

## CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DEL ACEITE DE CUATRO ECOTIPOS DE PIÑÓN (*Jatropha curcas L.*) DE LA PROVINCIA DE UTCUBAMBA - REGIÓN AMAZONAS CON POTENCIAL PARA BIODIESEL.

V. Guevara-Sánchez <sup>(1,2)</sup>, J. Purizaca-Jiménez <sup>(1,2)</sup>, R. Garay-Montes <sup>(1)</sup>, M. A. Barrena <sup>(2)</sup>

<sup>1</sup> Estación Experimental “El Porvenir” - INIA, Juan Guerra, San Martín

<sup>2</sup> Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Facultad de Ingeniería Agroindustrial – Amazonas.

### Resumen

Con la finalidad de determinar parámetros que incrementen la extracción de aceite mediante prensado hidráulico del ecotipo de piñón que presenta mejores condiciones para la elaboración de biodiesel, fueron recolectados cuatro ecotipos de piñón, en estado de madurez fisiológica; de la provincia de Utcubamba - Región Amazonas de los distritos, Cajaruro, Bagua Grande, El Milagro, y Cumba. El contenido de aceite de los ecotipos fue determinado por método Soxhlet con éter de petróleo como solvente, paralelamente se determinó el contenido de aceite mediante prensa hidráulica para ver la eficiencia por este método. Luego se compararon rendimientos de estos métodos y se determinaron parámetros que den mejores rendimientos por el método de prensado hidráulico, se utilizó DCA y Tuckey al 95 % de probabilidad. Se realizó análisis de control de calidad al aceite: índice de acidez, humedad, densidad, etc. Los análisis fisicoquímicos indican que el ecotipo de Bagua Grande tuvo mayor contenido de aceite con respecto a Cajaruro. Se concluyó que los ecotipos El Milagro y Cajaruro presentan mayor potencial para biodiesel por poseer menor índice de acidez. Para extraer aceite piñón se debe reducir la humedad menor a 10 %; y si eliminamos la testa, la humedad no debe exceder al 8 %.

**Palabras clave:** Caracterización fisicoquímica, ecotipos y biodiesel.

### INTRODUCCIÓN

El aceite de *Jatropha curcas L.* fue utilizado hace mucho tiempo como fuente de energía es por ello que se presta para uso directo como biocombustible en motores especialmente convertidos o procesados para producir biodiesel y mezclado con el diesel existente sin necesidad de convertir el motor. El biodiesel fue el primer combustible en ser usado cuando Rudolf Diesel presentó su motor en Augsburg, Alemania el 10 de Agosto de 1893. Por esta razón, se ha declarado este día como el “Día Internacional del Biodiesel”.

Actualmente se proyecta el uso racional de aceites, principalmente de *Jatropha curcas L.* como fuente para biodiesel en diferentes países, especialmente en el Perú según el Decreto Supremo N°. 021-2007-EM que regula el Reglamento de Comercialización de Biocombustibles (mezcla B2 desde el 2009 y mezcla B5 desde el 2011). Tendrá como principal efecto una gran demanda por aceite, y como consecuencia de cultivos oleaginosos, que podría impulsar un crecimiento importante en el sector agrícola.

La región Amazonas, cuenta con especies vegetales poco conocidas, cuyos frutos contienen grandes cantidades de materia grasa; las mismas que no han sido

suficientemente estudiadas y a pesar que el Perú es un país deficitario en producción de grasas y aceites.

La finalidad del trabajo de investigación fue recolectar ecotipos de piñón de la provincia de Utcubamba-Región Amazonas con potencial para biodiesel, determinar el contenido de aceite de cada ecotipo de piñón, identificar el ecotipo de piñón de mayor potencial como fuente de materia prima para biodiesel y determinar los parámetros para lograr la mayor extracción de aceite de piñón por prensado hidráulico.

## **MATERIALES Y METODOS**

### ***Lugar de ejecución***

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Postcosecha y Agroindustria de la Estación Experimental Agraria – El Porvenir del Instituto Nacional de Innovación Agraria de Tarapoto. Los análisis fisicoquímicos, se realizaron en el Laboratorio de Química y en el Laboratorio de Tecnología de Productos Agroindustriales de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

### ***Características de la materia prima***

Las semillas procedieron de 4 distritos de la provincia de Utcubamba - Región Amazonas los cuales son Cajaruro, Bagua Grande, El Milagro, y Cumba donde se recolectaron en 3 meses diferentes (enero, marzo, mayo) y en estado de madurez fisiológica, de plantas cultivadas como cercos vivos por agricultores

### ***Extracción de aceite***

Se extrajo el aceite de las semillas de piñón por el método de Soxhlet para saber de forma cualitativa cuanto es su contenido, de esta manera saber la eficiencia de la extracción. Para ello se utilizaron semillas de la planta patrón (la más antigua de cada ecotipo).

