



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÍCOLA**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**COMPORTAMIENTO MORFOAGRONÓMICO Y PRODUCTIVO DE
GENOTIPOS DE PIÑON (*Jatropha curcas* L.), EN EL VALLE DEL
RÍO CARRIZAL**

AUTORES:

ROBERTA ESTEFANÍA INTRIAGO MARTÍNEZ

JESÚS ANDRÉS SANTANA PATIÑO

TUTOR:

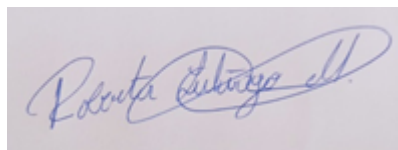
ING: GALO CEDEÑO GARCÍA. Mg.

CALCETA, FEBRERO DE 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

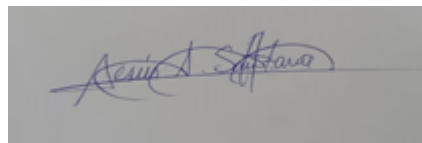
Roberta Estefanía Intriago Martínez, con cédula de ciudadanía 131570607-5 y Jesús Andrés Santana Patiño, con cédula de ciudadanía 135009678-8, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **COMPORTAMIENTO MORFOAGRONÓMICO Y PRODUCTIVO DE GENOTIPOS DE PIÑON (*Jatropha curcas* L.), EN EL VALLE DEL RÍO CARRIZAL** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Feliz López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



ROBERTA INTRIAGO MARTÍNEZ

CC: 131570607-5

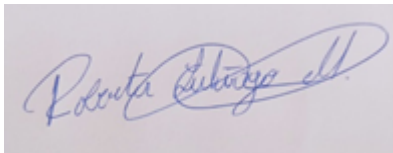


JESÚS SANTANA PATIÑO

CC: 135009678-8

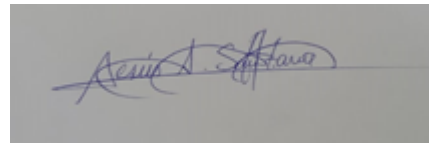
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Intriago Martínez Roberta Estefanía, con cédula de ciudadanía 131570607-5 y Santana Patiño Jesùs Andrès, con cédula de ciudadanía 135009678-8, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del trabajo de integración curricular titulado: **COMPORTAMIENTO MORFOAGRONÓMICO Y PRODUCTIVO DE GENOTIPOS DE PIÑON (*Jatropha curcas* L.), EN EL VALLE DEL RÍO CARRIZAL**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



ROBERTA INTRIAGO MARTÍNEZ

CC: 131570607-5



JESÙS SANTANA PATIÑO

CC: 135009678-8

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. GALO ALEXANDER CEDEÑO GARCÍA. MG., certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **COMPORTAMIENTO MORFOAGRONÓMICO Y PRODUCTIVO DE GENOTIPOS DE PIÑON (*Jatropha curcas* L.)**, EN EL VALLE DEL RÍO CARRIZAL, que ha sido desarrollado por **ROBERTA ESTEFANÍA INTRIAGO MARTÍNEZ** y **JESÚS ANDRÉS SANTANA PATIÑO**, previo a la obtención del título de **INGENIERO AGRÍCOLA**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING: GALO CEDEÑO GARCÍA Mg.

CC: 131195683-1

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de Integración Curricular titulado: **COMPORTAMIENTO MORFOAGRONÓMICO Y PRODUCTIVO DE GENOTIPOS DE PIÑON (*Jatropha curcas* L.), EN EL VALLE DEL RÍO CARRIZAL**, que ha sido desarrollada por **ROBERTA ESTEFANÍA INTRIAGO MARTÍNEZ** y **JESÚS ANDRÉS SANTANA PATIÑO**, previo la obtención del título de **INGENIERO AGRÍCOLA**, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING: GONZALO CONSTANTE TUBAY Mg.

CC: 130457998-8

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ING: FREDDY MESIAS GALLO Mg.

CC: 120202849-2

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

ING: LUIS PARRAGA MUÑOZ Mg.

CC: 130353055-2

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Felix López que nos dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día.

A Dios, por regalarnos cada día de vida, por disfrutar de cada segundo de este proceso formativo que nos ha permitido crecer como personas y como futuros profesionales.

A nuestros padres por siempre extendernos la mano y brindarnos amor y apoyo incondicional día a día para alcanzar nuestras metas.

A nuestros amigos y familiares que siempre mostraron ser incondicionales.

A nuestro querido tutor el Ing. Y Mg. Galo Alexander Cedeño García, por su comprensión, paciencia y demostrar ser una persona llena de cualidades dignas de admiración y respeto, siendo honesto y responsable y por ser nuestro guía en esta etapa muy importante de nuestra vida.

A la Ing, Yeoconda López por guiarnos y apoyarnos en este proceso, por sus buenos deseos, y por sus grandes enseñanzas dentro y fuera de la universidad.

**ROBERTA ESTEFANÌA INTRIAGO
MARTÌNEZ**

**JESÙS ANDRÈS SANTANA
PATIÑO**

DEDICATORIA

Con infinito amor a DIOS que me ha dado el don de la vida, y darme como padres a Robert y María en ellos emulo el sacrificio, el trabajo, la dedicación y los valores que me han inculcado para ser la mujer que me he convertido hoy en día, les estaré eternamente agradecida

A mi mayor tesoro mi Hijo Abraham Velásquez Intriago que sin duda alguna ha sido mi motivación para seguir y no desmayar nunca, a mis hermanas y hermanos en especial Ana y Roberto por su apoyo y entrega incondicional.

A mi esposo Daniel Velásquez por cada día darme fuerza, a mis sobrinos y sobrinas, a mi cuñado Gabriel Navarrete Schettinni por ser parte de mi vida profesional y no menos importante a mis Ángeles que me cuidan y me protegen, esto también es de ustedes.

A mi amigo y dupla de trabajo por haber confiado y hacer un buen equipo en nuestras tesis, sin la dedicación y el empuje que dábamos todos los días para este trabajo, nada hubiera sido posible.

A mis Docente que formaron parte de mi etapa estudiantil y en el especial a mi tutor Ingeniero Galo Alexander Cedeño Mg, y a la Ingeniera Geoconda López Mg, por ser mi guía durante este largo, pero satisfactorio trabajo donde se logró buenos resultados.

A mis amigos y compañeros que durante 5 años me brindaron su amistad, apoyo y siempre estuvieron para mí.

Hoy, el trabajo, la perseverancia, los estudios, los sacrificios, aprendizaje, y, sobre todo amor por lo que haces, han dado buenos frutos.

ROBERTA ESTEFANÍA INTRIAGO MARTÍNEZ

DEDICATORIA

A Dios primeramente ya que gracias a él he podido vivir y disfrutar de cada minuto de mi vida, me ha guiado por el camino del bien y a estado con migo en todo momento.

A mis padres, Maribel Patiño y Joffre Santana que les debo mucho, ellos siempre han estado con migo en la buenas y en la malas y siempre estarán alli para mí, ellos que me han inculcado los buenos valores y las buenas virtudes, para ellos va dedicado este triunfo.

A mis hermanas María Andréa y María Angeles, que las quiero muchisimo y que siempre estuvieron con migo dandome ánimos y consejos para seguir adelante en este proceso formativo.

A mi papi y grandioso abuelito Ramon Santana, que aunque ya no esté con migo fue uno de los autores principales de este camino, él con su sabia inteligencia dedico su tiempo para enseñarme grandes valores, y me animo en seguir adelante en esta carrera, para él dedico parte de este triunfo.

A mi compañera de tesis, que estuvo constantemente pendiente y preocupada para que todo salga de la mejor manera, aportando con sus ideas y buenas acciones.

A mi tutor el Ing. Galo Cedeño y la Ing. Geoconda López y demás profesores, que me guiáron en este largo proceso en donde me llevo una grata experiencia.

A mi familia, compañeros y amigos en general, que siempre me apoyoron emocionalmente y siempre estuvieron presentes en todo momento.

