



Efecto sobre el desarrollo agronómico del plátano Dominico Hartón sometido a condiciones de sequía e inundación

Effects on the agronomic development of the Dominico Hartón plantain under drought and flood conditions

Autores

¹María José Loor Quijije
✉ maria.loorq@espam.edu.ec



¹Leridy Mercedes Sabando Loor
✉ leridy.sabando@espam.edu.ec



^{2*}Cristian Sergio Valdivieso López
✉ cristian.valdivieso@espam.edu.ec



³Myrian Elizabeth Herrera Centeno
✉ myrian.herrera@iniap.gob.ec



³Javier Alejandro Manguashca Guzmán
✉ javier.manguashca@iniap.gob.ec



³José Luis Rivadeneira García
✉ jose.rivadeneira@iniap.gob.ec



⁴Carlos Alberto Molina Hidrovo
✉ carlos.molina@iniap.gob.ec



⁴Jim Raphael Ochoa Ramos
✉ jim.ochoa@iniap.gob.ec



Resumen

La investigación evaluó el comportamiento durante el desarrollo del cultivar Dominico Hartón (*Musa* spp.) de 14 semanas de edad, bajo escenarios simulados de estrés hídrico por sequía e inundación. El trabajo se desarrolló en la Ciudad de la Investigación, Innovación y Desarrollo Agropecuario (CIIDEA) de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM-MFL), ubicada en la parroquia Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí. Se implementaron tres tipos de tratamientos: T1: testigo sin estrés hídrico, T2: condiciones de sequía, T3: condiciones de inundación. Entre los resultados obtenidos, la biomasa seca de la raíz ($p < 0.001$), donde el tratamiento sometido a condiciones de inundación (T3) incrementó en un 42% en comparación al manejo sin estrés hídrico (T1). Para la variable de biomasa seca del pseudotallo ($p < 0.001$) ocurrió algo similar, donde T3 alcanzó un 102% mayor biomasa seca en el pseudotallo con relación a T1. Para la variable de biomasa seca de la hoja ($p < 0.001$), el T1 y T3 tuvieron valores similares (≈ 28 g), pero con relación al tratamiento sometido a sequía (T2), este presentó una biomasa de 59% menor a la media de los otros tratamientos. Estos hallazgos destacan que las diferentes condiciones de sequía e inundación afecta de manera significativa el crecimiento y desarrollo de las plántulas de plátano.

Palabras clave: desarrollo agrícola, gestión de recursos hídricos, riego tecnificado, desarrollo rural, sostenibilidad ambiental.

Abstract

The study evaluated the developmental behavior old the 14-week-old Dominico Harton cultivar (*Musa* spp.) under simulated drought and flooding water scenatios. The work was carried out at the facilities of the Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM-MFL) in the area of the Ciudad de la Investigación, Innovación y Desarrollo Agropecuario (CIIDEA), located in Calceta, Bolívar canton, Manabí province. Three types of treatments were implemented: T1: control without water stress, T2: drought conditions, T3 flooding conditions. Among the results obtained, the dry root biomass ($p < 0.001$), where the treatment subjected to flooding conditions (T3) increased this variable by 42% compared to the management without water stress (T1). For the pseudostem dry biomass variable ($p < 0.001$) something similar occurred, where T3 reached 102% greater dry biomass in the pseudostem in relation to (T1). For the variable of dry leaf biomass ($p < 0.001$), T1 and T3 had similar values, but in relation to the treatment subjected to drought (T2), they presented a biomass 59% lower than the average of the other treatments. These findings highlight that the different conditions of drought and flooding significantly affect the growth and development of banana seedlings.

Keywords: agricultural development, water resource management, technified irrigation, rural development, environmental sustainability.

¹Estudiante de la Facultad de Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica de Manabí Manuel Félix López (ESPAM-MFL), Calceta, Manabí, Ecuador.

²Facultad de Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica de Manabí Manuel Félix López (ESPAM-MFL), Calceta, Manabí, Ecuador.

³Investigador Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Quito, Ecuador.

Citación sugerida: Loor Quijije, M. J., Sabando Loor, L. M., Valdivieso López, C. S., Herrera Centeno, M. E., Manguashca Guzmán, J. A., Rivadeneira García, J. L., Molina Hidrovo, C. A., Ochoa Ramos, J. R. (2025). Efecto sobre el desarrollo agronómico del plátano Dominico Hartón sometido a condiciones de sequía e inundación. *La Técnica*, 15(2), 134-145. DOI: <https://doi.org/10.33936/latecnica.v15i2.7567>.

Recibido: Febrero 26, 2025

Aceptado: Octubre 10, 2025

Publicado: Noviembre 01, 2025



Introducción

A nivel mundial, el plátano es uno de los productos más importantes y consumidos, además de haber sido de los primeros en globalizarse y posicionarse en el mercado internacional, estableciendo a este cultivo como alimento básico en la dieta diaria de millones de personas (Álvarez et al., 2020). La plataforma Observatorio de Complejidad Económica (OEC, 2024) mencionó que, en el año 2022, el plátano fue el producto número tricentésimo quinto en el mundo, con un total en ventas de \$13,5 MM, donde el comercio de este cultivo representa el 0,05% a nivel mundial.

En Ecuador, según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2024) el rendimiento histórico de plátano en el periodo (2019-2023) registró una media de 6,50 t ha⁻¹; en el año 2023 registró una superficie de siembra de 152.654 ha con fines de exportación y alcanzó una producción de 840.599 t, dando como resultado un rendimiento medio de 5,5 t·ha⁻¹ lo que permitió ventas al exterior por un total de USD 3.855 millones sobre este rubro. También, resalta con una participación en el mercado mundial con un 28% en exportaciones por encima de Guatemala, Colombia y Estados Unidos, sobresaliendo como el primer exportador de plátano a nivel mundial con un valor de USD 680 millones, considerando notoriamente la importancia económica de este cultivo. Entre las provincias que destacan por su producción (t) está: Manabí (307.447), Guayas (135.828), Santo Domingo de los Tsáchilas (124.415), Los Ríos (104.798), Napo (30.470) y Esmeraldas (25.504) (Encuestas de Superficie y Producción Agropecuaria (ESPAC), 2023).

En la provincia de Manabí durante el año 2023, se registró una superficie de 60.000 ha sembradas de plátano, con una producción de 307.446 t, lo cual alcanzó un rendimiento medio de 6,26 t·ha⁻¹, abarcando un mercado nacional del 68% y un mercado internacional del 32% en lo que respecta a este cultivo (Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2023). De los cantones de Manabí, destacan El Carmen, Chone, Portoviejo, Flavio Alfaro y Tosagua con el 87, 3, 3, 2 y 1% respectivamente de la participación provincial (Silvia et al., 2021).

Manabí presenta un clima beneficioso para el cultivo de plátano, el cual se caracteriza por ser húmedo y cálido: la estación invernal está comprendida entre los meses diciembre-mayo siendo una época de calor y presencia de precipitación debido a la influencia de la corriente cálida de “El Niño”, la estación de verano va de los meses de junio a diciembre y es menos calurosa y con ausencia de precipitación por estar influenciada por la corriente fría de Humboldt (Piloso et al., 2020). Ante lo mencionado, también es importante señalar que Manabí ha sido afectada tanto por sequías como por inundaciones, Mendoza et al. (2019) señalaron que en

el año 2010 la provincia experimentó un prolongado período de sequía y Cedeño et al. (2020) manifestaron que el estrés hídrico fue el factor abiótico más limitante en las musáceas debido a la creciente variabilidad de las precipitaciones y la competencia por los recursos hídricos que limitan tanto a la producción comercial como a la de subsistencia.

