

"Yo aplicaciones energéticas ka nu biomasa: divulgativa ngeko ra kichi ka nu xoñijumu ka pa'ra" Nujnu bepji ngeuje ko go tsaji nde tee ko mi pjechi ndo ko tsaji na punjku bepji ka naño área ka nu bioenergía ndo nu sustentabilidad va enje ka ngunxoru ko mi xoruji na joo. Nu saquipo multidisciplinario ko go ete go mburu nu bepji ngeuje ga tee ka nu Trangunxoru ka Ingeniería nu Tecnología ka nu Zaa ka nu Trangunxoru Michoacana ka San Nicolas ka Hidalgo, nu Trangunxoru Juarez ka Estado ka Durango, nu Instituto ka Investigadores ka Ecosistemas ndo Sustentabilidad, nu ngunxoru Nacional ka Xoru Superiores Unidad Morelia, ndo nu Centro ka Investigaciones nu Geografía ka Geografía Ambiental ka nu Trangunxoru Nacional Autonomo ka Bondo. Go jichiji yo xopute ka nu Trangunxoru Intercultural Indígena ka Michoacan, go eteji nujnu bepji ka consulta básica e introductoria jango ri provechago nu energético ka nu biomasa. Ra nuji na punjku tee yo xoo, xopute, tee ko bubu ka yo jñiñi, nzodya o cabecilla, investigadores, tecnólogos ndo ko pjuru ra pepjiji, nujnu skoma ra pjuru ri nuu nu ciencia básica ndo nu caracterización ka recursos biomásicos asta nu estimación ka potencial energético, ra nuji jñaa, geográficos ndo análisis ka impacto. In objetivo ngeuje nu transición energética ndo tecnológica, promoviendo escenarios alternativos, justos ndo sostenibles ko soo nu democratización ka nu energía ndizi na enfoque local. Ri tebeme ke nujnu bepji ra ngeuje na tezi ka mi na joo ngeko joko jioduji ra tjumbeñe ndo ra unu nu desarrollo ka soluciones energéticas mazi inclusivas ndo ra pjoru.

Intérpretes: Mateo García Lorenzo y Cristina Rodríguez Lorenzo



**Universidad  
Intercultural  
Indígena  
de Michoacán**

**prodep**  
TIPO SUPERIOR

PROGRAMA PARA EL DESARROLLO PROFESIONAL  
DOCENTE PARA EL EJERCICIO FISCAL 2023

ISBN: 978-607-9386-20-7

"Este programa es público, ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido el uso para fines distintos a los establecidos en el programa"

ENERGY APPLICATIONS OF BIOMASS: RMTIVE PROPOSAL FOR UNIVERSAL ACCESS TO KNOWLEDGE

# KUKA NGUSSIBI KA NU NDE` KUNNÙ:

ka mama ra tza kara mbari  
panuko ndera mbara nzaaga  
nteshe kora nñiuzsù



**Mario Morales Máximo y Luis Bernardo López Sosa**  
Coordinadores







BEPJI KA CONSULTA NDO SOO RI CHOTU  
KA NU TRANGUNXORU INTERCULTURAL  
INDÍGENA KA MICHOACÁN



Material de consulta y libre acceso de la  
Universidad Intercultural indígena de Michoacán

*Kuka ngussibi ka nu nde`kùnnù: ka mama ra tza kara mbari panuko ndera mbara nzaaga nteshe kora nñiuzsù.*

Ka furu ra nñiu`s  
Pátzcuaro, Michoacá, Mbòndo.  
Enero ka 2024

Ko ni chu`u:  
Mario Morale Máximo &  
Luis Bernardo López Sosa

Kagaka ndo kara mbòru kà`kà:  
Víctor Manuel Valencia Castro

DR © Tangunshoru cheeko nde nukokaji kanu Ndígena ka Michoacá  
Mam ko yo ka nu mbef ka gaka nukagu xoru paru tza xopute (PRODEP) 2023.

“Nu mbef`nu ngue pa ntexe, pa yho nyhia tza politico. Kemme ka nyhiara nzora tzaji nñincho ka mama kanu mbef`nu”.

ISBN: 978-607-9386-20-7

Nu mbef`nu unnu na nñia, nzònna, ka gaka ndo ra tza ko furù ka ndo nyhia ngue kanu UIIM. Ka gaka nuga unni ngueka naa ka jango gaka.



## **KA GAKA KA NEMEJI NZAGA NYHIE**

Nu mbef`nu gu mbichi ka jango ra maji ko naajo ka “jie nguenyhio” poyo yhia i fech naajo ka jango gaka. Yo gaka yogo jinyhiji ndo yogu nñianda jango gaka ka naajo gaka. Ka nde gaka yogo unnu nguenda ku gaka ndegu kogu kayo mboobù nukà gaka. Kanu nunu kuka nu mboobù nukanu nugo mur nuko gande fechi:

- Dr. Juan Antonio Sustaita Aranda, Universidad de Guanajuato, México.
- Dra. Ana Escoto Castillo, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Dr. Humberto Ríos Bolívar, Instituto Politécnico Nacional, ESE, México.
- Dra. Patricia Murrieta Cummings, Universidad de Guadalajara, México.
- Dra. Cinthya Guadalupe Caamal Olvera, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Dr. Aníbal Cervantes Monsreal, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
- Dr. Arturo Contis Montes de Oca, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Dra. Gabriela Hurtado Alvarado, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Dr. José Luis Hernández Hernández, Universidad de la Costa Oaxaca, México.
- Dr. José Luis García Cué, Colegio de Postgraduados, México
- Dra. Arely Romero Padilla, Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Dra. Ma. De los Ángeles Martínez Ortega, Instituto Politécnico Nacional, ESIA-TEC, México.



# ÍNDICE

Prólogo	9
Agradecimientos	11
Nñia naa: Ntêx koyo kuszù nzènyh `sibì	13
Tzinñia nyhie: Ra mama manaajo ndo ra nemmè nu nde `kùnnù kà kara mim mbèshto jango karaji	17
Tzinñia nñi `i: Nuka gaka nu nura ma nzènyh karakà `sibì ka nu nde `kùnnù kara mbuubùnu ndo kanyhiara mesh	21
Tzinñia nziyo: kagakà fisicoquímica ka kukànu ndè `kùnnù panu nde `ngussibì ko sora sat: sem, ftir, raman ndo drx	29
Tzinñia ts `icha: Ra nuji ka nechko ra tzatti nuka nde `ngussibì ko sora nzaat: kàtto, cosa volátil, mbùzsibì ndo koga nzaat ko nyhia nñiunni	37
Tzinñia nñianto: Kanu gakà nuka nde `kùnnù karama nukanu nzènyh ngussibìto	43
Tzinñia yenko: Nuji koga ku fot `shikùnnù konyhia sora nzattà nukanu nde `kùnnù lignocelulósica	49
Xoge ñhàto:hnu termograbitriko timfeni ra karakterisasion ra biomasa	53
Xoge güto: ra karakterisasion hyats `i; tsö pa, ya compuesto polimeriko	61
Xoge r `eta: ra hyoni ya emisore po ` ra njapu `befi ra biokumbustible solido	65
Ra xoge r `eta ma n `a: ra nt `udi ne ra huxupresyo ra termografía paga ya biokombustible solido.	71
Skoma naja yeje: nu sustentabilidad Ka yo biocombustibles ko na jmee	77
Nxoge r `eta ma ñhu; ra pohi n era tecnologia rural apropiada paga ra japu `befi kwadi ya biokombustible solido ka ya hnini.	81
Ra nxoge r `eta ma göho: ya reto politiko ne ra gobyernu häts `i, n `a händi dezu ya mfeni lokal ka monda	87





# PRÓLOGO

Una de las tareas que debe ser cotidiana en el quehacer contemporáneo del sector académico, es la difusión y divulgación del conocimiento. Ante los problemas que se han agravado en años recientes como la sequía, el cambio de uso de suelo, la deforestación, la pérdida de biodiversidad, pérdida del patrimonio, y las transformaciones sociales, es necesario poner los avances humanísticos, científicos, tecnológicos y de innovación, al servicio de la sociedad y del medio ambiente. En este sentido, uno de los retos actuales radica en establecer procesos dialógicos de conocimientos de forma intercomunitaria, multisectorial, multidisciplinar, en todas partes y con todas las personas. Lo cual no es tarea sencilla, puesto que representa un cambio de paradigma en el día a día de las y los investigadores, la comunidad tecnológica y de toda la comunidad académica en general. No es fácil salir de una zona de confort y mucho menos entablar relaciones interpersonales cuando la lengua, la cultura y la tradición son distintas, y que en muchos casos representan una barrera que imposibilita el diálogo de saberes y la construcción conjunta de conocimientos. Entonces, las estrategias de diseminación, difusión, divulgación y construcción de conocimiento, hoy requieren de formas articuladas, fundadas y motivadas por procesos participativos, consensuados, con vinculación comunitaria y de interacción cercana con las poblaciones más distantes territorialmente hablando; porque no solo es necesario llegar a lugares lejanos, sino una vez llegando aprender y compartir, entender y construir distintas maneras de percibir y comprender el mundo, así como de co-generar conocimiento. Con las consideraciones anteriores, esta obra representa un ejercicio valioso, que entrelaza el quehacer investigativo de un grupo de personas provenientes de distintas universidades de México, que elaboraron 14 capítulos divulgativos sobre el aprovechamiento energético de la biomasa, y que, con el apoyo de intérpretes, hablantes de lenguas originarias de distintas comunidades, han construido de forma conjunta una obra editorial inédita multilingüe que pretende, por una parte ser un referente como material de divulgación en lenguas originarias como parte de una estrategia de acceso universal del conocimiento; y por otra, fomentar el rescate, preservación y revitalización de las lenguas originarias de México.