JESÚS ANDRÉS SANTANA PATIÑO

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	III
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	V
AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA	VII
DEDICATORIA	VIII
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT	XIII
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. HIPÓTESIS	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DEL PIÑÓN.....	5
2.2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS.....	6
2.2.1. Raíz:	6
2.2.2. Tallo:	6
2.2.3. Hojas:.....	6
2.2.4. Flores:	6
2.3. ADAPTABILIDAD DE LA PLANTA.....	6
2.4. CARACERÍSTICAS AGRONÓMICAS	7
2.5. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO	7
2.6. CARACTERIZACIÓN Y DESCRIPTORES EN PIÑÓN	8
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	9
3.1. UBICACIÓN	9
3.2. DESCRIPCIÓN	9
3.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	9
3.4. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO	10
3.5. DURACIÓN	10
3.6. MÉTODOS Y TÉCNICAS	10
3.6.1. MATERIAL VEGETAL	10

3.6.2. TRATAMIENTOS	10
3.7. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL	11
3.8. VARIABLES A MEDIR	11
3.8.1. ALTURA DE PLANTA (M).	11
3.8.2. NÚMERO DE RAMAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS	11
3.8.3. NÚMERO DE INFLORESCENCIAS.....	11
3.8.4. NÚMERO DE FRUTOS	11
3.8.5. PESO DE SEMILLAS	12
3.8.6. RENDIMIENTO DE SEMILLAS EN GRAMOS POR PLANTAS Y KG POR HECTÁREA.	12
3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO	12
3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	12
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
4.1. COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MORFOAGRONÓMICO DE CUATRO HÍBRIDOS INTRODUCIDOS VS DOS VARIEDADES LOCALES DE PIÑÓN BAJO CONDICIONES DEL VALLE DEL RÍO CARRIZAL.....	13
4.2. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE CUATRO HÍBRIDOS INTRODUCIDOS Y DOS VARIEDADES LOCALES DE PIÑÓN BAJO CONDICIONES DEL VALLE DEL RÍO CARRIZAL	16
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN	19
5.1. CONCLUSIONES.....	19
5.2. RECOMENDACIONES.....	19
BIBLIOGRAFÍA.....	20
ANEXOS	28

ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICOS

CUADROS

Tabla 1. Características climáticas del área de estudio.....	9
Tabla 2. Las propiedades químicas del suelo para el cultivo del piñón son las siguientes.....	10
Tabla 3. Esquema de ADEVA.....	11

GRÁFICOS

Figura 1: Altura de planta de seis genotipos de piñón en el valle del río Carrizal. Letras diferentes en barras difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$)	13
Figura 2: Ritmo de crecimiento en altura de planta de seis genotipos de piñón en el valle del río Carrizal. Letras diferentes en barras difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$)	14
Figura 3: Número de ramas por planta de seis genotipos de piñón en el valle del río Carrizal.....	15
Figura 4: Numero de inflorescencias por planta de seis genotipos de piñón en el valle del Rio Carrizal.....	16
Figura 5: El número de frutos por planta fue influenciado significativamente ($p < 0.05$).	16
Figura 6: El rendimiento de grano por planta (Kg) fue influenciado significativamente ($p < 0.05$).	17
Figura 7: El rendimiento de grano ($t\ ha^{-1}$) fue influenciado significativamente ($p < 0.05$).	17

RESUMEN

El piñon es un arbusto o árbol que puede alcanzar los 6 a 8 metros de altura y una longevidad superior a los 50 años además de utilizarse como serca viva en establos o potreros. El objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento morfoagronómico y productivo de genotipos foráneos de piñon, en el valle del río Carrizal. El experimento se desarrolló en un área establecida del campus politécnico localizada en el sitio el limón perteneciente al Cantón Bolívar, provincia de Manabí. El experimento se encontró establecido bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con seis tratamientos, cuatro repeticiones un total de 24 unidades experimentales. La unidad experimental estuvo conformada por parcelas de 24 plantas, donde los datos fueron registrados en las 8 plantas centrales. Se estudió el comportamiento morfoagronómico de cuatro híbridos introducidos vs dos variedades locales de piñon bajo condiciones del valle del río Carrizal. Se concluye que el híbrido JAT-001164 destacó con mejores atributos en cuanto a comportamiento y rendimiento y podría ser una alternativa para mejorar el potencial productivo en varias localidades del valle del río carrizal.

PALABRAS CLAVE: Morfoagronómico, genotipos, foráneos, comportamiento, rendimiento, potencial productivo

ABSTRACT

The pine nut is a shrub or tree that can reach 6 to 8 meters in height and a longevity of more than 50 years, in addition to being used as a living stock in stables or paddocks. The objective of the research was to evaluate the morphoagronomic and productive behavior of foreign pinyon genotypes in the Carrizal river valley. The experiment was carried out in an established area of the polytechnic campus located in the El Limon site belonging to the Bolivar Canton, Manabí province. The experiment was established under a randomized complete block design (DBCA) with six treatments, four repetitions, a total of 24 experimental units. The experimental unit consisted of plots of 24 plants, where the data was recorded in the 8 central plants. The morphoagronomic behavior of four introduced hybrids vs. two local varieties of pinyon under conditions of the Carrizal river valley was studied. It is concluded that the hybrid JAT-001164 stood out with better attributes in terms of behavior and yield and could be an alternative to improve the productive potential in several locations in the Carrizal river valley.

KEY WORDS: Morphoagronomic, genotypes, foreigners, behaviour, performance, productive potential

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El piñón (*Jatropha curcas L.*) es una especie perenne que tolera la sequía y puede crecer bien en suelos marginales. Vive unos 50 años y produce semillas no comestibles que contiene entre 32 a 40% de aceite con potencial agroenergético (Jain, 2019; Marzouk, 2020). En Ecuador se cultiva principalmente como cerca viva y la semilla se usa en la fabricación de jabones y legías artesanales (Mendoza et al., 2017).

En la actualidad, se ha cuestionado la producción de biocombustibles a partir de cultivos de importancia alimentaria, que ponen en riesgo la seguridad alimentaria de muchos países, ocasionando no solo un problema agroindustrial, sino también ético al ocasionar una disminución de los alimentos por incrementar la producción de biocombustibles (Subramaniam et al., 2020; Ahmed et al., 2021). En este sentido, debido al alto potencial agroenergético del piñón, se vienen desarrollando programas de mejoramiento genético, con el interés de valorar la diversidad genética y generar cultivares mejorados con alto potencial para la producción de aceite (Pabón y Hernández, 2012; Rufino et al., 2013; Bedassa, 2016; Ha et al., 2019; Premjet et al., 2019; Hanif et al., 2019; Marzouk, 2020).

Actualmente el INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) cuenta con un banco de germoplasma de piñón de variedades locales, las mismas que muestran bajo potencial de rendimiento en comparación a cultivares seleccionados en programas de mejora genética de otros países (Mejía et al., 2015; Mendoza et al., 2017; Ponce et al., 2020). En este contexto, el gobierno nacional a través del INIAP, AGROCALIDAD, MAG y en colaboración con el IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) han introducido recientemente de material genético foráneo de alta productividad comprobada, sin embargo, se desconoce su comportamiento morfoagronómico y productivo a nivel local (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2018, p. 2).

En este contexto, la evaluación del comportamiento morfo-agronómico y adaptabilidad de materiales foráneos en el valle del río Carrizal, es aún desconocido, lo cual no permite seleccionar el cultivar más idóneo para este agroecosistema específico. Por lo tanto, uno de los primeros pasos para seleccionar materiales promisorios de alto potencial productivo para zonas agroclimáticas específicas, es precisamente conocer la adaptación y comportamiento morfoagronómico del germoplasma introducido (Vergara y Enciso, 2010; Machado, 2011; Guerrero et al., 2011). Por lo anterior, surgió la pregunta de investigación siguiente:

¿Puede el comportamiento morfoagronómico y productivo de genotipos foráneos de piñón, ser considerado un criterio determinante para seleccionar un cultivar promisorio para el valle del río Carrizal?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Jatropha curcas es una planta con diversos beneficios, la mayoría de sus partes como las hojas y corteza, las semillas pueden ser de gran utilidad en el sector agrícola e industrial para la obtención de biodiesel, insecticidas, lubricantes y jabones.

En cuanto a las materias primas vegetales, los investigadores Balat, (2010) y Perdomo (2013) expresan que el biodiesel sintetizado a partir de aceites vegetales no comestibles se ha obtenido principalmente de especies oleaginosas como *Jatropha curcas*.

Los problemas ambientales ocasionados por el uso masivo de los combustibles provenientes del petróleo ha generado que varios países se estén promoviendo el uso alternativo de aceites vegetales solos o en mezclas (biodiesel) para combustibles de motores de diversas clases, pero la condición más importante para considerar como potencial a este tipo de aceites es que los cultivos de esta sustancia, que en lo posible no sean comestibles y se puedan desarrollar en zonas marginales secas (Regalado, 2011).

