

Caracterización morfológica de accesiones de tamarindo (*tamarindus indica* L.), de una colección ex situ del iniap, Ecuador

*Morphological characterization of tamarind (*tamarindus indica* L.)*

Accessions, of an ex situ collection from iniap, Ecuador

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7723353>

AUTORES: Reina Medina Litardo^{1*}

Lady Eras Reyes²

Ricardo Moreira Macías³

Iris Pérez Almeida⁴

Fernando Cobos Mora⁵

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: reina.medinal@ug.edu.ec

Fecha de recepción: 01 / 09 / 2022

Fecha de aceptación: 21 / 11 / 2022

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental Litoral Sur con el objetivo de caracterizar fenotípicamente el germoplasma de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) de la colección *ex situ*. Las variables evaluadas en 14 árboles de tamarindo fueron altura de árbol, diámetro de copa, longitud y ancho de la hoja secundaria, color del tronco, color de la rama joven, forma de la lámina y base foliar. Nuestros resultados mostraron que los árboles 6, 8, 12 y 13 obtuvieron mayor longitud para la variable altura de la planta, con

^{1*} Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Ecuador.

² Estación Experimental Litoral Sur "Dr Enrique Ampuero" – INIAP.

³ Universidad Ecotec, Centro de Estudios para el Desarrollo Sostenible (CEDS), Ecuador.

⁴ Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Ecuador.

valores de (7, 6, 8 y 7 m), seguido de la variable de peso total del fruto, donde los árboles 1, 3, 2, 10 y 9 alcanzaron datos de 22,98; 20,55; 19,95; 19,95 y 20,54 g respectivamente. Los árboles de tamarindo fueron color marrón oscuro y marrón claro en un 50%. Los resultados de esta caracterización son de utilidad para programas de selección y mejoramiento del tamarindo en la costa ecuatoriana.

Palabras claves: Accesiones, fruto, mejoramiento genético, morfología, variables.

ABSTRACT

This research was conducted at the Experimental Station Litoral Sur with the aim of characterizing phenotypically the tamarind (*Tamarindus indica* L.) germplasm from an *ex situ* collection. The variables evaluated in 14 tamarind trees were tree height, crown diameter, secondary leaf length and width, trunk color, young branch color, leaf shape and leaf base. Our results showed that trees 6, 8, 12 and 13 obtained greater length for the variable height of the plant, with values of 7, 6, 8 and 7 m, followed by the variable of total weight of the fruit, where trees 1, 3, 2, 10 and 9 reached data of 22.98; 20.55; 19.95; 19.95 and 20.54 g, respectively. Tamarind trees were 50% dark brown and light brown. The results of this characterization are useful for tamarind selection and improvement programs in the Ecuadorian coast.

Keywords: Accessions, fruit, genetic improvement, morphology, variables.

INTRODUCCIÓN

En Ecuador el tamarindo es considerado como un árbol silvestre, desarrollado en varias zonas, pero sin manejo adecuado, sin paquetes tecnológicos y suficientes investigaciones que permitan un buen desarrollo del cultivo. Para aumentar el potencial del tamarindo como especie domesticada con valor económico es importante caracterizar la variabilidad en Ecuador con propósitos de mejoramiento (Hidalgo , 2019; Sarmiento *et al.*, 2017).

Esta especie arbórea se cultiva en áreas donde los sistemas de producción incluyen árboles dispersos, principalmente para el consumo local. Este frutal tiene un papel muy importante en el ámbito económico, ya que complementa la dieta local; se utiliza en terapias tradicionales y modernas en un 80% de la población mundial en África, Asia y América

Latina; se usa como laxante y purgante con efectos secundarios mínimos; además, también exhibe propiedades antibacterianas, antifúngicas y antioxidantes; incluso es utilizado como material de construcción (Sarmiento, 2017).

Prospera bien en los terrenos profundos con buen drenaje con pH de 6,5 a 7,5; sin embargo, suele desarrollarse en suelos ligeramente ácidos, relativamente pobres o crecer en terrenos calcáreos, siempre y cuando se le dé una buena fertilización, además se cuenta con agua para riegos en periodos secos (Jama, 2015). Muchas familias obtienen ingresos con la transformación de la pulpa de estos frutos. Estos árboles se encuentran dispersos, algunos casos en arreglos silvopastoriles. A pesar de su impacto cultural y económico en estas comunidades rurales, el tamarindo no recibe un buen manejo y acompañamiento agronómico, por lo que la producción no está bien orientada y no se logra aún el potencial del cultivo (Anchundia, 2021).

