

**INIAP**

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**

**ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO**

**PROGRAMA DE AGROENERGIA**

**INFORME TÉCNICO ANUAL**

**2018**

## INFORME ANUAL 2018

1. **Departamento / Programa :** Agroenergía.
2. **Nombre director de la Estación Experimental:** Mgs. Eddie Ely Zambrano Zambrano
3. **Responsable del Programa en la Estación Experimental:** Ing. Joffre Pincay Menéndez
4. **Equipo técnico multidisciplinario I+D:**

Ing. Q. Wilmer Hernán Ponce Saltos. (Laboratorio de Bromatología y Calidad).  
Ing. Geover Peña (Programa de cacao y café)  
Dr. Ernesto Gonzalo Cañarte Bermúdez (DNPV Entomología)  
Ing. Alma Alexandra Mendoza García (DNPV Fitopatología)
5. **Financiamiento:** Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo.
6. **Proyectos:**
  - 6.1. Mantenimiento y caracterización de bancos de germoplasma de piñón.  
Fuente de Financiamiento: Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo  
Fecha de inicio: 2008  
Fecha de término: Indefinido
  - 6.2. Multiplicación y caracterización morfo agronómica de las accesiones de higuierilla (*Ricinus communis* L.) de la EEP.  
Fuente de Financiamiento: Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo  
Presupuesto: 2000,00 USD  
Fecha de inicio: Abril 2018  
Fecha de término: Diciembre 2018
  - 6.3. Estudio de obtención de un aceite vegetal formulado para uso agrícola.  
Fuente de Financiamiento: Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo  
Presupuesto: 2000,00 USD  
Fecha de inicio: Abril 2018  
Fecha de término: Diciembre 2019
  - 6.4. Validación y ajuste de tecnologías para la obtención y uso del aceite de piñón como combustibles, y aprovechamiento de los subproductos.
    - 6.4.1. Manejo y procesamiento de la cosecha de Piñón (*Jatropha curcas* L.) para obtener aceite de buena calidad
    - 6.4.2. Elaboración de Jabones a base de Piñón (*Jatropha curcas* L.)
    - 6.4.3. **Estudio** sobre caracterización física-química del aceite de líneas promisorias de la colección de piñón.  
Fuente de Financiamiento: Gasto Corriente Estación Experimental Portoviejo  
Fecha de inicio: 2012  
Fecha de término: Diciembre 2018.
7. **Socios estratégicos para investigación:** Universidad Técnica de Manabí (UTM), IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura).
8. **Publicaciones:**
  - 8.1 Ponce, W., Viteri, A., **Pincay, J.**, Limongi, R., Avellán, B. y Moreira, P. (2018). Elaboración de Jabones a base de Piñón (*Jatropha curcas* L.). Plegable divulgativo (Número por definir). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Portoviejo. Manabí-Ecuador.

**8.2** Ponce, W., Viteri, A., **Pincay, J.**, Limongi, R., Avellán, B. y Moreira, P. (2018). MANEJO Y PROCESAMIENTO DEL GRANO DE PIÑÓN (*Jatropha curcas* L.) PARA LA OBTENCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLE. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Portoviejo. Manabí-Ecuador. (Por aprobar).

## **9. Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión:**

**9.1** Pincay, J., Avellán, B., Moreira, P., y Ponce, W. (2018). Participación en la evaluación participativa de parcela de Difusión y Tecnología: asociación de cultivos higuera– maní, en los cantones Tosagua, parroquia Bachillero, en la localidad Monteoscuro, Cantón Sucre, en la parroquia Charapotó, localidad San José de las Coronas y en el Cantón Rocafuerte, localidad La Primavera los días 29, 30 de Mayo y 06 de Junio del 2018.

**9.2** Ponce, W., y Pincay, J. (Julio del 2018). Obtención de Biodiesel a través de aceite de Piñón con participación de los estudiantes de la ULEAM (Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí) el 13 de Julio del 2018 en la Estación Experimental Portoviejo.

**9.3** Pincay, J. (Noviembre del 2018). Ponencia con la temática “Calidad de los suelos y agua para riego en áreas cacaoteras de Manabí” en la Jornada Científica Agropecuaria 2018, de la Universidad Estatal del Sur de Manabí/Jipijapa.

**9.4** Pincay, J. (Noviembre del 2018). Charla técnica en las temáticas: textura, estructura de suelos, horizontes, análisis y calicata, con participación de los estudiantes de carrera Ingeniería Agropecuaria, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

**9.5** Pincay, J., Moreira, P., Vivas, H., y Ponce, W. (Noviembre del 2018). FERIA AGRARIA Y FESTIVAL DEL ARROZ el día 30 de noviembre del 2018. Charapotó (Sucre), Ecuador.

## **10. Hitos/Actividades por proyecto ejecutadas por el programa o departamento:**

**Actividad 1.** Mantenimiento y caracterización de bancos de germoplasma de piñón.

**Responsable:** Joffre Daniel Pincay Menéndez

**Colaboradores:** Ing. Wilmer Ponce

### **Antecedentes**

El banco de germoplasmas de accesiones de piñón está sembrado en terrenos de la Estación Experimental Portoviejo. La colección original fue sembrada desde el año 2008, con accesiones colectadas en Manabí, Loja, Guayas, Santa Elena, Los Ríos, además de Perú y Brasil, se ha realizado caracterización agronómica, morfológica y molecular (Mendoza, et al., 2009).

Para un uso efectivo en un programa de mejoramiento, los recursos fitogenéticos del banco de germoplasma deben ser debidamente conservados y mantenidos, con el fin de conocer el comportamiento del material (Muñoz y Jiménez, 2009), por lo que lo hace necesario evaluar a las accesiones por largos periodos para poder determinar el verdadero potencial productivo de los materiales.

## Objetivos

### Objetivo General

Mantener el bancos de germoplasma de piñón (*Jatropha curcas* L.)

### Objetivos Específicos.

Evaluar producción del banco de germoplasma de piñón  
Conservar agronómicamente las colecciones de piñón.

## Metodología

### Ubicación

Los Bancos de piñón están sembrados en la EE Portoviejo del INIAP, ubicada en el sitio El Cady, Parroquia Colón, Cantón Portoviejo, Provincia de Manabí. Latitud UTM 544963,401 y Longitud UTM 9875338,638.

### Características edafo climáticas

El suelo es franco arcilloso y topografía plana. La zona climática es tropical de sabana, con promedios de 26,3 °C de temperatura, 527 mm de lluvia, 83 % de humedad relativa.

### Factores en estudio

Colección original: 164 accesiones.

### Unidad experimental

Colección original: 8 a 10 plantas (60 m<sup>2</sup>)

### Análisis estadístico

Comparaciones individuales y grupales en base a promedios, Rangos y frecuencias, coeficiente de variación y desviación estándar.

### Manejo específico del experimento y métodos de evaluación

La colección original de piñón consta de 164 accesiones, con ocho a diez plantas de cada una, sembradas desde el año 2008, con un distanciamiento de 3,0 x 2,0 m.

Durante este año, en la época seca se ha proporcionado riego adicional (1 riego por mes). El control de malezas se realizó de forma manual una vez al mes y química cada tres meses. La cosecha y el descascarado de los frutos maduros y secos fue manual y las semillas fueron secadas al sol. En este año, se han registrado datos producción por planta, mediante cinco pases de cosechas.

## Resultados

Las producciones anuales de la colección original se presentan en la **tabla 1**, donde se agruparon por rangos de acuerdo a la producción ostentadas por cada accesiones de piñón. Los menores promedios se obtuvieron con las accesiones CP021, CP022, CP046, CP070, CP075, CP078, CP080, CP088, CP090, CP096, CP113, CP115, CP121, CP124, CP131, CP148, CP150, CP153, CP156, CP162, correspondiente al 12.2%; las cuales rindieron menos del 39.8 gramos de semilla seca por plantas.

En los otros niveles subsiguientes, 13 accesiones concerniente al 7.9%, evidenciaron rangos entre 39.8 a 79.6 gramos por plantas; 22 accesiones equivalente al 13.4%, adujeron el 79.6 a 119.4 gramos; 22 accesiones perteneciente al 13.4% entre 119.4 a 159.2 gramos; 21 accesiones respectivo al 12.8% entre 159.2 a 199.0 gramos; 20 accesiones igual al 12.2% entre 199.0 a 238.8 gramos; 18 accesiones comparable al 11.0% entre 238.8 a 278.6 gramos; 14 accesiones relativo al 8.5% entre 278.6 a 318.4 gramos.

Paralelamente las accesiones de mayor producción recaen en los materiales CP067, CP089, CP097, CP101, CP118, CP152, CP159, en un rango de 318.4 a 358.2 gramos de semilla, referente al 4.3%; asimismo las accesiones CP041, CP054, CP060, CP079, CP116, CP143, CP151, mostraron rendimientos disimiles superior en un nivel de 358.2 a 398.0 gramos, equiparable al 4.3% de la producción.

**Tabla 1.** Producción de las accesiones del banco de germoplasma de piñón. EEP. 2018.

RANGO PRODUCCIÓN G/PLANTA	CODIGO DE LA ACCESIÓN	FRECUENCIA ABSOLUTA	% FRECUENCIA RELATIVA
00.0 - 39.8	CP021, CP022, CP046, CP070, CP075, CP078, CP080, CP088, CP090, CP096, CP113, CP115, CP121, CP124, CP131, CP148, CP150, CP153, CP156, CP162.	20	12.2%
39.8 - 79.6	CP036, CP047, CP053, CP056, CP058, CP066, CP068, CP094, CP102, CP137, CP140, CP142, CP146.	13	7.9%
79.6 - 119.4	CP017, CP023, CP033, CP039, CP048, CP049, CP055, CP065, CP081, CP083, CP084, CP100, CP112, CP120, CP127, CP132, CP134, CP135, CP138, CP141, CP149, CP161.	22	13.4%
119.4 - 159.2	CP002, CP003, CP004, CP007, CP025, CP026, CP028, CP030, CP031, CP062, CP069, CP072, CP076, CP092, CP095, CP104, CP108, CP111, CP122, CP154, CP158, CP160.	22	13.4%
159.2 - 199.0	CP005, CP006, CP008, CP010, CP011, CP016, CP018, CP027, CP029, CP037, CP042, CP043, CP044, CP059, CP085, CP086, CP087, CP126, CP128, CP136, CP144.	21	12.8%
199.0 - 238.8	CP001, CP009, CP012, CP013, CP024, CP035, CP040, CP057, CP071, CP073, CP077, CP103, CP109, CP125, CP129, CP133, CP139, CP145, CP147, CP163.	20	12.2%
238.8 - 278.6	CP014, CP019, CP032, CP034, CP045, CP061, CP082, CP091, CP098, CP105, CP106, CP107, CP117, CP119, CP123, CP155, CP157, CP164.	18	11.0%
278.6 - 318.4	CP015, CP020, CP038, CP050, CP051, CP052, CP063, CP064, CP074, CP093, CP099, CP110, CP114 CP130.	14	8.5%
318.4 - 358.2	CP067, CP089, CP097, CP101, CP118, CP152,	7	4.3%

CP159.

358.2 - 398.0

CP041, CP054, CP060, CP079, CP116, CP143,  
CP151.

7

4.3%

## CP: Colección Piñón

### Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en los registro de producción de las diferentes accesiones en el años 2018, exterioriza que existen accesiones que su rendimiento están por debajo de 39.8 gramos de semillas secas por plantas, inclusive algunas accesiones no tuvieron producción. No obstante también en este registro, existieron materiales con producción en el rango de 318.4 a 358.2 gramos de semilla asimismo con nivel de 358.2 a 398.0 gramos.

### Recomendaciones

Se debe continuar con las evaluaciones o registro de datos de producción, además de implementar otras evaluaciones fenológicas y se debe seguir con el mantenimiento técnico.

### Referencias

- Bioversity International. (2007). Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma. Roma, Italia. ISBN (para la versión en español). Disponible en [www.bioversityinternational.org](http://www.bioversityinternational.org).
- Días, L. (2007). Cultivo de piñón manso (*Jatropha curcas* L.) para producción de aceite combustible. Viçosa. Brasil. 40p.
- Mendoza, H., Rodriguez, M., Lopez, J., Mejia, N., y Zambrano, F. (2009). Tecnologías para aprovechamiento del piñón (*Jatropha curcas* L) como fuente de biocombustibles en tierras marginales secas del litoral Ecuatoriano. INIAP-EPN-IICA. Portoviejo, Ecuador. Boletín Técnico N° 136. 16p.
- Muñoz, M., y Jiménez, E. (2009). Caracterización Morfométrica de cuatro ecotipos de piñón (*Jatropha curcas*), asociado con teca (*Tectona grandis*). Guayaquil, Ecuador. Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). 102 p.
- Saturnino, H. (2005). Cultivo de Piñón manso (*Jatropha curcas* L.). Producción de oleaginosas para biodiesel. Informe agropecuario, Belo Horizonte, Brasil. v. 26, n. 229, p. 44-74.

**Actividad 2.** Multiplicación y caracterización morfo agronómica de las accesiones de higuierilla (*Ricinus communis* L.) de la EEP.