El cambio climático es un fenómeno ambiental provocado por los gases de efecto invernadero (Díaz, 2012) y representa una amenaza al sector agrícola debido al incremento de las temperaturas, alteración de la adaptabilidad de los cultivos, aumento del requerimiento hídrico debido a la mayor tasa de evapotranspiración y, a su vez también pone en riesgo las fuentes hídricas del planeta, pues al elevarse las temperaturas, se evapora con mayor rapidez el agua (León y León, 2023). Tanto las sequías como las inundaciones ponen en riesgo la soberanía alimentaria. Se estima que para el año 2050 la producción mundial de alimentos tendrá que aumentar en un 60% para cubrir el incremento en la demanda, lo que obliga a la búsqueda de estrategias, tecnologías y herramientas de adaptabilidad y mitigación al cambio climático (Sánchez et al., 2020). Considerando que el clima presenta una alta variabilidad espacio temporal, misma que se ha intensificado con los efectos del cambio climático (Valdivieso et al., 2021), se prevé que las sequías e inundaciones se intensifiquen a lo largo del globo terráqueo, lo que supone un riesgo en los sistemas de producción de alimentos a nivel mundial (Nelson et al., 2009).

Campos y Mendoza (2018) mencionaron que las sequías e inundaciones han afectado históricamente a la provincia de Manabí y según las proyecciones de Rivadeneira (2014), se espera que la temperatura aumente y las precipitaciones registren anomalías, procesos que serán acentuados por el cambio climático, también hace una proyección sobre la gestión de los niveles del embalse “La Esperanza” de la subcuenca del río Carrizal, donde la demanda teórica presentada no es favorable para escenarios a futuro, indicando que si la demanda hídrica se mantiene, el sector agrícola sería el más afectado. Según el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE, 2021) se considera que para el año 2025 la sequía se encontrará en los rangos de vulnerabilidades moderados a altos.

Enmarcados en la importancia del cultivo de plátano para la provincia de Manabí y Ecuador, así como los desafíos climáticos a los que se enfrenta la sostenibilidad de la agricultura, se ha propuesto el estudio de la respuesta del cultivo de plátano Dominic Hartón sometido a condiciones de estrés hídrico: inundación y sequía, su influencia sobre las variables biomasa, índice de área foliar, contenido relativo de agua y tasa de emisión foliar. Por lo tanto, ofrecen una visión integral del estado fisiológico de la planta bajo condiciones de estrés hídrico. Un estudio realizado por Teoh et al. (2022) registró la respuesta al

estrés hídrico en *Musa acuminata* cv. Berangan durante etapas iniciales del desarrollo, específicamente en un periodo controlado de 24 días de estrés, ahora bien, para las condiciones de sequía se han generado estudios en cultivos *in vitro* para su mejoramiento genético (Salazar et al., 2014a; Salazar et al., 2014b; Moreno et al., 2017); no obstante, no hay evidencias que señalen el tiempo exacto que una planta de plátano (*Musa* spp.) pueda sobrevivir sin agua sin antes morir. Además, las investigaciones señalan que el estrés por sequía afecta fisiológicamente a la planta (Nansamba et al., 2022).

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en la Ciudad de la Investigación, Innovación y Desarrollo Agropecuario (CIIDEA) de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM-MFL), el ensayo se ubicó (figura 1) entre las coordenadas 0°49'47,6" S y 80°10'52,9" O, a una altitud de 15 msnm.

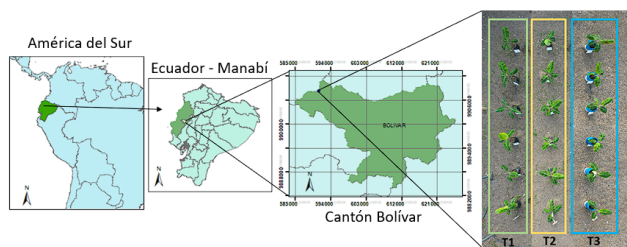


Figura 1. Ubicación, área de CIIDEA en la ESPAM-MFL.

Para el desarrollo de la investigación se consideraron dos escenarios de estrés hídrico por: inundación y sequía, en comparación con un escenario ideal para el cultivo, las variables analizadas fueron biomasa, índice de área foliar, contenido relativo de agua y tasa de emisión foliar en 18 individuos de plátano *Dominico Hartón* (*Musa* spp.) de 14 semanas de edad, el período de evaluación estuvo comprendido entre el 21 de junio y 02 de agosto de 2024 con un total de 43 días evaluados (figura 2), los individuos que se emplearon provinieron de vitroplantas para asegurar su homogeneidad y material vegetal.

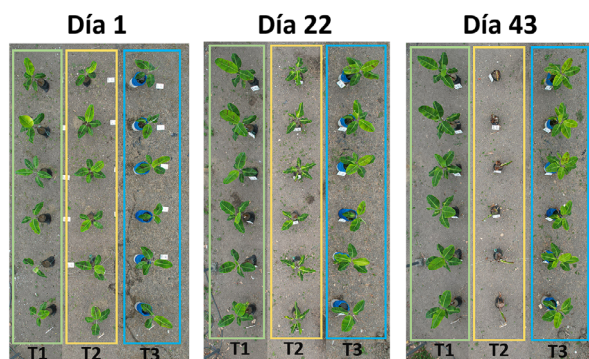


Figura 2. Estado visual de las plantas de plátano *Dominico Hartón* los días 1, 22 y 43.

Las condiciones climáticas (tabla 1) de los meses donde se desarrolló el experimento mostraron las siguientes características:

Tabla 1. Datos de condiciones climáticas serie histórica 2012-2022 de junio a agosto.

Meses	Precipitación mm	Heliofania h	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Humedad relativa (%)	Velocidad del viento m·s ⁻¹
Junio	28	73,68	30,26	21,80	83,90	0,49
Julio	10	70,94	29,61	21,11	83,50	0,54
Agosto	1	100,38	30,36	20,66	81,54	0,61

Fuente: Estación Meteorológica ESPAM MFL.

Experimento de campo

Las vitroplantas utilizadas fueron colocadas en bolsas plásticas negras con un tamaño de 14 x 16 pulgadas, se eligió un suelo característico del área de estudio, el cual se tamizó para retirar los terrones, implementando una porción de hojarasca rica en materia orgánica y arena de la ribera del río Carrizal en una relación ‘50-25-25’: esto supone que el sustrato a utilizar contenía, 50% suelo normal del área de estudio, 25% de hojarasca y 25% de arena de la ribera del río, apto para las necesidades del plátano puesto que permite la libre expansión de las raíces, favoreciendo el intercambio gaseoso, humedad y el aprovechamiento de nutrientes dejando un suelo adecuado para un buen desarrollo del cultivo.

Previo al inicio del ensayo, las plántulas estuvieron sometidas a un periodo de aclimatación de cuatro semanas para homogenización de los individuos (figura 3), periodo en el cual se aplicó riego y fertilizante con base al análisis de suelo (tabla 2). Culminada esta etapa, cada tratamiento fue sometido a las características particulares del diseño a efectos de simular las condiciones de estrés hídrico, tanto por sequía como por inundación. Para garantizar las condiciones de inundación se emplearon baldes plásticos redondos con un diámetro en la base inferior de 30 cm y una altura de 40 cm, recubiertos por dentro con una funda plástica para garantizar que el agua no drenara. De la misma manera para el tratamiento que estuvo en condiciones de sequía, se implementó el uso de una cubierta plástica, que se colocaba cuando existía presencia de lluvias y cuando la actividad fotosintética era menor (6:30 pm a 5:30 am), para ser retiraba todas las mañanas antes de iniciar la actividad fotosintética de las plántulas (figura 4).