Bajo las condiciones mencionadas el piñón reúne todas las características para poderlo desarrollar como cultivo, pero es necesario realizar investigaciones en diversas áreas especialmente en la parte agronómica y generar recomendaciones técnicas que puedan ser aplicadas por los agricultores en la gran medida de plantas que tengan sembradas como cercas vivas, lo que permitirá lograr mayores rendimientos y consecuentemente obtención de nuevas fuentes de recursos económicos.

La agenda de Desarrollo sostenible en su artículo 13 “Acción por el clima” que tiene como objetivo “Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos” propone para el 2030 incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales. Los países han comunicado el establecimiento o la puesta en marcha de una política, estrategias o plan integrado que aumente su capacidad para adaptarse a los efectos adversos del cambio climático y que promueven la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero sin comprometer por ellos la producción de alimentos (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2018, p. 61).

1.3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el comportamiento morfoagronómico y productivo de genotipos foráneos de piñón, en el valle del río Carrizal

1.3.1.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar el comportamiento morfoagronómico de cuatro híbridos introducidos vs dos variedades locales de piñón bajo condiciones climáticas del valle del río Carrizal
- Determinar el rendimiento de cuatro híbridos introducidos y dos variedades locales de piñón bajo condiciones climáticas del valle del río Carrizal

1.4. HIPÓTESIS

Los híbridos introducidos de piñón muestran un comportamiento agronómico y productivo superior con relación a las dos variedades locales bajo condiciones climáticas del valle del río Carrizal

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DEL PIÑÓN

Jatropha curcas L., más conocida como piñón, es una planta oleaginosa que pertenece a la familia *Euphorbiaceae*, con aproximadamente 188 especies, tienen una amplia distribución en Centroamérica, el Caribe, Sudamérica Asia y África (Laviola et al., 2017).

En la actualidad *Jatropha curcas L.*, se cultiva para la producción de biocombustible (Borah et al., 2018) en el centro y sudeste de la India. En los continentes de Asia, África y América, se realizan investigaciones con el fin de recopilar datos que aporten con la descripción de las utilidades del piñón (Savaliya et al., 2015).

En Ecuador *Jatropha curcas L.* se encuentra ampliamente distribuido en la costa, Amazonía, valles interandinos y región insular. Tradicionalmente ha sido aprovechada por los agricultores para varios fines a pesar de no presentar beneficios importantes (Cañarte et al., 2017)

El cultivo del piñón tiene una buena alternativa viable para el desarrollo sostenible de los pequeños agricultores en el Ecuador en las provincias de Manabí, Guayas, Santa Elena, Los Ríos y Loja, sin embargo, en la Provincia de Manabí donde el cultivo del piñón tiene una elevada demanda e incluso el INIAP aporta con un proyecto innovador que es el de extraer el aceite del fruto del piñón para biocombustibles para las islas Galápagos (Poveda et al., 2017).

Las semillas contienen entre un 30 y 37% de aceite. Tanto el aceite como la torta son tóxicos y no son aptos para consumo animal por su contenido de curcina, este es una proteína tóxica, existen variedades no tóxicas que contienen un bajo nivel de toxinas siendo así el caso si se podría utilizar para el consumo animal (Poveda et al., 2017)

2.2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

El piñón (*Jatropha curcas* L.) es un árbol o arbusto perenne y monoico que puede llegar a medir hasta 6m de alto; es de corteza marrón, parecido al papel. Este género *Jatropha* comprende alrededor de 500 especies, la especie de este género es diploide con 22 cromosomas (Adams et al., 2019).

2.2.1. Raíz: Regularmente se forman cinco raíces en cada arbusto, una central y cuatro periféricas (Ellison y Kenis, 2018).

2.2.2. Tallo: los tallos crecen de una manera simpodial con una discontinuidad morfológica en cada incremento. Es un cilindro verde, robusto, que origina ramas con savia láctea o rojiza viscosa (Ellison y Kenis, 2018).

2.2.3. Hojas: Tienen pecíolos largos, orbiculares (codiformes), entre 3 a 5 lóbulos (Silva y Oliveira, 2018).

2.2.4. Flores: El pequeño número de flores femeninas en *Jatropha curcas*, la polinización inoportuna y la menor ramificación son los primordiales factores que restringen la producción de semillas y el rendimiento de aceite de piñón. El periodo de floración y el número de ramas de nivel dos, son índices sustanciales para la reproducción y el cultivo de esta especie (Baur y Meadu, 2019).

2.3. ADAPTABILIDAD DE LA PLANTA

En lo relacionado a la adaptabilidad, *Jatropha curcas* L., es de fácil aclimatación y puede ser utilizado para generar biocombustible a base de la extracción del aceite de piñón, esto se debe a que posee ácidos grasos a diferencia de otros aceites vegetales (Abobatta, 2019).

Aunque *Jatropha curcas* L., sea de fácil adaptación, el mejor desempeño productivo de esta planta esta reportado en suelos de textura liviana, bien drenados con buena aireación, mientras que, en los suelos de textura pesada tienen dificultades para crecer por limitación radical (Achten et al., 2008; Jingura et al., 2011; Krishnamurthy et al., 2012).

Posee gran capacidad para soportar suelos básicos, con un pH entre 6,0 y 8,0 (Borah et al., 2018; Abobatta, 2019), pueden tolerar el agua salina (Dagar et al; 2006). *Jatropha curcas L.*, a co-evolucionado hacia una adaptación xerofítica con un requerimiento de precipitación anual mínima de 500 – 500 mm y óptima de 1000 a 1500 mm (Achten et al., 2008; Behera et al., 2010).

2.4. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

Una de las principales formas de establecer plantaciones es mediante botánica la misma se debe de ser de alta calidad fisiológica para asegurar la germinación y el desarrollo de plantas vigorosas (Zavala et al., 2015).

Su alto contenido de aceites provoca la pérdida del poder germinativo de la semilla, motivo por el que no se debe de ninguna forma almacenar por tiempo alargado después de haber sido cosechado, con el fin de evitar que entre en un estado de latencia (Asturias, 2016).

La calidad de la semilla comprende aspectos genéticos, fitosanitarios, físicos y fisiológicos; además pueden definirse atributos inherentes que pueden determinar su potencial de germinación y sus características de crecimiento. Para, Berchmans y Hirata (2008) y Sánchez y Salinas (2010) investigaciones realizadas en calidad de las semillas de *Jatropha curcas L.*, muestran variaciones en el contenido de aceite de las semillas entre un 27.75% y un 40%.

2.5. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO

El rendimiento del piñón varía dependiendo de la región y del número de riesgos que se presenten además estos tienen un buen desarrollo en suelos arenosos (CODESIN, 2013).

La producción de *Jatropha curcas* L., comienza a partir del primer año entre (350 kg ha⁻¹ y 500 kg ha⁻¹) y dependiendo de la tecnología utilizada su máxima producción se la alcanza a los 5 años (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [SAGARPA], 2015; Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [SENASICA], 2012).

2.6. CARACTERIZACIÓN Y DESCRIPTORES EN PIÑÓN

La caracterización del germoplasma de cualquier cultivo, es un proceso que conlleva describir los caracteres morfológicos, fenológicos y productivos que identifican a cada especie, así para verificar el grado de variación de los materiales útiles, representados por una alta o baja cantidad de individuos.

Para, Oliveira et al. (2009), refieren que la caracterización morfológica y agronómica son actividades suplementarias que consisten en describir los caracteres de las accesiones y con ello, determinar su utilidad.

Según Mendoza (2008) en el caso de *Jatropha curcas*, ha utilizado descriptores cualitativos como la pigmentación del peciolo, el inicio de floración o el color de las hojas, sin embargo, resaltan por su número e importancias práctica los de origen cuantitativo, como son: el número de frutos por racimo, la altura de planta, el número de ramas, el rendimiento de la semilla, número de frutos por planta y su porcentaje de aceite. Todos estos rasgos son convenientemente analizados sobre una base de análisis estadística descriptiva (Flores et al., 2009) o mediante técnicas multivariadas (Wencomo et al., 2003; Machado y Olivera, 2008), lo que proporciona diferenciar las accesiones y el conocimiento del valor agronómico (Campuzano, 2009).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

El presente trabajo se desarrolló en una plantación establecida de piñón durante el año 2022, localizada en el campus politécnico de la ESPAM MFL, situada a 00°49'23" latitud Sur y 80°11'01" longitud oeste, a 15 msnm.