**Responsable:** Joffre Daniel Pincay Menéndez

**Colaboradores:** Ing. Geover Peñas, / Ing. Wilmer Ponce Saltos

### **Antecedentes**

La higuierilla es una planta originaria de África, pero se ha cultivado alrededor del mundo en diversos tipos de climas, como subtropicales, tropicales y áridos. Una característica importante es que puede fecundarse por autopolinización y también por polinización cruzada; diversos estudios a nivel mundial indican que existe una diversidad genética muy baja entre el germoplasma de higuierilla (Mendoza, 2012).

Debido a las características de la higuierilla en cuanto al porcentaje de aceite en la semilla, su gran adaptabilidad y la facilidad en la transformación de su aceite, sitúan a esta oleaginosa con un alto potencial para la producción industrial de biodiesel, y para su producción pueden utilizarse tierras marginales (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria [INIAP], 2015).

En este contexto en los años 2008, el INIAP retomó las investigaciones en higuierilla colectando y caracterizando germoplasma y seleccionando materiales promisorios, que conserva y maneja del Programa de Agroenergía.

Es necesario indicar que durante el proceso de conservación las muestras pueden perder viabilidad con el tiempo, o disminuir su disponibilidad por su bajo número de semillas (Dullo, et al., 2008). Por lo tanto, y para mantener los materiales conservados en cantidad suficiente y alta calidad, se deben realizar rigurosos procesos de multiplicación, así como también caracterización morfo agronómica de los materiales.

Es así que Milani (2008), manifiesta que la higuierilla es una especie con alta variabilidad, pudiendo presentar plantas perennes y anuales, porte enano o arbóreo y variaciones en el contenido y la composición del aceite, entre otras características. La correcta caracterización y la evaluación de los genotipos disponibles pueden ayudar en el programa de mejoramiento, mediante la creación de una base de datos eficiente.

Por lo señalado, es necesario que las colecciones existentes en el Programa de Agroenergía de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP, deban ser conservadas y evaluadas para obtener semillas frescas; solo así el material conservado puede ser puesto a disposición de los fitomejoradores.

### **Objetivos**

#### **Objetivo General**

Mantener y caracterizar los materiales de higuierilla (*Ricinus communis* L) conservados ex situ en condiciones adecuadas de cantidad, calidad y viabilidad, a través de procesos de multiplicación

#### **Objetivos Específicos**

Multiplicar los materiales de higuerilla (*Ricinus communis* L.).  
Evaluar características morfo agronómica de las accesiones de Higuerillas.

## Metodología

### Ubicación

El trabajo se efectuó en el lote la “Teodomira” de la Estación Experimental Portoviejo del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ubicada en la Parroquia Lodana, Cantón Santa Ana, Provincia de Manabí, localizada en las coordenadas latitud 01°10'24”, y longitud 80°23'12”.

### Características edafo climáticas

El suelo es franco arcilloso y topografía plana. La zona climática es tropical, con promedios de 26,4 °C de temperatura, 851,57 mm de lluvia, 81 % de humedad relativa (INIAP, 2014).

### Factores en estudio

Colección original de semillas de accesiones de higuerilla.

### Unidad experimental

Número total de accesiones: 162

Número de hilera por accesiones: 1

Números de parcelas: 7

Números de hileras por parcelas: 23

Número de plantas por hileras: 8

Distancia entre plantas: 2 m

Distancia entre hileras: 3 m

Áreas por parcelas: 81 m x 16 m (1296 m<sup>2</sup>)

Área total del ensayo: 9072 m<sup>2</sup>

### Análisis estadístico

Estadísticos simple o descriptivo, para permitir ver diversidad genética en relación al Coeficiente de variación, análisis multivariados.

### Manejo específico del experimento y métodos de evaluación

El control de malezas se lo ha mantenido de forma manual una vez al mes y química (herbicidas alachlor a una dosis de 3 lt/ha) cada tres meses. El tratamiento de semillas se realizó con carboxin + thiram (vitavax) en dosis de 1.5 g/Kg de semilla.

El riego por surco se efectuó de acuerdo al requerimiento de las plantas; la cosecha (120 a 150 días, acuerdo al ciclo vegetativo del material), se efectuó en las plantas de la diferentes accesiones que fueron elegidas para la autopolinización logrando de esta manera conservar pureza de los materiales, el descascarado de los frutos maduros y secos es manual y las semillas fueron secadas al sol.

### Datos a tomarse

Las evaluaciones o registro de datos se efectuaron de acuerdo a los descriptores implementados por Programa de Agroenergía y adaptado de descriptores de la higuerilla de la



Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA), documento escrito por Milani (2008).

### **Floración del racimo primario**

Número de días entre la germinación y la apertura de las flores femeninas.

### **Altura del racimo primario**

La altura es la media efectuadas desde el suelo hasta la inserción del racimo primario. Se puede realizar en cualquier momento después del apareamiento del racimo primario, ya que no se altera con el desarrollo de la planta.

### **Altura de la planta**

Este dato se logró midiendo desde el suelo hasta el ápice del racimo más alto esto fue realizados en las plantas que se autopolinizarón.

### **Color del tallo**

Color del tallo anotado en la época de maduración del racimo primario. Para evaluar el color, se debe desconsiderar la presencia de cera; esto se hace simplemente pasando el dedo en la superficie del tallo y removiendo la capa en un área dada.

1 = verde, 2 = verde rosado, 3 = Verde rojizo, 4 = marrón rojizo, 5 = Rojo púrpura

### **Forma de los racimos**

Se observa al inicio de la maduración de los racimos, anotando el formato de la mayoría de los ramos de cada planta.

1 = Cónico, 2 = Globoso, 3 = Cilíndrico, 4 = Amorfo.

### **Número de racimos**

El número de racimos es la cantidad promedio de racimos por planta al final del año ciclo.

### **Longitud de los frutos**

Para medir la longitud de los frutos, se tomaron medidas en 10 frutos en la porción mediana del racimo.

### **Dehiscencia de los frutos**

Comportamiento de los frutos, en la época de maduración de los racimos:

Dehiscente: los frutos se abren, y las semillas se lanzan al suelo antes incluso de la cosecha.

Semidehiscente: los frutos sólo se abren después de cosechados, durante el secado.

Indehiscente: los frutos sólo se abren por beneficiamiento después de la maduración.

### **Puntas en los frutos**

Se lo observo con la maduración de los frutos, indicando:

1 = Con presencia de puntas, 2 = Sin presencia de puntas.

### **Color primario, secundario patrón de las semillas**

Coloración predominante de la semilla, excluida la variación, observada en la cara.

1 = Negro, 2 = Gris (Pintadas), 3 = Café rojizo, 4 = Café oscuro, 5 = Café, 6 = Café claro (beige), 7 = Roja, 8 = Amarillenta, 9 = Blanco.

### **Largo, ancho y espesor de la semilla (mm)**

El largo de las semillas medido en el sentido de la rafe, la anchura de las semillas medida transversalmente a rafe, el espesor se realizó en la región mediana entre las caras superior e inferior de las semillas, estas mediciones se utiliza las mismas semillas, en este caso fueron 10 semillas de cada material o accesiones.

### **Forma de las Semillas**

Para determinar esta característica se observa en las semillas, en la cara opuesta a rafe deduciendo las siguientes formas:

1 = Redondeada , 2 = Elipsoide

### **Carúncula de la semilla**

Se observa esta caracteriza en una de la 10 semilla de las diferentes accesiones escogida al azar indicando:

1 = Protuberante, 2 = No protuberante

### **Resultados**

La caracterización morfológica de las 85 accesiones de higuera reveló que dentro de los 15 caracteres cuantitativos aplicados, existen cuatro grupos de estos que determinaron diversidad genética entre las accesiones caracterizadas.

En la **tabla 2**, se puede observar que el coeficiente de variación de los caracteres osciló entre el 9,61% (ancho del fruto mm) y 39,56% (Número de ramas III), siendo estos rangos permitidos para investigaciones en campo, dada la influencia que el ambiente ejerce en los caracteres cuantitativos.

Los caracteres con mayor variación fueron: Número de ramas III, con el 39,56 % de CV; seguido de números de Racimos por planta con el 36,82% de CV; el Peso de 100 semillas que presentó el 34,38 de CV; por último el carácter número de ramas I, obtuvo el 29,27% de CV; mientras que las variables con menor variación fueron: Ancho de fruto (9,61%); Largo del fruto con 11,13%; y finalmente espesor de la semilla con 11,10% de CV.

Por consiguiente, cuanto más bajo sea el valor del coeficiente de variación más homogéneos son los datos y por lo tanto la diversidad genética será menor dentro de estas accesiones, mientras que más altos son los valores de coeficiente de variación, mayor será la variabilidad genética.

**Tabla 2.** Descriptores de características cuantitativas y estadísticas simples en accesiones de higuerillas. EEP. 2018.

Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín.	Máx.	Rango
Floración racimo Princ. (días)	85	62,83	9,34	14,86	39,00	83,00	44,00
Floración Rama I (días)	85	75,76	10,25	13,53	48,00	99,00	51,00
Floración Rama II (días)	85	90,37	15,37	17,01	67,00	198,00	131,00
Alt. Racimo prima (cm)	85	134,59	24,75	18,39	54,00	192,00	138,00
Altura de Plantas (cm)	85	302,79	58,51	19,32	130,00	396,00	266,00
Número de ramas I	85	9,31	2,73	29,27	5,00	24,50	19,50
Número de ramas II	85	17,57	4,50	25,60	5,00	28,00	23,00
Número de ramas III	85	33,67	13,32	39,56	6,00	63,00	57,00
Número Racimos planta	85	34,18	12,58	36,82	9,50	68,00	58,50
Largo del fruto (mm)	85	24,97	2,78	11,13	19,40	30,54	11,14
Ancho del fruto (mm)	85	22,55	2,17	9,61	17,15	28,10	10,95
Largo de semilla (mm)	85	15,55	1,94	12,47	11,14	20,06	8,92
Ancho de semilla (mm)	85	10,29	1,61	15,65	7,65	14,11	6,46
Espesor de semilla (mm)	85	6,48	0,72	11,10	5,43	8,65	3,22
Peso 100 semillas (gr)	85	42,16	14,49	34,38	17,30	82,70	65,40

### Análisis de agrupamiento de accesiones de higuerilla.

Mediante el algoritmo multivariado del análisis de agrupamiento jerárquico de (Ward 1963 s. f.), actuando sobre la matriz de distancia obtenido con el método de Gower (1967), se produjo el agrupamiento de las accesiones caracterizadas en el presente estudio, definiendo cuatro grupos genéticos, cuya distribución se indica en la **tabla 3**. El grupo uno está conformado por las accesiones CH007, CH011, CH012, CH056, CH087, CH096, CH098, CH099, CH104, CH112, CH013 y CH097, el cual representa el 22,00 % de las accesiones caracterizadas; con el 13,00% es representado el grupo dos conformado por las accesiones CH006, CH010, CH025, CH035, CH036, CH040, CH042, CH044, CH045, CH049, CH060, CH063, CH069, CH074, CH078, CH080, CH094, CH095, CH107, CH114, y CH137. Dentro del grupo tres se encuentran las accesiones CH002, CH004, CH005, CH009, CH015, CH018, CH022, CH023, CH031, CH032, CH038, CH039, CH041, CH046, CH048, CH050, CH051, CH052, CH053, CH055, CH057, CH059, CH082, CH083, CH084, CH088, CH090, CH100, CH105, CH109, CH110, CH115, CH122, y CH147 el cual representa el 22,00% de la colección, y consecutivamente el grupo cuatro, representando por las accesiones CH001, CH026, CH027, CH065, CH066, CH067, CH068, CH070, CH071, CH072, CH075, CH077, CH081, CH085, CH093, CH106, CH113, y CH141, y representa el 13,00%, de la variabilidad estudiada. En la **tabla 4** se puede observar la frecuencia la frecuencia absoluta y relativa de las accesiones de higuerilla en cada grupo.

**Tabla 3.** Distribución de las 85 accesiones de higuerilla por grupos, según el análisis jerárquico de Ward. EEP. 2018.

Grupos	Accesiones del Grupo
1	CH007, CH011, CH012, CH056, CH087, CH096, CH098, CH099, CH104, CH112, CH013, CH097.
2	CH006, CH010, CH025, CH035, CH036, CH040, CH042, CH044, CH045, CH049, CH060, CH063, CH069, CH074, CH078, CH080, CH094, CH095, CH107, CH114, CH137.
3	CH002, CH004, CH005, CH009, CH015, CH018, CH022, CH023, CH031, CH032, CH038, CH039, CH041, CH046, CH048, CH050, CH051, CH052, CH053, CH055, CH057, CH059, CH082, CH083, CH084, CH088, CH090, CH100, CH105, CH109,

CH110, CH115, CH122, CH147.