Eventos claves	Adaptación del cultivo 20 de Mayo hasta el 20 de Junio			Inicio del ensayo 21 de junio			Culminación del ensayo 2 de agosto			Pesado de biomasa fresca de las plantas 5 de agosto		Pesado de biomasa seca de las plantas 15 de agosto	
	MAYO	JUNIO		JUNIO			JUNIO			JULIO		AGOSTO	
Edad de las plántulas	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18	Semana 19	Semana 20	Semana 21
Riego													
Fertilización													
T1 Control													
T2 Déficit hídrico													
T3 Inundación controlada													
Biomasa fresca y seca													

Figura 3. Línea de tiempo del ensayo.



Tabla 2. Análisis químico del suelo.

pH	Materia orgánica (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (meq·100 mL ⁻¹)	Calcio (meq·100 mL ⁻¹)	Magnesio (meq·100 mL ⁻¹)
6,9	-	42	0,87	13	4,1



Figura 4. A la izquierda plántulas con estrés por deficiencia de agua cubiertas con plástico y a la derecha plántulas en tachos siempre inundadas.

Diseño experimental

El ensayo contó con un diseño experimental completamente al azar (DCA), con tres tratamientos y seis repeticiones, con un total de 18 unidades experimentales. Cada unidad experimental estaba conformada por una planta (figura 5; tabla 3). Los tratamientos fueron: (T1) tratamiento testigo, consistió en un manejo sin déficit hídrico (condiciones ideales de riego), donde se mantuvo el contenido de agua en el suelo entre capacidad de campo y el nivel de agua permisible (33 a 60 cbar). (T2) tratamiento de estrés hídrico por sequía, donde no se aplicó agua a lo largo de todo el ensayo. (T3) tratamiento de estrés hídrico por inundación, donde se mantuvo bajo condiciones de inundación entre 8 a 10 cm sobre el nivel del suelo.

Tabla 3. Tratamientos empleados en la investigación.

Descripción	Codificación
Testigo	T1
Estrés por deficiencia	T2
Estrés por inundación	T3

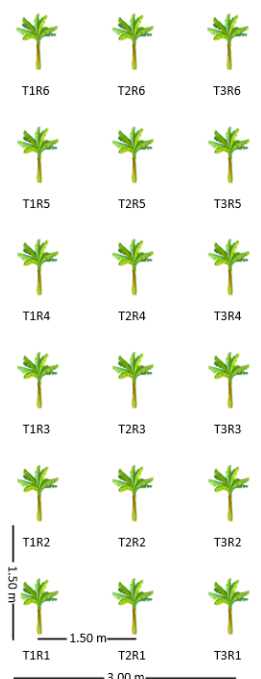


Figura 5. Diseño del experimento.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza ANOVA $\alpha= 0,05$ y Tukey al 5% para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos y, finalmente se realizó la correlación entre las variables de estudio utilizando el software InfoStat versión estudiantil 2020.

Variables analizadas

Biomasa

El cálculo de la biomasa fue realizado por separado para la raíz, tallo y hojas de cada una de las unidades experimentales una vez que el ensayo de campo finalizó, se utilizó una balanza de precisión para determinar la biomasa y una estufa de flujo forzado (marca Memmert, modelo UF110 Schwabach-Alemania) (Arias et al., 2014) para el secado de las muestras.

Biomasa de raíz (g). Para la obtención de esta variable fue necesario separar las raíces del cormo para poder pesar las raíces en fresco y determinar la biomasa fresca, posteriormente las muestras fueron llevadas a la estufa a una temperatura de 105 °C durante 48 horas o hasta que la biomasa fue constante, obteniendo así la biomasa seca.

Biomasa del pseudotallo y hojas (g). Una vez separados el pseudotallo del cormo y las hojas del pseudotallo, el procedimiento de obtención de la biomasa fresca y seca fue similar al de la raíz, a diferencia de que para el pseudotallo se utilizó la estufa por 72 horas y para las hojas durante 48 horas, ambos a 105 °C hasta que la biomasa de la muestra no varío.

Índice de área foliar

Para esta variable, se escogió una muestra representativa de hoja de cada tratamiento con un área de 10 x 10 cm² se pesaron en una balanza de precisión. Posteriormente se llevó a estufa a 75 °C durante 24 horas hasta que la biomasa fue constante y se procedió a relacionar el área foliar conocida con la biomasa seca obtenida a través de la biomasa en gramos de las hojas (Martínez et al., 2024).

Contenido relativo de agua

Contenido relativo de agua en la raíz: para obtener esta variable se implementó la siguiente fórmula propuesta por Villalobos et al. (1990):

$$CRAR = (Bf - Bs) / (Bt - Bs) \times 100 \quad (1)$$

Donde:

Bf = es la biomasa fresca de la raíz

Bs = es la biomasa seca de la raíz

Bt = es la biomasa túrgida de la raíz

Siendo la biomasa túrgida La biomasa fresca de la raíz del T3, debido a que este tratamiento estuvo siempre bajo condiciones de inundación, por lo que sirvió de estándar para sacar la diferencia con los otros tratamientos.

Contenido de agua en el pseudotallo y hojas: el cálculo de esta variable se realizó utilizando los valores obtenidos de la biomasa seca y fresca de las muestras, aplicando respectivamente la fórmula indicada.

Ritmo de emisión de hojas

Para la obtención de esta variable se observó y contabilizó el apareamiento de cada nueva hoja bandera a lo largo del ensayo, permitiendo así cuantificar la velocidad con la que la planta produce nuevas hojas, e interpretar el estado fisiológico del cultivo (Carr, 2009; Douglas, 2018).

Resultados y discusión

Evolución de las variables

Se presenta el análisis de varianza de los tratamientos para las variables fisiológicas evaluadas (tablas 4, 5, 6 y 7) y se observa que los promedios mostraron significancia estadística para todos los casos, el detalle de cada variable se presenta a continuación.

Biomasa

Los análisis de varianza de la biomasa mostraron diferencias significativas entre tratamientos para cada segmento analizado de las plántulas (tabla 4).

Tabla 4. Determinación de biomasa en plántulas de plátano Dominico Hartón de 14 semanas de edad sometidas a estrés hídrico.

Variable	Tratamiento		
	T1	T2	T3
Biomasa fresca de la raíz (g)	107,58 B	26,52 C	207,58 A
Biomasa seca de la raíz (g)	18,16 B	7,28 C	25,91 A
Biomasa fresca del pseudotallo (g)	542,42 B	167,42 C	769,70 A
Biomasa seca del pseudotallo (g)	45,20 B	17,39 C	85,48 A
Biomasa fresca de la hoja (g)	200,76 A	31,82 B	184,85 A
Biomasa seca de la hoja (g)	27,50 A	11,37 B	29,76 A
Biomasa fresca total (g)	850,76	225,76	1162,13
Biomasa seca total (g)	90,86	36,04	141,15
Contenido de agua (g)	759,9	189,72	1020,98

Biomasa de la raíz

El cálculo de la biomasa fresca de la raíz (figura 6), permitió identificar que en T3 con biomasa de 207,58 g, presentó un incremento del 92,9% respecto a T1 con biomasa de 107,58 g, sugiriendo que la inundación controlada a la que estuvieron sometidas las plántulas durante los 43 días de tratamiento favorecieron significativamente la acumulación de biomasa en la raíz. Mientras que, para el caso de T2 con biomasa de 26,52 g, el estrés hídrico por sequía significó una reducción del 75,3% de la biomasa fresca en comparación con T1, señalando que el déficit hídrico limitó drásticamente el desarrollo de la biomasa fresca en la raíz. Estos resultados concordaron con los obtenidos por Teoh et al. (2022) quienes describieron que la inundación indujo respuestas fisiológicas como la formación de aerénquima y la actividad de enzimas antioxidantes en las raíces de las plantas de plátano, propiciando su aumento, ya que estas estructuras facilitaron la oxigenación de los tejidos bajo condiciones de hipoxia (ausencia de oxígeno en los tejidos), lo que contribuyó a una mayor tolerancia al exceso de agua.