## PRÓLOGO

Esta obra es un ejemplo de la suma de voluntades por mostrar una forma de democratizar el conocimiento y buscar alternativas para superar algunos de los retos de comunicación, buscando los canales más asertivos, pero principalmente encaminarse a la construcción de nuevas dinámicas de difusión y divulgación del conocimiento de manera inclusiva.

Luis Bernardo López Sosa

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los pueblos originarios del estado de Michoacán, también a la Universidad Intercultural Indígena de Michoacán por el apoyo editorial para la realización de esta obra, y al Programa para el Desarrollo Profesional Docente ejercicio 2023 por el apoyo con el financiamiento para la versión impresa.

Se agradece también al programa de estancias Posdoctorales del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías



NÑIA NAA

## NTÊX KOYO KUSZÛ NZÈNYH`SIBÌ

JOSÉ GUADALUPE RUTIAGA-QUIÑONES  
MARIO MORALES-MÁXIMO  
LUIS BERNARDO LÓPEZ-SOSA

1 Tangunshoru cheeko nde kaji Ndígena ka Michoacá. Carretera Pátzcuaro-Huecorio Km 3, Pátzcuaro, Michoacá, Mbòndo, C. P. 61614.

E-mail: mario.morales@uiim.edu.mx, lbernardo.lopez@uiim.edu.mx

2 Facultad de Ingeniería ka Ntèz Ka nu nzaa, Tangunshoru Michoaca Ka Sa Kulá de Hidalgo. Av. Chiko J. Múgica S/N, Edificio "D", Ciudad Universitaria. C.P.58040, Morelia, Michoacá, Mbòndo.

E-mail: jose.rutiaga@umich.mx

### Tzinñia

Yu sibì`s ko sora pottì ngue hidráulica, eólica, geotérmica, nñius`jiarù ndo nde `kùnnù. Nunu mbèfa ngue naajo ndo kà kara unnu sibì nzaaka ka mpen kanu nde-ka kuszibì, ndo mbuubù jango va pen kayo ga nzòn kayo ka `nzaa ndo et `nzaa, nde konde jango va è kayo mfeeco nde èttè ndo yo ka yo nummù ko pebbi` sibì. Nde, Nunu nambè ka nde`kùnnù ndo yo nde` sibì nzènyhy ko mèmè (pellets ndo briquetas) ko sora tzaji ko nunu, ngue naajo pa`ra nyhièttì kara mimi sibì kara menyh ndo ka nyhiara nzònnì, ndo kara tzappi naajo ndo ra menyh, sora mbossì ra pot`nù kara pattù nu xoñijumù.

**Kara naatò nñia:** pellets, briquetas, nzènyh ka fenyh, nzòn kara mbènyh, nzènyh nñiussibì.

Nukanu ngussibì ko sora mpottì nguena kargajo pa`ra jioni ka jango ra tazppi pa`ra mimi kara menyh kara mbuubù ngussibì pa`ntesh ko jango nde kara ndo ra nzèn kara tza ka jango karaji (Al-Shetwi et ka., 2020) the grid integration requirements have become the major concern as renewable energy sources (RESs. Nunu ka sibì ka gaka ngue ra nyhieppe ra mimi tzèje ndo xira ma, nukuka yo nsib ko tèz ndo zèb, ngueyo fos ra pottù ka jango karaji (Mandley et al., 2020). Yu ngussibì ko sora pot nu ngue nunu hidráulica, eólica, geotérmica, nñius`jiarù ndo nde`kùnnù (Velázquez-Martí, 2018).

Nu nde`kùnnù lignocelulósica ngueka ra sora tzaji kara mim ngussibì kara nñinsh`toka, ndo ngue na ngussibì ka sora pottuji ka minajajo kara mimi kara menyh ndo sora cheji ko nde ra kupa, ya que nunu èttèji ko mbuubù ka yo fiño ko gaka po lignina, celulosa ndo hemicelulosa, ngueko te`e ka yu planta ndo ka sora mbuubù kami naajo kara ottù nzaaka na ngussibì ka sora pottù (Angulo-Mosquera et ka., 2021) analyse the pretreatments and thermal treatments required to recover energy, and compare them with traditional fossil fuels. Other areas such as the sustaina-

bility and economic feasibility of solid biofuels are likewise addressed by explaining frequently used tools to evaluate the environmental impact as Life Cycle Assessment (LCA. Nunu nde`kùnnù sora fonki ko va pen kanu nummù, nun`nzaa ndo kanu jango kaji nzaa, gakanu nzaaka kanu ka ngussibì (Velázquez-Martí, 2018).

Nuka kappu nu nde`kùnnù lignocelulósica nzaaka ma mfeeko ra tza pa`ra mimi kara ngussibì ka sora sat jish`ka jus ka naatò nñia; kani mbur, foszù ra zèn kara min`tzeje ka yo nde`ngussibì ko sat, nuka shira mimi kara pot`nu jango karaji ndo nuka ra mbor nu ngussibì. Nñie, nujio bare`ngussibì jieztoji ka pen`mbifi, kava sat (CO<sub>2</sub>) pez ma yaga nzaat che`e nzaaka texe kà ga`ngus nu planta maba te`e, nuka gaka mbènyh kara tza kara menyh kara nñietz jango karaji (Morales-Máximo et al., 2022).

Nde`ngussibì ko sat. Ngue ko sora pot ka yo nde`ngussibì ko sat ndo kaji pa`ra mbuubù kara pat ndo ngunssibì ka nzèr jango feeko nde kaji, mpoji ndo ka yo jog-ngumù`s. Nzaaga texe, yo Nde`ngussibì ko sora nzaat gue nzaa, jush ndo tèmmè, ndo nñie yu paxa ndo ni nyhia nde`ngussibì ko sat ko penka nu nummù (Camps y Marcos, 2008), Nde ko yo nzèrssibì nzaaka yo pellets ndo yu briquetas (Velázquez-Martí, 2018). Ka nu ndache naa, ga nñietz ka nde nanñio gaka texe ko yo Nde`ngussibì ko sat (Camps y Marcos, 2008).

NDACHE NAA. JIEZGA TZA NZAAGA TEXE KA YO NGUNSSIBÌ

Nde`ngunssibì		kagaka	ka ixi ka	Sora pot
Ko sat	Nzaa	Nyhia jieztoji	Nzèr ko nzaa	tèmmè, astillas, kara jojumù
	Astillas	L = 3 a 10 cm; A = 2 a 6 cm; E = 2 cm	ka pàntì siki ko cosa	Shiskuama ndo cartón, jondache, ndache ka partículas, pellets, briquetas,
	tèmmè	Nzaaka kar gano D = 5 a 50 cm	Ko nzaato	Industrial, nzèr`tèmmè
Ka mbum kara nduttùji	Pellets	L = 1 a 7 cm; D = 6 a 25 mm	Nzèr ko fish	Estufa automáticas, gasificadores, calderas
	Briquetas	L = 32 cm; D = 7.5 a 9 cm	Nzèr ko tzinzaa	Calderas, estufa ko nyhia kupa napunku nzaa

Kara ma, sori nyhieji ka sora mbùm nzaaka yo nde`ngunssibì ko sat ndoka shira ma shira maji kashi jangue gaka yo nde`nginssibì ko nyhia mèbbèe (pellets ndo briquetas) ku penka subproductos lignocelulósicos.

1. Nde`nanñio nde`ngunssibì ko sat:

- Nzaa: chinzaa ndo nyhionzaa nñiori pa`ra mpattù ndo ngunssibì.
- Penka nummù: ko ken ka nummù nzaaka paxa, shettò, etc.
- Penka nzaa: Lama ntèje ndo ka ponyhie`nzaa, nzaaka nyhie`nzaa ndo shi`nzaa.