Los países productores más importantes son India, Tailandia, México, Indonesia, Filipinas, Brasil, Guatemala, Costa Rica, Nicaragua, y otros países de América Central, Sudamérica, Asia, y África. Actualmente, el tamarindo representa una alternativa económica para los pequeños productores, ya que en los últimos años ha mantenido su rentabilidad en niveles aceptables. Además, es una fuente importante de empleo y la fruta producida es de excelente calidad (Bonells, 2020).

En Ecuador las zonas secas de Guayas, El Oro y Manabí son las más propicias para el desarrollo del cultivo de tamarindo es preferible evitar las zonas con demasiada lluvia, pues el cultivo podría reducir su producción drásticamente, al punto de volverse nula, sobre todo en la época de maduración, donde puede provocar daños completos en la pulpa (Santiago, 2015).

Es importante preservar este germoplasma de tamarindo *ex situ* para conservarlo y reintroducir en las comunidades o mejorarlo para aumentar el rendimiento o la resistencia a plagas y enfermedades. Además, generar información científica que permita tomar las acciones adecuadas para avanzar en los programas de mejoramiento genético y comercial de esta especie. Por ello a través de esta investigación se pretende contribuir a la caracterización morfológica de catorce accesiones de germoplasma de tamarindo establecidas *ex situ* en la Estación Experimental Litoral Sur del INIAP.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en la Estación Experimental Litoral Sur del INIAP, ubicada entre las coordenadas geográficas 2° 15' 15" de latitud Sur y 79° 49' 00" de longitud Oeste a 17 msnm, en la parroquia Virgen de Fátima, cantón Yaguachi, provincia del Guayas. La pluviosidad anual es de 1154.3 mm, temperatura media anual 26.5 °C y 76.2 % de humedad relativa media anual (INAMHI, 2021).

Caracterización morfológica de la planta

Para realizar la caracterización de accesiones *ex situ* de árboles de tamarindo, se utilizaron los descriptores morfológicos de chirimoya (Bioversity International, CHERLA, 2008).

Para este estudio, se seleccionaron catorce plantas de tamarindo de aproximadamente 12 años de edad, de los materiales colectados en el litoral ecuatoriano, seleccionadas al azar en etapa productiva del germoplasma *ex situ* en los lotes de frutales establecida en la Estación Experimental Litoral Sur del INIAP. Los análisis fisicoquímicos de los frutos se realizaron en el laboratorio de poscosecha del programa de fruticultura, y de cada planta se seleccionaron 15 vainas (frutos) para evaluar sus características. En las Tablas 1 y 2, se observan los parámetros evaluados como descriptores morfológicos y caracterización fisicoquímica del fruto.

N°	Descriptor
1	Altura del árbol (m)
2	Diámetro de la copa del árbol (cm)
3	Longitud de la hoja secundaria
4	Ancho de hoja secundaria (cm)
5	Ancho del foliolo (cm)
6	Longitud del foliolo (cm)
7	Longitud de hoja primaria (cm)
8	Ancho de hoja primaria (cm)

Tabla 1. Descriptores morfológicos de los árboles de tamarindo

N°	Descriptor
1	Peso total del fruto(g)
2	N° de semilla en vainas (g)
3	Peso semilla(g)
4	Peso cáscara (g)
5	Peso pulpa (g)
6	% Pulpa (g)
7	Sólidos solubles
8	Materia seca
9	Acidez titulable

Tabla 2. Caracterización fisicoquímica del fruto

Variables evaluadas

Altura del árbol (m)

Para obtener la altura de la planta se midió desde su base hasta el meristemo terminal y luego se promedió

Diámetro de la copa del árbol (cm)

El diámetro de la copa se midió con una cinta métrica en base a la proyección de ambos extremos sobre el suelo. Se tomaron dos medidas y la medida final del diámetro de la copa es el promedio de las dos medidas realizadas altura del árbol.

Longitud de lámina foliar (cm)

Se procedió a medir con una cinta métrica desde el ápice hasta la base de la lámina foliar.

