

Análisis de las principales consideraciones para el diseño de calderas de biomasa

Analysis of the main considerations for the design of biomass boilers

Nájera Mendoza María del Carmen¹, Padrón Morales Denisse Alejandra², Villafaña Villafaña Dulce Dolores³, Juan Antonio Ramírez Vazquez⁴

^{1,2,3}Licenciatura en Ingeniería Ambiental, Departamento de Ciencias Ambientales, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato

⁴Departamento de Ciencias Ambientales, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato

mdc.najeramendoza@ugto.mx¹

da.padronmorales@ugto.mx²

dd.villafanavillafana@ugto.mx³

juan.ramirez@ugto.mx⁴

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo determinar las emisiones de CO, NOx y partículas contaminantes de gases de combustión, procedentes de una caldera de biomasa. Las metodologías experimentales se introducen sistemáticamente y se encuentran basadas en la: NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-085-SEMARNAT-2011, CONTAMINACION ATMOSFERICA-NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EMISION DE LOS EQUIPOS DE COMBUSTION DE CALENTAMIENTO INDIRECTO Y SU MEDICION. Se utilizo Testo 340, un instrumento de análisis de gases de combustión que nos permitió obtener los siguientes datos; agave: CO 829 ppm, NO 1 ppm; avena: CO 364 ppm, NO 6 ppm, ambos con un CO₂: 20.7%. Sobre pasando los niveles máximos permisibles de 300 ppm según lo indicado en la norma antes mencionada.

Palabras clave: biomasa; caldera; combustión.

Introducción

La biomasa es una fuente de energía renovable que puede reponerse en un periodo relativamente corto. La biomasa son materiales orgánicos con base de Carbono que proceden de las plantas, como la madera, los cultivos y los desechos animales. Almacena la energía química de la luz solar mediante fotosíntesis en enlaces de moléculas de carbono, hidrógeno y oxígeno. Por lo tanto, la combustión de biomasa produce principalmente CO₂ y H₂O en combustión completa. Pero en una combustión real es muy complejo porque tiene 3 etapas: secado de combustible, pirólisis/gasificación, Oxidación final en el carbono y los gases de combustión.

La correcta selección de la tecnología de combustión depende de múltiples factores a tener en cuenta. Los principales son: Potencia necesaria (en función de la talla de la planta), Condiciones de operación del flujo de calor (secado y/o producción energía), Combustible a utilizar.

Metodología Experimental

La medición de las emisiones del humo como número de mancha, monóxido de carbono, partículas, óxidos de nitrógeno y dióxido de azufre deben realizarse con la frecuencia y bajo las condiciones que se indican en la Tabla 2 y con los métodos a que se refiere la Tabla 3 de esta Norma Oficial Mexicana o un método alternativo previa autorización de la Secretaría mediante Trámite inscrito en el Registro Federal de Trámites y Servicios como SEMARNAT 05-005-A Uso de Equipos, Procesos, Métodos de Prueba, Mecanismos, Procedimientos o Tecnologías Alternativas a las establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas en Materia Ambiental, modalidad A o SEMARNAT 05-005-B Métodos de prueba alternos que cuenten con autorización anterior publicada en el Diario Oficial de la Federación. Las mediciones de número de mancha, CO, partículas, NOx, y SO₂ para comprobar el cumplimiento de la norma, deben ser realizadas por laboratorios acreditados

y aprobados en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Los resultados y/o informes de los análisis deben estar disponibles para su revisión por parte de la autoridad ambiental. Los métodos analíticos indicados para los contaminantes gaseosos miden directamente su concentración en los gases de combustión; el método isocinético para partículas mide su concentración en mg/m³. En forma simultánea se debe medir o calcular el flujo de gases en la chimenea, (Φ), así como la concentración de O₂ para corregir los resultados a las condiciones de referencia de 25°C, 1 Atm y 5% de O₂, base seca.

Para las mediciones se utilizó un analizador de gases de combustión, figura 1. Se realizará la prueba de combustión con las muestras de pellets de Agave y Maíz-Avena, figura 2. Las pruebas se llevarán a cabo al aire libre, se realizará la quema de cierta cantidad de pellets, para hacer la medición de gases, estos datos se guardarán en el Testo. Para esto situaremos la sonda de combustión de manera que la punta de esta en el centro del flujo de gases y de esta forma se estarán leyendo las cantidades de gases que suelte los pellets, esto se almacena en la memoria del testo.



Figura 1. Equipo de medición de gases de combustión Testo 340



Figura 2. a) Pellets agave, Pellets de Trigo, Pellets de Maíz y Avena.

Resultados

Las temperaturas que fueron variando durante el proceso estés se midieron mediante una cámara termografía esta tiene un rango de temperatura que va desde -20 a 400°C. Este proceso se llevó a cabo al aire libre en un recipiente de aluminio se prendió fuego a un ocote de esta manera ir calentando el recipiente. Empezó con temperatura baja y así fue subiendo. Las emisiones producidas por la quema de pellets fueron H₂O, CO, CO₂, SO₂.