Para verificar los mejores rendimientos de extracción de aceite, se plantearon los siguientes parámetros de extracción: humedad de semillas enteras con doble prensado (2.6, 3.2, 4.2, 5.5, 6.5 y 10.1), humedad de semillas enteras prensado único (2.5, 3.8, 5.7, 6.2 y 8), temperatura (°C) de semillas prensado único (18, 30, 40, 50 y 60), presión (Psia) variable prensado semillas enteras (577, 1153, 2306, 3460 y 5767), humedad de testa prensado único (2.8, 6.1 y 7.9), humedad de semilla molida único prensado (3.2, 3.8 y 5.9) y tamaño de partícula de testa con prensado único (entero y molido)

Definidos estos parámetros, se realizó el acondicionamiento del equipo a modo de trabajo, limpiamos las semillas recolectadas de los cercos vivos (cultivados por agricultores) de la provincia de Utcubamba-Amazonas libres de materiales extraños y semillas deterioradas calentadas previamente (según objetivo de trabajo), se pesó 250 g de cada muestra de semilla de piñón semisecas peladas manualmente (8,5 % de humedad aprox.), para favorecer la extracción de su aceite. Se accionó la gata hidráulica para desplazar verticalmente el cilindro permitiendo el ingreso del pistón hasta presionar las semillas y extraer el aceite. Luego se retiró el cilindro y se escurrió el aceite en el depósito colector de aceite. Finalmente se decantó, filtro, se ajustó la humedad (planteado anteriormente), envasó y almacenó el aceite para el análisis respectivo.

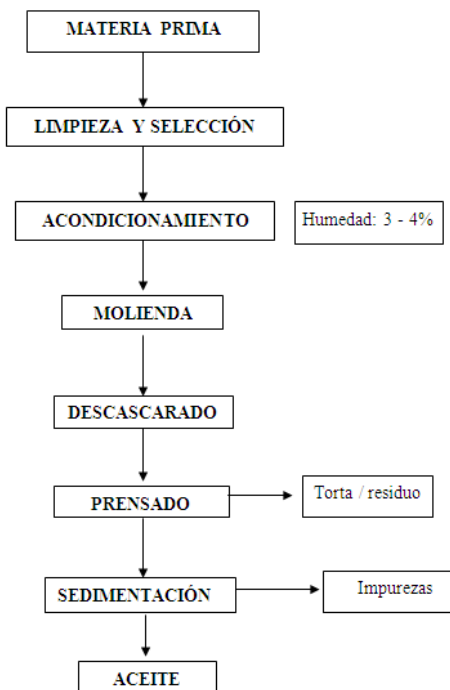


Fig.1. Flujoograma general para la extracción de aceite por prensado.

### **Diseño experimental**

Se utilizara diseño completamente al azar (DCA) para el análisis de los resultados. Se analizaran las medias para ver significancias entre ellos, como variable dependiente se tendrá al rendimiento de extracción de aceite y como variable independiente se tendrán los ecotipos.

Tabla 1. Contenido de aceite método Soxhlet

### **Caracterización del aceite**

Los análisis de caracterización se realizaron utilizando los métodos oficiales de determinación de análisis de aceites y grasas. La densidad estuvo basada en la relación de su masa y su volumen, afectada por la temperatura realizándose por el método recomendado por la A.O.C.S 1989. La viscosidad del aceite (utilizando un viscosímetro rotatorio), determinación de impurezas, humedad y materias volátiles, determinación del punto de humo, determinación del punto de combustión, determinación del índice de acidez, determinación del índice de yodo y determinación del índice de peróxido se realizaron también según las normas de la A.O.C.S 1989.

### **RESULTADOS**

#### **Extracción de aceite**

La cantidad de aceite que contienen las semillas de los cuatro ecotipos estudiados se muestran en el cuadro 1. Con estos valores se determinó la eficiencia de extracción que tuvo el prensado hidráulico de las semillas de piñón.

Ecotipo	Semillas frescas		Semillas secas		% Aceite	
	% Humedad	% Aceite	% Humedad	% Aceite	Almendr a fresca	Almendr a seca
Cajaruro	42.82	31.38	8.47	39.03	53.89	58.88
Bagua Grande	43.53	38.97	8.22	38.57	56.98	62.09
El Milagro	44.06	35.72	9.53	37.09	56.05	61.95
Cumba	43.73	35.76	7.59	39.10	56.58	61.23

Realizada la extracción de aceite de la almendra seca por el método soxhlet, se obtuvo 61,04 % de aceite en promedio, lo que corresponde a 38,45 % de la semilla en las mismas condiciones de secado, demostrando alto contenido de aceite; estos resultados concuerdan con los obtenidos por Heller (1996) quien reporta para la almendra de la semilla de piñón cuya humedad fue 3,78 % que contenía 59,78% de aceite correspondiente a 32,9 % de la semilla con la misma humedad.