3.2. DESCRIPCIÓN

En el trabajo de campo, se tomaban 8 plantas de cada parcela útil, en un saco ubicábamos una enumeración y colocábamos los frutos maduros y semi maduros, seguidamente tomábamos la altura de planta, desde el ápice del tallo hasta la última rama de la planta. Para el trabajo de laboratorio, procedíamos a evaluar el peso de cada saca con los frutos semi maduros y maduros de cada parcela.

3.3. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Tabla 1. Características climáticas del área de estudio.

Condiciones climáticas	
Precipitación	791,5mm anual ¹
Temperatura máxima	30,2°C
Temperatura mínima	18,2°C
Humedad relative	80 %
Heliofanía	1000,4 horas.sol ⁻¹ . año ⁻¹

Fuente: Estación Meteorológica ESPAM "MFL" (2022)

3.4. PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO

Tabla 2. Las propiedades químicas del suelo para el cultivo del piñón son las siguientes.

Textura del suelo, materia orgánica y ph	
Textura del suelo	Franco-arcilloso
Materia orgánica	1,71
Ph	6,5

Fuente: García, D. (2022)

3.5. DURACIÓN

El presente trabajo tuvo una duración de 8 meses, a partir del mes de enero del 2022 y finalizando en el mes de agosto del 2022.

3.6. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.6.1. MATERIAL VEGETAL

Los materiales utilizados fueron 6 genotipos de piñón establecidos en campo, de cuales cuatros son híbridos introducidos de la india y dos son variedades locales seleccionadas por el INIAP.

3.6.2. TRATAMIENTOS

T1: Híbrido JAT-001100

T2: Híbrido JAT-001103

T3: Híbrido JAT-001164

T4: Híbrido JAT-001165

T5: Material 041 (promisorio)

T6: Material 052 (promisorio)

3.7. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con seis tratamientos, cuatro repeticiones y 24 unidades experimentales. La unidad experimental estuvo conformada por parcelas de 24 plantas, donde los datos fueron registrados en las 8 plantas centrales cuyos datos se tomaron una vez que el cultivo se encontraba establecido a partir del año de siembra. A continuación, se presenta el esquema del ADEVA:

Tabla 3. Esquema del ADEVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	t-1 (5)
Repeticiones	r-1 (4)
Error experimental	t-1 x r-1 (15)
Total	23

3.8. VARIABLES A MEDIR

- 3.8.1. ALTURA DE PLANTA (M).** Se midieron 8 plantas seleccionadas aleatoriamente de cada parcela útil de cada unidad experimental, desde el nivel del suelo hasta el ápice terminal a los 90, 180, y 270 días después del trasplante.
- 3.8.2. NÚMERO DE RAMAS PRIMARIAS Y SECUNDARIAS.** Se contaron las ramas de las 8 plantas seleccionadas aleatoriamente de cada unidad experimental a los 90, 180 y 270 días después del trasplante.
- 3.8.3. NÚMERO DE INFLORESCENCIAS.** Se registraron cuando más del 50% de las plantas 8 plantas seleccionadas aleatoriamente inicio de floración de cada parcela útil de cada unidad experimental.
- 3.8.4. NÚMERO DE FRUTOS.** Se anotaron los días de las 8 plantas seleccionadas desde el trasplante hasta el momento que inicio la cosecha.

3.8.5. PESO DE SEMILLAS. Se tomó el peso en gramos semillas secas de cada unidad experimental, se utilizó una balanza de precisión.

3.8.6. RENDIMIENTO DE SEMILLAS EN GRAMOS POR PLANTAS Y KG POR HECTÁREA. Se recolectaron y se descascararon los frutos obtenidos por tratamiento por cada pase de cosecha en 8 plantas. Luego la semilla secará y se pesó en la balanza de precisión y se obtuvieron el rendimiento por plantas en gramos; posteriormente, se transformó en Kg por hectárea.

3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO

a). Riego

Se realizó mediante sistema por goteo una vez al mes, en un cultivo ya establecido con un año de producción

b). Control de Maleza

El control de malezas fue mediante el control mecánico, empleando moto guadaña, dos veces por semana

3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados a través del análisis de varianza y la separación de medias con la prueba de Tukey, ambas con el 5% de probabilidades de error.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MORFOAGRONÓMICO DE CUATRO HÍBRIDOS INTRODUCIDOS VS DOS VARIEDADES LOCALES DE PIÑÓN BAJO CONDICIONES DEL VALLE DEL RÍO CARRIZAL

El análisis para esta variable (altura de planta), muestra que los genotipos evaluados entre los 90, 180 y 270 días después del trasplante fueron influenciados significativamente ($p < 0.05$), siendo el genotipo JAT-001164 quien destaca estadísticamente con relación a los demás genotipos (**Figura 1**).

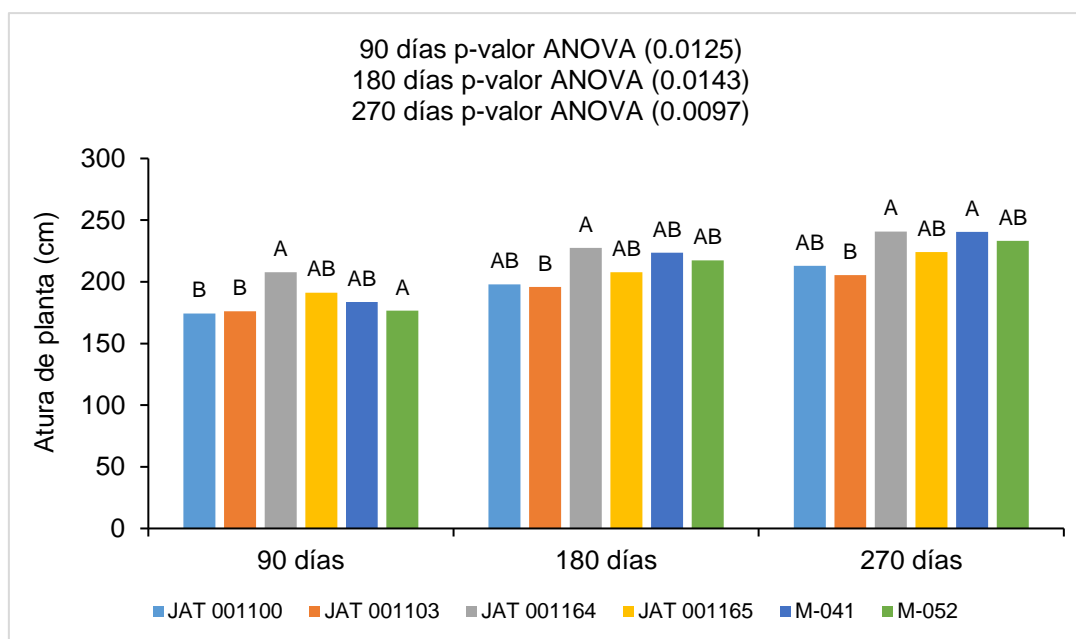


Figura 1. Altura de planta de seis genotipos de piñón en el valle del río Carrizal. Letras diferentes en barras difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Para esta variable, el híbrido JAT-001164 destacó a diferencia de los demás genotipos. Los resultados son cercanos a los obtenidos por Machado (2011), Guerrero et al. (2011) y Mejía et al. (2015), quienes reportaron genotipos que sobresalían en altura de planta, con relación a los demás genotipos evaluados. Por otra parte, los resultados coinciden a los hallados por Prakash et al. (2015), quienes también encontraron diferencias en altura de planta entre híbridos de piñón en la India.

El ritmo de crecimiento diario fue afectado significativamente ($p < 0.05$) por los materiales evaluados entre los 0-90, 91-180 y 181-270 días después del trasplante. El genotipo JAT-001164 logró el mayor ritmo de crecimiento, por lo que se presenta como la mejor opción genética a ser seleccionada para las condiciones del valle del río Carrizal (**Figura 2**). Resultados aproximados también fueron hallados por Machado (2011), Guerrero et al. (2011) y Mejía et al. (2015), quienes realizaron caracterizaciones morfo agronómicas de genotipos de *Jatropha curcas* en Cuba, Colombia y Ecuador, respectivamente.