Las emisiones de gases de combustión bajo diferentes entradas de aire, ya que esto se realizó al aire libre, la dirección del flujo es en la intemperie, pero en un sistema cerrado lo decide el fabricante y se puede modificar.

Tabla 1. Concentraciones de los gases de combustión

Muestra (30g)	CO (rpm)	O (%)	SO ₂ (rpm)	NO (rpm)
Agave	829	20.24	33	10
Maíz-Avena	364	20.87	0	6

Estos datos que se muestran en la tabulación pertenecen a los gases de combustión de los pellets de agave, maíz-avena, como se puede observar el CO es de 829 rpm para el agave, se refiere a las ppm de CO, tienen que ser menor o igual a 300 para que sea una buena combustión ya que si se sobrepasa de esta cantidad sería indicador de una mala combustión. Los factores que alteran, uno de ellos es el oxígeno (O). Analizando los datos en ambas muestras hubo mala combustión, ya que ambas sobrepasaron de 300 en CO₂ por el motivo que el procedimiento se realizó al aire libre.

Antes de cada prueba la sonda debe de limpiarse para que no queden residuos en el hollín de otras partículas, la forma de limpiar la sonda es con agua destilada lavar la sonda puede complementarse con una tela húmeda igual por agua destilada de esta manera poder retirar correctamente todos los residuos del hollín. Nunca se debe usar jabón o algún producto agresivo para el equipo.

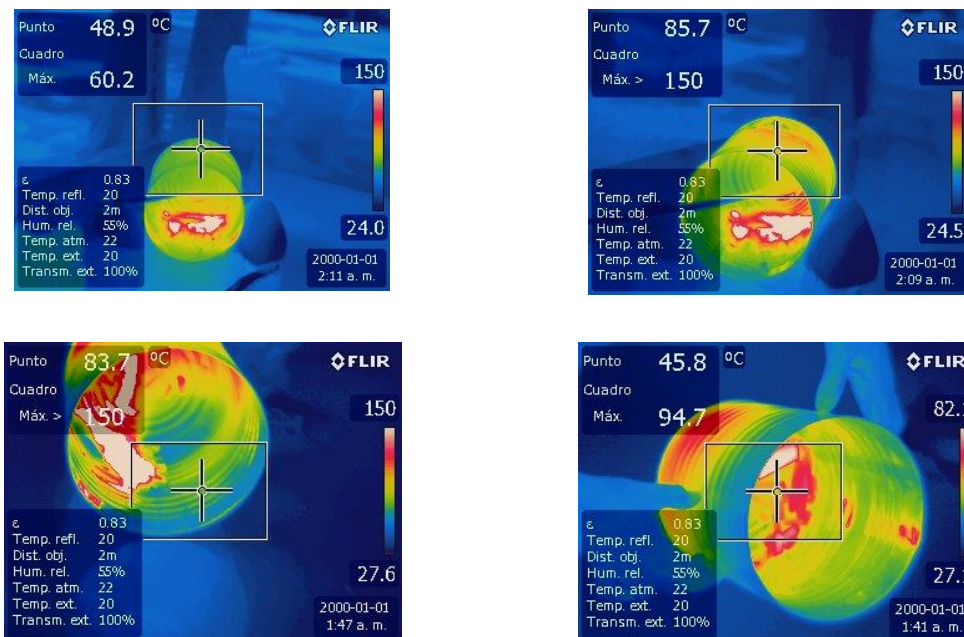


Figura 4. Imágenes obtenidas por cámara termográfica.

El recipiente donde se hizo la quema de los pellets se fijó, para poder hacer la quema de las siguientes biomásas al aire libre para poder captar la combustión de gases. Los pellets de avena, agave y maíz-avena fueron quemados. Al finalizar los muestreos de la quema de pellets, la conclusión es la siguiente no fue favorable ya que el testó captó hasta más de 800 rpm de CO, no es buena señal porque es mala combustión, el proceso de la combustión fue incompleto, hubo exceso de aire, esto afectó a que la combustión no terminara su proceso, los pellets de agave tienen más dificultad para trabajarlos desde su fabricación hasta su quema. Los pellets de avena son más viables ya que producen menor cantidad de CO, aunque sobre pasa un poco el límite de CO, su fabricación es más sencilla y a la hora de quemar es más rápido. En la figura 4 se pueden ver las temperaturas que se obtienen por la cámara termográfica.

Este proyecto se enfocó en mediciones de control y seguridad para para que se cumplieran las normas ambientales, tener en cuenta cual cantidad de gases tóxicos son liberados y respetar los lineamientos exigidos por las políticas de protección ambiental. Las figuras 5 y 6 muestran los diagramas de Ostwald que permite determinar el comportamiento de la combustión para los pellets utilizados.