- Pellets nu biomasa: tzi tambo ko ntèt ko serríl, virutas ka nzaato, etc.

## 2. Otká:

- Ngue naajo pa`ra mbuubù ngunssibì ka sora pot, koyo pen`nzaa ka sora shira mbeka ra nyhietteji.
- Nzènka ko pez kotngummù ka feeko num kande che`e ko yo ngunssibì ko sat.
- Ngue naaka sora cupaji nzaaka ka jango ixi ot kara ndùssì ngunssibì koka i kajì.

## 3. Jiezpiji:

- Nura mbum kara sora tzaji nñincho kara mbuubù ndo ra nden ka nyhiari jiezto kana jèto.
- Neka ra mbù kara ngus pa sora ma ndo ntèz kara sora mbèssì kari nñish`tonu.
- Sora mbèz partículas komi naajo ndo ndeni nyhia kora nzòn manyhia nzaat`naajo.

## 4. Ka kappi:

- Ka pat kayo jongummù`s ndo jango feeko poji.
- Jango mpèz nu ngunssibì ka yhar sibì ka yo planta nu nde`kùnnù.
- Ku èttèji kanu fabrica ka nee kara patiji, nzaaka nuka mpèz ka nomba kanu fabrica mbòskuama o química.
- Ntèz ko naajo ka yo tzi`nñiñi (ko nyhia kupa napunku nzaa, kokà kara nyhio-tù yu nzaa, sib ko jeszi ko ziji etc).

## 5. Kara mim:

- Nura mim kayo nde`ngunssibì ko sat necesitago koka ka for`nzaa ndo ka nummù ngueko ra tza kara mim kara mbù nu nde`kùnnù ka nyhietti.
- Nugu nñiaji nguenu chuù kara unnu nguenda pa`ra nzèn kara tza jango karaji.

Pellets. Nukà gaka ngue yo ntèz`mbarù ko nyhietteji pa`ra mbooji. tziketo, nu cosanu ngueka shichi ka tova ka mur ka pelletizado ndo ngueka ntùt ka jango mpèz ka shinchi ka jango mpèz yo pellets (Camps y Marcos, 2008).

Briquetas. Ngue nde`ngunssibì nde ngueko chiurù maga mboo ka nu nde`kùnnù lignocelulósica. Nuka gaka nguenu ntèz`mbarù, pe nde mbuubù ko nyhia. Yu briquetas sora tzaji koka ra pattù ndo kara mbuubù nñiu (Camps ndo Marcos, 2008), pe nde sora mur ma nyhiara nichì nñiu kana nzènyhi ndo ka nyhiara pat raka nzaaka jango karaji (Morales-Máximo et ka., 2020).

Ka gaka ndo ko pebì ka yo pellets ndo yu briquetas. Kani mbùr gaka ndo ko pebì nujio nde`ngunssibìyo ko sat ngue: ka jango gaka (kà, jango gaka, kara ngue, mbèckè ndo karga jot), químicas (jango ga nyhietti ndo kani mbùr, ndo kara tza kara pattù, químico jango gaka (coeficiente kara maga pattù, kara nzaatta, noc` sibì, kara nyhienyhi kara ndèz nu nee nu sibì, kar gaka mara pattù ndo nzèsh ngussibì) (Camps y Marcos, 2008).



## Referencias

- Al-Shetwi, A. Q., Hannan, M. A., Jern, K. P., Mansur, M., & Mahlia, T. M. I. (2020). Grid-connected renewable energy sources: Review of the recent integration requirements and control methods. *Journal of Cleaner Production*, 253, 119831. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119831>
- Angulo-Mosquera, L. S., Alvarado-Alvarado, A. A., Rivas-Arrieta, M. J., Cattaneo, C. R., Rene, E. R., & García-Depraect, O. (2021). Production of solid biofuels from organic waste in developing countries: A review from sustainability and economic feasibility perspectives. *Science of the Total Environment*, 795. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148816>
- Camps, M. y Marcos, F. (2008). Los Biocombustibles. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- Mandley, S. J., Daioglou, V., Junginger, H. M., van Vuuren, D. P., & Wicke, B. (2020). EU bioenergy development to 2050. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 127(April), 109858. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109858>
- Morales-Máximo, M., Rutiaga-Quiñones, J. G., Masera, O., & Ruiz-García, V. M. (2022). Briquettes from *Pinus* spp . Residues : Energy Savings and Emissions Mitigation in the Rural Sector. *Energies*, 15(9), 3419. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/en15093419>
- Morales-Máximo, M., Ruíz-García, V. M., López-Sosa, L. B., and Rutiaga-Quiñones, J. G. (2020) Exploitation of Wood Waste of *Pinus* spp. for Briquette Production: A Case Study in the Community of San Francisco Pichátaro, Michoacán, Mexico. *Appl. Sci.*, 10, 2933. doi:10.3390/app10082933
- Velázquez-Martí, B. (2018). *Aprovechamiento de la Biomasa Para Uso Energético*, 2nd ed.; Editorial Reverté, Universitat Politècnica de València.

## TZINÑIA NYHIE

# RA MAMA MANAAJO NDO RA NEMMÈ NU NDE`KÜNNÜ KÀ KARA MIM MBÈSHTO JANGO KARAJI

MARIO MORALES MÁXIMO<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Tangunshoru cheeko nde kaji Ndígena ka Michoacá. Carretera Pátzcuaro-Huecorio Km 3, Pátzcuaro, C. P. 61614. Michoacá, Mbòndo

<sup>2</sup> Ngunxorù ka mam a mboo ndoka jango ra ngaraji, ka nu Tangunshoru Vasco de Quiroga Blvd Xuba Pablo II #555, Santa María de Guido, 58090 Morelia, Michoacá, Mbòndo.

E-mail: mario.morales@uiim.edu.mx

mmoralesm@uvaq.edu.mx

### Tzinñia

Nu nemmè ka nee kara ngussibì nukanu nde`kùnnù ngue naajo kara maji ndo ra nuu kara kà ndo kara mbuubù ngussibì kana tanñiñi; nunu ra mam texe ka ranu kara joc mara nzòn, kara ngari naajo, nu kara ngotti, nyhiarga minyh ndo kura mimi, jonka ra jieztaji ko ganee yu te`e paxira minji naajo, nu nde`kùnnù lignocelulósica, ka va`e ko kupaji kayo planta minaajo ko penyhienu ka celulosa, hemice-lulosa ndo lignina, ka gaka ngueka mimi kà mimi ngussibì ka sora pottù. Nukanu, ngue kara jokuji anguessetzeji ndora kòttà.

**Kara naatò nñia:** nemmè, biomasa, nde`ngussibì, nde`sibì mbèshto.

### Kani mbùr

Nu nde`kùnnù lignocelulósica, penka ku nzòn ka nummù ndo ka for`nzaa, naajo kara mbùnu ngussibì ka sora pottù (Cai et ka., 2017). Nunu nde`kùnnùnu, ra fongu kara nñiusmbìfi ka mboo ka yu planta, unnu kà naajo kara minji naajo, nukanu ngue ka nanñio gaka kà tza ndo ka xira mbuubù ko xira tzapuji (Orihuela et ka., 2016). Nuka nu ndut`sibì ka nu camponu ra tza naajo kora mbuubùnu ndo ra ndèz kora tzaji, fos kara mbuubù ka jango mbuubùji nu ngussibì kara mesh.

Nu nemmènu nukanu jango gaka ndo ra unnu nguenda ka juz ndo ka naajo nu nde`kùnnù ra mbuubù kanato nñiñi, gakanu sora nuji jango kà kara tzaji ndo kara mama ka gaka ka nu nde`kùnnù, kara unnu nu ngussibì, nu nde`ngussibì, nura nyhietti yo cosa u ka xira mimi nu jojumù (Rezeau et al., 2018).

Mara nemmè nu nde`kùnnù kara mimi mbèsh`to nyhia sora tzaji ko nera nyhietti pa`ra mutti nñia kora nñiussì, ra nuji jangue gaka ndo kora maji koya nyhietti.

## Jango gaka maga neji

Nu Jango gaka maga neji furù kara mamka jango ka gaka, kani nyhie ra nu jangueku neji kara mbuubù, nu muttì nñia ka jango karaji ndo nu kora muttì kayo planta ka nyhia neji kara mbàri jangue gaka, nuka ra unnu nguenda ka gaka nu nde`kùnnù, nzòn ka naajo ndoka kara maji ko naajo ka naa nzènyh ngussibì ka gakaku, nuko ra mama ku karnu ndo ka nyhia ra tza naa nzò jango mbuubùji, ndeka jangue ra coggu kara tzaji ndo kara ngottì, kara ma a shoñi maya ra nñiaji.