Sin embargo, de acuerdo con Gamboa (2024) el exceso de agua en el suelo puede resultar en la saturación de los espacios porosos, lo que puede limitar el suministro de oxígeno a las raíces y, según Domingues et al. (2024) un proceso de inundación prolongada puede generar condiciones anaeróbicas que alteraron la respiración radical y favorecieron el desarrollo de patógenos del suelo, ninguno de los dos enunciados pudo ser validado al cabo de los 43 días de evaluación de la inundación.

Con respecto a la biomasa seca (figura 6), el efecto del estrés hídrico por inundación aplicado en T3 con una biomasa resultante de 25,91 g, mostró un incremento del 43,50% respecto de T1 de biomasa de 18,06 g, que, si bien fue menor al porcentaje alcanzado en biomasa fresca, también señaló un incremento de la biomasa seca, apuntando a que la inundación controlada durante el periodo evaluado, benefició el crecimiento total en biomasa de las raíces. Consecuentemente con lo ocurrido en la biomasa fresca, el estrés por deficiencia en T2 de biomasa 7,28 g en comparación con T1, presentó una reducción del 59,90%, lo cual



coincidió con lo indicado por Nansamba et al. (2022) quienes señalaron que la falta de agua provocó una disminución en el desarrollo de las raíces, lo que conllevó a que la planta redujera el consumo de recursos ante condiciones ambientales extremas. La reducción de la biomasa seca en T2 también sugirió que, en condiciones de escasez de agua, las plántulas priorizaron la conservación de agua en lugar de la producción de biomasa.

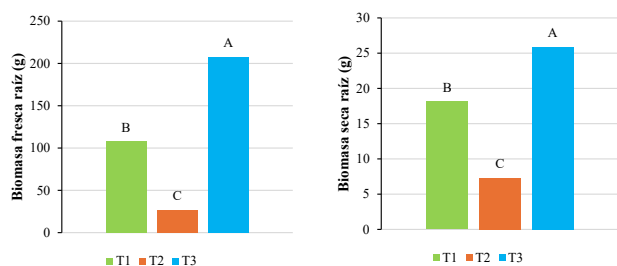


Figura 6. Contenido de biomasa fresca y biomasa seca de la raíz en plátano Dominico Hartón bajo condiciones normales (T1), déficit hídrico (T2) e inundación controlada (T3) durante 43 días.

Biomasa del pseudotallo

Los análisis de biomasa fresca y seca del pseudotallo (figura 7), evidenciaron que fue uno de los órganos con mayores porcentajes de acumulación de biomasa en la plántula (tabla 4), la respuesta de este órgano al estrés hídrico por inundación respecto de la biomasa fresca, mostraron que T3 con biomasa de 769,70 g, tuvo un incremento del 41,9% de biomasa con relación a T1 de biomasa de 542,42 g, con menor porcentaje de acumulación con relación a la proporción de las raíces, y que, en T2 de biomasa de 167,52 g, decreció en un 69,1% en comparación a T1, también en proporción menor a la obtenida en las raíces. Estos resultados fueron concordantes con los encontrados con Teoh et al. (2022) para el periodo evaluado.

Por su parte, en la biomasa seca en T3 con 85,48 g de biomasa, proyectó un incremento del 89,1% respecto a T1 de 45,20 g (figura 7). Mientras que T2 de biomasa de 17,39 g, reflejó una merma del 61,5% en comparación a T1, los valores acumulados de biomasa seca fueron ampliamente menores a los obtenidos en la biomasa fresca, señalando el alto contenido de agua acumulada en el pseudotallo. Los resultados también indicaron que las plántulas bajo déficit hídrico presentaron una menor acumulación de biomasa seca en comparación con los tratamientos testigo e inundado. Este fenómeno podría reflejar

una adaptación fisiológica al estrés, donde las plantas redujeron la acumulación de agua en sus tejidos para minimizar la pérdida por transpiración y sobrevivir en condiciones de sequía (Ravi, et al., 2013; Cedeño, 2020). La diferencia significativa observada entre los tratamientos subrayó la importancia de manejar adecuadamente la cantidad de agua disponible para el cultivo de plátano.

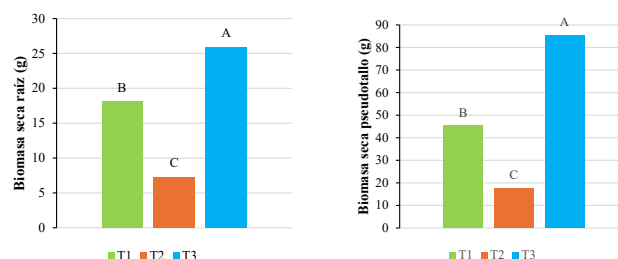


Figura 7. Contenido de biomasa fresca y biomasa seca del pseudotallo de plátano Dominico Hartón bajo condiciones normales (T1), déficit hídrico (T2) e inundación controlada (T3) durante 43 días.

Biomasa de la hoja

Se evidenciaron diferencias significativas ($p < 0,05$; figura 8), donde T3 (184,85 g) equivalió al 92% respecto a T1 (200,76 g) lo que indicó una reducción del 8% en comparación con T1. Por otro lado, T2 (31,82 g) representó el 15,85% con relación a T1 (200,76 g) lo que representó una reducción del 84,15% en la biomasa a causa del déficit hídrico de la planta en lo que respecta a la biomasa fresca. En cuanto a la biomasa seca de las hojas en cada plántula, T3 (29,76 g) mostró un incremento del 8,21% respecto a T1 (27,50 g), por su parte T2 (11,37) en comparación a T1 (27,50 g), presentó una reducción del 58,66%, lo que indicó que las condiciones de estrés, afectaron negativamente a la acumulación de biomasa en las hojas planta de plátano.

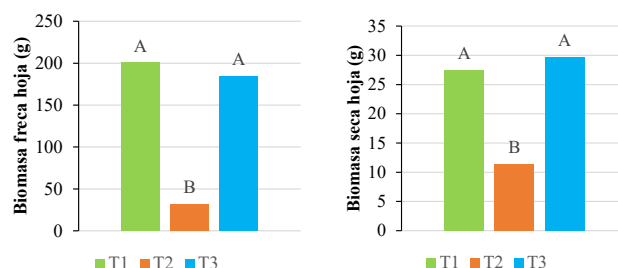


Figura 8. Contenido de biomasa fresca y biomasa seca en la hoja de plátano dominico hartón bajo condiciones normales (T1), déficit hídrico (T2) e inundación controlada (T3) durante 43 días.

Estudios realizados por Cedeño et al. (2022) han mostrado que el estrés hídrico limitó la expansión celular y la acumulación de biomasa en diferentes cultivos. En este sentido, el déficit hídrico afectó tanto el tamaño de las raíces como la producción de biomasa aérea, lo que finalmente redujo la productividad del cultivo, donde claramente T2 al estar sometido en una situación de estrés por falta de agua, presentó una menor cantidad de biomasa tanto fresca como seca en comparación a los otros tratamientos.

Se presenta el análisis de aporte en biomasa de los diferentes componentes de la planta (tabla 5), de manera porcentual, permitiendo establecer las prioridades de desarrollo de la planta para las diferentes condiciones de estrés hídrico; se observa aquí que en T2 se incrementa el desarrollo de la biomasa en las raíces y hojas respecto de condiciones normales y de inundación, mientras que, en condiciones de estrés por inundación el incremento de la biomasa se presenta en el pseudotallo.

Tabla 5. Análisis de la relación porcentual en biomasa de los diferentes órganos.