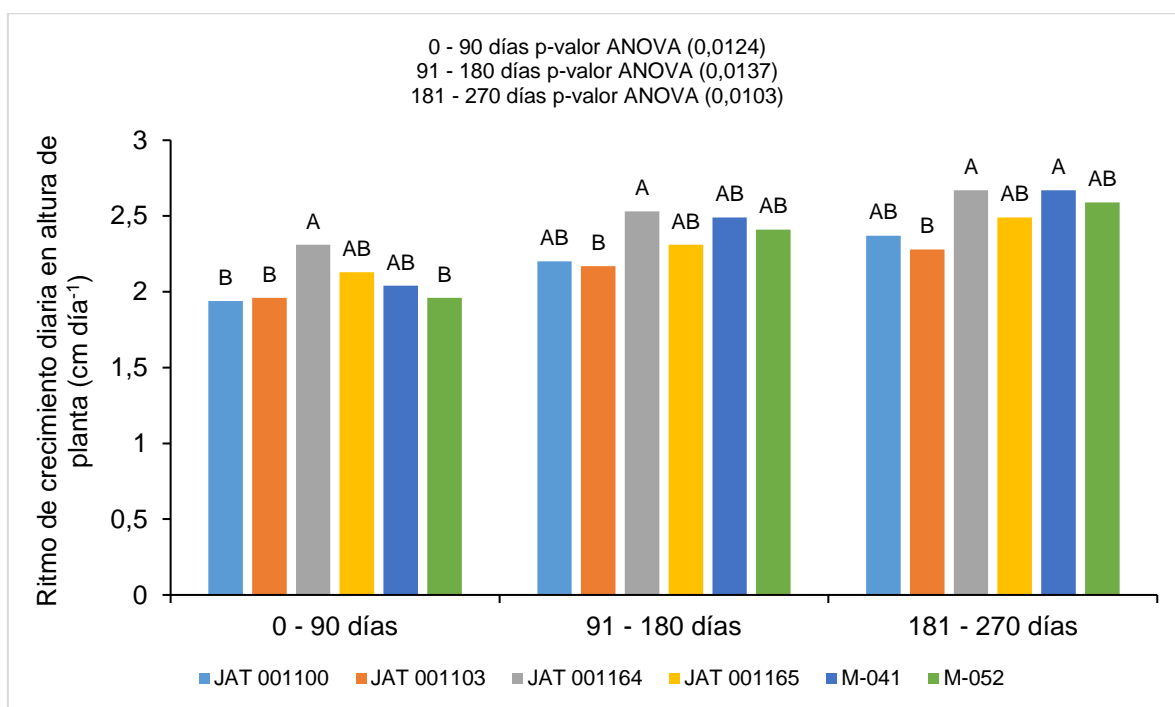


Figura 2. Ritmo de crecimiento en altura de planta de seis genotipos de piñón en el valle del río Carrizal. Letras diferentes en barras difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

El número de ramas por planta no fue influenciado significativamente ($p > 0.05$) por los genotipos evaluados en el transcurso de los 90-180 y 270 días. El genotipo JAT-001165 fue el que destacó en comparación a los demás tratamientos (**Figura 3**). Los resultados hallados se asemejan a los encontrados por Valverde y Ávila (2022), quienes indicaron resultados similares con los mismos materiales genéticos.

Además, los resultados también guardan similitud a los obtenidos por Machado (2011), Guerrero et al. (2011) y Mejía et al. (2015) en Cuba, Colombia y Ecuador, respectivamente, donde se evaluó el número de ramas por planta de diferentes genotipos de piñón. Por el contrario, los resultados se contraponen a los encontrados por Prakash et al. (2015), quienes si detectaron diferencias significativas en número de ramas entre híbridos de piñón en una zona de la India. Posiblemente, esto se debe a que los híbridos evaluados en Ecuador proceden de la India, donde probablemente expresan mejor su potencial de crecimiento.

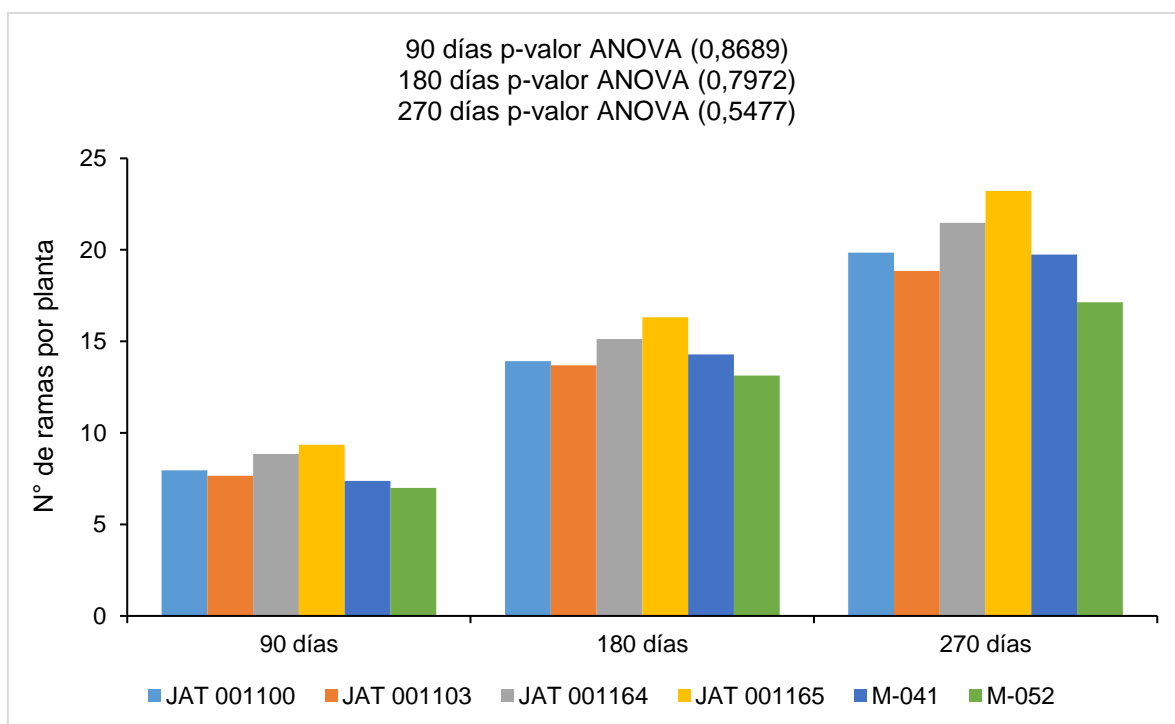


Figura 3. Número de ramas por planta de seis genotipos de piñón en el valle del río Carrizal.

El número de inflorescencias no fue afectado significativamente ($p > 0.05$) por los genotipos evaluados a los 90, 180 y 270 días. A pesar de los anterior, el material más destacado fue el híbrido JAT-001164 con una mayor cantidad numérica de inflorescencias a diferencia de los demás cultivares (**Figura 4**). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Valverde y Ávila (2022), quienes reportaron una mayor cantidad numérica de inflorescencias con el mismo híbrido. Por el contrario, los resultados se contraponen a los reportados por Prakash et al. (2015), quienes si detectaron diferencias entre híbridos de piñón para la inflorescencia.

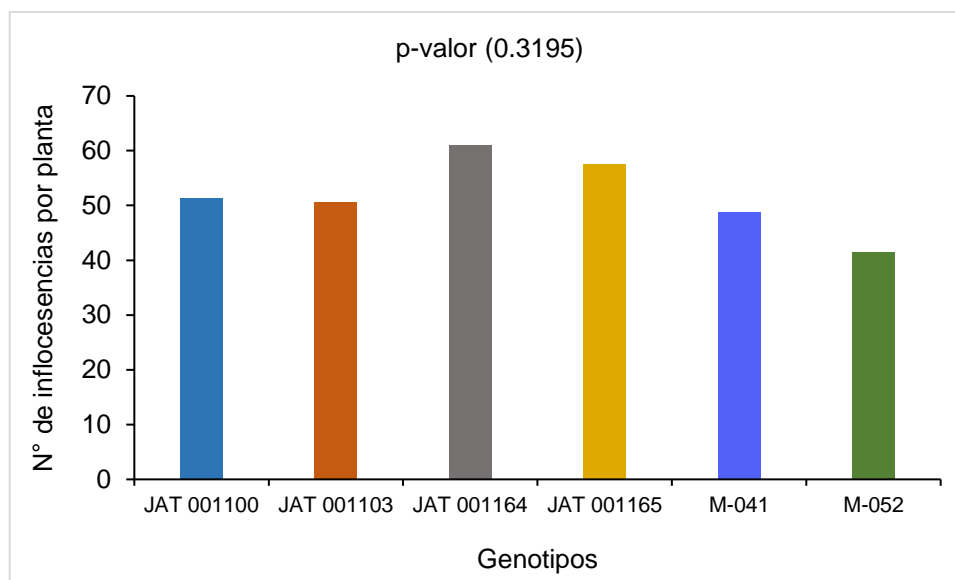


Figura 4. Numero de inflorescencias por planta de seis genotipos de piñón en el valle del Rio Carrizal

4.2. DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DE CUATRO HÍBRIDOS INTRODUCIDOS Y DOS VARIEDADES LOCALES DE PIÑÓN BAJO CONDICIONES DEL VALLE DEL RÍO CARRIZAL

El número de frutos por planta fue influenciado significativamente ($p < 0.05$) por los tratamientos evaluados, donde el genotipo JAT-001164 se destacó con la mayor fructificación por planta, en comparación a los demás genotipos evaluados (**Figura 5**).