Ancho de lámina foliar(cm)

El ancho foliar se procedió a medir con una cinta métrica cogiendo la parte media de la hoja.

Longitud de hoja primaria (cm)

La longitud de la hoja se midió desde la base de la hoja primaria hasta el ápice, con la ayuda de una cinta métrica.

Ancho de hoja primaria (cm)

Para determinar el ancho de la hoja primaria se midió desde la parte media de la hoja con la ayuda de una cinta métrica.

Longitud de la hoja secundaria

La longitud de la hoja secundaria se midió desde la base de la hoja hasta el ápice, con la ayuda de una cinta métrica.

Ancho de hoja secundaria (cm)

Para determinar el ancho de la hoja secundaria se midió desde parte media de la hoja con la ayuda de una cinta métrica.

Color del tronco

Se determinó la variable de color del tronco de manera visual.

Color de las hojas de tamarindo

En la relación al color de las hojas se realizó de la manera visual

Peso total del fruto(g)

Para obtener el peso del fruto se realizó pesando la vaina del tamarindo utilizando una balanza de precisión marca Blauscal.

Peso de cáscara (g).

Para obtener el peso de cáscara se realizó retirar el epicarpio de cada fruto de tamarindo luego se procedió a pesar con la ayuda de una balanza de precisión.

Número de semillas (g).

Para obtener el número de semilla se realizó retirar el epicarpio del fruto sacando la pulpa del pericarpio del fruto quedando solo con las semillas del fruto para después colocar en la balanza y finalmente pesarlas

Peso semilla(g)

Se tomó el promedio del peso de las semillas por árbol, en 15 repeticiones tomadas al azar por cada árbol.

Peso pulpa (g)

Para obtener el peso del fruto se realizó a retirar el epicarpio del tamarindo luego se utilizó una balanza de precisión marca Blauscal para determinar el peso de la pulpa.

% Pulpa (g)

El porcentaje de pulpa se obtuvo del peso de la pulpa luego se procedió a sacar el porcentaje.

Contenido de solubles (ml).

Se pesó una cantidad de 20 g de pulpa luego se procedió a licuar con agua destilada y con la ayuda de un refractómetro marca ATAGO escala 0-32 °Brix se determinó la cantidad de sólidos solubles totales que tiene cada fruto en su estado de madurez

Acidez titulable (ml).

La acidez titulable en porcentaje de ácido cítrico se determinó siguiendo el procedimiento descrito por la Association of Agricultural Chemists (AOAC).

Materia seca (g)

Se pesó 40 g de la pulpa de tamarindo en una balanza luego se procedió a secar en una estufa a 105 °C por 12 horas.

Análisis descriptivo de los datos.

Con los datos morfológicos de la planta y las características fisicoquímicas del fruto se hicieron evaluaciones de medias, desviación estándar, valor mínimo, valor máximo y coeficiente de variación. Mientras que los datos del color del tronco y las hojas se sacó el promedio.

Procedimientos para el análisis de conglomerados

Se analizó la información sistematizada, seleccionando 17 variables con alto poder discriminante, ($CV > 60\%$ (Ávila et al. 2000)). La información de caracterización fue sistematizada en hojas de cálculo Excel 2017, y analizadas con el paquete estadístico Infostat, empleando Análisis Multivariado, siguiendo los lineamientos recomendados por Coronel y Ortuño (2015). Se realizó el análisis de componentes principales, que pueden ser utilizados como variables de clasificación en el análisis de conglomerados, por el método de Ward y como medida de distancia euclidiana cuadrada de 10 y graficadas en un dendrograma.

RESULTADOS**Caracterización morfológica de la planta de tamarindo****Altura y diámetro de copa (m) del árbol de tamarindo**

De acuerdo con los valores estadísticos descriptivos del árbol, se observaron rangos entre los descriptores, obteniendo la altura del árbol de 3,14 m con un coeficiente de variación de

32,00 %. El diámetro de copa obtuvo una media de 6,10 m y el coeficiente de variación fue de 44,96 % (Tabla 3).

Ancho y longitud de la hoja secundaria (cm)

De acuerdo con los análisis de ancho de la hoja secundaria, se obtuvo una media de 9.54 cm, y el coeficiente de variación es de 9,59 %. Mientras que la longitud de la hoja secundaria fue de 4.20 cm y el coeficiente de variación fue de 13,01% (Tabla 3).