Al realizar el análisis de varianza (ANVA) de los parámetros evaluados, resulto que para la humedad de las semillas con doble prensado, se pudo ver diferencias entre las humedades planteadas, habiendo mayor rendimiento de extracción de aceite en humedades bajas y por más que se reduzca la humedad a menos del 4,2 % obtendremos rendimientos mayores pero similares, lo cual conviene la humedad de 4,2 % para ahorrar energía, esto según Tuckey a 95% de confianza.

Para la humedad de las semillas con un prensado, se observa diferencia entre las humedades planteadas, siendo las semillas con humedad entre 2,5 y 3,8 %, las más adecuadas para obtener máximos rendimientos similares y por ahorro de costos en secado se opta por la humedad 3,8 %, también por Tuckey con 95% de confianza.

En el caso de la variación de la temperatura de semilla con un prensado, también hay diferencia entre las temperaturas planteadas, siendo la temperatura de 30 °C la más recomendada, puesto que por más que se incremente la temperatura se obtendrá rendimientos similares.

La prueba Tuckey para la variación de la humedad de la almendra muestra también diferencias entre ellas, recomendando reducir la humedad hasta 2.8 % para obtener mayor rendimiento durante la extracción de aceite.

En cuanto a la humedad de la semilla molida nos indica que también existe diferencia entre ellas, siendo las humedades de 3,2 y 3,8 % los que sobresalen con rendimientos altos entre 23,5 y 25,4 % de aceite en el prensado hidráulico a máximas presiones, eligiendo 3,2 % para evitar costos durante secado excesivo.

En el tamaño de partícula (molidas y no molidas) de la testa no existen diferencias entre ellas, lo que indica que no hay necesidad de moler o triturar las semillas, si sometemos a máximas presiones de prensado hidráulico

Los ecotipos de la provincia de Utcubamba presentan igual contenido de aceite demostrado en la comparación de medias a través de la prueba de Tukey con 95% de confianza, siendo muy similar a los

resultados de otras investigaciones. Los resultados indican además, que el contenido de aceite en testa es 1,34 %, demostrando así que en un sistema de extracción por solventes se puede extraer la mayor cantidad sin necesidad de retirar la testa de la semilla; en cambio en el prensado hidráulico se obtiene mayor rendimiento al eliminar la testa por lo que en éste se adhiere pequeñas cantidades del aceite.

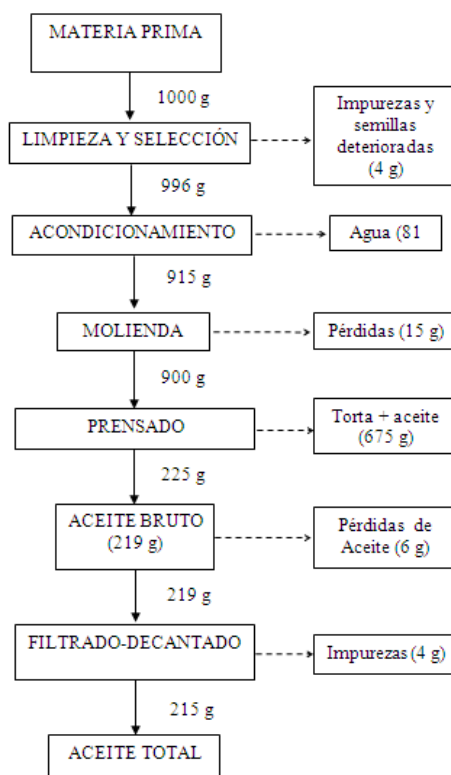


Fig. 2. Balance de masa de extracción de aceite por prensado hidráulico.

Tabla 2. Rendimiento neto en la extracción por prensado hidráulico de semillas de piñón

Repetición	Peso de semillas (g)	Peso de aceite bruto (g)	Rendimiento (%)	Eficiencia (%)
1	250.3	61.24	24.48	65.8
2	250.12	65.51	24.48	65.8
3	250.45	61.28	26.16	70.3
Promedio	250.29	62.68	25.04	67.3

### Caracterización del aceite

Las muestras para determinación de humedad y materia volátil, impurezas, punto de humo, punto de combustión, fueron almacenados por 10 días aproximadamente. La muestra para el índice de yodo fue clarificada por dos meses en ambiente oscuro, en sistema cerrado.

Chenard, D. G., (2004) manifiesta que la densidad del aceite de piñón a 20 °C es 0,9149 g/cm<sup>3</sup>; dato similar al obtenido en el trabajo de investigación, donde la densidad promedio a 20,2 °C fue de 0,9151 g/cm<sup>3</sup>

En la determinación de impurezas, los porcentajes de 0,74, 0,97 y 2.43 obtenidos corresponden a muestras de semillas prensadas: sin testa, enteras y molidas respectivamente; durante la extracción de aceite, por lo que en el prensado de semillas sin testa, se obtiene menor contenido de impurezas. El grado de impureza aumenta con el desprendimiento de parte de los componentes de la torta (gomas, fosfolípidos, carbohidratos, proteínas solubles, etc) (Bernardini, 1981).

Las semillas de piñón investigadas en este trabajo fueron almacenadas entre 5 a 6 % de humedad, donde lo más común es que la acidez se incremente o se mantenga durante el almacenamiento. El índice de acidez obtenido comprende entre 0,58 y 1,15 para una muestra de aceite filtrado, decantado, almacenado por 3 días en oscuridad y cerrado herméticamente, demostrando variación significativa entre cada ecotipo. Estos valores para el índice de acidez son mucho menores a 8 según Castro, P., (2007). En cuanto al índice de acidez, este varía con el tiempo, excepto en el caso de la acidez del aceite crudo de algodón que su valor no aumentó durante cinco meses de almacenamiento según Bailey (1961).

El índice de peróxido obtenido está entre 2,3 y 2,7 mili equivalente O<sub>2</sub> activo/kg de aceite existiendo diferencias significativas entre ecotipos puesto que el aceite se expuso al ambiente y la luz a partir del tercer día de la extracción hasta el sexto día en la que se efectuó la investigación. Nuestros resultados son menores respecto a Chenard, D. G., (2004) que reporto índice de peróxido para el aceite de piñón e higuierilla de 10 y 0,1 mili equivalente de oxígeno activo/kg de aceite respectivamente.

Los resultados de la caracterización muestran que el piñón existente en la provincia de Utcubamba mantiene características fisicoquímicas muy parecidas a resultados obtenidos en otras investigaciones. Los ecotipos de piñón de la provincia de Utcubamba, muestran diferencias significativas solo para el índice de acidez y para el índice de peróxidos.

## CONCLUSIONES

Se determinaron parámetros adecuados para incrementar el rendimiento de semillas de piñón mediante prensado hidráulico, siendo los ecotipos de El Milagro y Cajaruro los cuales presentaron mayor potencial para biodiesel debido a que estos mostraron menor índice de acidez y mayor índice de peróxido 0,58 y 0,69 respectivamente, demostrado en la prueba de Tukey al 95% de confianza.

Los parámetros más adecuados para extraer aceite por prensado hidráulico a partir de semillas de piñón son: semilla sin testa (entera o molida), temperatura mayor a 30 °C y humedad menor de 3,8 %.

El porcentaje promedio neto de extracción de aceite fue de 25,04 %. Es decir, de cada 100 gramos de semilla molida que ingresa al prensado se obtiene 25,04 gramos de aceite en bruto. Con esto se puede concluir que para lograr el máximo porcentaje de extracción de aceite de semillas de piñón se utilizó una muestra molida y humedad 3,2 %.

La eficiencia de extracción nos indica que se puede extraer hasta 67,3 % del contenido medio de aceite de la semilla de piñón.

## REFERENCIAS

- A.O.C.S., 1989. Oficial and tentative Methods of The American Chemist Society. Estados Unidos, 466 pp
- Bailey, A.E. 1961. Aceites y grasas Industriales. 2da Edición. Reverté S.A. Zaragoza - España. 4-13, 18-32, 59-82, 425-448 p.
- Bernardini, E. 1981. Tecnología de aceites y grasas. 1ra. Edición. Editorial Alambra S.A. Madrid – España. 460-489, 498 p.
- Castro, P; Coello, J; Castillo, L; 2007. Opciones para la Producción y uso del biodiesel en el Perú. Soluciones prácticas – ITDG. Primera Edición. Lima 18. Impreso por Forma e Imagen. Perú.
- Chenard, D. G.; Reyes, C. Y; Pérez, R. L; 2004. Influencia del biodiesel sobre la calidad del combustible diesel. Centro de investigaciones del petróleo, La Habana – Cuba
- Heller, J. “Phisic Nut – *Jatropha Curcas*” International Plant Genetic Resources Institute. Revista de la *Jatropha curcas* L.Roma, 1996. 13(4).