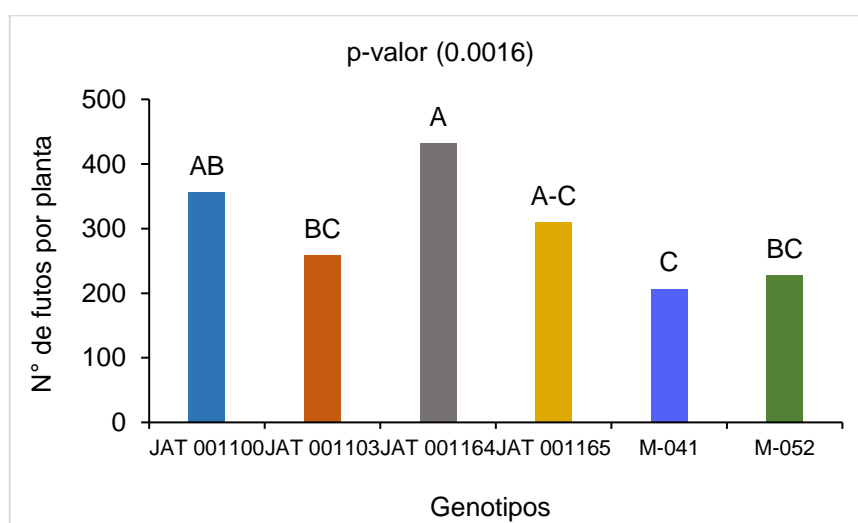


Figura 5. El número de frutos por planta fue influenciado significativamente ($p < 0.05$).

El rendimiento de grano por planta fue afectado significativamente ($p < 0.05$) por los materiales genéticos probados, donde el genotipo JAT-001164 logro el mayor rendimiento en contraste a los demás cultivares (**Figura 6**).

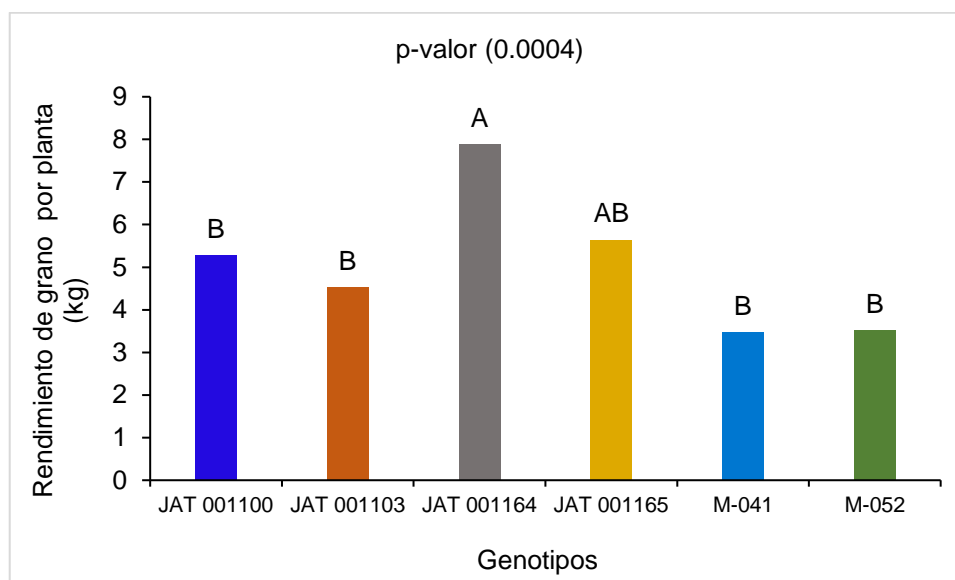


Figura 6. El rendimiento de grano por planta (Kg) fue influenciado significativamente ($p < 0.05$).

El rendimiento de granos por hectárea fue influenciado significativamente ($p < 0.05$) por lo genotipos evaluados, siendo el genotipo JAT-001164 el que alcanzó el mayor número de granos por planta con relación a los demás tratamientos (**Figura 7**)

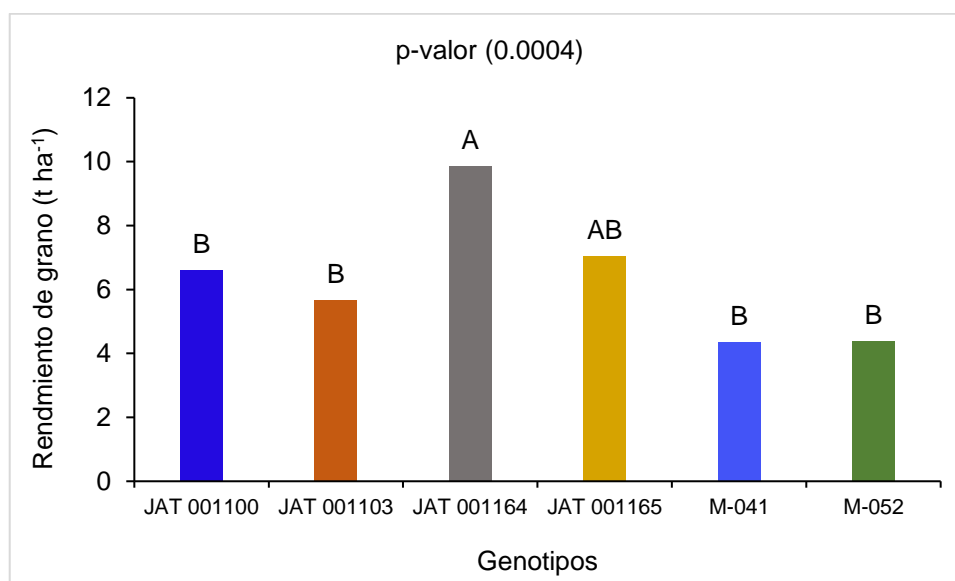


Figura 7. El rendimiento de grano ($t ha^{-1}$) fue influenciado significativamente ($p < 0.05$).

Los resultados hallados en los componentes de rendimiento de frutos por árbol y hectárea, coinciden a los reportados por Vergara et al. (2010), Guerrero et al. (2011), Machado (2011) y Mejía et al. (2015), que reportaron diferencias significativas entre diferentes accesiones de piñón para los componentes de rendimiento en Paraguay, Colombia, Cuba y Ecuador, respectivamente. Así mismo los resultados se asemejan a los obtenidos por Prakash et al. (2015), quienes encontraron diferencias significativas para rendimiento entre híbridos de piñón en la India.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN

5.1. CONCLUSIONES

- El híbrido JAT-001164 se destacó como el genotipo con mejores atributos morfoagronómicos bajo las condiciones climáticas del valle del río Carrizal, en relación a los demás genotipos evaluados.
- El híbrido JAT-001164 logró el mayor potencial de rendimiento bajo las condiciones climáticas del valle del río Carrizal, y se presenta como la mejor alternativa para ser liberado a nivel comercial.
- En general los cuatro híbridos de piñón evaluados mostraron mejores atributos morfoagronómicos y productivos con relación a las dos variedades locales.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda validar el potencial productivo del híbrido JAT-001164 en varias localidades del valle del río Carrizal, con la intención de ajustar datos para su posible liberación a nivel comercial