Longitud y ancho del foliolo (cm)

De acuerdo con los análisis de longitud del foliolo, se obtuvo la media de 2.60 cm y el coeficiente de variación de 11,83% (Tabla 3), mientras que el ancho de foliolo se obtuvo un valor de 0.72 cm y con un coeficiente de variación de 12,59 %.

Longitud y ancho de la hoja primaria (cm)

Según los análisis de la longitud de la hoja primaria, se obtuvo una media de 17.69 cm y con un coeficiente de variación es de 9,60% (Tabla 3), y el ancho de la hoja secundaria fue de 10.28 cm y su coeficiente de variación de 6,76.

Características cualitativas de los árboles de tamarindo

Color del tronco del árbol

Con respecto al color del tronco del árbol se obtuvo que el 50% de los árboles fueron de color marrón y el 50 % color marrón claro.

Color de las hojas de tamarindo

En la relación al color de las hojas se obtuvo el 50 % de color verde oscuro y el 50 % de color verde claro.

Variables	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Típica	Coeficiente Variación (%)
Altura del árbol (m)	3.00	8,00	3,14	1,64	32,00
Diámetro de la copa del árbol (cm)	3,80	8,20	6,10	1,52	44,96
Longitud de la hoja secundaria	8,07	10,97	9,54	0,91	9,59
Ancho de hoja secundaria (cm)	3,06	9,47	4,20	0,54	13,01
Ancho del foliolo (cm)	0,54	0,86	0,72	0,10	12,59
Longitud del foliolo (cm)	2,20	3,13	2,60	0,30	11,83

Variables	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Típica	Coefficiente Variación (%)
Longitud de hoja primaria (cm)	15,10	21,40	17,69	1,69	9,60
Ancho de hoja primaria (cm)	9,10	11,60	10,28	0,69	6,76

Tabla 3. Características morfológicas de los 14 árboles de tamarindo

Peso total de fruto (g).

De acuerdo con los análisis, se obtuvo el rango de la media del peso total de fruto de 20,47 g y el coeficiente de variación fue de 15,20 % (Tabla 4).

Número de semilla y peso (g)

El análisis estadístico determinó que el número de semillas en el fruto de tamarindo fue de 4,48 y el coeficiente de variación 22,09 %. Mientras que el peso de la semilla alcanzó una media 5,42 g y el coeficiente de variación 26,11 % (Tabla 4).

Peso de cáscara y pulpa (g)

De acuerdo a los análisis estadísticos en la variable peso de cáscara, se obtuvo una media 5,52 g y un coeficiente de variación de 20,34 % (Tabla 4). Mientras que el peso de la pulpa tuvo una media de 9,53 g y el coeficiente de variación 16,74 % (Tabla 4).

Porcentaje de la pulpa

En relación con el porcentaje de la pulpa, se obtuvo una media es 51,14 % y un coeficiente de variación de 13,36 (Tabla 4).

Sólidos solubles

De acuerdo a los análisis estadísticos se determinó que la cantidad de sólidos solubles fue de 52,62 °Brix y con un coeficiente de variación de 2,77 % (Tabla 4).

Materia seca

Según los análisis de materia seca se obtuvo una media 25,22 g y un coeficiente de variación es 13,65 %, respectivamente (Tabla 4).

Acidez titulable

Según los análisis de acidez titulable se obtuvo una media 12,87 g y un coeficiente de variación es 37,54 %, respectivamente (Tabla 4).

VARIABLES	Mínimo	Máximo	Media	Desviación típica	Coefficiente de variación (%)
Peso total del fruto(g)	15,99	29,03	20,47	3,11	15,20
Nº de semilla en vainas (g)	2,77	5,80	4,48	0,99	22,09
Peso semilla(g)	3,21	7,60	5,42	1,42	26,11
Peso cáscara (g)	4,16	8,54	5,52	1,12	20,34
Peso pulpa (g)	7,78	14,14	9,53	1,60	16,74
% Pulpa (g)	41,88	61,57	51,14	6,83	13,36
Sólidos solubles	50	55	52,62	1,46	2,77
Materia seca (g)	20,53	30,89	25,22	3,44	13,65
Acidez titulable	10	24,33	12,87	4,83	37,54