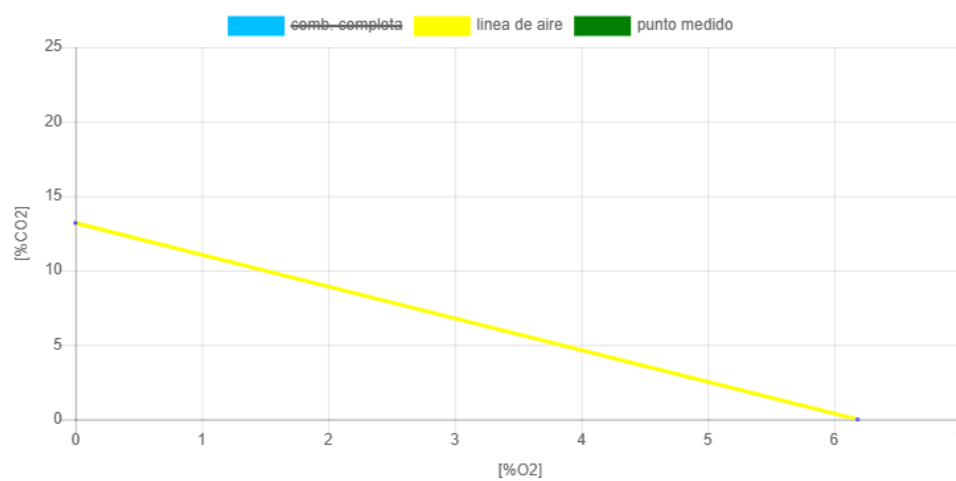


Figura 5. Agave Diagrama de Ostwald.

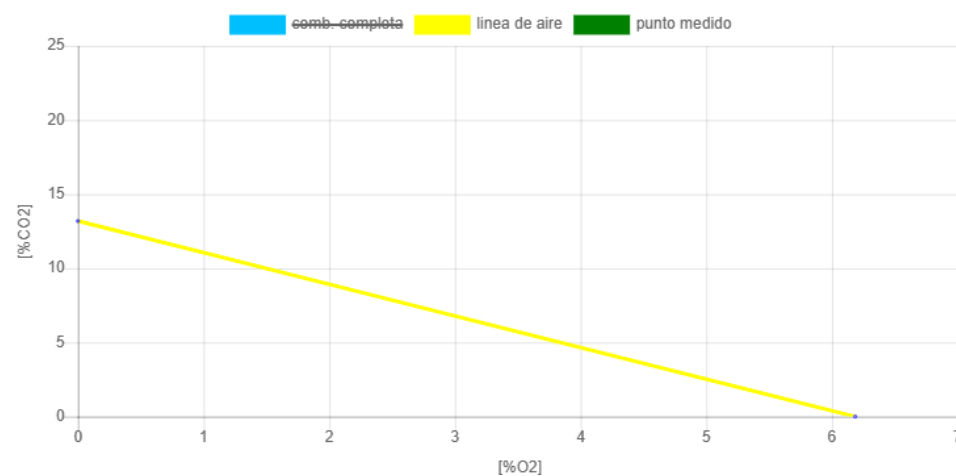


Figura 6. Maíz-Avena Diagrama Ostwald.

Conclusiones

El presente artículo presenta un método experimental de investigación de emisiones de gases de combustión con la finalidad de realizar una comparativa de los resultados obtenidos con los lineamientos que marca la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-085-SEMARNAT-2011, tal comparación nos llevó a la conclusión de que la utilización de los pellets de agave, maíz-avena, no son la mejor opción más viable para realizarlo de manera abierta (en el exterior), sino en un sistema cerrado para obtener una buena combustión. Ya que, sus emisiones sobrepasan los niveles máximos permisibles señalados para evitar seguir contaminando la atmosfera.

Bibliografía/Referencias

Zaleta, A., Rodríguez, D., Negrete, J., Ortiz, R., Ramos, L. (2022, octubre) Obtención de biocombustibles solidos a partir de esquilmo.

NOM-085-SEMARNAT-2011, "Contaminación atmosférica-niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición", publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 2011.

Testo,(s.f). "testo-340-Manual-de-instrucciones".static-int.testo. Consultado en: <https://static-int.testo.com/media/86/ed/c93505434db5/testo-340-Manual-de-instrucciones.pdf> [2023, Julio]

C. Yin, L.A. Rosendahl, S.K. Kær, Grate-firing of biomass for heat and power production, Progress in Energy and Combustion Science, Volume 34, Issue 6,2008,Pages 725-754

Widell, H. "Industrial-scale biomass combustion plants: engineering issues and operation." Biomass Combustion Science, Technology and Engineering. Woodhead Publishing, 2013. 225-277.

Caillat, S., and E. Vakkilainen. "Large-scale biomass combustion plants: An overview." Biomass Combustion Science, Technology and Engineering. Woodhead Publishing, 2013. 189-224.