Tratamiento	Biomasa fresca			Biomasa seca			Contenido de agua		
	Raíz	Pseudotallo	Hoja	Raíz	Pseudotallo	Hoja	Raíz	Pseudotallo	Hoja
T1	12,65%	63,76%	23,60%	19,99%	49,75%	30,27%	11,77%	65,43%	22,80%
T2	11,75%	74,16%	14,09%	20,20%	48,25%	31,55%	10,14%	79,08%	10,78%
T3	17,86%	66,23%	15,91%	18,36%	60,56%	21,08%	17,79%	67,02%	15,19%

Considerando los segmentos de retención de agua, el pseudotallo fue el órgano que más agua almacenó; sin embargo, fue en T2 donde la retención de agua fue mayor en contraposición con las hojas y raíces. Debido que el tratamiento se encontraba en un estado de sequía extrema la evapotranspiración disminuyó por el cierre estomático reduciendo la transpiración, lo cual fue una estrategia para conservar agua, lo que afectó el desarrollo del cultivo, generando que el pseudotallo actuara como reservorio importante de agua, ayudando a mantener la turgencia celular (Delgado et al., 2013). Respecto de las condiciones de inundación la mayor retención de agua se presentó en las raíces con relación a T1.

Así también, se observó que en condiciones normales de desarrollo T1, aproximadamente la mitad del porcentaje de biomasa generada en la planta se acumuló en el pseudotallo y presentó una distribución 20-30% de biomasa en raíz-hojas, respectivamente. Proporciones que en condiciones de estrés hídrico por deficiencia fueron relativamente similares; sin embargo, para los casos de estrés por inundación la acumulación de biomasa se concentró en el pseudotallo con un 60% aproximadamente, restando este valor incrementado a la biomasa de las hojas.

El análisis de porcentaje de biomasa fresca presente en las hojas mostró que el estrés hídrico por inundación y sequía pueden llevar a que las hojas presentaran menor concentración que en condiciones normales, esto debido a que a medida que la planta luchó por mantener su equilibrio hídrico, puede que no asignó

suficientes recursos para hacer crecer hojas más grandes. Las hojas más pequeñas pueden limitar aún más la capacidad de la planta para fotosintetizar de manera efectiva, creando un ciclo de estrés y reducción del crecimiento. De acuerdo con Surender et al. (2013) el estrés hídrico condujo a una disminución de la actividad fotosintética lo que disminuyó la capacidad de la planta para producir alimento, afectando el crecimiento de las hojas y la salud general de la planta.

Contenido relativo de agua

Respecto al contenido relativo de agua en la raíz para los diferentes tratamientos ($p < 0,05$; figura 9; tabla 6) del cultivo de plátano dominico hartón, se muestra que la raíz del T3 posee el mayor porcentaje de contenido de agua con un valor de 100% al haber estado sometido permanentemente a estrés por inundación, seguido del T1 con un 47%, mientras que el menor porcentaje lo registró el T2 con un 10%, siendo el que siempre se mantuvo bajo condiciones de sequía. Según los valores reportados la diferencia de un manejo bajo inundación frente a un manejo bajo condiciones de sequía, disminuye un 90% el contenido relativo de agua en la raíz, a su vez de los efectos que conlleva un bajo contenido de agua en el suelo, del T3 se puede demostrar que la raíz contiene el mayor porcentaje de agua, en comparación al T2 con menores porcentajes, demostrando significancia entre tratamiento con déficit de agua e inundaciones a lo largo del tiempo en cada tratamiento.

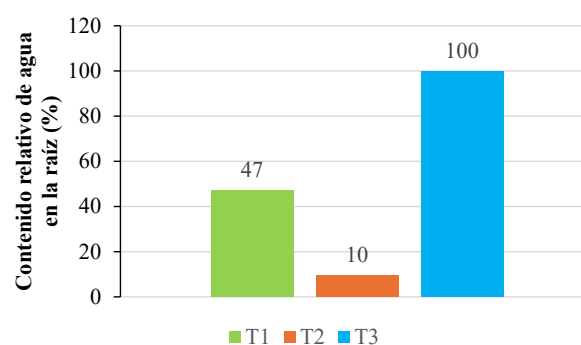


Figura 9. Contenido relativo de agua en la raíz en plátano dominico hartón bajo condiciones normales (T1), déficit hídrico (T2) e inundación controlada (T3) durante 43 días.

Tabla 6. Contenido relativo de agua.

Variables	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Contenido relativo de agua en la raíz (%)	47	10	100
Contenido de agua en el pseudotallo (g)	497,22 B	150,03 C	684,22 A
Contenido de agua (mL) por cada (cm ²) de las hojas	0,189 A	0,141 B	0,184 A

El contenido de agua del pseudotallo mostró que el T3 con biomasa de 684,22 g, tuvo un incremento del 37,68% respecto a T1 que presentó 497,22 g, lo que sugirió que las condiciones de inundación incrementaron el contenido de agua en el pseudotallo respecto a las condiciones normales, por su parte T2 con 150,03

g representó el 30,17% de T1, con una disminución del 69,83% (figura 10).

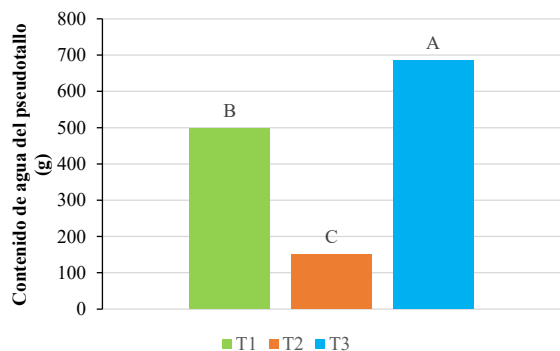


Figura 10. Contenido de agua del pseudotallo en plátano Dominico Hartón bajo condiciones normales (T1), déficit hídrico (T2) e inundación controlada (T3) durante 43 días.

Índice de área foliar

El índice de área foliar es una variable fundamental para estudiar el desarrollo y crecimiento de los cultivos pues permite cuantificar el crecimiento y rendimiento agronómico del cultivo, considerando su relación con la intercepción de la radiación solar,

asociada con la fotosíntesis y con los procesos transpirativos vinculados con la acumulación de biomasa y la productividad (Mendoza et al., 2017).

Se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$; figura 11 y 12; tabla 7) entre los tratamientos, donde el T3 (135,26 cm²) presentó un aumento del 8,20% en comparación al T1 (125,00 cm²), mientras que T2 (51,70 cm²) equivalió al 41,36% con relación al T1, presentando una reducción del 58,64%, lo que reflejó las condiciones de cada tratamiento. Lo cual coincidió con estudios realizados por Gamboa (2024), en su trabajo de balances hídricos demostrando que el déficit de agua redujo el crecimiento vegetal debido a la restricción de procesos fisiológicos clave como la fotosíntesis y la absorción de nutrientes. Se especuló que la limitación de agua en el tratamiento T2 afectó el balance hídrico de las plántulas, provocando una reducción en la turgencia celular y la consecuente disminución en el crecimiento de las raíces y hojas, lo que fue consistente con los efectos que describió Muñiz (2023) en su trabajo con plátanos con el método de micro cormos. Bashir et al. (2021), destacó que la sequía redujo la fotosíntesis al disminuir la concentración de dióxido de carbono y al cierre de estomas, lo que explicaría por qué el área foliar del T2 fue menor, presentándose el día 20 la marchitez y la muerte de las plantas para el día 43 (figura 12), esto último lo destacó Nansamba (2020), al mencionar que la marchitez fue uno de los síntomas que presentaron las hojas a la sequía.