BIBLIOGRAFÍA

- Abobatta, W. (2019). *Jatropha curcas*: an overview. Journal of Advances in Agriculture, 10, 1650-1656.
<https://raipub.com/index.php/jaa/article/view/8145/7703>
- Achten, M., Verchot, F., Mathijs, S., Aerts, R., and Muys, B. (2008). *Jatropha biodiesel production and use*. Biomass Bioen. 32:1063-1084.doi: 10.3844/ajabssp.2011.142.147
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v31n2/2215-3608-am-31-02-00277.pdf>
- Adams, E., Kuusaana, E., Ahmed, A., Campion, B. (2019). Land dispossessions and water appropriations: Political ecology of land and water grabs in Ghana. Vol. 87.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104068>
- Ahmed, S., Warne, T., Smith, E., Goemann, H., Linse, G., Greenwood, M., Kedziora, J., Sapp, M., Kraner, D., Roemer, K., Haggerty, J., Jarchow, M., Swanson, D., Poulter, B., and Stoy, P. (2021). *Systematic review on effects of bioenergy from edible versus inedible feedstocks on food security*. npj Science of Food 5:9. doi.org/10.1038/s41538-021-00091-6.
<https://europemc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC8096942&blobtype=pdf>
- Asturias, P. (2016). *Jatropha curcas*: suexpansión agrícola para la producción de aceites vegetales con fines de comercialización energética. Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica (AEA). Documento Octagón, S.A. Biocombustibles. 25p.
<http://www.bionica.info/Biblioteca/AEAJatrophaCurcas.pdf>
- Balat, M. (2010). Potential alternatives to edible oils for biodiesel production. A review of current work. Energy Convers Manag. Vol.. 52. P. 1479-1492.
<https://www.revistaespacios.com/a18v39n16/a18v39n16p24.pdf>
- Baur, H., y Meadu, V. (2019). *Jatropha curcas*. Euphorbiaceae, 12(5). Passalora ajrekari. Revista *Jatropha* podagrica. Vol. 20.

http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3689/1/VERSI%C3%93N%20marzo%2015_DE%202022.pdf

Bedassa, T. (2016). Chemical Composition, Bio-Diesel Potential and Uses of (*Jatropha curcas* L.) (Euphorbiaceae). *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 6(8): 45 – 59.

<file:///C:/Users/Home/Downloads/10.11648.j.ajaf.20160402.15.pdf>

Behera, K., Srivastava, T., Singh, J., and Sing, N. (2010). *Evaluation of plant performance of Jatropha curcas L. under different agro-practices for optimizing biomass – A case study. Biomass Bioen.* 34:30-41. doi:10.1016/j.biombioe.

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v31n2/2215-3608-am-31-02-00277.pdf>

Berchmans, H., y Hirata, S. (2008). Biodiesel production from crude *Jatropha curcas* L. seed oil with a high content of free fatty acids. *Bioresource Technology* 99:1716-1721

<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.03.051>

Borah, N., Mapelli, S., Pecchia, P., Mudoi, D., Chaliha, B., Gogoi, A. Doley, A., Kotoky, R. y Proteem, S. (2018). Variability of growth and oil characteristics of *Jatropha curcas* L. in North-east India.

<https://doi.org/10.1080/17597269.2018.1472979>.

Cañarte, E., Valarezo, O., Navarrete, B. (2017). Estudio de la artropofauna asociada a piñón (*Jatropha curcas* L.) en Manabí, Ecuador. ResearchGate. Reositorio INIAP

<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4808/1/INIAPEEPR2017v4p58.pdf>

Campuzano, L. (2009). Perspectiva de la investigación de *Jatropha curcas* L. en Colombia. Parte I. Componente genético. Primer Seminario de Investigaciones Agrarias. Ciencias para la docencia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*. P. 61

<https://studylib.es/doc/7110438/perspectivas-de-la-investigacion-de-jatropha-curcas-l.-en>

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe. [ARCHIVO PDF].

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf

Dagar, J., Tomar, K., Bhagwan, Y., and Tyagi, K. (2006). *Performance of some underexplored crops under saline irrigation in a semiarid climate in Northwest India. Land Degrad. Dev. 17:285-299. Doi:1002/ldr.712*

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v31n2/2215-3608-am-31-02-00277.pdf>

Ellison, C., Kenis, M. (2018). ¿Por qué los agricultores abandonan el cultivo de jatropha?. *Energía para el desarrollo sostenible*. Vol. 42. P. 77-86.

http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3689/1/VERSI%C3%93N%20marzo%2015_DE%202022.pdf

Estación Meteorológica de la ESPAM-MFL (2022). Ubicación geográfica proporcionada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. 1/.

Flores, E., Moratinos, P., Ramírez, M., García, D. (2009). Evaluación de la emergencia y las características morfológicas iniciales de *Tamarindus indica* L. con fines agroforestales. *Pastos y Forrajes*. Vol. 32

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942009000200008

García, D. (2022). DEGRADACIÓN DE UN SUELO DE LA REGIÓN DE MANABÍ, ECUADOR, Y APLICACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS PARA SU MEJORAMIENTO. [Tesis de Maestría, Escuela Superior Politécnica de Manabí "Manuel Félix López"]

Guerrero, J., Campuzano, L., Rojas, S., & Pachon, J. (2011). Caracterización Morfológica y Agronómica de la Colección Nacional de Germoplasma de (*Jatropha curcas* L.) *Orinoquia* 15(2): 131-147.

<https://www.redalyc.org/pdf/896/89621355002.pdf>

Ha, J., Shim, S., Lee, T., Kang, Y., Hwang, W., Jeong, H., Laosatit, K., Lee, J., Kim, S., Satyawon, D., Lestari, P., Yoon, M., Kim, M., Chitikineni, A., Tanya, P., Somta, P., Srinives, P., Varshney, R., and Lee, S. (2019). Genome sequence of (*Jatropha curcas* L.), a non-edible biodiesel plant, provides a resource to improve seed-related traits. *Plant Biotechnology Journal*, 17: 517–530.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6335072/>

Hanif, M., Shamsuddin, A., Nomanbhay, S., Fazril, I., Kusumo, F., and Akhilar, A. (2019). Energy Saving Potential using Elite (*Jatropha Curcas* L.) Hybrid for

Biodiesel Production in Malaysia. *International Journal of Recent Technology and Engineering* 8(4): 6281 – 6287.

<https://www.ijrte.org/wp-content/uploads/papers/v8i4/D5108118419.pdf>

INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) (2018). *Protocolo de investigación y desarrollo del proyecto “Respuesta adaptativa de híbridos comerciales foráneos de piñón (Jatropha curcas L.), en la Provincia de Manabí”*. INIAP-IICA, Portoviejo, Ecuador. Recuperado de.

<http://unesum.edu.ec/cooperacioninternacional/wp-content/uploads/sites/23/2021/03/IICA-PROYECTO-PROTOCOLO-EVALUACION-DE-HIBRIDOS-DE-PI%C3%91ON-EEP-J-2.pdf>

Jain, S. (2019). The current and future perspectives of biofuels. In: *Biomass, Biopolymer Based Materials, and Bioenergy - Construction, Biomedical, and other Industrial Applications* (Verma D, Fortunati E, Jain S and Zhang X, ed.): 495–517. Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102426-3.00021-7>

Jingura, R., R. Matengaifa, D. Musademba, and K. Musiyiwa. (2011). *Characterisation of land types and agroecological conditions for production of Jatropha as a feedstock for biofuels in Zimbabwe*. *Biomass Bioen.* 32:2080-2086. doi:10.1016/j

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v31n2/2215-3608-am-31-02-00277.pdf>

Krishnamurthy, L., Zaman, M., Marimuthu, S., Suhas, P., and Kesava, A. (2012). *Root growth in Jatropha and its implications for drought adaptation*. *Biomass Bioen:* 39:247-52. Doi:10.1016/j.

<https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v31n2/2215-3608-am-31-02-00277.pdf>

Marzouk, O. (2020). (*Jatropha Curcas L.*) as Marginal Land Development Crop in the Sultanate of Oman for Producing Biodiesel, Biogas, Biobriquettes, Animal Feed, and Organic Fertilizer. *Reviews in Agricultural Science*, 8: 109–123.

https://www.jstage.jst.go.jp/article/ras/8/0/8_109/html/-char/ja

Machado, R. (2011). *Caracterización morfológica y productiva de procedencias de (Jatropha curcas L.) Pastos y Forrajes*, 34(3): 267-280.