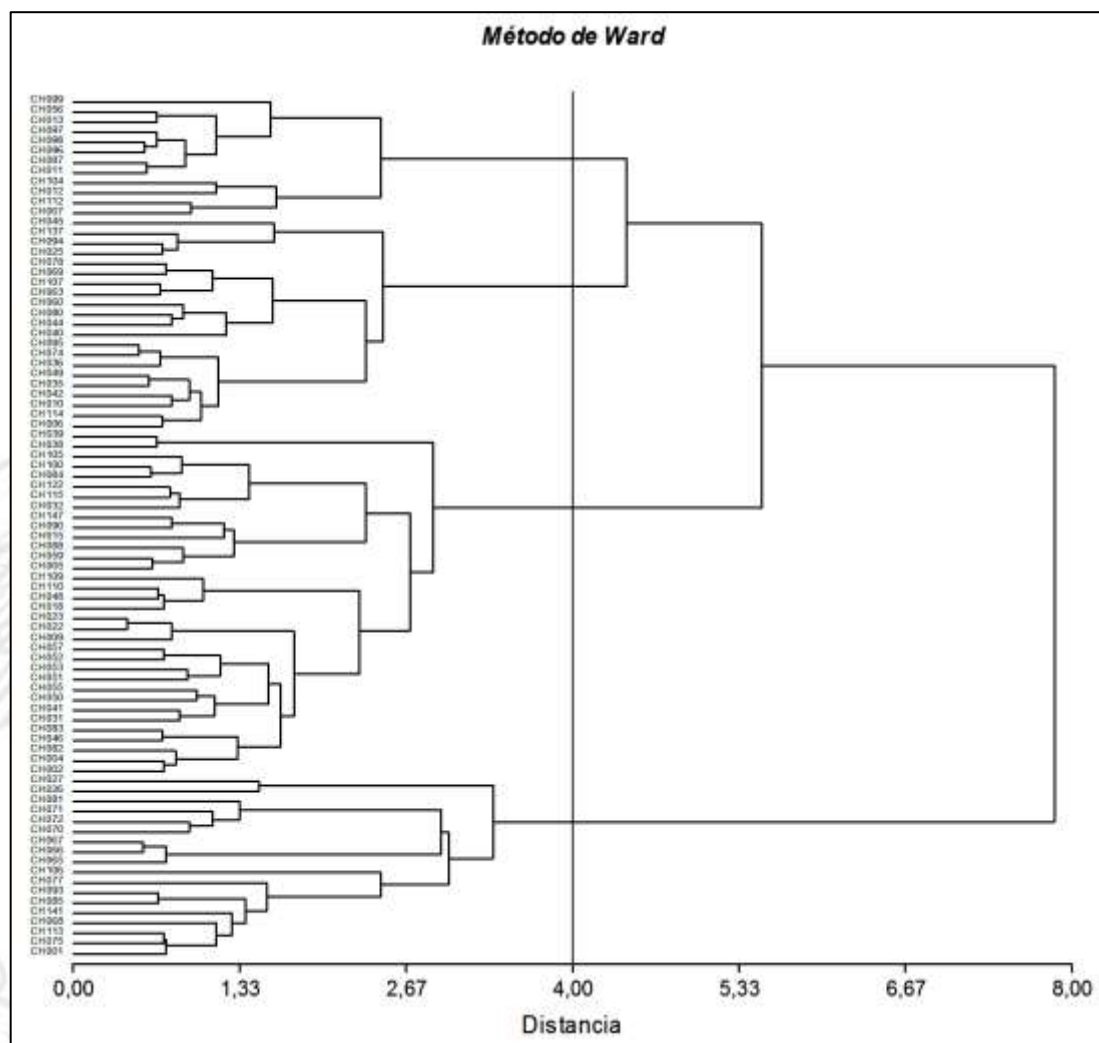
4

CH001, CH026, CH027, CH065, CH066, CH067, CH068, CH070, CH071, CH072,  
CH075, CH077, CH081, CH085, CH093, CH106, CH113, CH141.

**Tabla 4.** Distribución por grupos, frecuencias y porcentajes de variabilidad de las 85 accesiones de higuerrillas. EEP. 2018.

Grupos	Frecuencias	Porcentajes	Frecuencias acumuladas	Porcentajes acumulado
Grupo 1	12	14,12	12	14,12
Grupo 2	21	24,70	33	38,82
Grupo 3	34	40,00	67	78,82
Grupo 4	18	21,18	85	100,00

En la **Figura 1**, se representa por medio de un fenograma la estructura taxonómica obtenida por la matriz de distancia con el agrupamiento jerárquico de Ward (1963), a partir de la matriz de distancia generada por el algoritmo de Gower, el mismo que muestra la relación en grado de disimilitud entre las accesiones o grupo de las mismas. Esta relación determinó en cierta forma el parentesco genético entre accesiones y la variabilidad observada en cada grupo.



**Figura 1.** Fenograma de distancias entre 85 accesiones de higuerrillas. EEP. 2018.

## Determinación del valor discriminante de los caracteres para separar grupos genéticos

### Caracteres cuantitativos

En la **Tabla 5**, se observan los ocho caracteres cuantitativos con mayor valor discriminante de los 15 medidos, mediante la prueba de significancia de Duncan (1975) y a través de los promedios obtenidos por grupos se detectaron ocho caracteres con mayor poder discriminatorio. Los caracteres con mayor poder discriminantes fueron espesor de semilla (mm), Floración racimo principal (días), número de rama I, número de rama II, número de racimos planta, ancho fruto (mm), ancho semilla (mm) y Peso de 100 semillas (gr).

**Tabla 5.** Valores promedios de los caracteres distintivos en cuatro grupos de las accesiones de higuerrilla. EEP. 2018.

VARIABLES CUANTITATIVAS	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	VALOR P	VALOR D
Floración racimo Princ. (días)	52,71 a	62,78 b	62,79 b	69,71 c	<0,0001**	0,75
Floración Rama I (días)	66,47 a	76,84 b	73,82 b	84,33 c	<0,0001**	0,75
Floración Rama II (días)	81,57 a	87,54 bc	92,52 ab	99,11 c	0,0081**	0,75
Alt. Racimo prima (cm)	119,4 a	140,16 b	132,53 ab	142,11 b	0,0549 ns	0,50
Altura de Plantas (cm)	317,92 a	317,76 a	290,18 a	299,06 a	0,2834 ns	0,25
Número de ramas I	9,04 a	10,32 a	8,97 a	8,97 a	0,2862 ns	0,25
Número de ramas II	17,43 a	17,71 a	17,67 a	17,31 a	0,9911 ns	0,25
Número de ramas III	39,75 b	29,27 a	39,26 b	24,19 a	0,0001**	0,50
Número Racimos planta	46,17 c	30,31 ab	36,26 b	26,76 a	0,0001**	0,75
Largo del fruto (mm)	26,74 b	26,29 b	23,08 a	25,8 b	<0,0001**	0,50
Ancho del fruto (mm)	23,35 b	23,14 b	20,78 a	24,67 c	<0,0001**	0,75
Largo de semilla (mm)	15,92 b	16,79 b	14,12 a	16,53 b	<0,0001**	0,50
Ancho de semilla (mm)	10,68 b	10,38 b	9,01 a	12,36 c	<0,0001**	0,75
Espesor de semilla(mm)	6,83 c	6,46 b	5,89 a	7,37 d	<0,0001**	1,00
Peso 100 semillas (gr)	46,68 b	42,83 b	32,03 a	57,49 c	<0,0001**	0,75

D Variables determinadas como más discriminantes

Condiciones cuantitativas valor D:

\* = Significativo al 5% de probabilidad

d = 1

\*\* = Significativo al 1% de probabilidad

c = 0,75

ns = No significativo

b = 0,50

a = 0,25

### Caracteres cualitativos

De los ocho caracteres analizados mediante la prueba de X<sup>2</sup>, se detectaron dos de ellos con significancia (1%) (**Tabla 6**). Estos resultados indican que estos dos descriptores utilizados aportan información para definir la diversidad y para separar grupos genéticos dentro de esta colección. El color primario de semilla y patrón de la semilla, fueron los descriptores con mayor valor discriminante (X<sup>2</sup> = 55,21 y 50,23 respectivamente) y con los coeficientes de asociación más altos, siendo estos coeficientes de contingencia de Cramer= 0,40 y 0,38; coeficiente de contingencia Pearson = 0,63 y 0,61 respectivamente.

**Tabla 6.** Descriptores cualitativos de mayor valor discriminante entre los cuatro grupos de las accesiones obtenidos en el agrupamiento jerárquico de Ward. EEP. 2018.

VARIABLES CUALITATIVAS	CHI CUADRADO PEARSON	COEFICIENTE DE CONTINGENCIA CRAMER	COEFICIENTE DE CONTINGENCIA PEARSON	VALOR P
------------------------	-------------------------	--	--	---------

Color del Tallo	15,94	0,22	0,4	0,1942 ns
Forma de los racimos	17,85	0,23	0,42	0,037*
Dehiscencia de los frutos	8,79	0,16	0,31	0,4566 ns
Puntas en los frutos	7,62	0,21	0,29	0,0545 ns
Color primario de semilla	<b>55,21</b>	0,4	0,63	0,0001**
Color secundario semilla	36,33	0,33	0,55	0,0003**
Patrón de la semilla	<b>50,23</b>	0,38	0,61	<0,0001**
Carúncula de la semilla	10,91	0,25	0,34	0,0122*

D Variables determinadas como más discriminantes

\* = Significativo al 5% de probabilidad

\*\* = Significativo al 1% de probabilidad

ns = No significativo

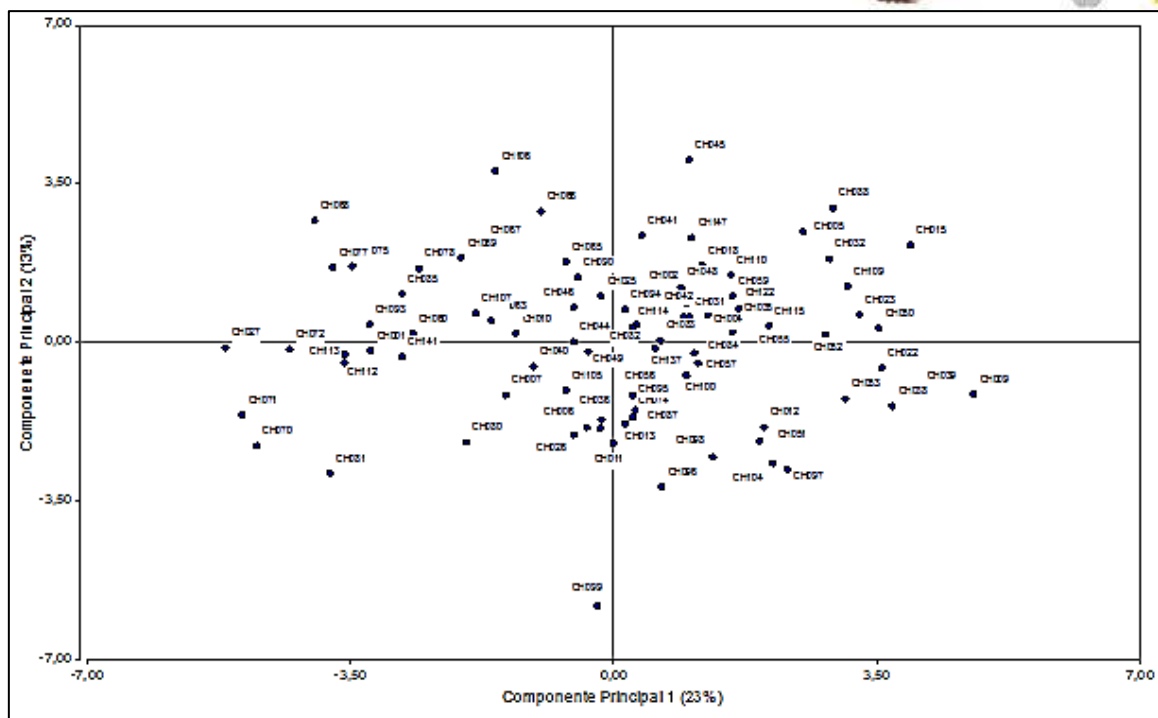
## Análisis de Componentes Principales

Según el análisis de componentes principales (**Tabla 7**) el primer componente explicó el 23,00% de la variabilidad, el segundo el 13,00%, lo cual acumulado representó el 36,00% de la variabilidad total.

**Tabla 7.** Autovalores y variabilidad explicada por los Componentes Principales de caracteres para la caracterización de la colección de higuera. EEP. 2018.

Lambda	Valor	Proporción	Prop. acum.
1	5,41	0,23	0,23
2	3,00	0,13	0,36
3	2,35	0,10	0,46
4	1,92	0,08	0,54
5	1,75	0,07	0,61
6	1,33	0,06	0,67
7	1,20	0,05	0,72
8	1,00	0,04	0,76
9	0,95	0,04	0,80
10	0,84	0,03	0,83
11	0,72	0,03	0,86
12	0,64	0,03	0,89
13	0,59	0,02	0,91
14	0,42	0,02	0,93
15	0,39	0,02	0,95
16	0,35	0,01	0,96
17	0,28	0,01	0,97
18	0,23	0,01	0,98
19	0,17	0,01	0,99
20	0,14	0,01	1,00

La representación gráfica espacial de los 4 grupos genéticos se observa en la **Figura 2**, la figura muestra el 36,00% de la variabilidad total basado en la comparación de 85 accesiones de la colección de higuera, teniendo así el primer componente principal explica el 23,00% de la variabilidad, mientras que el segundo componente principal explica el 13,00% de la variabilidad.