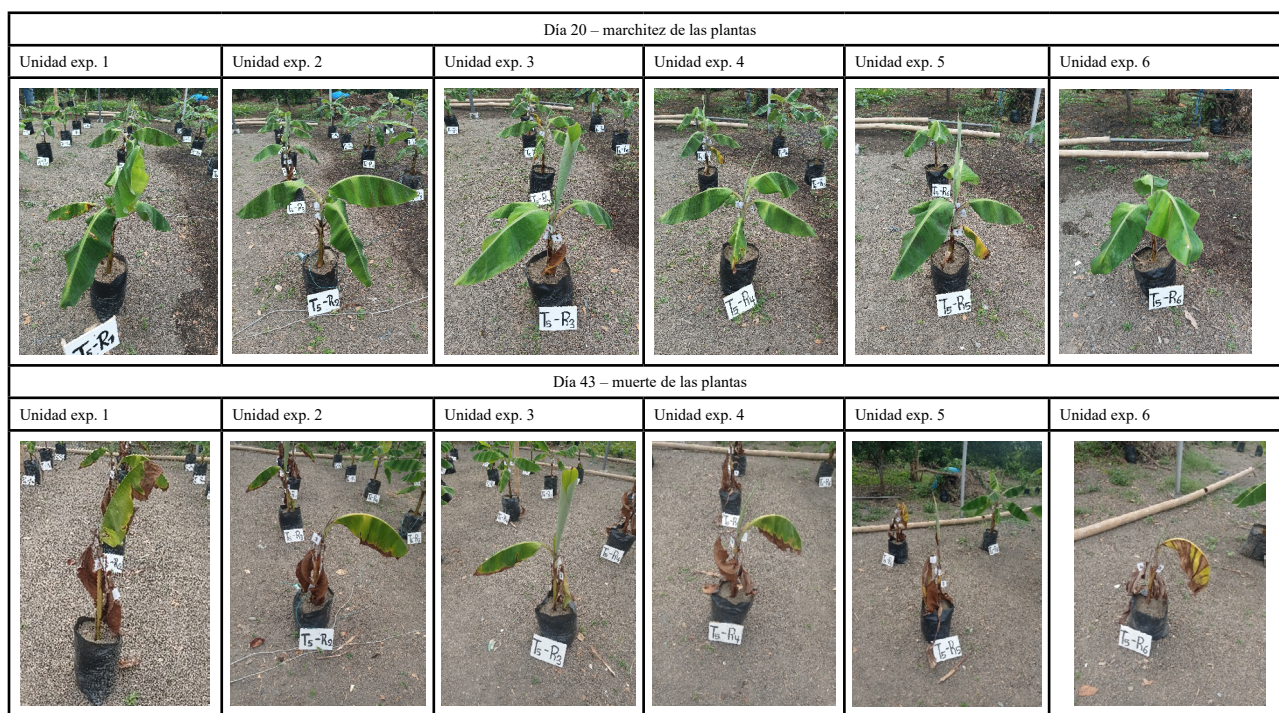


Figura 12. Marchitez y muerte de los individuos del tratamiento 2.

Se observó que el T3 (figura 13) alcanzó una acumulación de 0,1846 mL·cm⁻², lo cual representó el 97,23% de T1 (0,1899 mL·cm⁻²), lo que indicó que ambos tratamientos se asociaron con el contenido de agua (mL) presente en cada (cm²) de las hojas, por su parte T2 (0,1414 mL·cm⁻²) equivalió al 74,53% de T1 lo que implicó una reducción del 25,47% con T1, resaltando como el estrés hídrico afectó al contenido de agua (mL) presente por cada (cm²). La comparación de los resultados obtenidos mostró diferencias significativas ($p < 0,05$; figura 10) entre los diferentes tratamientos.

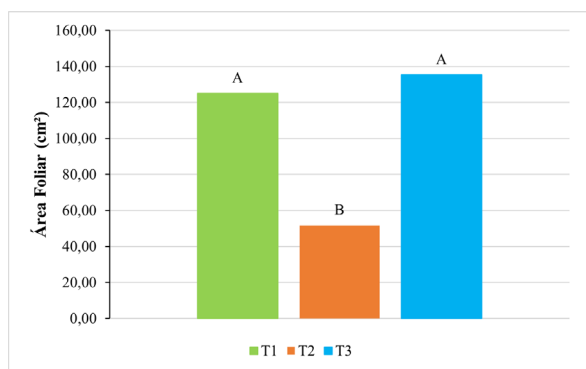


Figura 11. Área foliar cm² del plátano *Dominico Hartón* bajo condiciones normales (T1), déficit hídrico (T2) e inundación controlada (T3) durante 43 días.

Tabla 7. Índice de área foliar.

Variables	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Área foliar (cm ²)	125,00 A	51,70 B	135,26 A
Contenido de agua (mL) por cada (cm ²) de las hojas	0,189 A	0,141 B	0,184 A

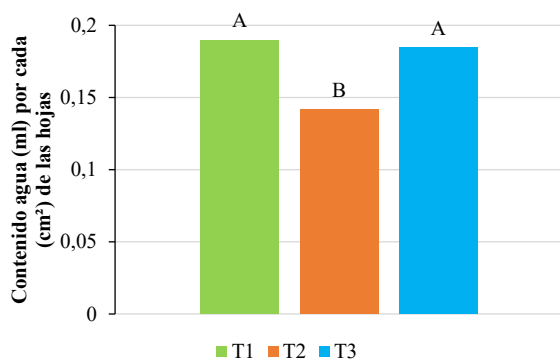


Figura 13. Contenido de agua por cada cm² de las hojas de plátano *Dominico Hartón* bajo condiciones normales (T1), déficit hídrico (T2) e inundación controlada (T3) durante 43 días.

Ritmo de emisión foliar

Los resultados obtenidos sobre el ritmo de emisión de hojas mostraron que T2 redujo significativamente (-0,6) la emisión de

nuevas hojas, lo cual concordó con lo reportado por Belalcázar (1991), mencionando que, las condiciones de sequía pueden influir en la salida de las hojas del pseudotallo y en casos extremos, la muerte del ápice vegetativo. Por otro lado, T3 (0,5) evidenció una emisión foliar ligeramente superior a T1 (0,4), lo que se debió a las condiciones de estrés a las que se sometieron las plántulas de cada tratamiento, donde el sistema foliar al ser la fuente primaria de fotoasimilados variaron considerablemente de tamaño y funcionalidad de la planta, generalmente una plántula en condiciones normales T1 emitió con una frecuencia de una hoja·semana⁻¹ en época de lluvias y entre 0,4 y 0,6 hoja·semana⁻¹ en condiciones de sequía (Martínez y Cayón, 2011), información que se verificó en este ensayo, consecuentemente (tabla 8; figura 14), los tratamientos sometidos a estrés hídrico, principalmente T2, mostraron fuertes alteraciones en este parámetro, disminuyendo fuertemente la emisión de nuevas hojas. El T1 y T3 emitieron la primera hoja a los 11 días, la segunda hoja a los 27 días y el T3 su tercera hoja a los 39 días acelerando la emisión foliar frente al T1 (figura 15). De esta manera T2 en condiciones de sequía no emite hojas nuevas y a partir del día 20 se marchitaron (figura 12).

Tabla 8. Ritmo de emisión foliar.

Variables	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Ritmo de emisión de hojas cada 7 días	0,4	-0,6	0,5

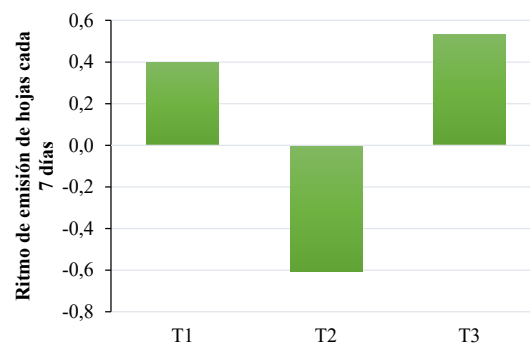


Figura 14. Ritmo de emisión de hojas cada 7 días en plátano *Dominico Hartón* bajo condiciones normales (T1), déficit hídrico (T2) e inundación controlada (T3) durante 43 días.