### Nñi`i kara ma pa`ra nemmèji:

**Ra mam kara tzaji:** Ante kara mbùr kara nemmèji, ko neji kara shori naajo ko nera mbàri, nuji sora ma kara xira mam ko naajo ku mpàrnu nde`kùnnù ka gaka nu ngussibì ka sora pot, Ra nuji jango sora mboori u kara nzònì maya ra kupaji ma feeko ra ndummùjii (Isaac et ka., 2007)shade provision and low access to fertilizers often result in the purposeful integration of upper canopy trees in cocoa (Theobroma cacao).

**Ra nuji jango sora mbuubù:** mam nu jango naajo ra mbuubù ka jango neji (Tanñiñi, comunida u jango naajo ra mbuubù).

**Ko muttì yo nñia kgo nyhiussì ko jango karaji:** muttù kora nñiaji ka jangue gaka jango mbuubùji, topografía, ko soo`jiarù ndo nu jummù, nde kara unni ka nde`kùnnù.

**Ka juz kora nyhiettèji ko mbuubù jango karaji:** Juanu yo cosa ko mbuubù jango karaji, nde yo planta, nzaa, ko pen ka nu nummù ndo ka for`nzaa.

**Mbàri jango ga nyhietti ka Biomasa:** Jish jangue sora mbuubù nu biomasa, chuùji ko nyhia ko nde nñiaji ka mbèsh`to ndo comunida.

**Unnu nguenda nu Biomasa:** Eyhi jango nzi nu biomasa kupa pa`ra nu ka jango gaka ndo ntèz ko pèt pa`ra mbàr, nuka naajo ra maa.

**Kara nzòni ka naajo nu Biomasa:** Nu mana kà, mana nò nu jangue ra mbuubù, kora chanszi química ndo nde nyhia kora guanzpaji ko`nanñio gaka.

**Ra nzènyh karakà`sibì ndo jango ra tzappi:** Eyhi kara nzènyh karakà`sibì ka nu nde`kùnnù ndo nzòn ko ngue gakaku nukanu, nunu sora nyhiettèji pa`ra mbuubù sibì, kara nòmpa, ntèt nde`nñiu, nde`ngussibì ndo nde nyhia (Morales-Máximo et ka., 2021).

Ra nzènyh karakà`sibì ka nu nde`kùnnù va pen mayaga guanszi ka mbuubù kanu nyhiot`kùnnù (Mrs) ndo nu ngussibì ka pen ponde ka kùnnù (E) nde màr nzaaka mana nyhiampa (PC). Ka nu ganñius ka nu naa mama ka jango gaka nde na ando kappi nzaaka kara cheevi nu matemático kari mbèsh`to (Serrato Monroy & Lesmes Cepeda, 2016).

$$PE = (Mrs) * (E) \quad (1)$$

Jangue:

PE: Ra nzènyh karakà `sibì [Tj/kee]

Mrs: Nyhiot `kùnnù [t/kee]

E: Ngussibì ka pen ponde ka kùnnù [Tj/t]

PC: Nyhiampa (MJ/kg)

**Nuka ka gakà ndo Eyhi:** Juannù jangue ra nu pa `ra nukara kà, ka naajo gakà ndo ka jango ra mbuubù kara nyhiajo gakà.

**Ra nuji ku naajo ko jussù:** Nuko jus ko mutti ko rramienta kara nyhiussì ndo software kà ngue panujio.

**Mama koranu ndo ra mama ko naajo:** Nzòn ko yha i pen naajo nzaaka ko jango ganeji, ranu un nzènyh nu nde `kùnnù pa `ra kupaji ka nyhia nechko ra tzaji.

**Kura mama ko jangue nde mbuubù ndo ka jango ra mimiji ka naajo gakà:** Nuko naajo kara mim ka jango kari tesheji, ndeeje, jummù ndo comunida ka mbèsh `to.

**Nñiaji ndo kaji:** unnu nñia nzaaka ko nee, kup nu nñia ma joko ra tza ntònnù ndo ka jangue gaka mara nyhiori.

## Nguar `nñia

Nu nemmènu biomasa mbèsh `to ngue naajo panu ra mesh kara mbuubù, ka kara tzappi naajo mara kupaji, ra zè kora ngottì, ra jièz ra ngaki nu ngussbì, ndo ra nñius kara mbuubù kara ndèz kora ndoji kari ka jango karaji. Nde, unnu nñia ka naajo ra nñia ma feeko ra maji ko mboobù ka nu muu, xira unni ntöffù pa xira nocku ndo ra jionni jango ra tzaji yo empresariales, gakanu nyhia ra nzènyh pa `ra jièztoji nuko nee yo tee ndo nu kara mboori nu jango karaji.

## Referencias

- Cai, J., He, Y., Yu, X., Banks, S. W., Yang, Y., Zhang, X., Yu, Y., Liu, R., & Bridgewater, A. V. (2017). Review of physicochemical properties and analytical characterization of lignocellulosic biomass. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76(January), 309–322. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.072>
- Isaac, M. E., Timmer, V. R., & Quashie-Sam, S. J. (2007). Shade tree effects in an 8-year-old cocoa agroforestry system: Biomass and nutrient diagnosis of Theobroma cacao by vector analysis. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 78(2), 155–165. <https://doi.org/10.1007/s10705-006-9081-3>
- Morales-Máximo, M., García, C. A., Pintor-Ibarra, L. F., Alvarado-Flores, J. J., Velázquez-Martí, B., & Rutiaga-Quiñones, J. G. (2021). Evaluation and characterization of timber residues of pinus spp. As an energy resource for the production of solid biofuels in an indigenous community in Mexico. *Forests*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/f12080977>
- Orihuela, R., Reyes, L. A., Rangel, J. R., Chávez, M. C., Márquez, F., Correa, F., Carrillo, A., & Rutiaga, J. G. (2016). Elaboración de briquetas con residuos ma-

- derables de pino. In Rutiaga y Carrillo (Ed.), *Química de los materiales lignocelulósicos y su potencial bionergético* (1nd ed., p. Capítulo 11).
- Rezeau, A., Díez, L. I., Royo, J., & Díaz-Ramírez, M. (2018). Efficient diagnosis of grate-fired biomass boilers by a simplified CFD-based approach. *Fuel Processing Technology*, 171(October 2017), 318–329. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2017.11.024>
- Serrato Monroy, C. C., & Lesmes Cepeda, V. (2016). Metodología Para El Cálculo De Energía Extraída a Partir De La Biomasa En El Departamento De Cundinamarca [UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS]. In *Tesis*. <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/3687>

TZINÑIA NÑI`I

# NUKA GAKA NU NURA MA NZÈNYH KARAKÀ`SIBÌ KA NU NDE`KÜNNÙ KARA MBUUBÙNU NDO KANYHIARA MESH

LUIS BERNARDO LÓPEZ SOSA<sup>1</sup>  
MARIO MORALES-MÁXIMO<sup>1</sup>  
CARLOS A. GARCÍA<sup>2</sup>  
RICARDO GONZÁLEZ-CARABES

1 Tangunshoru cheeko nde kaji Ndígena ka Michoacá carretera Pátzcuaro-Huecorio Km 3, Pátzcuaro, Michoacá, Mbòndo, C. P. 61614. E-mail: lbernar.do.lopez@uiim.edu.mx mario.morales@uiim.edu.mx  
2 N Ngushorù Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia. Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, C.P. 58190, Morelia, Michoacá, Mbòndo.  
E-mail: cgarcia@enesmorelia.unam.mx

## Tzinñia

Ra jinyhiji kara maji jango gaka nzaaga tesh pa`ra nguar nu nzènyh ngussibì ka mbuubù ka naa tzinñiñi jango ra mimi, ra mbur jango ya maji kara mbuubùnu ndo kanyhiara mesh, kara nemmè ra mama jango nzi, nzaaka kara nuji karga nyhiampa kanderi nanñio nu nde`kùnnù. Kaneka ra tzanu kara nyhiaka ra pooni kombèn kanu nummù ndo agroindustriales, pa`ra mbàr kana nzènyhnu nde`ngussibì ka jango ra tzaji ndo ka nyhiara mesh kara mbuubù, kara mimi kara mbooszüji, pa`ra mama janguer gama kara tzaji pa`ra mbuubùnu nde`ngussibì ko sat kara mbùr ko nujiò.