**Figura 2.** Distribución en plano definido por los dos primeros componentes basados en la comparación de 85 accesiones de la colección de higuilla. EEP. 2018.

## Referencias

- Dullo, M., Hanson J., and Thormann, I. (2008). Guías para la regeneración de germoplasma: lineamientos generales y principios orientadores. En: Dullo M.E., Hanson J., editors. Crop specific regeneration guidelines (CD-ROM). CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP). Rome Italy. 7 pp.
- Duncan D B. (1975). T tests and intervals for comparisons suggested by the data. *Biometrics* 31:339-59.
- GOWER, J. (1967). A comparison of some methods of cluster analysis. *Biometrics* 23:623-637
- INIAP, (2014). Informe técnico anual. Departamento Manejo de suelo y agua, Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Ecuador. pp. 32.
- INIAP, (2015). Informe técnico anual. Programa de Agroenergía, Estación Experimental Portoviejo. Portoviejo, Ecuador. pp. 28.
- Mendoza, H. (2012). Higuilla (*Ricinus communis* L): Investigaciones realizadas Higuillas. Guayaquil, Ecuador.
- Milani, M. (2008). Descriptores de mamona utilizados pela Embrapa Algodão. Embrapa Algodão. Documentos.
- Ward, J. H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. Amer. Statist. Assoc.* 58:236-244.

**Actividad 3.** Caracterización física y química del aceite de piñón de la línea CP052 y CP054 cosechada con diferentes grados de maduración.

**Responsable:** Ing. Q. Wilmer Ponce Saltos (Responsable del Laboratorio de Bromatología y calidad).

**Colaboradores:** Ing. Agrop. Joffre Pincay Menéndez (Programa de Agroenergía).

### Antecedentes

Esta actividad fluye a través del protocolo “Validación y ajuste de tecnologías para la obtención y uso del aceite de piñón como combustibles, y aprovechamiento de los subproductos”, que dentro de sus actividades es realizar estudios de diferentes grados de maduración.

El aceite contenido en las semillas de piñón presentan diferentes estados de calidad mediante diferentes grados de maduración (Garay et al., 2012) al momento de cosechar, en el presente estudio, se observan diferencia en el % de ácidos grasos libres, índice de saponificación, índice de Iodo, índice de Peróxidos, densidad relativa a diferentes temperaturas y viscosidad cinemática.

### Objetivos

Determinar las características Físicas y Químicas del Aceite de Piñón (*Jatropha curcas* L.) de la línea CP052 y CP054 con diferentes grados de Maduración.

### Metodología

#### Análisis estadísticos

Se realizó en un diseño completamente al azar con Tukey al 95% con el software Infostat, pero, los resultados

#### Método de análisis

% Ácidos Grasos Libres (AOCS Ca 5a-40), Índice de Saponificación (Índice de Koettstorfer), Índice de Iodo (AOCS Cd 1-25), Índice de Peróxidos (AOCS Cd 8-53). Determinación de la Densidad Relativa (Método del Picnómetro) NTN INEN 0035:2012. Viscosidad Cinemática ASTM D-445.

**Ácidos Grasos Libres:** Se realizó mediante la norma AOCS Ca 5a-40, que consiste en tomar 7g de muestra, se agregan 50 ml de etanol neutralizado y con calentamiento hasta ebullición, se neutraliza con Na OH o K OH al 0.1N valorizado, mediante la fórmula que vamos a presentar a continuación, se realiza el índice de acidez en ácido oleico:

Índice de Acidez =  $(C \times N \times 28,2) / PM \times 1,99$

**C**= Consumo

**N**= Normalidad.

**PM**= Peso de Muestra.

**28.2**= Factor de ácido oleico.

**Índice de Saponificación:** Se pesaron alrededor de 2.5 g de grasa, se agregan 25 ml de KOH 0.5N en alcohol, se pasó a un condensador de reflujo durante 30 minutos, se enfría, y procedió



a titular con HCl 0.5N, se toma el consumo con su respectivo Blanco, con la siguiente fórmula:

$$\text{Índ.Sap.} = ((V_b - V_m) \times N \times 56.1) / PM$$

**V<sub>b</sub>**: volumen de HCl 0,5 N gastado para titular el blanco.

**V<sub>m</sub>** = volumen de HCl 0,5 N gastado para titular la muestra.

**C** = índice de Yodo

**Índice de Iodo:** Se realizó mediante la norma AOCS Cd 1-25, el índice de yodo es una medida del grado de insaturación (números de dobles enlaces) de las grasas. Define como los gramos de yodo absorbidos por 100 g de grasa. Para su determinación la AOCS recomienda el método de Wijs. Se pesa aproximadamente 0.2g en una fiola, se agrega 10 ml de Cloroformo y 10 ml de solución Wijs, se deja reposar en un lugar oscuro durante 30 minutos, luego se añade 5ml de KI al 15% y 100 ml de agua, después se titula con Tiosulfato de sodio 0.1N, y como indicador 1 ml de solución en alcohol de almidón al 5%.

$$\text{Índ.Iodo.} = ((V_b - V_m) \times N \times 56.1) / PM$$

**V<sub>b</sub>**= volumen gastado para el blanco.

**V<sub>m</sub>**= Volumen gastado para titular la muestra.

**N**= Normalidad.

**PM**= Peso de Muestra

**Índice de Peróxidos (AOCS Cd 8-53):** Indica en que extensión ha experimentado el aceite la rancidez oxidativa. Se define como mili equivalente de peróxido por Kg de grasa.

Se pesan 30 ml de Ácido acético/cloroformo, se añade 0.5 ml de solución saturada de KI, se reposan 2 minutos en la oscuridad y se agregan 30 ml de agua, titular con Tiosulfato de sodio, y como indicador solución alcohólica de almidón al 1%.

$$\text{Índ.Peróxidos.} = (V \times N \times 1000) / PM$$

**V<sub>b</sub>**= volumen gastado para el blanco.

**V<sub>m</sub>**= Volumen gastado para titular la muestra.

**N**= Normalidad.

**PM**= Peso de Muestra

**Aceites y Grasas de origen animal y vegetal. Determinación de la Densidad Relativa (Método del Picnómetro) NTN INEN 0035:2012.**

### 1.-) Pesada del picnómetro.

Pesar en la balanza analítica, con precisión de 0.000 1 g, el picnómetro vacío, limpio y seco, conjuntamente con sus partes (termómetro incorporado o tapón, según sea el caso). Registrar el resultado como m0.

### 2.-) Pesada del agua destilada.

Llenar completamente el picnómetro limpio y seco con agua destilada recién hervida y enfriada a 20 °C, y sumergirlo en un baño de agua incorporado o el tapón, según sea el caso, evitando la inclusión de burbujas de aire, y secar el exterior del picnómetro con papel absorbente adecuado. Pesarlo en la balanza analítica, con precisión de 0.000 1 g y registrar el resultado como m1.

### 3.-) Pesada de la muestra.

Se procede como se indica en el apartado 1 , reemplazando el agua por la muestra de ensayo preparada según se indica en el apartado 2. Registrar el resultado como m2.

**Viscosidad Cinemática ASTM D-445:** Se usó el viscosímetro de Ostwald que consiste en introducirlo en un baño maría, y con un termómetro externo se señala la temperatura deseada (40°C) donde se carga aproximadamente 12.2 ml de muestra y se mantiene durante 10 minutos antes de iniciar con el tiempo en segundos que genera la corrida de la muestra, culminado el ensayo, se calcula con la siguiente fórmula:

$$\vartheta = Cxt$$

$\vartheta$ : Viscosidad cinemática, en mm<sup>2</sup>/s

C: Constante de Calibración del Viscosímetro en mm<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>

t: Tiempo de flujo en segundos

\***AOCS:** American Oil Chemists' Society.

### Resultados

En relación cáscara-semilla de ingreso de la Línea CP052 en diferentes grados de maduración en la tabla 8, la semilla de mayor peso porcentual es el estado seco con 68.39%, seguido del sobremaduro 66.49%, maduro 64.14% y pintón 37.43%. Así mismo es el % de extracción de aceite por solvente, donde el maduro es de mayor peso porcentual con 33.94% de aceite, seguido de 31.40% de sobremaduros, 29.37% de maduro y 27.90% de pintón.

**Tabla 8.** Ingreso del fruto de piñón (*Jatropha Curcas L.*) de la línea CP052 en diferentes grados de maduración para la extracción del aceite. EEP. 2018

Grado de Madurez	%Cáscara	%Semilla	% Humedad	% Extracción de Aceite
<b>Pintón</b>	62,57	37,43	78,78	27,90
<b>Maduro</b>	35,86	64,14	77,84	33,94
<b>Sobremaduros</b>	33,51	66,49	68,81	31,40
<b>Seco</b>	31,61	68,39	38,51	29,37

En la tabla 9, la relación cáscara-semilla de ingreso de la Línea CP054 en diferentes grados de maduración, la semilla de mayor peso porcentual es el estado seco con 63.85%, seguido del sobremaduro 62.21%, maduro 60.51% y pintón 35.77%. Así mismo es el % de extracción de aceite por solvente, donde el seco es de mayor peso porcentual con 34.70% de aceite, seguido de 34.15% de maduros, 30.52% de pintón y 27.90% de sobremaduros.

**Tabla 9.** Ingreso del fruto de piñón (*Jatropha Curcas L.*) de la línea CP054 en diferentes grados de maduración para la extracción del aceite. EEP. 2018

Grado de Madurez	%Cáscara	%Semilla	% Humedad	% Extracción de Aceite
<b>Pintón</b>	64,23	35,77	79,19	30,52
<b>Maduro</b>	39,49	60,51	75,85	34,15
<b>Sobremaduros</b>	37,79	62,21	70,18	27,90
<b>Seco</b>	36,15	63,85	35,55	34,70

De acuerdo al análisis estadístico realizado a la línea CP052 hubo significación estadística en índice de peróxidos e índice de acidez. El índice de yodo, índice de saponificación y viscosidad cinemática de cada grado de maduración no hay significancia estadística en cada grado de maduración.

Conforme a Intervalos de confianza de Tukey del 95%, se establecieron 3 rangos de significancia estadística en el índice de peróxidos, siendo el seco que tiene un mayor índice de peróxidos de 1,39 miliequivalente de peróxido sobre kilogramo de muestra de aceite, seguido de frutos maduros (0,87 Meq de peróxido/Kg muestra) frutos pintones y sobremaduros (0,66 Meq de peróxido/Kg muestra). Respecto al índice de acidez, hay dos rangos de significancia estadística, siendo el fruto pintón el de mayor contenido con 3,57 mg de Hidróxido de Potasio por cada gramo de muestra de aceite, seguido de los frutos maduros y sobremaduros (1,53 mg KOH/g), finalmente los frutos secos (1,03 mg KOH/g). En el índice de Iodo no hubo significancia estadística, pero si frutos de mayor contenido de dobles enlaces, el frutos pintón (113,44 g IODO/100g) seguido de frutos sobremaduros (112,77 g IODO/100g), frutos secos (110,41 g IODO/100g) y frutos maduros (106,28 g IODO/100g). En el índice de saponificación no hubo significancia estadística, siendo el fruto seco que por cada gramo de aceite de piñón (*Jatropha curcas* L.) se necesitan 201.03 mg de hidróxido de potasio, continuando con frutos sobremaduros con 199,16 mg KOH/g, frutos maduros de 186,82 mg KOH/g y frutos pintones con 180,46 mg KOH/g. En la viscosidad cinemática no hubo rangos de significancia estadística, en donde el aceite del fruto sobremaduro es de 32,62 mm<sup>2</sup>/s, seguido del fruto seco con 32,44 mm<sup>2</sup>/s, 32,05 del fruto pintón 32,05 mm<sup>2</sup>/s y 31,88 mm<sup>2</sup>/s de frutos sobremaduros.

**Tabla 10.** Estudios físicos químicos del aceite de piñón (*Jatropha Curcas* L) de la Línea CP052 en diferentes grados de maduración. EEP. 2018

Estado de Maduración	Índice de Peróxidos	Índice de Acidez	Índice de IODO	Índice de saponificación	Viscosidad Cinemática
Unidades	Meq de peróxido/Kg muestra.	(mg KOH/g)	g IODO/100g	(mg KOH/g)	mm <sup>2</sup> /s
Frutos Pintones	0,66b	3,57a	113,44a	180,46a	32,05a
Frutos Maduros	0,87ab	1,53b	106,28a	186,82a	31,88a
Frutos Sobremaduros	0,66b	1,53b	112,77a	199,16a	32,62a
Frutos Secos	1,39a	1,03b	110,41a	201,03a	32,44a

abc: Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey  $p > 0,05$ .

De acuerdo al análisis estadístico realizado a la línea CP054 hubo significación estadística en todos los estudios físicos químicos del aceite de piñón en cada grado de maduración (tabla 11).