Ritmo de emisión de hojas durante 43 días.

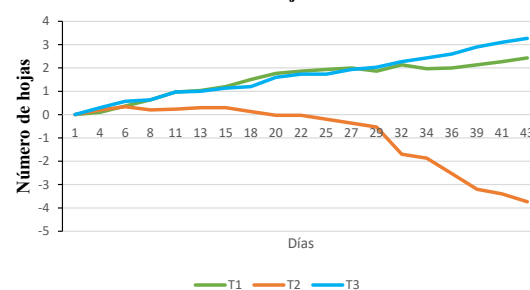


Figura 15. Ritmo de emisión de hojas en plátano *dominico hartón* bajo condiciones normales (T1), déficit hídrico (T2) e inundación controlada (T3) durante 43 días.



Conclusiones

El ensayo permite entender los efectos en condiciones de inundación y sequía sobre el cultivo de plátano dominico hartón de 14 semanas de edad en 43 días de evaluación, respecto de su desarrollo y crecimiento analizado mediante biomasa, índice de área foliar y ritmo de emisión de hojas.

La respuesta física del plátano al estrés por sequía demostró una reducción en el crecimiento y desarrollo de la planta, con una marcada disminución en la generación de biomasa seca en un 60% respecto de una planta sana, una disminución en el índice de área foliar de 85% respecto de condiciones normales y la suspensión de la emisión de hojas banderas a partir del 20 día sin riego, adicionalmente se observa que en condiciones de sequía las plantas priorizan la conservación de agua en el pseudotallo por sobre las hojas y, que conservan la proporción en biomasa de las estructuras hasta su marchitez total.

Respecto de las plantas de plátano sometidas a estrés por inundación, se evidenció un incremento en la biomasa seca del 155% respecto de una planta en condiciones normales, concentrando la generación de la biomasa principalmente en las raíces inundadas y en segundo lugar en el pseudotallo, donde la acumulación del contenido de agua es la prioridad para la planta, en los 43 días de evaluación la planta no presenta señales de marchitez ni decaimiento en el desarrollo, mostrando indicadores superiores a los de una planta en condiciones normales para el índice de área foliar y, un 0,1 por encima para la emisión de hojas banderas.

Si bien el ensayo cuenta únicamente con 18 individuos y 43 días de evaluación, las tendencias encontradas para el estadio fenológico analizado, fueron claras, y permiten señalar que bajo condiciones de estrés por sequía el cultivo presenta condiciones avanzadas de marchitez y un escaso nivel de desarrollo agronómico, mientras que, para las condiciones de inundación las variables analizadas superan a las condiciones normales de desarrollo.

De lo analizado, se desprende también la necesidad de que los periodos de evaluación por inundación sean más extensos y permitan observar los efectos finales del estrés sobre otras etapas vegetativas de desarrollo, así como las afectaciones a la producción y rendimiento del cultivo de dominio hartón.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la presente publicación en ninguna de sus fases.

Referencias bibliográficas

Arias, J., Riaño, N. y Aristizábal, M. (2014). Dinámica de la acumulación de materia seca en dos especies de

sombrio usadas en cafetales de Colombia. *Revista Cenicafe*, 65(2), 7-17. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/544/1/arc065%2802%297-17.pdf>

Álvarez, E., León, S., Sánchez, M. y Cusme, B. (2020). Evaluación socioeconómica de la producción de plátano en la zona norte de la Provincia de los Ríos. *Revista de Estudios Empresariales*, 4(2), 86-97. <https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.78>

Bashir, S., Hussain, A., Hussain, S., Wani, O., Nabi, S., Dar, N., Baloch, F. y Mansoor, S. (2021). Plant drought stress tolerance: understanding its physiological, biochemical and molecular mechanisms. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 35(1), 1912-1925. <https://doi.org/10.1080/13102818.2021.2020161>

Belalcázar, S. (1991). El cultivo del plátano en el trópico. *Manual de Asistencia Técnica N° 50*. Instituto Colombiano Agropecuario ICA (Colombia). <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12434>

Campos, A. y Mendoza, J. (2018). Tendencias del cambio climático en la demarcación hidrográfica de Manabí. *Revista Riemat*, 3(1). <https://doi.org/10.33936/riemat.v3i1.1414>

Castaño, A., Aristizábal, M. y González, H. (2012). Requerimientos hídricos del plátano Dominico Hartón (*Musa AAB SIMMONDS*) en la región Santagueda (Palestina, Caldas). *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.*, 15(2), 331-338. <https://repository.udca.edu.co/server/api/core/bitstreams/22918f24-7d25-4734-bd13-996bba8199da/content>

Carr, M. K. V. (2009). The water relations and irrigation requirements of banana (*Musa spp.*). *Experimental Agriculture*, 45, 333-371. <https://doi.org/10.1017/S001447970900787X>

Cedeño, G., Guzmán, A., Zambrano, H., Vera, L., Valdivieso, C. y López, G. (2020). Efecto de la densidad de siembra y riego complementario en la morfo-fenología, rendimiento, rentabilidad y eficiencia de la fertilización del plátano. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 483-492. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000400483&script=sci_artt_ext

Cedeño, J., García, J., Solorzano, C., Jiménez, L., Ulloa, S., López, F., Avellán, L., Bracho, B., y Sánchez, A. (2022). Fertilización con magnesio en plátano 'barraganete' (*Musa AAB*) Ecuador. La Granja: *Revista de Ciencias de la Vida*, 35(1), 8-19. <https://doi.org/10.17163/lgr.n35.2022.01>