Tabla 4. Descriptores cuantitativos de los frutos del germoplasma *ex situ* del árbol de tamarindo

Análisis de conglomerados

Se realizó empleando 17 variables con un coeficiente de variación superior a 60 %. Al aplicar el Método de Ward y la distancia euclidiana al cuadrado, se formaron 3 grupos de sistemas (Figura 1), de los cuales el primero corresponde al grupo 1, conformado por 8 plantas (12,11,10,14,9,13, 8 y 7) que corresponde el 57,14 %, el conglomerado 2 corresponde al grupo de plantas (5 y 4) que comprende el 14,29 % y el tercer grupo que agrupa los árboles (6,2, 3 y 1) que representa el 28,57 %. El valor del coeficiente de correlación cofenética (CC=0,56) resultó bueno, lo cual indica una buena representación de la matriz de afinidad por el dendrograma.

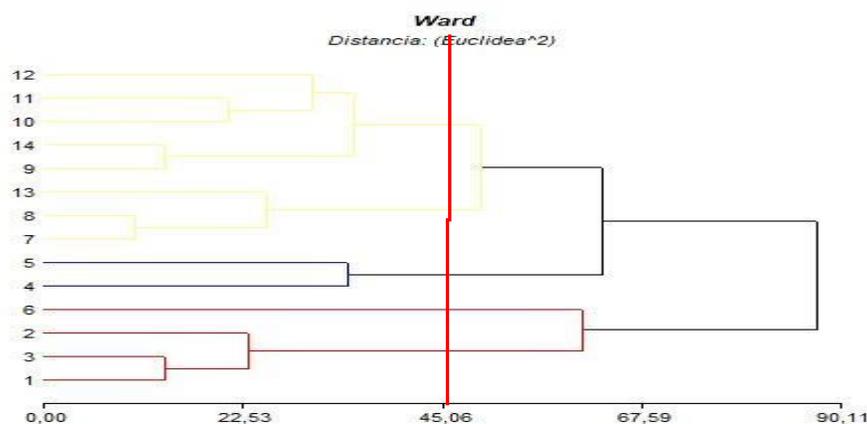


Figura 1. Análisis de conglomerados de las plantas de tamarindo del germoplasma *ex situ*

Conglomerado 1

Conformado por ocho árboles (12, 11, 10, 14, 9, 13, 8 y 7) que tienen características similares en altura de planta con valores que oscilan de 15,10 m a 19,50 m, altura de copa 9,55 m a 10,53, número de semilla de 3,27 a 5,47 y °Brix de 50,45 a 53,3.

Conglomerado 2

Lo integran dos plantas (5 y 4) y poseen características similares como longitud de hoja secundaria de 8,84 a 8,98 cm, ancho de la hoja secundaria con valores de 3,71 a 3,88 cm, longitud del foliolo con valores de 2,23 cm a 2,31 cm, peso de semilla de 3,21 g a 3,59 g y peso de pulpa con valores de 8,35 g a 8,62 g.

Conglomerado 3

Agrupar a cuatro plantas (6,2,3 y 1) que poseen características similares en altura de copa de 10,45 cm a 11,60 cm, número de semillas de 4,87 a 5,80, peso de semilla de 6,54 g a 6,67 g, ° Brix de 50,0 a 53,33 y con una acidez titulable con valores de 10,0 a 10,66.

DISCUSIÓN

Con respecto a la altura de la planta de tamarindo, se obtuvo valores de 3,14 m y diámetro de la copa de árbol se obtuvo media de 6,10 m. En su trabajo de investigación, Piguave (2018), obtuvo una menor altura de planta con una media de 2,84 m, diámetro de copa con 2,28 m. Estudios realizados Álvarez *et al.*, (2019), encontraron que la altura de los árboles se concentró en su mayor porcentaje (43%) entre los 9 y 12 m; mientras que el 28% de los individuos alcanzaron una altura entre 5 y 8 m. Además, Parrotta (2016), determinó que los árboles maduros crecen comúnmente hasta una altura de 25 m y se caracterizan por tener una copa redondeada, esparcida y densa con cobertura de aproximadamente 6 a 10 m. Por otro lado, Zetina *et al.* (2012) mencionan que una altura adecuada para realizar un manejo óptimo de esta el árbol frutal sería de 2,5 a 3 m con poda y dándole forma a la copa del árbol para tener ramas laterales donde se generaría la producción.