En la tabla 11, conforme a Intervalos de confianza de Tukey del 95%, se establecieron 4 rangos de significancia estadística en el índice de peróxidos, siendo el seco que tiene un mayor índice de peróxidos de 2,18 miliequivalente de peróxido sobre kilogramo de muestra de aceite, seguido de frutos sobremaduros maduros (1,32 Meq de peróxido/Kg muestra),

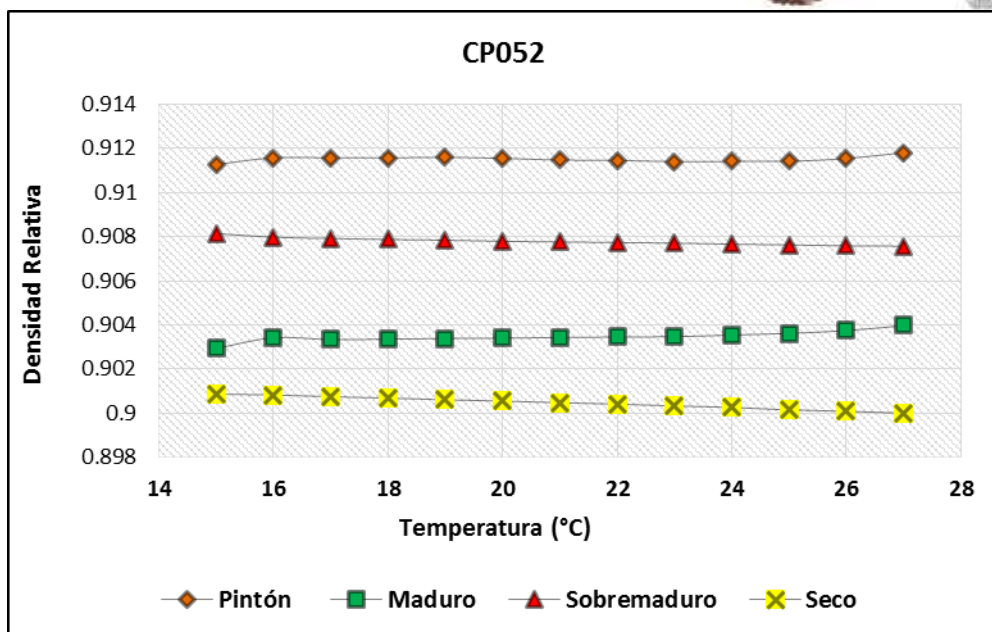
luego los frutos pintones (0.66 Meq de peróxido/Kg muestra) y finalmente los frutos maduros con un valor de 0,44 Meq de peróxido/Kg muestra. Respecto al índice de acidez, hay tres rangos de significancia estadística, siendo el fruto sobremaduro el de mayor contenido con 0,38 mg de Hidróxido de Potasio por cada gramo de muestra de aceite, seguido de los frutos secos (0,33 mg KOH/g), seguido de los frutos pintones mg KOH/g y con 0,25 mg KOH/g finalmente los frutos maduros. En el índice de Iodo hay tres rangos de significancia estadística, los frutos con mayor contenido de dobles enlaces, los frutos secos (116,63 g IODO/100g) seguido de frutos sobremaduros (110,03 g IODO/100g), los frutos pintones (104,01 g IODO/100g) y frutos maduros (92,15 g IODO/100g). En el índice de saponificación hubo tres rangos de significancia estadística, siendo los frutos secos que por cada gramo de aceite de piñón (*Jatropha curcas* L.) se necesitan 178,96 mg de hidróxido de potasio, continuando con frutos maduros con 177,46 mg KOH/g, los frutos pintones de 176,72 mg KOH/g y frutos sobremaduros con 172,23 mg KOH/g. En la viscosidad cinemática hubieron dos rangos de significancia estadística, en donde el aceite del fruto sobremaduros emitieron resultados de 31,91 mm<sup>2</sup>/s, seguido de los frutos maduros con 31,89 mm<sup>2</sup>/s, los frutos pintones 30 mm<sup>2</sup>/s y 29,75 mm<sup>2</sup>/s de frutos secos.

**Tabla 11.** Estudios físicos químicos del aceite de piñón (*Jatropha Curcas* L) de la Línea CP054 en diferentes grados de maduración. EEP. 2018

Estado de Maduración	Índice de Peróxidos	Índice de Acidez	Índice de IODO	Índice de saponificación	Viscosidad Cinemática
Unidades	Meq de peróxido/Kg muestra.	(mg KOH/g)	g IODO/100g	(mg KOH/g)	mm <sup>2</sup> /s
Frutos Pintones	0,66c	0,28ab	104,01ab	176,72ab	30,00b
Frutos Maduros	0,44d	0,25b	92,15b	177,46ab	31,89a
F.Sobremaduros	1,32b	0,38a	110,03a	172,23b	31,91a
Frutos Secos	2,18a	0,33ab	116,63a	178,96a	29,75b

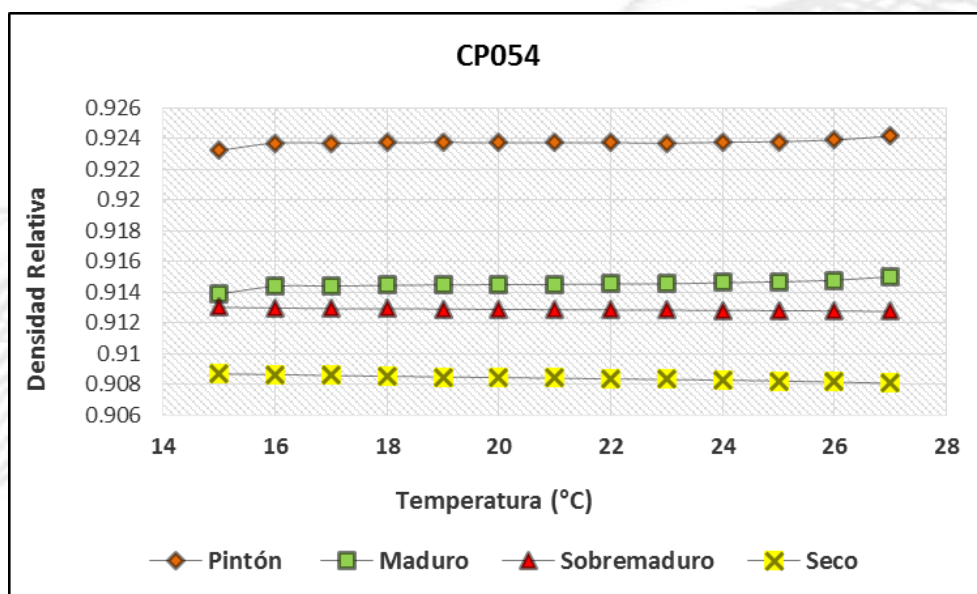
abc: Medias con una letra común no son significativamente diferentes según Tukey  $p > 0,05$ .

El aceite de los granos de piñón (*Jatropha curcas* L.) de la Línea CP052 de los frutos pintones, presenta mayor densidad relativa en las escalas de temperatura desde 15 a 27°C de rangos de 0,9112 a 0,9118 respectivamente como lo indica el figura 3, mientras en los frutos maduros presentan valores de 0,9029 a 0,9039 desde los 15 a 27°C, en los frutos sobremaduros 0,9081 a 0,9075 desde los 15 a 27°C y en los frutos secos 0,9009 a 0,9000 desde los 15 a 27°C.



**Figura 3.** Densidad Relativa con diferentes niveles de temperatura en cada grado de maduración del piñón (*Jatropha Curcas L.*) de la Línea CP052. EEP. 2018

El aceite de los granos de piñón (*Jatropha curcas L.*) de la Línea CP054 de los frutos pintones, presenta mayor densidad relativa en las escalas de temperatura desde 15 a 27°C de rangos de 0,9232 a 0,9242 respectivamente como lo indica el gráfico 4, mientras en los frutos maduros presentan valores de 0,9139 a 0,9150 desde los 15 a 27°C, en los frutos sobremaduros 0,9130 a 0,9127 desde los 15 a 27°C y en los frutos secos 0,9086 a 0,9080 desde los 15 a 27°C.



**Figura 4.** Densidad Relativa con diferentes niveles de temperatura en cada grado de maduración del piñón (*Jatropha Curcas L.*) de la Línea CP054. EEP. 2018

### Conclusiones

En el ingreso del fruto de piñón (*Jatropha Curcas L.*) de la línea CP052 y CP054 en diferentes grados de maduración para la extracción del aceite, el mayor contenido de cáscara y humedad

es el fruto pintón, el mayor porcentaje de semilla están el fruto seco. El % de extracción de aceite en los frutos maduro en la línea CP052 y CP054.

El mayor contenido de índice de peróxido se obtuvo en los frutos secos de la línea CP052 y CP054.

En el índice de acidez, el mayor consumo de mg de hidróxido de potasio en un gramo de aceite lo obtuvieron los frutos pintones de la línea CP052 y los frutos sobremaduros en la línea CP054.

Los frutos con mayor contenido de dobles enlaces referente al índice de Iodo son los frutos pintones en la línea CP052, mientras en la línea CP054 son los frutos secos.

Los frutos secos de la línea CP052 y CP054 alcanzaron un elevado índice de saponificación en relación a los otros grados de maduración.

Los valores arrojados en la viscosidad cinemática en los frutos sobremaduros sobresalen a los otros estados de maduración tanto en la línea CP052 y CP054.

En la densidad relativa, tanto en las líneas CP052 y CP054, resalta los frutos pintones en relación a los demás estados de maduración.

## Referencias

- AOCS Ca 5a-40. (2009). Ácidos grasos libres, métodos oficiales y prácticas recomendadas de la American Oil Chemists Society, 6ta. edición, EE. UU.
- AOCS Cd 8-53. (2009). Valor del peróxido. Método del ácido acético-cloroformo, métodos oficiales y prácticas recomendadas de la American Oil Chemists' Society, 6ta Edición, EE. UU.
- AOCS Cd 1-25.(2009). Índice de iodo (Wijs). Métodos oficiales y prácticas recomendadas de la American Oil Chemists' Society, 6ta Edición, EE. UU
- ASTM International. D- 445. (2017). Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity). West Conshohoken, United States.
- Garay, R., Hidalgo, E., Alegría, J. A., y Mendieta, O. (2012). Determinación de Periodos Fisiológicos en la Maduración y Calidad del Aceite de Piñón Blanco (*Jatropha curcas* L.). Información tecnológica, 23(4), 53-64.
- Norma Técnica Ecuatoriana. INEN 0035. (2012). Determinación de la densidad relativa (método del picnómetro).
- Remmele, E., y Thuneke, K. (2007, May). Pre-standard DIN V 51605 for rapeseed oil fuel. In 15th European Biomass Conference & Exhibition. Berlin, Germany2007 (pp. 2612-3).
- Rodriguez J. Química y análisis químico. Índice de saponificación (Índice de Koettstorfer) pag. 233.ISBN:978-84-15884-57-6.

**Actividad 4.** Obtención de un aceite vegetal formulado para uso como bioplaguicida.

**Responsables:** Ing. Q. Wilmer Ponce Saltos / Ing. Joffre Pincay Menéndez.

**Colaboradores:**

Ing. Gloria Cobeña Mg. Sc. (Programa Yuca-Camote).

Dr. Iván Samaniego. (Depart. Nutrición y Calidad Estación Experimental Santa Catalina).

Srta. Annabelle Cedeño Giler (Universidad Técnica de Manabí).

Srta. Pamela Cruzatty Arteaga (Universidad Técnica de Manabí).

**Antecedentes**

La utilización de plaguicidas botánicos en la protección de los cultivos es una alternativa de control de plagas, que puede minimizar el uso de pesticidas sintéticos (Prakash *et al.*, 2008). Los primeros reportes de uso de los plaguicidas sintéticos se da a principio del siglo XX (Casida y Quistad, 1998); usándose de forma indiscriminada, lo que ha provocado disturbios al ambiente, resurgimiento de plagas y estos con resistencia a los pesticidas (Silva *et al.*, 2002). Los bioplaguicidas surgen en el siglo XXI tratando de encontrar una alternativa “limpia” para el control de plagas y reducir el uso de los plaguicidas sintéticos, dado que muchas plantas son capaces de reaccionar con metabolitos secundarios que actúan como tóxicos contra las plagas que se quiera combatir; con la ventaja de no tener un efecto residual (Bravo *et al.*, 2010).

Entre los plaguicidas biológicos, están los aceites vegetales, que se han utilizado para controlar plagas. Para un eficiente control, estos aceites vegetales requieren de un emulsificante que permita formar una emulsión, capaz de ser usado en aplicación directa o mediante dilución con agua (Yúfera y Carrasco, 1976). El estudio de los emulsificantes es fundamental, ya que permiten coadyuvar el agua con el aceite vegetal, que son componentes esenciales de la formulación de los bioplaguicidas (Chávez *et al.*, 2014).

Hay especies vegetales que no intervienen en la seguridad alimentaria y crecen en zonas secas, de donde se pueden obtener aceites que tienen atributos de interés en la agroindustria de bioinsumos, una de ellas el piñón *Jatropha curcas* L. (Euforbiácea), se desarrolla desde cerca del nivel del mar hasta los 1500 m.s.n.m. (Mendoza *et al.*, 2008), cuyo aceite contenido en sus semillas es utilizado como biocombustible y bioinsecticida, ya que posee ésteres de forbol en su estructura lipídica (Ratnadass, *et al.* 2012).