**Kara naatò nñia:** ngussibì ka mbèshto mbuubù, nde kara mbèn ka ndera nziji, comunida, nde`ngussibì.

## Kani mbùr

Ngue naa yo ngussibì ka ga pot koya mi shorù kayo kee ko coggu nguenu biomasa, nuka nguena punku tee ka nu xoñijù ko kuppanu pa`ra nyhiet kone ra tza jiazma (Manzano-Agugliaro *et al.*, 2013; Serrano-Medrano M, Arias-chalico, Ghilardi and Maserà, 2014; Tauro, Serrano-Medrano and Maserà, 2018). Nu nde`kùnnù nzaaka nde`ngussibì, nguena sib ka sora pot ka ori pa`ra soga nñietz jango karaji, nñieka nyhiaga minyh, ngue naa nyhion ndo nyhiara nzòn jango karaji.

Kana punku yo nñiñi ko nñinto, nu nde`kùnnù nguena yo ngussibì kami kupaji (García-martínez *et ka.*, 2022; López-Sosa and García, 2022) where the production, distribution and final consumption of energy are involved in an efficient, affordable, and non-polluting way. This proposal analyzes, for a rural community in Mexi-

co, the economic and environmental impacts associated with meeting the energy demand for lighting, cooking, entertainment and technology needs, hygiene, education and mobility; by formulating three different scenarios: (a, ndo nguena ngussibi kande ga mbuubùto, Ka juz nuka nee muttuji ndo tummùji, jangue nuyo mbèfa nzèn ka nyhia kupaji.

Nguenu ganñius ka mama texe kagu tzaji koyo yhia i nzònto ko nde`kùnnù koga nùmmùji, agroindustriales ndo nzaaka ko tummù ka yo comunida. Ka, mamu mbùr gu mimi, kanyhiara mesh, ndoka gu ngueji ka mina nyhiampa nujio kogu mbèn ngueka gu tza posible gu jìòn ka jangue gaka kana nzènyh ngussibì, ka jango ru mimi ndo ka nyhiara meshe.

### **Nu nzènyh karakà`sibì mbèsh`to ra mbuunto**

Maga ka kara nuji kara unni ka naajo gama kara mbuubù kora chiusibì kara pro-bechagoji ngussibì ko pot, ngue naajo ra jionì ko naajo kayo ga nzòn ko mbuubùnu (Velasco, 2009; Jorge I., Fabio M., Paloma M., 2015). Kara mbuubù mara feko ra nyhiettì ko nyhia planta u cosa kora chee koyo ngussibìyo, ka neji kara mboobùji ndo karande, ra sora nñiussì ntoffù, yu kora maji ndera nñiussì pa sora jishi ndoko ra kupaji ko nguetko u ra coogu kora kupaji. Ka caso nu nde`kùnnù, naka yu rramienta ka nech`ko ra nu pa`ra nu kona nzènyh ngussibìnu, ka`kà kara nuka gaka yu ra tzappiji ra nzènyh`sibì ka sora min ka jango ra nyhietteji panu nde`kùnnù kani mbùr ga tzappu u kara mbèn. Nu gaka nu ngussibìnu ra mbù ra nzènyhi, ngue-na nñia kana nzènyhì kanyhia pari jangue gakà ndo ka jango ra tzappuji. Nu nñia nguena nzènyh panu biomasa ka dergaka.

Naka chiuu ngussibì kana minyh furù kanu mbàri kayo nde`kùnnù ka neji, kara nguarù ndo naajo nuka unni ngussibìto pako ra tzaji u nera tzaji ko jango nde kara.

Nukani chiuu, ra maji ka jangor ga tzappi panu shoru ka nzènyh ngussibì ka gakà nu nde`kùnnù kari mbèsh`to. Ndo ra mbàri ka xira xiji:

- Yu kappi ngussibìto nugaka payo nzè`ngussibì ko sora sat.
- Mbèssi ko gakà ku nyiettì nzaaka nu biomasa ngussibìto ka nyhia ra mbuubù kora tzap naa nzò kora ngarnu.
- Yoka nu biomasa ngueko pen kayo mbèka kappi ndo ko kaji jango tummùji ndo agroindustriales.
- Yoko kappi nu nde`kùnnù, nyhia feeko kàbbù, nyhiara ngottì karama kara coggu, kora nñius u ra ndakì skuama poyo yha i mbuubù u ko feko ra joku.
- Nuka kà ngue ra jinyh kanu gakà kara nyhiori ko mbèshto ko mbuubù nu nde`kùnnù`s, kari chertoji ka sora ra nñiunuji, kara nyhieeteji ndo karga nguaru.
- Ra shoka kara primero nu nde`ngussibì ka sat kanyhia sat nzaakà nu pellets o briquetas.
- Yhaga mbàri jangue gakà ko ori ka gakà nu nde`kùnnù ko nzòkaji, nzaakà ko fechi ndora jiodùto, ka jangue pen ko kaji ngueku xiji ka gakà kana nzènyh ngussibìto.

Gakanu, nu mbàri nuna nzènyh ngussibì kanu nde`kùnnù ka sora tzapi ka nu nde`ngussibì ka sora sat nyhia mamko sora joku, kora ngòttì ndeka jango rakà (Offermann *et al.*, 2011; Ruppert, Kappas and Ibendorf, 2013; Arne Roth, 2016), nñincho nu nzènyh ka kis ndo ka jango gakà, ndo nunu gakà paa ka nñi`i ko gama:

### **Nu màr ka nunu ngussibìto ka mbuubù**

Nu nunu ngussibìto ka juz ka mbuubù ngueka gakà ko juz nzaaka kà nenko nu biomasa kani mbùr ga kuppaji u ku mbèn jango gu shorùji u ka ganeji. Mbuubù ko yha i fechi kara nemmè ko sora kupaji pa`ra tzako (López-Sosa & Mario-Morales, 2022). Sora kupaji kogu nyietteji mamu neji ndo ka nzùrù ka gambùr pa nujio. Nuka ra primero ngueka ra nyhieetti rramienta kara nemmèji nzaaka ko nyhiette kogakà nu nde`kùnnù kuga jega nejinu: (a) nzaaka nu trunko nu nzaa, inocuas, kaga noo, ndo ka xira mbuubù (b) nuka mayha ra nyhiori, jango ga muttìji, jangue ga mbègji, ka gakà mayhaga nyhietti ndo jangue ga tzappi ndoka jango ra mimi (c) jango sora koji, kara nñiunni/kara muttì ndoka ra tzppi koyha i nzòkaji ndo (d) nzaaka kogakà ko yhieettè nu biomasa, pa`ra jionni kara mam kagakà gagis kagakà ka sora tzaji nu ngussibìto. Ka xirama ngue ra nñiantti ko mbuubù kanu nde`kùnnù, kara min kara tza u kara nyiette panaajo ra pattù.

Kara tza ra chanszi kugu mbàri yo cosa nde`kùnnù ko mbunka kanu ngussibìto, po ndeni naa nu kùnnù u kara ndèz (metro cúbico). Gakanu, nu nzènyh ngussibìto nu nde`kùnnù ga mbèn mayha chiuu nu kùnnù ka nyhionkùnnùka ( $M_{rs}$ ), gakà nzèn nu 15% kara kha, ndonu ngussibì ka pèn kanu kùnnù (E), kaga mar mahyaga pat (PC). nu pèn (1) jinyhi nuka chiuu ka nde`gakà ndo mama kara nguarù nu nzènyh ngussibìto ka mbuubù (Morales-Máximo *et al.*, 2023):

$$P_c = M_{rs} * P_c \quad (1)$$

Jangue:

$P_c$ : nzènyh ngussibì [TJ/kec]

$M_{rs}$ : Kùnnù ka mbùn ka nyhonkùnnù [t/kec]

$P_c$ : ngussibì ka pèkanu kùnnù [TJ/t]

Manaajo nugu mbùnnu parù mbàri ka nashto ru mbùn nu nzènyh ngussibìto, ka gakà nu nde`kùnnù gakà ka nzèn nukana khanu, kaga nñiiu`s nguenu 12%, mdo poyo karga kà kara pat ngueka xira nñiiu`s keka mbùkanu nde`kùnnù pooka sora kupaji jiazma kara ngussibìto; kàtokà naa kha ka jango karaji u penyhia teshe nyhia mbènyh teshe pa`ra tza nde`ngussibì.

