p.22.
10. Mora, W M, J, S, M. (2000). Las jícamas silvestres y cultivadas (*Pachyrhizus* spp.) Turrialba Costa Rica. Centro agronómico tropical de investigación y Enseñanza (CATIE) p .85.

11. Ortíz M. (2019). Diseño de un proceso para obtención de un caramelo dietético a partir de la jícama (*Smallanthus sonchifolia*). Escuela superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. P. 32.
12. Rengifo G., D. A. (2005). Estudio de la correlación de caracteres biométricos en diezecotipos de Chuin (*Pachyrhizus tuberosus* LAM. SPRENG). Tesis Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. p. 108
13. Santayana R. M. L. (2012). Caracterización citogenética y molecular de las especies cultivadas del género *Pachyrhizus* Richard ex DC. Tesis. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 80 p.
14. Sorensen, M. (2000). Yam Bean *Pachyrhizus* DC. International Plant Genetic Resources Institute. 144 pp.
15. Torres V. L. A. 2010. Caracterización morfológica de 37 accesiones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) del banco de germoplasma del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Tesis. Escuela de Posgrado. Turrialba, Costa Rica. 103 p.
16. Universidad Autónoma de México. (2010). Facultad de Estudios superiores Iztacala. UNAM. México.
17. Valderrama M, Manrique I. y Seminario J. (2003). El yacón fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio, Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y Cooperación (CONSUDE), Lima Perú, 60 p.