Boateng y Kusi (2008), realizaron experimentos con aceite de piñón para el control del escarabajo de la semilla *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera) y su Parasitoide, *Dinarmus basalis* (Hymenoptera) en silos de granos de Caupí, mostrando actividad repelente.

Otra especie es la Higuera *Ricinus communis* L. (Euforbiácea). Su aceite extraído de las semillas, tiene propiedades insecticidas y se debe a su composición química como el Trans-2,8-dimetil-1,1-bis (metiltio)-2-phenil-1,2-diidroazeto (2,1-b) quinazolina (Ramos, 2015), este mismo autor ha reportado el uso de este insecticida biológico para eliminar moscas, cucarachas y mosquitos.

Existen trabajos realizados en la Estación Experimental Portoviejo, sobre aceites vegetales formulados como bioplaguicidas como *screening*, generando resultados promisorios.

**Objetivos****Objetivo General**

Obtener un aceite vegetal formulado para potencial uso plaguicida.

**Objetivos Específicos**

- 1) Determinar la calidad del aceite de piñón e higuierilla antes y después de la filtración.
- 2) Evaluar el emulsificante ideal con diferentes dosificaciones para la formulación de aceite agrícola de piñón (*Jatropha curcas* L.) e higuierilla (*Ricinus communis* L.) para uso como bioplaguicida.

## Metodología

### Características del sitio experimental

#### Ubicación

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de Bromatología y Calidad de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP

#### Factores en estudio

Los factores en estudio se realizaron mediante el aceite que lleva *si* y *no* el sistema de filtración, en piñón se usa las dosificaciones 2, 4 y 6% de emulsificante por ser menos viscoso y denso, en cambio el de higuierilla 6, 8 y 10% por ser más denso y viscoso.

	<b>Piñón</b>	<b>Higuierilla</b>
<b>Factor A: Filtración</b>	a1:No	a1:No
	a2: Si	a1: Si
<b>Factor B: Emulsificantes</b>	b1:Nonil Fenol (4-(2,4-di metil-3 heptanil) fenol)	b1:Nonil Fenol (4-(2,4-di metil-3 heptanil) fenol)
	b2:Tween 85 (trioleato de sorbitán y polioxietileno)	b2:Tween 85 (trioleato de sorbitán y polioxietileno)
	b3:Tween 20 (Monolaurato de sorbitán y polioxietileno)	b3:Tween 20 (Monolaurato de sorbitán y polioxietileno)
<b>Factor C Dosificaciones</b>	c1:2%	c1:6%
	c2: 4%	c2:8%
	c3:6%	c3:10%
<b>Testigo</b>	Agua + Aceite filtrado y no filtrado	Agua + aceite filtrado y no filtrado

#### Unidad experimental

Contenido de vidrio con agua más el aceite de piñón e higuierilla formulado.

#### Tratamientos a evaluar

##### Piñón

<b>Tratamientos</b>	<b>Factores</b>	<b>Interacciones</b>
1	a1b1c1	No filtrado + Nonil fenol + 2%
2	a1b1c2	No filtrado + Nonil fenol + 4%
3	a1b1c3	No filtrado + Nonil fenol + 6%
4	a1b2c1	No filtrado + Tween 85 + 2%
5	a1b2c2	No filtrado + Tween 85 + 4%
6	a1b2c3	No filtrado + Tween 85 + 6%
7	a1b3c1	No Filtrado + Tween 20 + 2 %
8	a1b3c2	No filtrado + Tween 20 + 4%
9	a1b3c3	No Filtrado + Tween 20 + 6%
10	a2b1c1	Filtrado + Nonil fenol + 2%



11	a2b1c2	Filtrado + Nonil fenol + 4%
12	a2b1c3	Filtrado + Nonil fenol + 6%
13	a2b2c1	Filtrado + Tween 85 + 2%
14	a2b2c2	Filtrado + Tween 85 + 4%
15	a2b2c3	Filtrado + Tween 85 + 6%
16	a2b3c1	Filtrado + Tween 20 + 2 %
17	a2b3c2	Filtrado + Tween 20 + 4%
18	a2b3c3	Filtrado + Tween 20 + 6%

### Higuerilla

Tratamientos	Factores	Interacciones
1	a1b1c1	No filtrado + Nonil fenol + 6%
2	a1b1c2	No filtrado + Nonil fenol + 8%
3	a1b1c3	No filtrado + Nonil fenol + 10%
4	a1b2c1	No filtrado + Tween 85 + 6%
5	a1b2c2	No filtrado + Tween 85 + 8%
6	a1b2c3	No filtrado + Tween 85 + 10%
7	a1b3c1	No Filtrado + Tween 20 + 6%
8	a1b3c2	No filtrado + Tween 20 + 8%
9	a1b3c3	No Filtrado + Tween 20 + 10%
10	a2b1c1	Filtrado + Nonil fenol + 6%
11	a2b1c2	Filtrado + Nonil fenol + 8%
12	a2b1c3	Filtrado + Nonil fenol + 10%
13	a2b2c1	Filtrado + Tween 85 + 6%
14	a2b2c2	Filtrado + Tween 85 + 8%
15	a2b2c3	Filtrado + Tween 85 + 10%
16	a2b3c1	Filtrado + Tween 20 + 6 %
17	a2b3c2	Filtrado + Tween 20 + 8%
18	a2b3c3	Filtrado + Tween 20 + 10%

### Materiales y equipos.

Balanza analítica.

Cromatógrafo de gases con sus materiales de apoyo.

Espectrofotómetro Pharo 100.

Estufa de convección forzada marca PRECISION.

Materiales de vidrio básico de laboratorio.

Microscopio Labomed Lx 500.

Multiparamétrico Bante 901 (conductímetro, pH, TDS y temperatura).

Plancha de calentamiento y agitación marca IKA.

Prensa hidráulica manual de 15 toneladas con cilindro tipo filtro.

Viscosímetro de Cannon-Fenske.

### Reactivos.

Ácido cítrico; Ácido Clorhídrico; Agua destilada, Buffer pH 4.01, pH 7 y pH 10.01; Cloruro de Potasio; Etanol absoluto; Fenolftaleína; Fosfato di ácido de Potasio; Hidróxido de Potasio; Reactivos para análisis cromatográfico (Estándar FAME, Hexano, agua bidestilada etc.); Sulfato de Zink.

### Diseño experimental

Los valores paramétricos serán sometidos a un Diseño Completamente al Azar con un arreglo factorial de  $A \times B \times C + 2$ .

### Análisis estadístico

Los datos de las variables Viscosidad Cinemática, Conductividad eléctrica, Índice de Actividad emulsionante, Índice de Estabilidad Emulsionante se analizaron mediante el paquete estadístico Infostat en gráfico de barras; para determinar las diferencias entre las medias se utilizará la prueba de tukey al 5% de probabilidades.

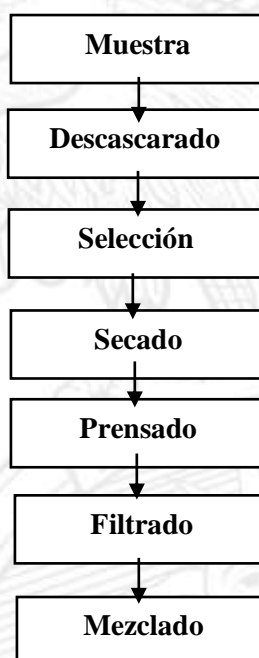
### Análisis de Varianza

#### Piñón / Higuera

Fuentes de variación	GI
Total	59
Tratamientos	19
Factor A: Filtración	1
Factor B: Emulsificantes	2
Factor C: Dosis de emulsificantes	2
Filtración x Emulsificante	2
Filtración x dosis	2
Emulsificantes x dosis	4
Filtración x emulsificante x dosis	4
Testigo	1
Testigo + Filtración	1
Error E	40

### Manejo específico del experimento y métodos de evaluación

La recepción de la materia prima se lo realizó en saco de polietileno, el manejo del experimento se lo va a realizar mediante dos fases: Fase I proceso de extracción de aceite y fase II Mezclado de los emulsionantes.



**Figura 5.** Diagrama de proceso de obtención de aceite de Piñón (*Jatropha curcas* L.)

### Proceso de extracción

El proceso de la materia prima de piñón e higuerilla, se va a realizar mediante los métodos de extracción por Rosseto et al. (2012) y Zambrano et al. (2015) en donde se efectúan:

#### Descascarado, selección y secado de granos

Se seleccionan aleatoriamente los granos de las muestras, después de ser descascarados, en el caso de las semillas de piñón e higuerilla se recoge 3 kg por triplicado y luego secado, la humedad se retira en una estufa de 101 a 105 °C durante el tiempo necesario, hasta que el peso de la muestra permanezca constante entre los dos pesajes.

#### Prensado

El prensado manual se realizará en una extractora discontinua o hidráulica con máximo 15 toneladas de presión en frío (Zambrano et al. 2015), así mismo otra muestra con la extractora mecánica continua tipo expeler con una capacidad de 80-100 Kg/h de semilla (Carrión y Castro, 2008). Ambas emitirán aceites con presencia de gomas (fosfátidos).

#### Filtrado y Desgomado

Una vez extraído el aceite, la mitad del producto se deriva con el desgomado de estos dos aceites (higuerilla y piñón), que consiste en agregar ácido cítrico del 0,2 al 0,7 % a una temperatura entre 60 a 90 °C durante un tiempo de 5 a 20 minutos en condiciones normales (Serna y Cruz, 2011). En el laboratorio de Bromatología, se determinará mediante análisis químicos del aceite recién extraído (aceite crudo) y del aceite filtrado, donde se tomarán el Rendimiento que es el peso extraído del aceite de las especies en estudio. El Contenido de Fósforo que se realiza siguiendo la metodología AOCS Ca-12-55 aplicable a aceites vegetales, crudos, desgomados y refinado, determina la presencia de fosfátidos, se usa la espectrofotometría que consiste en pesar 3g de aceite, más 0,5g de Óxido de Zinc, se incinera a 550 a 600 °C, luego se agrega 5 ml de ácido clorhídrico, se filtra, y es tomada una alícuota, y a es en donde se agregan 5 mL de KOH al 50%, enrazar a 100 ml, y se toman 10 mL, adicionan 8 ml de Sulfato de Hidracina, y 2 mL de Molibdato de Sodio, se calienta en baño maría en 10 min +/- 30 S, para aforar con agua destilada y se procede a verificar el valor arrojado por el espectrofotómetro, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{PPM Fósforo} = 10(A-B) / (PM)$$

En el Índice de acidez se utilizará la metodología AOCS Ca-5a-40 que consiste en determinar los ácidos grasos libres existentes en una muestra de 7 gramos de aceite que se depositan en un matraz, añadiéndole 50 mL de alcohol absoluto y 2 ó 3 gotas de fenoltaleína agitando bien la mezcla y añadiéndole Hidróxido de Potasio (KOH) desde la bureta, gota a gota, hasta el aparecimiento y persistencia por 30 segundos del color rosa. Con los datos del volumen de KOH gastados, el factor del ácido graso (ácido oleico), la normalidad de KOH por el valor de 1.99 se calcula sobre el peso de muestra, se calcula el índice de acidez.

$$\text{Índice de Acidez} = \frac{CxN \times 28,2}{PM} \times 1,99$$

## Mezclado y Registro de datos:

El proceso de extracción de mayor rendimiento, con el aceite crudo o no filtrado (presencia de gomas) y refinado (filtrado), se procede a añadir los emulsificantes en diferentes dosificaciones hasta estabilizar, según Pearce y Kinsella (1978), Durán (2008), Kosegarten y Jiménez (2012), Chávez *et al.* (2014) se lo realiza mediante las siguientes variables:

**a) Viscosidad Cinemática:** se utiliza la ASTM D 445 (Viscosidad cinemática en líquidos opacos y transparentes) mediante un viscosímetro Cannon-Fenske, que es sumergido a 40°C indirectamente, donde se carga y genera la corrida de la muestra el tiempo en segundos, culminado el ensayo, se calcula con la siguiente fórmula:

$$\vartheta = C \times t$$

$\vartheta$ : Viscosidad cinemática, en mm<sup>2</sup>/s

C: Constante de Calibración del Viscosímetro en mm<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>

t: Tiempo de flujo en segundos.

**b) Conductividad eléctrica (CE):** Mediante un conductímetro calibrado, se coloca la muestra mezclada, en las fracciones volumétricas determinadas por los emulsionantes, en donde se generan los resultados en mS/cm o  $\mu$ S/cm por fracción volumétrica de la emulsión (Chávez *et al.* 2014).

**c) Índice de Actividad emulsionante (IAE):** Se basa en la dispersión de luz y la turbidez ( $\gamma$ ) Pearce y Kinsella (1978) definieron el índice de actividad emulsionante (IAE) en m<sup>2</sup>/g y se calcula según la expresión:

$$IAE = \frac{2x\gamma}{\varnothing x C}$$

$\varnothing$  = fracción de volumen de fase aceite

C = concentración de la emulsión (mg/mL).

$\gamma$ : 2.303 Absorbancia a 500 nm/ l (longitud de la trayectoria).