Kana kha nguenu ra tza kara nzènyh ngussibìto kara nñiattì ndo jango ra mbuubùnu. Kara mbù ka jango naajo, na nzènyh ra mbàri teshe ko gaka nuga kha ka yuka nu nde`kùnnùto (FAO, 2004). Nufa mbèeka, ngueka nu gaka un kaji nuka nu ngussibì u nanñio, ra nuu nugakà nuna kha nzaaka ko mbuubùnu ka biomásicos nuka nu naje ka ganeji kàndeni nyhia naa nzènyh, ndo kara tza nguenda ganorto. Ngueku ngueyoku, tesheko ma pen ndo kashi gaka, xi ètti para mbàri jangue pen



ka pat kanu nzè`kùnnù ka nyhiosto. gakanu, ka forùji ndo ka nòr, ka empresas, talleres, planta ka kaji u k ajango feeko nummù, sora tzaji kara nuji ka jango nzi ra mbàri nugakà nuna kha kanu biomasa ka ngueka naa nzènyh kara mbèn mayhara ndùtti u kara mbèz u kara ra sora nyhietji ka fabricación nu nzè`ngussibi ko sat. Ko nunu ngue naajo parù mbàri jangue gak mana kha, ka ndena, kora nzò, ko nzèn, u nzaaka ga unni. Nujio yha maji, gakanu ngue ka sora nuji kaga pattùto ngueri nguetto (), ka mama nuga nzènyhì kara pat kanu nyhiot`kùnnù , ndo nukana kha kanu nzè`kùnnù (), ndoka ga nñius nu shanni kanu yhie (Kaltschmitt, Thrän and Smith, 2003; FAO, 2004):

$$H_{v(w)} = \frac{H_{v(wf)}[(100-w)-2.44w]}{100} \quad (2)$$

Kaga mbèz 2.44 ngueka va nòmpa nu ndeeje (Kaltschmitt, Thrän and Smith, 2003). Gu channi nzaaga nyhie yu jus nu naa ndo nu yhie, nu jus un nñi jish kaga kà nzènyh ngussi-bito kaga kà nuna kha ( $P_{ch}$ ) ka sorga nñius kaga kà.

$$P_{ch} = M_{rs} * H_{v(w)} \quad (3)$$

Naga kha nguenaajo pama feeko ra tzaji, kara nyhiori nu nde`ngussibi ndo kukàko ra tza, pe juska jango gatzappuji ka naajo gakà.

### **Nura mbùnkara joki-ngussibìto**

Magakà ko jus ka nzènyh kara pat ndo nu kokà raka pa`ra mbàri nu nzènyh ngussi-bìto, nñie kara maji ka mèm kara naajo ma feeko ra jokuji nzaaka ko pèn u ko mbu ka nzè`kùnnù ko nuji mamu mbùri, na jemplo:

- Nura mutti ndo kara tzaji.
- Nura nyhionzsùji ko muttùji.

### **Kura kà ndo kanyhiara mesh**

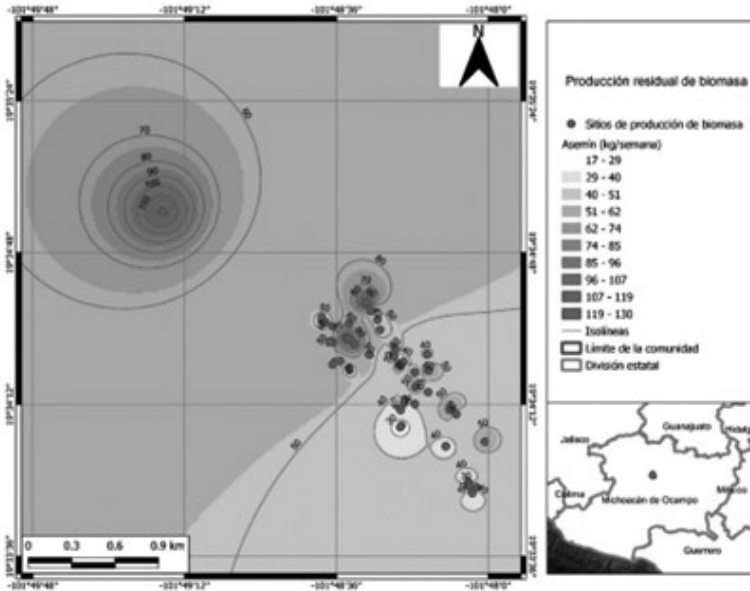
Nñie nzaaka ku pèn/ndè`kùnnù kukà ndo nu gakà nu ngussibi ka nyhiara mesh. Kara nzùr mayhara nyhietti, kana yo ka`a ngue kanu mpakà shentzèji, nuka kappi nguenta yura nzòn, u naajo ka juanni ko tùmùji ka jango karaji, empresas u koga ndummù nzaaka ko nee. Mayhia gakaku, ra tzaka ra nuji ka jingua ra tzaji kana nzanna u nàkee, ndo ra tzaji kara nuji kargakà pa`ra mbari nu nzènyh karama nu ngssibìto kara mbù kana “kee kari ngueshtonu”, kari ngue naa kee kara nñiusto ka nyhiara mbuubù kara nanñio ra guspù (kukha kogkee).

Kananñio gama, pa`ra ngozsù cosa ka nñius k ajango ra min (nu jangue ra mbù ko tzaji kora mbènkà nzòn ndo ngussibi kora mbù), shiji ra tzaji naka nyhiara ndètti kana jèra mbùji (makù ndo nòkù) korama ra mbèn ko kappi kanu nzè`kùnnù, ndo ra chuunù kara ndèz kara ka konu nzènyh ngussibìto. Nujiò gakàmayhara nuji jangue ra mbèji ka jango ngueku neji, gàtzaji kora notiji kora mbù kara unni nguenda

nzaaka ka jus ka jango karaji tesheji; nu, kanu mbòndo jè mbuubùjika nu Instituto Nacional ka juska gaka ndo jangue ra min (INEGI, 2017). Gakanu, sora nyhietteji konu software nguèka jèra nñianttìnu, sora tzaji skuan kora ngue pa`ra unnuji ngussibito po mànzana u jangue soo.

Nu skuan naa, naa jemplo, jinyh kagakànu ngussibì mamu chottì kayo kuyha i nzòkaji ka 50 talleres artesanales ka èt cosa nzaato ka nu comunida ndigena ka Sa Chiko Pichátaro. Ra kuppa ko mbù kara unni nguenda nzaaka ka jus ka nu comunida, nzaakana nemmè ka penkayo tèt`nzaa ndo kara nzèr nuka ramaga patyo, sogu mbàri nu ngussibìnu mbù, kara minto ndo kayhiara mesh, ka nyhion shestoka yo 2.8 TJ/kee.

Mèmmèka, nguena ka mbèshto naajo gaka, gaka`kà maji kanu nzènyh kaga pat koka kugu nyhionz, ndoka ganeji kara`ka koyo ga mbènka kanyhia ga zènyh. Nguenko pa`ra mbari ka fosra nyhiettèji kanaajo gaka, pako ra maji ndo ra jionni pa`ra unni nu zèrè`ngussibi mayhara neji, nzaakama mbàri kara sora tza mayhara kuppa pa`ra mbèkara tza ndoku nde gaka.



**Skuan naa.** Ko jus kagakànu ngussibito koga mbènka ko nzònka tèt`nzaa kukà kà 50 talleres artesanales ka tèt`nzaa (Morales-Máximo *et al.*, 2023).

### Maji kanni nguar

Nunu tzipèrazònu gu nñiaji jango nzi nñia nzaaka kàgu mbàri kagakà nu nde`ngussibika, ka jus, kagakà ndo nu mbàri nugaka karù mbùn ndo kanyhiara mesh kagu tza nguekana nzènyh ngussibito kara mbù. Soka ru ngaki jango ru sorù tzaji kogakà

nugakà jionninu nde`ngussibì ko sat nyhia nñinchoku yha i nzòn panu ru mbènnu nde`ngussibì ko sat, kagakà kara nzènyhnu nde`kùnnù, nñieka ndera nuji konde nyhia panyhiara tèz ko kappuji. Mèmmèka, nuyo shiji ra tzaji tesheji ndo konyhiara tzajiy, jinyh ko tzaji komi mpàraji kondema mbèbfi karù tzaji ka nyhia gaje komi kà`à ndoko yha i nzòkaji ko sora nzat nguepa yo kar tzinñiñi. Nde, ngue cosa ku mama kopa a shoñi sora tzaji maga mbùr mayhaga nejину nzènyh ngussibìto ka manti ndo ka jangue ra mbù ra mbùr nzaaka ko tùnu nde`kùnnù, ndo koneji ra maa kara chiuji kora mbuubù kagakànu nde`ngussibìto ko sora nzat kokà mbèshto, nuka gakà ndenu ngussibìto nñie kara ngotaji ndo kanyhiara nzòn ka jango kari ndo kara nñius kara mama nu ngussibì ndo ka xira unnì nguenda, nu nyhietti kanu gakànu ngussibìto ka jango mbuubù ku kara a nñiun ko mbù ko nyhietteji.