<https://www.redalyc.org/pdf/2691/269121083003.pdf>

- Machado, R., Olivera, Y. (2008). Caracterización morfológica de una colección de *Teramnus* spp. *Pastos y Forrajes*. Vol. 31. P. 119-127. Estación Experimental de Patos y Forrajes "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba. <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269119699002.pdf>
- Mendoza, J. (2008). Cultivos energéticos en Ecuador: Caso proyecto piñón (*Jatropha curcas* L.). En evento "La Agroenergía en la Región Andina y Mesoamérica: situación actual e intercambio de experiencias". <http://repiica.iica.int/docs/b2074e/B2074e.pdf>
- Mendoza, H., Mendoza, J., López, J., Mejía, N., Zambrano, F., Mendoza, F., y Ponce, W. (2017). Variabilidad genética de la colección de piñón Agropecuarias del Ecuador, usando marcadores tipo microsatélites. *La Técnica 17*: 18 – 29. (*Jatropha curcas* L.) del Instituto Nacional de Investigaciones. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4812>
- Mejía, N., Mendoza, H., López, J., Cedeño, L., y Ponce, W. (2015). Rendimiento inicial de líneas de piñón (*Jatropha curcas* L.) bajo dos métodos de siembra. *La Técnica 15*: 46 – 56. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4813>
- Laviola, B., Rodríguez, E., Teodoro, P., Azevedo, L., y Bheringb, L. Biometric and biotechnology strategies in *Jatropha* genetic breeding for biodiesel production. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 76:894-904, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.116>.
- Oliveira, J., Leite, P., Souza, L., Mello, V., Silva, E., Rubim, J., Meneghetti, S., Suarez, P. (2009). Characteristics and composition of *Jatropha gossypifolia* and *Jatropha curcas* L. oils and application for biodiesel production. *Biomass and Bioenergy*. P. 449-453 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0961953408002171>
- Pabón, L., & Hernández, P. (2012). *Importancia química de (Jatropha curcas L.) y sus aplicaciones biológicas, farmacológicas e industriales. Revista Cubana de Plantas Medicinales, 17(2): 194-209.* http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962012000200008

- Perdomo, F. (2013). Physicochemical characterization of seven Mexican *Ricinus communis* L. seeds & oil contents. En: Biomass and Bioenergy. Vol. 48. P. 17-24 <https://www.revistaespacios.com/a18v39n16/a18v39n16p24.pdf>
- Pedraza, S., & Cayón, S. (2010). Caracterización morfofisiológica de *Jatropha curcas* L. variedad Brasil cultivada en dos zonas de Colombia. Acta Agronómica, 59 (1): 30-36.
<https://search.proquest.com/openview/32ad41c7b0ac8b033bda0510aa776b5/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2035751>
- Prakash, A., Singh, S., Prakash, R., Glosch, A., & Agarwal, P. (2015). Development of *Jatropha* hybrids with enhanced growth, yield and oil attributes suitable for semi-arid wastelands *Agroforestry Systems*, 89 (5): 541- 553
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10457-015-9875-x>
<https://search.proquest.com/openview/32ad41c7b0ac8b033bda0510aa776b5/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2035751>
- Premjet, D., Kusi, A., Kongbangkerd, A., and Premjet, S. (2019). Intergeneric Hybrid from (*Jatropha curcas* L.) and (*Ricinus communis* L.): Characterization and Polyploid Induction. *Biology* 8(2) 50.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6627196/>
- Ponce, W., Viteri, A., Limongi, R., Pincay, J., Avellán, B., y Moreira, P. (2020). *Manual de cosecha y procesamiento del grano de piñón (Jatropha curcas L.) para la obtención de biocombustible. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Portoviejo. Manabí-Ecuador. ISBN: 978-9942-22-484-2.*
<file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/INIAPEEP2020MT113.pdf>
- Poveda, G., Erazo, E., & González, J. (2017). Oportunidad del cultivo del piñón como propuesta para el desarrollo sostenible de pequeños agricultores en Ecuador. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Ecuador, (julio 2017). En línea:
<http://hdl.handle.net/20.500.11763/ec17cultivo-pinon-ecuador>
- Regalado, W. (2011). Respuesta del cultivo de Piñón (*Jatropha curcas* L.) en cercas vivas a cuatri niveles de poda y tres dosis de nitrógeno en el Valle de Sancán, Jipijapa. Repositorio UNESUM. pag104

<http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/463/1/ECU-AGROP-2010-12.pdf>

Rufino, E., Siqueira, W., Argollo, D., Crotti, M., Dias, M., de Paula, A., Colombo, C., Ferraz, M., y Nicomedes, J. (2013). Obtención de híbridos interespecíficos de (*Jatropha curcas* L.) En: Conference: Congreso Internacional sobre Biocombustibles e Energia Alternas: *Boca del Rio, Veracruz, México* Volume: *Energia alterna y Biocombustibles: Innovación e investigación para un desarrollo sustentable. Vol. 1 Capitulo: Germoplasma y Mejoramiento genético, ISBN 978-607-715-088-5.*

<file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/artigo1mxicobiocombustibles.pdf>

Savaliya, L., Dhorajiya D., & Dholakiya, Z. (2015). Recent advancement in production of liquid biofuels from renewable resources: a review. *Res. Chem. Intermed.* 41:475-509, 2015. DOI:

<https://doi.org/10.1007/s11164-013-1231-z>.

Sánchez, E., Salinas, D. (2010). Caracterización Morfofisiológica de *Jatropha curcas* L. variedad Brasil cultivada en dos zonas de Colombia. *Acta Agronómica*, 59: 30-36.

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292013000200007

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2015). *Bioenergéticos*. Recuperado de

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712018000200216

SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agrolimentaria. (2012). Información técnica de semilla de *Jatropha curcas* mexicana para exportación, México. Recuperado de

<http://www.senasica.gob.mx/includes/asp/download.asp?IdDocumento=23492&IdUrl=47165>

Silva, M., Oliveira, L. (2018). Diversidad entre accesiones de *Jatropha curcas* L. según los rasgos del aceite y el análisis de imágenes digitales de rayos X de sus semillas. *Mejoramiento de cultivos y biotecnología aplicada*. Vol. 18

http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3689/1/VERSI%C3%93N%20marzo%2015_DE%202022.pdf

Subramaniam, Y., Masron, T., and Nik, N. (2020). Biofuels, environmental sustainability, and food security: A review of 51 countries. *Energy Research & Social Science* 68: 101549. doi.org/10.1016/j.erss.2020.101549.

<file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/BiofuelsenvironmentalsustainabilityandfoodsecurityAreviewof51-1.pdf>

Spinelli, V., Rocha, R., Ramalho, A., Marcolan, A., Vieira, J., Fernandes, C., & Dias, L. (2010). Componentes primarios e secundarios do rendimento do oleo de piñao manso. *Ciencia rural*, 40(8), 1752-1758.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010005000129>

Valverde, D., & Ávila, J. (2022). Respuesta adaptiva de cuatro híbridos comerciales foráneos y dos clones locales de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) en la granja Andil. *UNESUM*, 46-71.

<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3689>

Vergara, F. & Enciso, C. (2010). *Caracterización de colectas y accesiones de (Jatropha curcas L.) mediante estudios fenológicos y agronómicos*. Investigación Agraria 12(1):47-53.

<http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/19/17>

Wencomo, H., Cepero, B., Iglesias, J. (2003). Comportamiento de 145 accesiones de *Leucaena* spp. Aviveradas en un sustrato con suelo ácido. *Pastos y Forrajes*. Vol. 26

<file:///C:/Users/jesan/Downloads/842-1-693-1-10-20120209.pdf>

Zavala, H., Córdova, T., Martínez, H., Molina, M. (2015). Desarrollo del fruto y semilla de *Jatropha curcas* L. e indicadores de madurez fisiológica de la semilla. *Revista fitotecnia mexicana*, 38(3): 275-284

<https://www.redalyc.org/pdf/610/61040691>

ANEXOS

ANEXO 1

Reconocimiento del área de trabajo,
plantación de Piñón (*Jatropha curcas L.*)

ANEXO 2

Cosecha mensual de los frutos de
Piñón (*Jatropha curcas L.*)



Almacenamiento de los frutos
para llevar a analizar

ANEXO 3

Evaluación de variable Altura de planta en la plantación de Piñón (*Jatropha curcas L.*)

ANEXO 4

Conteo de ramas primarias y secundarias (*Jatropha curcas L.*)

ANEXO 5

Conteo de inicio de infloración de cada parcela útil de piñón (*Jatropha curcas L.*)

ANEXO 6

Cosecha de los frutos de piñón (*Jatropha curcas L.*)

ANEXO 7



Peso de semillas del fruto de Piñón (*Jatropha curcas* L.)