**d) Índice de Estabilidad Emulsionante (IEE):** Para medir el índice de estabilidad se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$IEE = \frac{\gamma X \Delta t}{\Delta \tau}$$

Donde:

$\Delta t$ : tiempo de almacenamiento (min).

$\Delta \gamma$ : es la variación de la turbidez.

## Resultados

### Fase I proceso de extracción de aceite

En la tabla 12 se observa el porcentaje de rendimientos de aceite de piñón e higuierilla respectivamente, en una prensa extractora manual de 15 toneladas de presión en frío.

**Tabla 12.** Rendimientos de extracción de Aceite de piñón e higuierilla. EEP-INIAP. 2018

Materia prima	%
Piñón	12,18
Higuierilla	20,08

Realizada la extracción, se procedió a realizar los análisis de calidad de índice de acidez y de fósforo antes y después del filtrado (metodología de Filtrado y Desgomado) como lo demuestra la tabla 13, en donde el aceite no filtrado de piñón e higuierilla tiene un valor inferior a 1 mg KOH/g de aceite y fosforo mayor a los 50 ppm, mientras el aceite filtrado, el piñón presenta un valor inferior al aceite filtrado de higuierilla, en el contenido de fósforo, los aceite de piñón e higuierilla presenta un valor inferior a los 10 ppm de fosfátidos presente en el aceite.

**Tabla 13.** Análisis de calidad de aceite no filtrado y filtrado de piñón e higuierilla.

Aceite	Tipo de Aceite	Índice de Acidez	
		(mg KOH)/g aceite	Fósforo (ppm)
Piñón	No Filtrado	0,08	69,7
Higuierilla		0,15	58,7
Piñón	Filtrado	0,92	7,3
Higuierilla		1,07	4,7

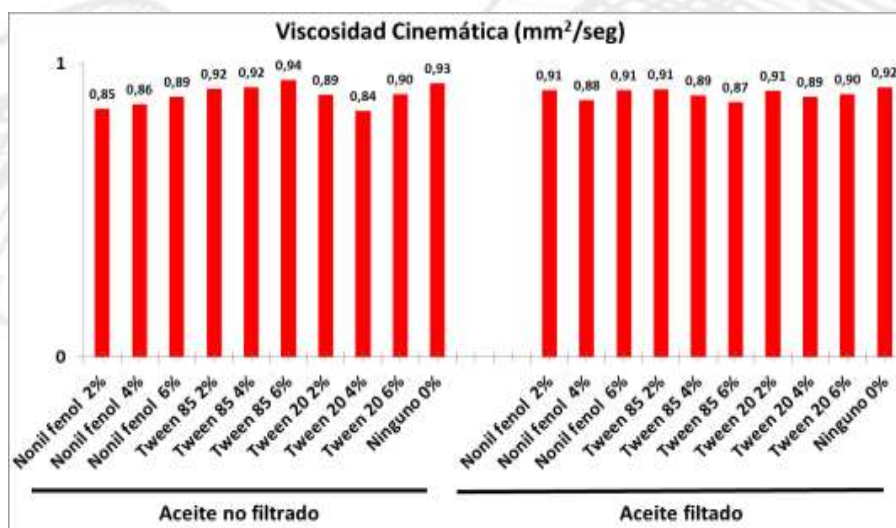
## Fase II

### Mezclado de los emulsionantes.

En esta fase se han obtenido resultados preliminares de viscosidad cinemática, conductividad eléctrica, índice de actividad emulsionante y pH.

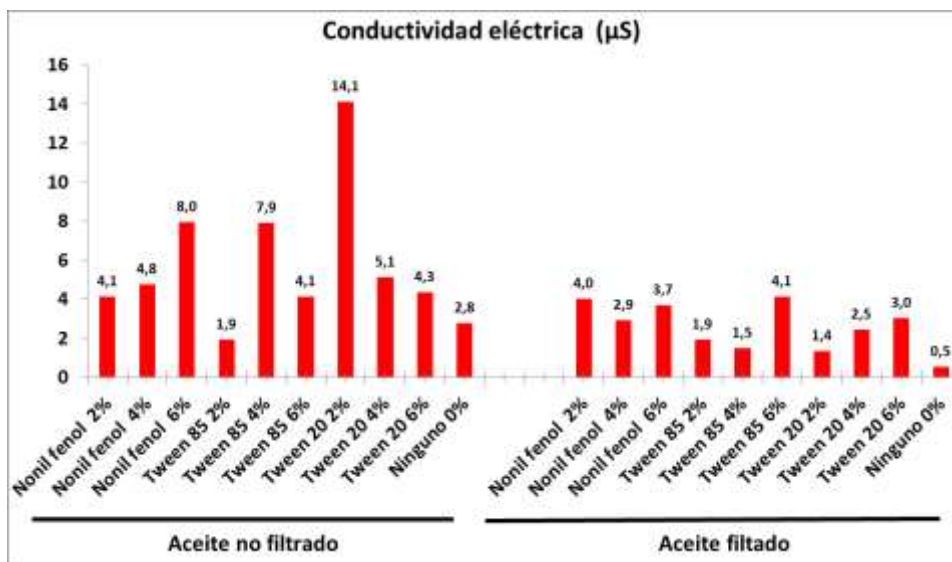
## PIÑÓN

En la figura 4, la viscosidad cinemática es menor de 1 mm<sup>2</sup>/seg, en la mezcla aceite no filtrado más el 6% de Tween 85 emite un valor superior de 0,94 mm<sup>2</sup>/seg, mientras que la mezcla con el Tween 20 al 4% un resultado de 0,84 mm<sup>2</sup>/seg. En la mezcla con el aceite filtrado, sobresale el aceite filtrado sin emulsionante con un valor de 0.92 mm<sup>2</sup>/seg, en cambio la mezcla con Tween 85 al 6% genera un resultado de 0,87 mm<sup>2</sup>/seg.



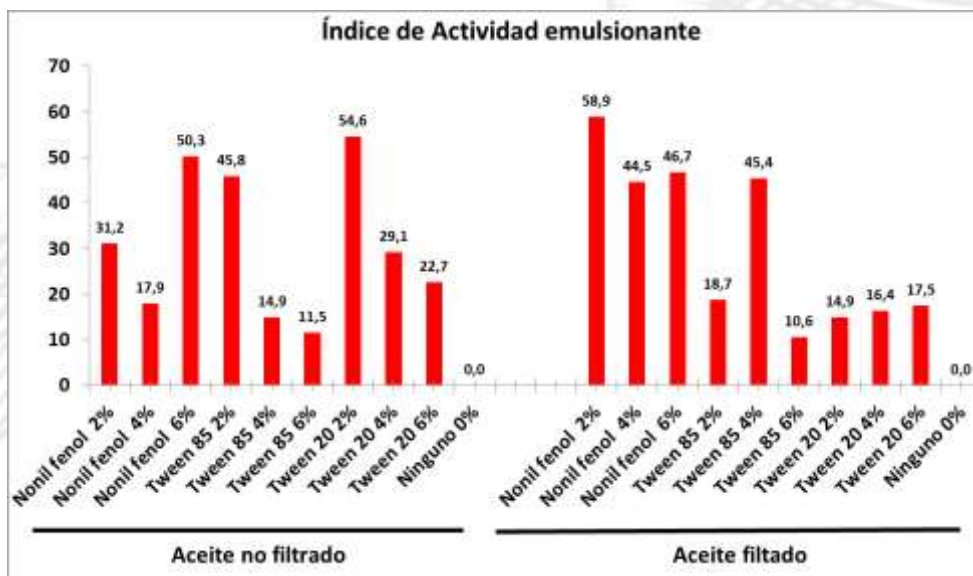
**Figura 6.** Viscosidad cinemática de mezcla agua-aceite de piñón-emulsionante. EEP-INIAP. 2018

En la figura 7, la variable de la conductividad eléctrica sobresale la mezcla con aceite no filtrado con el Tween 20 al 2% con 14,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras la mezcla con el Tween 85 al 2% obtuvo un dato mínimo con 1,9  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La mezcla con el aceite filtrado, el emulsionante Tween 85 al 6% resalta con 4,1  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y el valor mínimo lo refleja la mezcla que no tiene emulsionantes con 0,5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



**Figura 7.** C.E de mezcla agua-aceite de piñón-emulsionante. EEP-INIAP. 2018

En el índice de actividad emulsionante (Figura 8), el emulsionante Tween 20 al 2% de dosificación con aceite no filtrado expone un dato de 54,6 y en el aceite filtrado, el emulsionante nonil fenol emite un valor de 58,9, tanto en el aceite filtrado como en el no filtrado, arrojan resultados de 0.



**Figura 8.** Índice de Actividad Emulsionante de mezcla agua-aceite de piñón-emulsionante.

En la figura 9, el pH del nonil fenol al 6% resalta con un resultado de 7,3, mientras que la mezcla aceite no filtrado con el emulsionante Tween 85 al 6% resulta con un valor de un pH de 4. En el aceite filtrado, sobresale la mezcla de nonil fenol al 2% con un pH de 8,4, el emulsionante Tween 85 al 4 y 6% comparten el mínimo valor con un pH de 4.

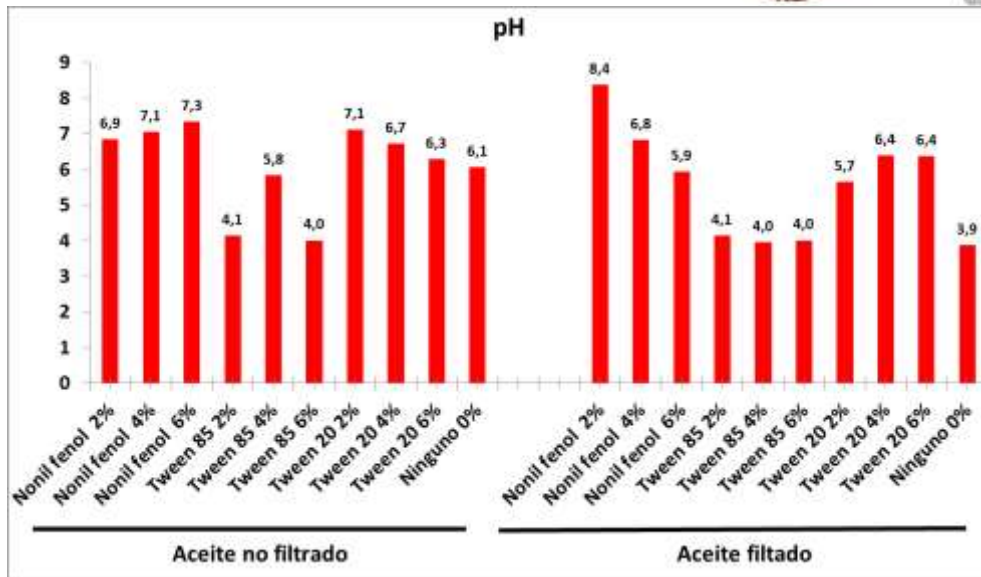


Figura 9. pH de mezcla agua-aceite de piñón-emulsionante.

### HIGUERILLA

En la viscosidad cinemática del aceite no filtrado de higuera (Figura 10), la ausencia de emulsionante emite un resultado de  $1,00 \text{ mm}^2/\text{seg}$ , mientras el que tiene menor viscosidad cinemática fue con el emulsionante Tween 20 al 6%. En el aceite filtrado de higuera, el emulsionante nonil fenol al 6% arroja un resultado de  $0,95 \text{ mm}^2/\text{seg}$ , el valor mínimo de  $0,8 \text{ mm}^2/\text{seg}$  en las tres dosificaciones de Tween 20 al 6, 8 y 10% respectivamente.