De acuerdo con los análisis de longitud del foliolo se obtuvo la media de 2,60 cm, mientras que el ancho de foliolo se obtuvo un valor de 0,72 cm. Estos resultados difieren con Tomás (2020) quien informó longitud y el ancho del foliolo de 1,72 cm y 6,33 cm respectivamente.

Con respecto a la longitud y ancho de la hoja primaria, se obtuvo una media de 17,69 cm y el ancho de la hoja secundaria fue de 10,28 cm. De acuerdo con Hernández *et al.* (2021), se obtuvo un rango de la hoja primaria con valor 10 a 15 cm. En relación a la ancho y longitud de la hoja secundaria, se obtuvo una media de 9,54 cm, mientras que la longitud de la hoja secundaria fue de 4,20 cm.

Con relación al peso total del fruto se obtuvo una media de 20,47 g. Estos resultados difieren con los estudios realizados por Favet *et al.*, (2011), quienes encontraron en tamarindo una media de peso del fruto 10 g y 15 g, compuesto por pulpa (30%), cáscara y fibras (30%) y semillas (40%).

El fruto del tamarindo, es una vaina alargada, con 5 a 15 cm de largo, corteza marrón oscura, leñosa y quebradiza, que contiene de 1 a 5 semillas lisas, de color marrón oscuro y planas, rodeadas de una pulpa marrón, fibrosas y de sabor ácido-dulce (PEREIRA *et al.*, 2011).

En la variable del número de semilla en fruto de tamarindo fue de 4,48, mientras que el peso de la semilla alcanzó una media 5,42 g. Al respecto Álvarez *et al.*, (2019), en un trabajo sobre caracterización morfológica *in situ* de *Tamarindus indica* L. en el bosque seco del Ecuador, encontró que el número de semilla por vaina fue de 3,97. Por otro lado, Hernández *et al.* (2021) encontraron una media de 0,78 g en peso de semilla. Con respecto al peso de la epidermis se obtuvo una media 5,52 g, mientras que con la variable de peso de la pulpa del fruto la media fue 9,53 g. Por otro lado, Vázquez (2021), determinó que el peso de la pulpa de tamarindo fue 50,20 g y 22,90 g en peso de la epidermis. En relación con el porcentaje de la pulpa se obtuvo una media de 51,14 %. En este sentido (Alarcón, 2017) menciona que el porcentaje de la pulpa de tamarindo es de 25,45 %.

Con respecto a la cantidad de sólidos solubles fue de 52,62. Estos resultados son similares a los encontrados por Alarcón (2017) quien determinó que la cantidad de sólidos solubles en tamarindo fue de 56,80 %. Con respecto a la materia seca se obtuvo una media 25,22 g; mientras que Hidalgo (2019) obtuvo un valor de 4,1%.

CONCLUSIONES

Se determinó que los árboles 6, 8, 13 y 12, obtuvieron los valores más altos en altura de la planta con promedios de 6 a 8 m y mayor longitud de la hoja primaria con promedio de 17,80 cm y 18,50 cm, que serviría para futuros trabajos de investigación en tamarindo.

Con respecto al peso de la pulpa de la fruta, los árboles obtuvieron valores promedios de 9,53 g.

Los valores más altos en sólidos solubles que obtuvieron los árboles de tamarindo fue de 52,62 ° Brix y en materia seca con los valores de 25,22.

Se conformaron tres grupos de conglomerados: primer grupo conformado por 8 plantas (12,11,10,14,9,13, 8 y 7) que corresponde el 57,14 %, el conglomerado 2 corresponde al grupo de plantas (5 y 4) con 14,29 % y el tercero grupo que agrupa los árboles (6,2, 3 y 1) que representa el 28,57 %.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ávila, L., Muños, M., & Rivera, B. (2000). Tipificación de los sistemas de producción Agropecuaria en la zona de influencia del programa UNIR (CALDAS). Universidad de Caldas, Departamento de sistemas de producción, Programa UNIR.