- Delgado, E., Mosquera, G., y Paz, I., (2013). Relación entre cobertura, perímetro del tallo de plátano y actividad microbiana del suelo en Timbío, Cauca. *Suelos Ecuatoriales*, 43(1), 46-52. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7831488>
- Díaz, G. (2012). El cambio climático. *Ciencia y Sociedad*, 37(2), 227-240. <https://www.redalyc.org/pdf/870/87024179004.pdf>
- Domingues, J., Passos da Conceição, M., Rozane, D., Modenese-Gorla da Silva, S., Gomes, E. y Baldinotti, H. (2024). Recuperación de plántulas de banano del estrés por inundaciones con residuos de pseudotallos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrarias*, 15(6). <https://doi.org/10.29312/remexca.v15i6.3581>
- Douglas, M. (2018). Instructivo para la evaluación de incidencia y severidad de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet). https://ditisa.net/files/5ffdc14f1f74_Anejo%204.2-1_Instructivo%20para%20la%20evaluaci%20de%20Incidencia%20y%20Severidad%20de%20la%20Sigatoka%20negra.pdf
- Encuestas de Superficie y Producción Agropecuaria (ESPAC). (2023). Tabulados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2023. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Gamboa, A. (2024). Balance hídrico como medio de gestión del uso del agua para mejorar la productividad en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) en el Ecuador. [Examen de carácter Complexivo previo a la obtención del título de ingeniero agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo]. Rep.-UTB. <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/16134/E-UTB-FACIAG-AGRON-000150.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2023). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). <https://app.powerbi.com/w?r=eyJjoiZTEyY2NiZDIYjIzYi00ZGQ1LTlkNGEtNDE1OGVIM2Q1N2VlIiwidCI6ImYxNThhMmU4LWVhZWMtNDQwNi1iMGFiLWY1ZTI1OWJkYTEyMiJ9&pageName=ReportSection>
- International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). (1996). INIBAP (International Network for the Improvement of Banana and Plantain), CIRAD (Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement). Descriptors for Banana (*Musa Spp.*). International Plant Genetic Resources Institute. <https://cgspace.cgiar.org/items/f41c1660-ebb9-47fa-89a4-171b434d3b95>
- León, J. E. y León, J. E. (2023). *Evapotranspiración de cultivos y lisimetría*. Primera Edición. ESPOCH. http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/docs/books/2023-06-13-222824-Evaporacio%CC%81n_de_los_cultivos.pdf
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). (2021). Plan Nacimiento de Sequía. Juntos Construyendo Resiliencia 2021-2025. Primera Edición. Volumen 1. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/01/PLAN-NACIONAL-DE-SEQUIA.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2024). Boletín situacional de plátano 2023. <https://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-agricolas/situacional-platano-2020>
- Martínez, A. y Cayón, D. (2011). Dinámica del crecimiento y desarrollo del banano (*Musa AAA Simmonds cvs. Gran Enano y Valery*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 64(2), 6055-6064. <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179922664003.pdf>
- Martínez, A., Cayón, D. y Darghan, E. (2024). Estimación de la diferenciación meristemática en banano (*Musa AAA*) a partir del cálculo del área foliar. *Acorbat Revista de Tecnología y Ciencia*, 1(1), 17. <https://doi.org/10.62498/ARTC.2417>
- Mendoza, J., García, K., Salazar, R. y Vivanco, I. (2019). La Economía de Manabí (Ecuador) entre las sequías y las inundaciones. *Revista Espacios*, 40(16), 10. <https://www.revistaespacios.com/a19v40n16/a19v40n16p10.pdf>
- Mendoza, C., Ramírez, C., Ojeda W. y Flores, H. (2017). Estimation of leaf area index and yield of greenhouse-grown poblano pepper. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, 9(1), 37-50. <http://dx.doi.org/10.5154/r.inagbi.2017.04.009>
- Moreno, L., Reyes, M., Rodríguez, M., Kosky, R., Roque, B. y Chong-Pérez, B. (2017). Respuesta de cultivares de *Musa spp.* al estrés hídrico *in vitro* inducido con polietilenglicol 6000. *Rev. Colomb. Biotecnol.*, 19(2), 75-85. <https://www.redalyc.org/journal/776/77654661008/html/>
- Muñiz, G. (2023). Respuesta de la producción de plantas plátano (*Musa spp.*) por el método de micro cormos con la aplicación de tres bioestimulantes. [Tesis de ingeniería Agropecuaria, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Rep.-UNESUM. <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/5290/1/Mu%C3%B1iz%20Guti%C3%A9rrez%20Gedesis%20Cheley.pdf>
- Nansamba, M., Sibiya, J., Tumuhimbise, R., Karamura, D., Kubiriba, J. y Karamura, E. (2020). Breeding banana (*Musa spp.*) for drought tolerance: A review. *Plant Breeding*, 139, 85-696. <https://doi.org/10.1111/pbr.12812>
- Nansamba, M., Sibiya, J., Tumuhimbise, R., Karamura, D., Ssekandi, J., Tinzaara, W. y Karamura, E. (2022). Response of banana (*Musa spp.*) to drought stress based



- on phenotypic and physiological traits. *Journal of Crop Improvement*, 37(6), 751-775. <https://doi.org/10.1080/15427528.2022.2148313>
- Nelson, G., Rosegrant, M., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., Ringler, C., Msangi, S., Palazzo, A., Batka, M., Magalhaes, M., Valmonte, R., Ewing, M. y Lee, D. (2009). Cambio climático: El impacto en la agricultura y los costos de adaptación. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias IFPRI. <https://adaptecca.es/sites/default/files/documentos/16527.pdf>
- Observatorio de Complejidad Económica (OEC). (2024). Plátanos frescos o secos. <https://oec.world/es/profile/hs/bananas>
- Piloso, K., Pinargote, E. y Montesdeoca, R. (2020). Gestión del conocimiento, capital intelectual e innovación de la producción del chifle de plátano (*Musa AAB.*). *Revista Científica de Ciencia y Tecnología El Higo*, 10(2), 35-48. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v10i2.10552>
- Ravi, I., Uma, S., Vaganan, M. y Mustaffa, M. (2013). Phenotyping bananas for drought resistance. *Frontiers in Physiology*, 4(9). <https://doi.org/10.3389/fphys.2013.00009>
- Rivadeneira, J. (2014). Evaluación del efecto del cambio climático bajo escenarios de emisiones SRES y RCP en la Demarcación Hidrográfica de Manabí - Ecuador. [Tesis de posgrado]. RiuNet. <https://riunet.upv.es/handle/10251/58552>
- Salazar, E., Trujillo, I., Castro, L., Vallejo, E., y Torrealba, M. (2014a). Radiaciones ionizantes para inducción de mutaciones en *Musa AAA* para la tolerancia a sequía. *Agronomía Tropical*, 64(3-4), 185-200. <https://ve.scielo.org/pdf/at/v64n3-4/art06.pdf>
- Salazar, E., Trujillo, I., y Pérez, M. (2014b). Respuesta fisiológica al estrés hídrico de plantas de banano cv. 'Pineo gigante' (*Musa AAA*) regeneradas a partir de yemas irradiadas. *Biotecnología Vegetal*, 14(3), 155-162. <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/72/448>
- Sánchez, B., Flores, S., Rodríguez, E., Anaya, A. y Contreras, E. (2020). Causas y consecuencias del cambio climático en la producción pecuaria y salud animal. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(Supl. 2), 126-145. <https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242020000500010&script=sciarttext#B15>
- Silvia, P., Sablón, N. y Bravo, M. (2021). Estudio de la cadena agroalimentaria del plátano en la provincia de Manabí. *ECA Sinergia*, 12(3), 155-174. <https://www.redalyc.org/journal/5885/588569107012/html/>
- Surendar, K. K., Devi, D. D., Ravi, I., Kumar, S. R. y Velayudham, K. (2013). Water stress in Banana- A Review. *Bull. Env. Pharmacol. Life Sci.*, 2(6), 01-18. http://www.beppls.com/may_2013/1.pdf
- Teoh, E.Y., Teo, C.H., Baharum, N.A., Pua, T.-L. y Tan, B.C. (2022). Waterlogging stress induces antioxidant defense responses, aerenchyma formation and alters metabolisms of Banana plants. *Plants*, 11(15), 2052. <https://doi.org/10.3390/plants11152052>
- Valdivieso, C., Cedeño, G. y Guanoluiza, A. (2021). Análisis estadístico de los datos climáticos históricos de la ESPAM MFL. <https://www.manabi.gob.ec/wp-content/uploads/2021/11/Analisis-Estadistico-de-los-datos-climaticos-historicos-de-la-SPAM-MFL.pdf>
- Villalobos, E., Umaña, C., y Sterling, F. (1990). Determinación del contenido relativo de agua en progenies de palma aceitera (*Elaeis guineensis*), durante la época seca en Quepos, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 14(1), 73-78. https://www.mag.go.cr/rev_agr/v14n01_073.pdf

Declaración de contribución a la autoría según CRediT

Loor Quijije María José: metodología, investigación, análisis formal, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición. **Leridy Mercedes Sabando Loor:** metodología, investigación, análisis formal, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición. **Cristian Sergio Valdivieso López:** supervisión, conceptualización, análisis formal, metodología, investigación, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición. **Myrian Elizabeth Herrera Centeno:** metodología, investigación, análisis formal, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición. **Javier Alejandro Manguashca Guzmán:** metodología, investigación, análisis formal, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición. **José Luis Rivadeneira García:** metodología, investigación, análisis formal, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición. **Carlos Alberto Molina Hidrovo:** metodología, investigación, análisis formal, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición. **Jim Raphael Ochoa Ramos:** metodología, investigación, análisis formal, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición.