

# Uso de los racimos de fruta vacíos para generar calor o energía

Using Empty Fruit Bunches for Heat and/or Power Generation



**Alexander van Heuverswyn**

Vyncke, Bélgica  
avh@vyncke.com

## Palabras CLAVE

Caldera, racimos de fruta fresca como combustible

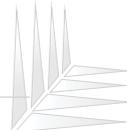
Boiler, empty fruit bunches as fuel

Editado por Fedepalma a partir de la grabación de video y la presentación en power point.



## Resumen

Con los precios de los combustibles nuevamente al alza y unos márgenes de trituración cada vez más estrechos, los procesadores de aceite están forzados a exprimir esa gota adicional de aceite. Pero ¿están sacándoles todos los beneficios a sus subproductos? Lo que antes solía llamarse subproducto hoy se llama desechos de biomasa. Ya no es viable botar o quemar estos desechos en sistemas de baja eficiencia, debido a que se han convertido en un valioso producto básico verde, siguiendo inmediatamente al precio de los combustibles fósiles. La industria de aceites y granos, como fuente principal de desechos de biomasa, está constantemente evaluando la manera de optimizar los retornos de los mismos. La opción obvia es usarla en el sitio para generar energía para procesos productivos. La biomasa obtenida del procesamiento de oleaginosas presenta diferentes retos de combustión en comparación con los combustibles sólidos tradicionales. En particular, la presencia de potasio y cloruros en la ceniza requiere diseños de horno y caldera especializados, de lo contrario ocasionarán la formación de clinker, y corrosión de la caldera. Este artículo se refiere a esos retos y la manera de superarlos.



## Abstract

With fuel prices back on the rise and crushing margins getting thinner, oil processors around the globe are forced to squeeze that extra drop of oil. But are they squeezing all the benefits out of their by-products? What used to be called a by-product is now called biomass waste. It is no longer viable to dump or burn this waste in low efficiency systems as it is becoming a valuable green commodity, following closely on the heels of the fossil fuel price. As a major global source of biomass waste, the oil and grain industry is constantly evaluating how to optimize the returns on its biomass waste. The obvious choice is to use it on site to generate process energy. Biomass from oilseed processing shows different combustion challenges compared to traditional solid fuels, such as coal or wood chips. The ash content is generally higher, but more importantly the chemical composition of the ash is very different. In particular the presence of potassium and chlorides in the ash require specialized furnace and boiler designs otherwise they will cause clinker formation and boiler corrosion. This paper addresses those challenges and how to overcome them.



## Aplicaciones de los racimos de fruta vacíos

La primera aplicación que puede hacerse de los racimos de fruta vacíos, y que resulta ser la más fácil, es quemarlos. Eso, por supuesto, no tiene costo; pero tampoco resulta en ganancias para el productor, y en cambio sí le genera problemas de tipo ambiental.

Otra aplicación es volverlo mulch y usarlo como fertilizante; sin embargo, muchas plantas de beneficio tienen problemas con tal alternativa por los costos que representa por ejemplo el transporte de la fábrica a la plantación, la distribución en el campo, las distancias entre la extractora y la plantación, el mantenimiento vial, etcétera.

Una tercera opción es convertir los racimos de fruta vacíos en combustible, mediante algunos mecanismos. El primero de ellos –que no es el mejor– es enviarlos tratados desde la planta de beneficio; es decir, desfibrados y prensados, con la humedad que les permita arder en la caldera, a una planta de energía o a una refinería. Otra forma es transportarlos de uno a otro sitio, pero sin tratar. Esto últi-

mo presenta la desventaja de que el racimo no se puede quemar entero, por lo cual habría que desfibrarlo y prensarlo primero, cosa que se necesitaría hacer antes de que se cumpliera cierta edad, después de la cual se dificulta su tratamiento por la dureza alcanzada.

De manera que la mejor solución es quemarlo en la planta de beneficio o en la refinería, y quizá mezclarlo con algo de cuesco, cuyas sobras podrían venderse, utilizarse en la refinería o venderse luego en forma de energía. Las ventajas del cuesco son su alto valor calórico y alta densidad, lo cual redundaría en menores costos de transporte, que es uno de los de mayor peso en el costo total de producción de combustible.

La Tabla 1 es una hoja de datos del combustible que se considera el ideal en el que deben convertirse los racimos de fruta vacíos. Estos salen de la planta de beneficio con un contenido de humedad de 65%, que es imperativo reducir a 50%.

El mayor problema de usar racimos de fruta vacíos es el bajo punto de fusión de la ceniza (debido al alto contenido de potasio) y que son un elemento muy abrasivo.

**Tabla 1.** Hoja de datos del combustible.

Tipo de combustible	Racimos de fruta vacíos
Contenido nominal de humedad	45% - 2.300 kcal/kg, 9.623 kJ/kg
Contenido de humedad máximo	50% (LHV = 1.800 kcal/kg, 7.536 kJ/Kg)
Densidad aparente	100-150 kg/m3
Contenido de ceniza	3-5 w%
Punto de reblandecimiento de cenizas	< 950 °C
Abrasividad	Alta

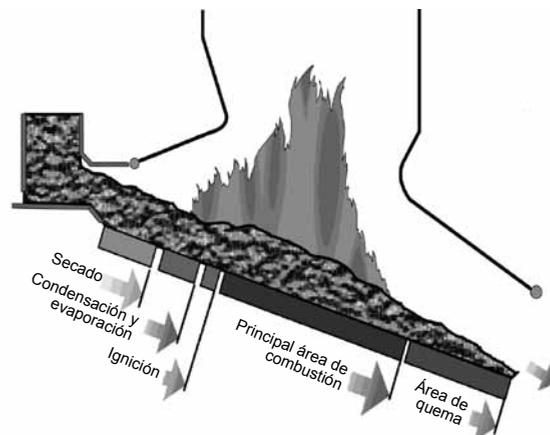
## Retos y soluciones

Para asegurar una producción confiable, una que sea con mínimo tiempo improductivo y máxima eficiencia, las plantas alimentadas por biomasa deben diseñarse cuidadosamente para salir adelante con los retos específicos que plantea su combustible, como son:

**Reto 1.** El primero de los retos se origina en que, como se dijo, los racimos de fruta vacíos tienen demasiada humedad, la cual debe reducirse al 50%. De lo contrario, la combustión del proceso será inestable e incapaz de satisfacer las necesidades que se tengan.

La solución para superar tal problema es realizar el proceso de combustión en unas rejillas de paso (Figura 1). El primer paso es el secado, seguido de la condensación y la evaporación, tras los cuales se da la ignición en el área principal de combustión y más adelante se consume el combustible en otra área donde quedan las cenizas. El área de secado, si se utilizan racimos de fruta vacíos (que tienen un alto contenido de humedad), será más larga que por ejemplo si se usa solo cuesco como combustible, cuando el fuego se encenderá casi al comienzo de la parrilla.

La idea es dividir el grado de paso en diferentes zonas, cada una de las cuales tiene distintas velocidades (Figura 2), porque en la de secado, por ejemplo, tendrá que disminuirse la velocidad de avance si se quiere lograr la reducción deseada de la humedad. En cambio, la del área de las cenizas avanzará con rapidez, porque allí no habrá nada más que quemar.

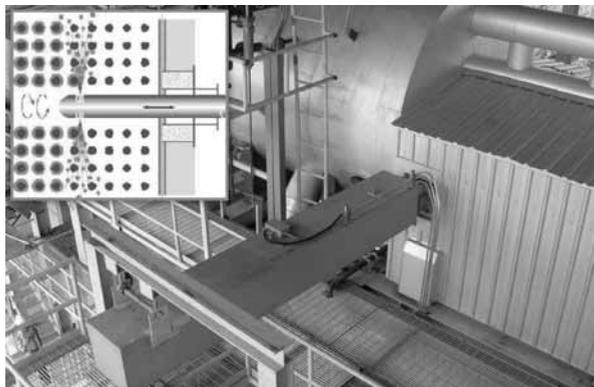
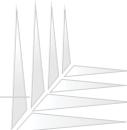


**Figura 1.** Parrillas del proceso de quema de los racimos de fruta vacíos.

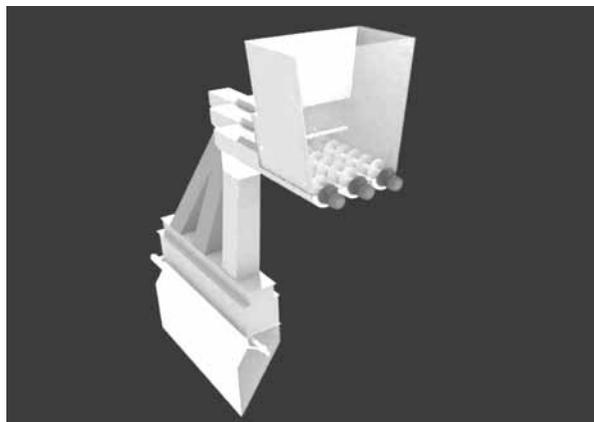
Ahora bien, enfriando la parrilla es posible tener un mejor control de la combustión. Se trata de usar el aire no tanto para enfriar, como para controlar la combustión; asimismo es recomendable reutilizar el calor del agua cambiándolo a precalentado.



**Figura 2.** Las diferentes zonas de la combustión tienen diferentes velocidades.



**Figura 3.** Una solución para evitar que se formen suciedades en la pared de la caldera es utilizar un aparato de limpieza, con el fin de que el combustible entre a una temperatura menor de la de fusión de la ceniza.



**Figura 4.** El más novedoso aparato alimentador de combustible de la empresa Vyncke.

**Reto 2.** Está dado por el bajo punto de fusión de la ceniza, de menos de 950 °C, lo cual tiene consecuencias sobre el mantenimiento y la eficiencia de la caldera.

Para evitar el problema se utiliza un aparato de limpieza (Figura 3), antes de que entre en los tubos de ignición. Se trata de que lleven la temperatura correcta y esto significa que esté por debajo de la de fusión de la ceniza. De forma tal que la caldera está diseñada para que la temperatura de su pared sea más baja que la temperatura del punto de fusión de la ceniza, porque cuando aquella es más alta, las cenizas se pegan a la pared, se mezclan y se forman suciedades y “clinker”.

**Reto 3.** Lo representa la característica de “muy abrasivo” de los racimos de fruta vacíos,

lo cual aminora el tiempo de vida de las instalaciones, debido al desgaste. Por tal razón, hay que utilizar los materiales correctos. El más novedoso aparato alimentador de combustible de la empresa Vyncke es el de la Figura 4, que incorpora mejoras, pues es crucial para el proceso la forma como entre el combustible al sistema.

**Reto 4.** Otro problema que constituye un reto es que las fibras se enredan cuando están en las rejillas de paso, cosa que dificulta el paso del aire primario, al igual que el manejo del combustible; hay que asegurarse de que cuando se descarga el camión, el combustible se esparza de la forma adecuada.

**Reto 5.** Por último, vale mencionar el reto que comporta la baja densidad, el cual trae consecuencias sobre la logística de los racimos de fruta fresca, que se subestiman, y sobre el manejo del combustible. Porque, como se verá, se necesita cierta cantidad de racimos para generar vapor y ello se debe a su alto contenido de humedad.

## Oportunidades

La Tabla 2 es el caso de una caldera de vapor de 20 toneladas a 20 bar y 260 °C utilizada en una planta de beneficio, cuya eficiencia es de 83%. El de la inversión es un costo promedio y, por supuesto, en el combustible pesado la inversión para los palmeros es cero, puesto que cuentan con él.

No obstante, es importante decir que operar una caldera alimentada con biomasa es más difícil que hacerlo con una de combustible fósil, debido a que necesita mucho más mantenimiento. El ahorro anual en los costos operativos estará alrededor de US\$2,8 millones (tablas 3 y 4), pero hay una inversión adicional en la caldera y es el sistema del manejo del combustible, de manera que el periodo de retorno será de entre 2 y 2,5 años. Por supuesto que si se cuenta con combustible propio, el periodo de retorno de la inversión será apenas cercano a un año.

**Tabla 2.** Caldera de vapor de 20 toneladas a 20 bar y 260 °C.

Requerimientos de energía	Raquis	Unidad	Combustible pesado	Unidad
Promedio de producción de energía de la caldera	12,00	Gcal/h	12,00	Gcal/h
	13,92	MW	13,92	MW
	50,23	GJ/h	50,23	GJ/h
Eficiencia de la caldera	83	%	80	%
Promedio de entrada de energía de la caldera	14,46	Gcal/h	15,00	Gcal/h
	16,77	MW	17,40	MW
	60,52	GJ/h	62,79	GJ/h
Horas anuales de operación de la caldera	7.920	h/y	7.920	h/y
Valor calórico del combustible	1.950	kcal/kg	9.840	kcal/l
	8.163	kJ/kg-m <sup>3</sup> -l	41.190	kJ/m <sup>3</sup>
Salida de energía anual	110,2	GWh	110,2	GWh
Inversión	Raquis	Unidad	Combustible pesado	Unidad
<b>Costo total de la inversión</b>	<b>4,5 – 5 Mio</b>	<b>US\$</b>	<b>0</b>	<b>US\$</b>

**Tabla 3.** Costos operativos.

Costos operativos	Raquis	Unidad	Combustible pesado	Unidad
Consumo de combustible promedio por hora	7,41	t/h	1.524	l/hora
Consumo de combustible promedio por año	58.721	t/año	12.073.171	l/año
Precio por la compra del combustible	50	US\$/t	0,6	US\$/l
Costo anual del combustible	2.936.052	US\$/año	6.640.244	US\$/año
Total del costo anual por electricidad	792.000	US\$/año	158.400	US\$/año
Total del costo anual de los repuestos	28.500	US\$/año	0	US\$/año
Horas hombre/día de funcionamiento de la caldera y limpieza	48	Horas hombre/día	24,0	Horas hombre/día
Costo anual de las horas de trabajo	79.200	US\$/año	39.600	US\$/año
Costo anual de la medición	0		0	US\$/año
Costos operativos anuales	4.053.252		6.838.244	US\$/año

**Tabla 4.** Análisis de la inversión.

Análisis de la inversión	Raquis vs. combustible pesado	Unidad
Ahorro anual en costos operativos	2.784.992	US\$/año
Inversión de costos adicional	4,5 to 5 Mio.	US\$
Periodo de retorno	2-2,5	Año