Anchundia. J. (2021). Manejo agronómico del cultivo de Tamarindo (*Tamarindus indica* L). *Universidad Técnica de Babahoyo*. Babahoyo - Los Ríos – Ecuador: Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Alarcón, M. (2017). Caracterización química y determinación de la actividad antioxidante de la pulpa de *Tamarindus indica* L. (tamarindo) Plantas medicinales. CUBA: Scopus. 6-8.

Álvarez, H., Limongi, R., Peña, G., Navarrete, B., Zambrano, E., Viera, W. (2019). Agro-Morphological Characterization “In situ” of *Tamarindus indica* L. in the Dry Forest of Ecuador. *Pertanika J. Trop. Agric. Sc.* 42 (3), 1147 – 1156.

Bonells, J. (2020). Un recorrido por el mundo de los frutos tropicales. *jardinessinfronteras.com*. México. 6 -7 p.

Bioversity International, CHERLA. (2008). Descriptores para chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) ISBN 13:978-92-9043-780-2. 51 p.

Coronel, M., & Ortuño, S. (2015). Tipificación de los sistemas productivos agropecuarios en el área de riego de Santiago del Estero, Argentina. [en línea]. *Problemas del desarrollo. Revista latinoamericana de economía.* 36(140), 1-121. Disponible en: [https:// www. scielo.org.mx/pdf/prode](https://www.scielo.org.mx/pdf/prode).

Favet, R., Frikart, M., & Potin, J. (2011). La valorisation du tamarin. Richesses et potentialités des agroressources dans les PED UE 9 – IAAS 3. Montpellier SupAgro -

Institut des Régions Chaudes, Montpellier, 28 p.

Hidalgo, A. (2019). Aprovechamiento de la fruta de tamarindo (*Tamarindus indica* L.), para la elaboración de dulce y su caracterización”. Universidad Técnica de Ambato, (págs. 6-7). Ambato.

INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). (2021). Anuarios Meteorológicos 2000- 2020 publicados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Estación meteorológica Milagro (Ingenio Valdez). Guayas. Quito, Ecuador.

Jama, B. (2015). *Tamarindus indica* L, Tamarindo (Rep.Mex.); Pachuhuk, Pachuhul, Pah'ch'uhuk (Yuc). *National Academy of Sciences*, (págs. 3 - 4). México.

Hernández, J. Díaz, I., Tatis, A., Camacho, E., & Cardona, C. (2021). Variaciones morfológicas de semillas y alternativas físico-químicas en la germinación de tamarindo (*Tamarindus indica* L.). *Temas Agrarios*, 26(2), 160-169. <https://doi.org/10.21897/rta.v26i2.2779>

Parrotta, A. (2008). *Tamarindus indica* L. Tamarind. Departamento fA griculture ,Forest Service,. *Southern Forest*, (págs. 11-12). New Orleans.

Piguave, C. (2018). La evaluación de la mejor alternativa de fertilización foliar que mejora el desarrollo de las plantas de *Citrus sinensis* (naranja), presenta que los dos abonos foliares fueron eficaces a la hora de mejorar las características morfológicas de las plantas,. manabi: Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Sarmiento, L., Pérez-Almeida, I., Díaz, B., Álvarez, H., & Viera, W (2017). Molecular marker-based characterization of ecuadorian dry forest tamarind plus trees. *Bioagro*, 29(3), 153-162. Recuperado en 15 de octubre de 2022, de

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612017000300001&lng=es&tlng=en

Santiago. (2015). Busque zonas de poca lluvia para su cultivo de tamarindo. *Busque zonas de poca lluvia para su cultivo de tamarindo*, 1.

Vázquez, S. (2021). Evaluación de compuestos antioxidantes y actividad antidiabética en una bebida funcional en polvo de pitaya amarilla (*Stenocereus griseus*) y tamarindo (*Tamarindus indica* L.)” Acatlán de Osorio. p. 30. <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/4000/1/TESIS%20SINDIA.pdf>

Tomás, S. (2020). Valor Descriptivo de la forma de la hoja y de la estructura. *Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT)*. Revista Agrotecnia de Cuba.

Zetina, R., Del Angel, A., Becerra, E., & Rebolledo, A. (2012). Tecnología para la producción sustentable de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) en el estado de Veracruz. Technology for the sustainable production of tamarind (*Tamarindus indica* L.) in the State of Veracruz. Veracruz, México: Alfa y Omega.