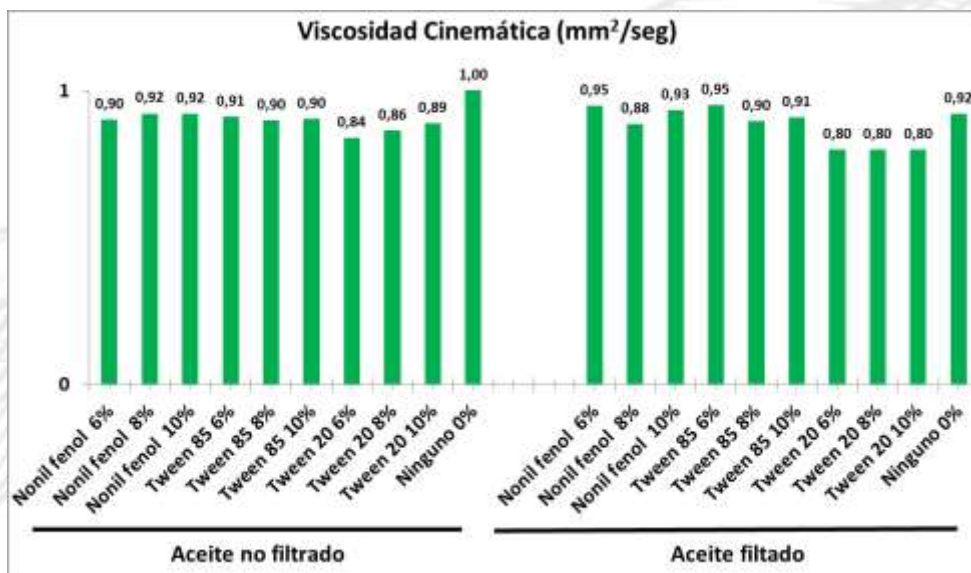
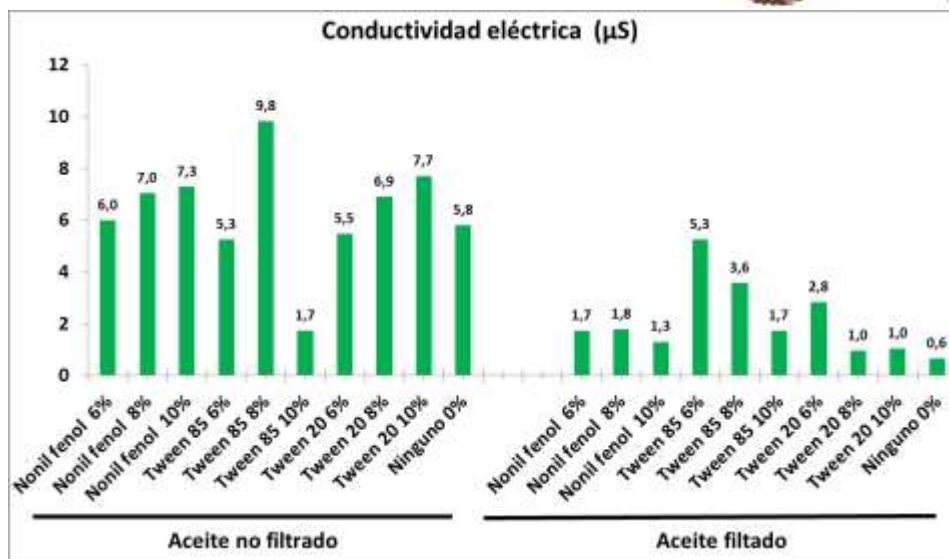


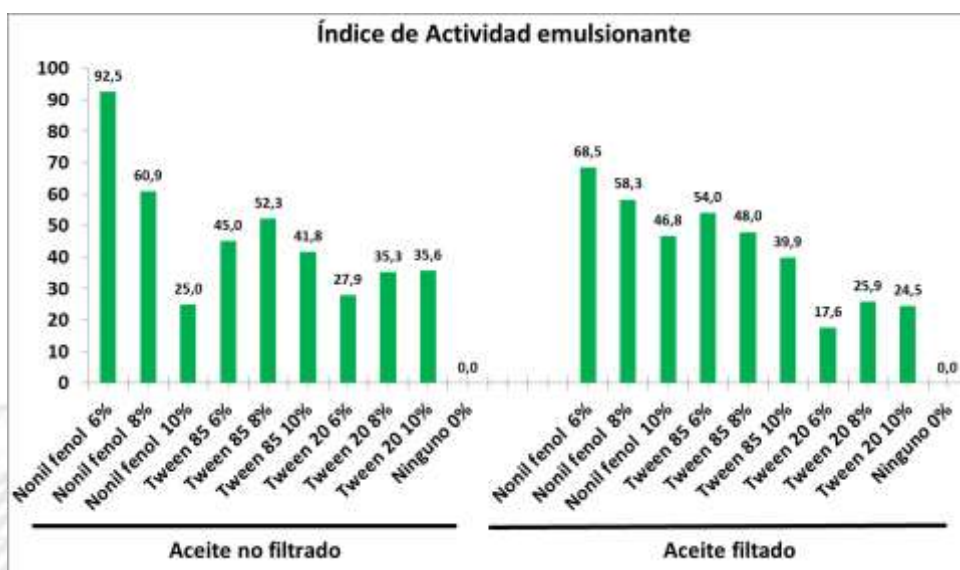
Figura 10. Viscosidad cinemática de mezcla agua-aceite de higuera-emulsionante.

En la Figura 11, la conductividad eléctrica del aceite no filtrado de higuera ha obtenido un dato de  $9,8 \mu\text{S}/\text{cm}$  con el emulsionante Tween 85 al 8% y con el mismo emulsionante al 10% con un resultado de  $1,7 \mu\text{S}/\text{cm}$ . En el aceite filtrado de higuera con el emulsionante Tween 85 al 6%, sobresale con un valor alto de  $5,3 \mu\text{S}/\text{cm}$  y el más bajo es el que no tiene emulsionante.



**Figura 11.** Conductividad eléctrica de mezcla agua-aceite de higuierilla-emulsionante.

En el Índice de Actividad Emulsionante (Figura 12), en el aceite no filtrado de higuierilla, el emulsionante nonil fenol al 6% tanto como no filtrado y filtrado, emiten resultados de 92,5 y 68,5 respectivamente, y así mismo en los valores mínimos, arrojan resultados de 0.



**Figura 12.** Índice de Actividad Emulsionante de mezcla agua-aceite de higuierilla-emulsionante

En la figura 13, el pH del Nonil fenol al 8% destaca con un resultado de 5,75, mientras que la mezcla aceite no filtrado con el emulsionante Nonil fenol al 6% Tween 85 al 8% produjo un valor de un pH de 3,89. En el aceite filtrado, sobresale la mezcla de Nonil fenol al 6% con un pH de 6,55, el emulsionante Tween 85 al 8% el mínimo valor con un pH de 3,74.



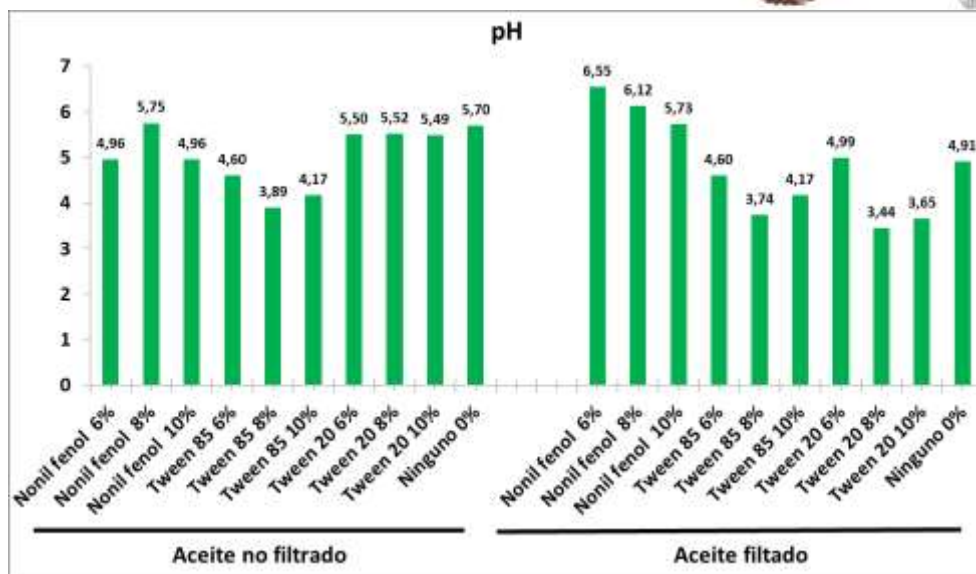


Figura 13. pH de mezcla agua-aceite de higuierilla-emulsionante

## Conclusiones

Los estudios preliminares de esta investigación, permite hacer las siguientes conclusiones:

El aceite no filtrado de piñón e higuierilla tiene un valor inferior a 1 mg KOH/g de aceite y fosforo mayor a los 50 ppm, mientras el aceite filtrado, el piñón presenta un valor inferior al aceite filtrado de higuierilla, en el contenido de fósforo, los aceite de piñón e higuierilla presenta un valor inferior a los 10 ppm de fosfátidos presente en el aceite.

En cuanto a las dosificaciones de los emulsionantes aplicados a los aceites vegetales (piñón e higuierilla), en este estudio preliminar se obtuvo variabilidad en los diferentes parámetros evaluados.

## Recomendaciones

Seguir realizando el estudio de mezcla de emulsionantes y evaluar otros parámetros, para complementan el estudio propuesto.

## Referencias

- ASTM International. D- 445. (2017). Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity). West Conshohoken, United States.
- Aguirre L. (2016). Determinación del porcentaje de viabilidad y tiempo de vida útil de tres bioplaguicidas (Trikofun, NemaKill y Baulkil) producidas por Mikroben del Departamento de Fitopatología de la Facultad de Recursos Naturales ESPOCH (Tesis de Bioingeniería Ambiental), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Boateng, B y Kusi, F. (2008). Toxicity of jatropha seed oil to *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid, *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae). *Journal of Applied Sciences Research*, 4(8), 945-951.

- Bravo, M., Rivera, D., Ale, N., Huamán, J., Muñoz, P., Rodríguez, M., y Delmás, D. (2010). Obtención de plaguicidas naturales a partir de semillas de chirimoya (*Annona cherimolia* Mill.) Y GUANÁBANA (*Annona muricata* L.). *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 13(2), 96-103.
- Carli, M., Coelho, F., y Silva, O. (2009). Guía técnica para la utilización energética de los aceites vegetales. Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agropecuaria para el Desarrollo (CIRAD).
- Carrión Matamoros, L. M., y Castro Puente, V. D. (2008). Diseño y construcción de una máquina extractora de aceite de semillas para la elaboración de biodiesel (Tesis de Grado, QUITO/EPN/2008).
- Casida, J., y Quistad, G. (1998). Golden age of insecticide research: past, present, or future? *Annual review of entomology*, 43(1), 1-16.
- Chávez, G., Parra, I., Luzardo, M., Bravo, B., Delgado, N., y Márquez, N. (2014). Influencia de variables de formulación en la viscosidad de emulsiones de surfactante aniónico-aceite-agua. *Química Nova*, 37(2), 200-208.
- Durán F. (2008). *Ciencia, tecnología e industria de alimentos*. Grupo Latino Editores. pag. 299.
- FAO. (s.f). Perspectivas para el medio ambiente. Agricultura y medio ambiente. Consultado el 03/04/2018 en: <http://www.fao.org/docrep/004/y3557s/y3557s11.html>
- Fernández, A. (2013). Preparación, caracterización y estabilidad de emulsiones y microemulsiones O. Granada, España.
- González, F. (2010). Aplicación de hidrotalcitas como adsorbentes para la reducción de la contaminación por plaguicidas de aguas y suelos (Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba).
- Isaacs, E., y Chow, R. (1992). Practical aspects of emulsion stability.
- Kosegarten, C., y Jiménez, M. (2012). Factores principales que intervienen en la estabilidad de una emulsión doble. Puebla, México: Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas.
- Mendoza, H., Cañarte, E., Rodríguez, M., y López, J. (2008). El piñón (*Jatropha curcas* L.) una alternativa de cultivo para zonas marginales secas. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Plegable divulgativo N° 341.
- Método Oficial AOCS Ca 5a-40. Ácidos Grasos Libres.
- Método Oficial (AOCS Ca-12-55). Determinación de Fósforo.
- Pimentel D., y Levitan L., (1986). Pesticides: Amounts applied and amounts reaching pests. Often, less than 0.1% of pesticides applied to crops reaches target pests. *BioScience*. 36, 2, p. 86-91.

- Prakash, A., Rao, J., & Nandagopal, V. (2008). Future of botanical pesticides in rice, wheat, pulses and vegetables pest management. *Journal of Biopesticides*, Vol. 1(2), pag. 154-169.
- Ramos E. (2015). Obtención de u insecticida biológico a partir de la Higuierilla (*Ricinus communis* L.), Machala 2014 (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala).
- Ratnadass, A., y Wink, M. (2012). The phorbol ester fraction from *Jatropha curcas* seed oil: potential and limits for crop protection against insect pests. *International journal of molecular sciences*, 13(12), 16157-16171.
- Rosseto, R., Santos, R., Bassegio, D., Secco, D., de Souza, S., Chaves, L., y Fornasari, C. H. (2012). Efeito da secagem na extração de óleos em plantas com potencial energético. *Acta Iguazu*, 1(1), 69-77.
- Ruiz R., Ruiz J., Guzmán S., y Pérez E. (2011). Manejo y control de plagas del cultivo de tomate en Cintalapa, Chiapas, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(2), 129-137.
- Serna A. y Cruz F. (2011) Composición que comprende aceites con menor tendencia al oscurecimiento para aplicación en freído industrial y su proceso de obtención. Patent WO 2011080531 A1.
- Silva, A., Lagunes, T., Rodríguez, M., y Rodríguez, L. (2002). Insecticidas vegetales: una vieja y nueva alternativa para el manejo de plagas.
- Yanggen, D., Crissman, C. y Espinosa, P. (Eds.). (2003). Los plaguicidas: impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador. Editorial Abya Yala.
- Yúfera P. y Carrasco J. (1976). *Química agrícola II plaguicidas y fitorreguladores*.
- Zambrano, F., Delgado, K., Silva, H., Nomura, R. B., Souza, D., y Andrade, C. Z. (2015). Extração e avaliação do óleo de pinhão manso (*Jatropha Curcas* L.) oriundo das cercas vivas de Manabí Ecuador. *Revista Brasileira de Energías Renováveis*, 4(1).