## Referencias

- Arne Roth, F.R. & V.B. (2016) 'Potentials of Biomass and Renewable Energy: The Question of Sustainable Availability', in *Biokerosene Status and Prospects*. Martin Kal. SPRINGER, p. 128.
- FAO (2004) 'Unified Bioenergy Terminology', (December), pp. 1–50. Available at: <http://www.fao.org/3/b-j4504e.pdf>.
- García-martínez, J. *et al.* (2022) 'Anticipating alliances of stakeholders in the optimal design of community energy systems', *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 54(June), p. 102880. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102880>.
- INEGI (2017) 'Marco Geoestadístico. Sistema Nacional de Información Geográfica y Estadística.', *Gobierno de México* [Preprint].
- Jorge I., Fabio M., Paloma M., G.G. (2015) 'Hacia un sistema energético mexicano bajo en carbono. Desplegando el potencial de las energías renovables y del ahorro y uso eficiente de la energía', p. 222.
- Kaltschmitt, M., Thrän, D. and Smith, K.R. (2003) 'Renewable Energy from Biomass', *Encyclopedia of Physical Science and Technology*, 14, pp. 203–228. Available at: <https://doi.org/10.1016/b0-12-227410-5/00059-4>.
- López-Sosa, L.B. and García, C.A. (2022) 'Towards the construction of a sustainable rural energy system: Case study of an indigenous community in Mexico', *Energy for Sustainable Development*, 70, pp. 524–536. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.esd.2022.08.022>.
- M., L.L.-S. & M.-M. (2022) *Vinculación, Innovación Y Diseño Para El Desarrollo De Proyectos Ecotecnológicos*. Edited by U.I.I. de Michoacán.
- Manzano-Agugliaro, F. *et al.* (2013) 'Scientific production of renewable energies worldwide: An overview', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, pp. 134–143. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.10.020>.
- MONROY, C.C.S. and CEPEDA, V.L. (2016) 'Universidad distrital francisco josé de caldas facultad de ingeniería, proyecto cular ingeniería eléctrica. bogotá, colombia 2016', pp. 1–79.

- Morales-m, M. *et al.* (2023) 'Multifactorial Assessment of the Bioenergetic Potential of Residual Biomass of Pinus spp . in a Rural Community : From Functional Characterization to Mapping of the Available Energy Resource'.
- Offermann, R. *et al.* (2011) 'Assessment of global bioenergy potentials', *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 16(1), pp. 103–115. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11027-010-9247-9>.
- Ruppert, H., Kappas, M. and Ibendorf, J. (2013) *Sustainable bioenergy production - An integrated approach, Sustainable Bioenergy Production - An Integrated Approach*. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-94-007-6642-6>.
- Serrano-Medrano M, Arias-chalico, T., Ghilardi, A. and Masera, O. (2014) 'Energy for Sustainable Development Spatial and temporal projection of fuelwood and charcoal consumption in Mexico', *Energy for Sustainable Development*, 19, pp. 39–46. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.esd.2013.11.007>.
- Smeets, E.M.W. and Faaij, A.P.C. (2007) 'Bioenergy potentials from forestry in 2050: An assessment of the drivers that determine the potentials', *Climatic Change*, 81(3–4), pp. 353–390. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9163-x>.
- Tauro, R., Serrano-Medrano, M. and Masera, O. (2018) 'Solid biofuels in Mexico: a sustainable alternative to satisfy the increasing demand for heat and power', *Clean Technologies and Environmental Policy*, 20(7), pp. 1527–1539. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10098-018-1529-z>.
- Velasco, J.G. (2009) *Energías renovables*. Edited by Reverte. Barcelona. Available at: <https://doi.org/9788429179125>.



TZINÑIA NZIYO

# KAGAKÀ FISICOQUÍMICA KA KUKÀNU NDÈ`KÙNNÙ PANU NDE`NGUSSIBÌ KO SORA SAT: SEM, FTIR, RAMAN NDO DRX

LUIS BERNARDO LÓPEZ SOSA  
ARTURO AGUILERA MANDUJANO  
MARIO MORALES-MÁXIMO  
RICARDO GONZÁLEZ CÁRABES

Tangunshoru cheeko nde kaji Ndígena ka Michoacá. Carretera Pátzcuaro-Huecorio Km 3, Pátzcuaro, Michoacá, C. P. 61614. E-mail: lbernardo.lopez@uiim.edu.mx aragma7@hotmail.com mario.morales@uiim.edu.mx

## Tzinñia

Nunu tzipèrazònu nñia jango nzi nñia kagakà ka sora ra tzappi pa`ra nzòn nzaaka ko mbuubù ndo fisicoquímico ko mbùnu nde`kùnnù. Jusko kogakà nzaaka gakogu nu jiaz X, Espectroscopía jiaz`mbàja ko gakànu Fourier, Microscopía ntùs`ngussibitonu jiazsùto ndo Espectroscopía Raman. Nzaaga tesh, kagakà, mam mamu mbùr guka ndo jusko ga mbèn kagakà, mam ka jango ra tzappuji kanu biomasa ka nzaakà nde`ngussibì ko sora nzaat.

**Kara naatò nñia:** jangue gakà ko mbù, nde`ngussibì, kagakà, nuji químico, cosa.

## Mbùr`nñia

Kanakà sora nu`u yu gakànu cosanu nde`kùnnù ngue nzaaka koga tèt ko tzike-toji. Kagakà, kanuga ndèt ka fot`mpa ndo fisicoquímica ngueka gakà ko nguetko kako nyhia ntèzsi nzaaka nu konyhizsù X (DRX), Espectroscopía ka jiaz`mbàja ko gakànu Fourier (FTIR), Microscopía Ngussibito ka jiazsùto (MEB), Espectroscopía Raman (Raman), Teshe ku gaka pa`ra nuji jango gaka kayha i nguet panujiò ko kupaji kanu mpènti`nñie kuga nguetku pa`ra mbàri naajo gaka yo cosa, nuyu gaka ndo kara tzappi ngussibito ka nu nde`kùnnù.

Nunu gu nuji sora tzaji mayhara cog kara nyhietteji kogakà kora jinyhiji nde`kùnnùto kaga neji. Ra mbùrka ra mbèchi pa`ra chis ko nyhianzò ko`kha ko sora nanñio gakato nukora nuji kora jinyhiji; Kara sora nyhiotti ka jango ga ne kara nuù jangue gaka, ra tzappuji nu zère`ngussibì ku nyhietti u kara kuppaji nu ngussibì ko sora pottù. Ndisziku mayha nyhiotù, nujiò ra ngunni ko ntèzsi, ko mbuubùnu u ka, ra tzaji kora ngunnù nuka industriales; nujiò nñie kargakà ko mbuubù u ko

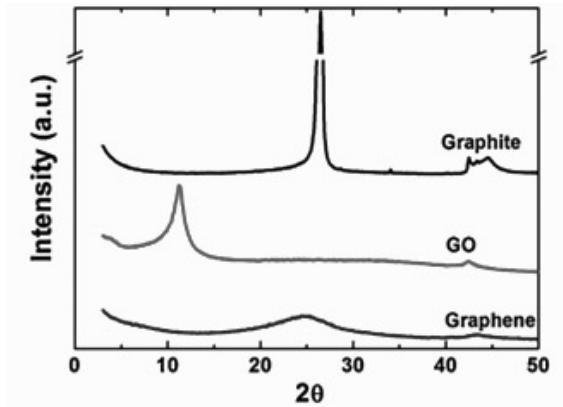
pèncanu nde`kunnù, kagakà mayhaga nyhiot xipa ko chunto ndo xina nushùji na nzèsh pa`ra ngunni nzaakanu yu penyhie kayo mango (Tiwari, Sharma and Sharma, 2016; Larios *et ka.*, 2019) such as blood vessels, traditionally relied on synthetic or modified biological materials for structural support. In this report, we present a novel approach to tissue-engineered blood vessel (TEBV, mbuubù konyhia konyhiara zènyhgaka pa`ra ngunni sora ndortòji kona mortero de ágata, nzaaka yu planta kònñieche u ninzi alga nzakanu sargazo (López-Sosa, Alvarado-flores, *et ka.*, 2020; Khallaf and Nu-Sebaai, 2022). Mayhara ngunnùji ku jango ganeji, sora nyietteji konde nañiò gaka nzaaka kora mamaji. Nunu tziperàzo nñianu mama nzaaga tesh kagakà ku maji, ndo mvitaji nura nyhius pa`ra nñiuska skuama ka naajo panunù (Whan, 2004; Edwards, 2005; Egerton, 2005; Abidi, 2022) the development of the Universal Attenuated Total Reflectance (UATR).

### **Kojiazsù X**

Nunu ngueka nura sora kopaji pa`ra nuji kagakànu cosa ka ndèt, nuka gaka ngue-  
ra mbàri ka jango gatza yo fot`mpa kara tètko nde nanñio materi`à, nuko natto  
gaka ndo ètteji nñieje. Ko materi`à ka nñiezto ngueka nyhia sora ntèz ndo nguenu  
rramientaka ra tza cosa kora nñiezto. nu mur ka èttè pa`ranu ga màra nzaakanu  
nñièka`èn pa`ra konyhiazsù X, ndo nzèr`ka mayhaga pantà jiaz X kachee ka maji  
konu jish pa`ra nuji, ka gakato ka konyhiazsù X kaga màr nzaaka jiaz nzaaka nñiù  
kapa`a ndo ngueko ganuji pona kara mar ka ngue panunu.

Nunu mùr ka racog jiaz X karakà mayhara chevi koyo fot`mpa (Askeland, D. R.,  
& Phulé, 2004). Pa`ra tzaji kura mbèn ngue naajo ra tzaji kara kuppajiyo ra ot rama  
kani mbùr, konaajo kora nñiuses kona nzù`ùnu kara cog`jiazsù koyha i mara ndo  
kochee koyo gambèn. Nunu gambèn kanu software u nukara mbètù tarajeta ko jus  
koga kàyo, ndoka raka ngueka ra jiezppiji koyugu mbèn kogo nuji konu nñièka`èn  
pa`ra konyhiazsù X.

Kanakà sora nu`u yu gakànu konyhiazsù X (DRX) va tù nñia kondèt kayo cosa,  
kar gaka nuko fot`mpa, karganò kugakà (sèmilla), ndenyhia nñia kanaajo (Buna-  
ciu, Udriștioiu and Aboul-Enein, 2015) phases, preferred crystal orientations (tex-  
ture. Na jemplo karatèsh nzaaka ko pèncanu nñièka`èn pa`ra konyhiazsù X sora  
nuji kanu skuan naa, jangue jishko ottùka DRX ka grafito, óxido ka grafeno ndo  
grafeno koba`è kana mbèf ka jnague guka grafeno nzakanu gutzanu Hummers (Jo-  
hra, Lee and Jung, 2014) graphene was prepared from graphite by a very simple and  
easy process. The two-step protocol involves conversion of graphite to graphene  
oxide (GO).



**Skuan naa.** Jiezsipiji kuppa a xonñika DRX ka grafito, óxido ka grafeno ndo óxido ka grafeno guzè (grafeno) (Johra, Lee and Jung, 2014)

Nugakànu tzappi kayo mbùnnukà nde`kùnnù, ngue nyhiè pa`ra mbà nzaakanu jemplo nugakà nugu nyhietti nzaakanu celulosa, hemicelulosa ndo lignina ka ngue naajo kanu shornu nde`ngussibì ko sora sat (Morales-Máximo *et al.*, 2022), gakanu nzaaka ko chiunni ka nde`ngussibiasí kangue ndeeto, nzaaka ninzi carbohidratos. Nunu gaka sora kupaji nzaka ko nuji pa`ra mbàri jangue gakà ku tzaji kayo nde`kùnnù.

### Espectrometría mbà`sibì`konyhiazsù kotèt gakà Fourier (FTIR)

Nu Espectroscopia mbà`sibì`konyhiazsù kotèt gakà Fourier (FTIR) nguena kagakà kanaajo pa`ra nguar nura mboobù kanu cosa kargakà molecular ndo ngue kami kuppaji pa`ra mbàri koni chiuu ko mbuubùto nuka cosa ko sora nzaat, ndeeto ndoko nyhia sora ntèz. Nunu gakà sora mbàri nu gutza química ndo nu tzaji pa`ru ngueji kuru nyhiet kana cosa (Salame, Pawade and Bhanvase, 2018). Nuga nñiun moleculares ka nzi cosa sora mbàri pa`ra mbàri yoni chiu nunu nekara nuji.

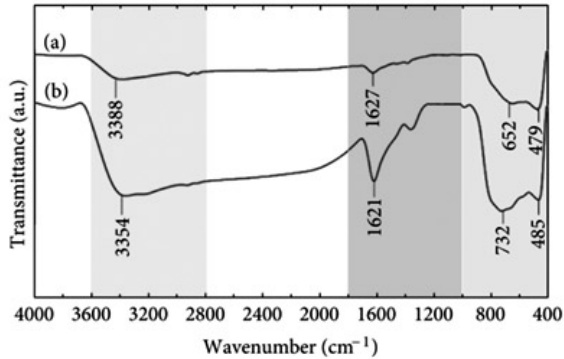
Nu chiurka FTIR ka nguet`ka nu sib mbà`sibì`konyhiazsù (ngussibì kak`ntèzsibì), naa ximò-jishko gaka, naa interferómetro, nakara màr, naa amplificador ndo naa computadora. Nuga mbùn`sibì mbà`sibì`konyhiazsù kha sibì ka cogkanu interferómetro cheeka nu jinyhiji, pa`ra nderama nzètka kak`ntèzsibì. Nu amplificador mbècka kara nzèr ndo ra pèt kana sib digital o interferograma. Kani`nguar-to, nu interferograma ngue kagakà kana espectro ponukà algoritmo kanu gakà ka Fourier (Kumar, 2018). Naka mùrka espectroscopia mbà`sibì`konyhiazsù ènyhi ndüz kanu sibnù mbà`sibì`konyhiazsù ka`kha pondena kayu moléculas ndo unnu nzaaka koga unna espectro ka ndüz (ka juskà).

Konu FTIR sokara mbàri koyo mùr kogakàse (komùrka fot`mpa ngueka sora mama kagakà nu molécula) ka chiujiika ra mbùubùto ka nu materi`à koganzònka nu nde`kùnnùto, ndekà mbù`konyhiazsù X peka mamu mbàri ko mùrko xi mbuubù ngue pa`ra nòrnu kara mbu kogakànu poliméricos pakorama pa`ra ndèznu



nde`ngussibì ko nzaaka ko sora nzaat. Nukara mbèn kara nuji FTIR nguena espectro ka sora mbàr banda kara ngùz koga mara ponu software ka parato ndo ka nñie sora nuji ko maji ka literatura kagakà (Abidi, 2022).

Na jemplo koyo pèn kananu nuji FTIR va`jus ka nu skuan yhiese, jangue ra mbuubù yo espectro ka FTIR ka yhie kogakà kora jinyhi ka nanopartículas ka  $\text{TiO}_2$ . Nzaagayhie kogakà kora jinyhiji ko mbèn kanu gakà e jiar-gel (Bagheri, Shameli and Abd Hamid, 2013).



**Skuan yhie.** Espectros ka FTIR ka nanopartículas ka titania [5].

Kaninzi ka kappi kagu nuji FTIR ka nde`ngussibì kogakà ko sora nzaat guma manti ndo sora xira tzaji ntòn ka xira jèka rama (López-Sosa, Alvarado-Flores, *et al.*, 2020; Morales-Máximo *et al.*, 2022; Morales-m *et ka.*, 2023).

## Microscopia Ngussibito ka Mbàshù

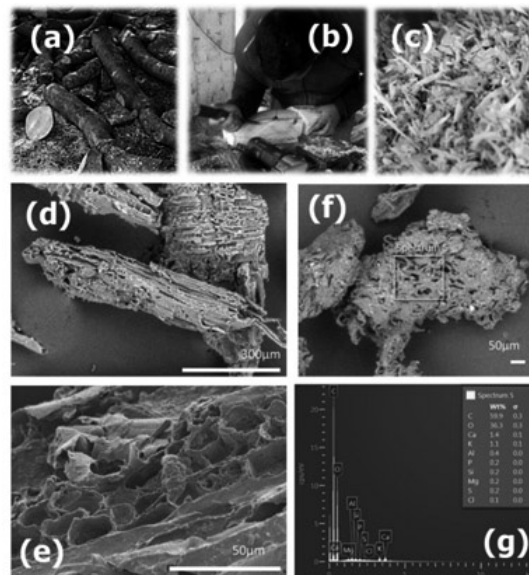
Nu Microscopia Ngussibito ntùka sora tza karakà nñinte kanaajo gaka, nde karakà kara nñius karakà, nzaaga tesh kana karakà 10 – 500,000 kara tza panu Microscopio Ngussibito ka Mbàshù (MEB), rramienta koka kuppaji panunu mbèfnu. Nunu kà karanu nugakà kaga tzike gakà ka tèt kande nañio materi`à kande nanñio ra mbù, kanu microescala kanyhia sora nñietz kanu ndo nu tee, kanu nanu-escala kaja panamicroscopio óptico (Inkson, 2016).

Nukanu xib ngue naajo panu microscopio óptico, yo electrones ngue panu MEB. Kandekà, yo electrones, ka mara mbèzsi carga kanyhia gajo gaka, fozsi na nzènyhi koyo fot`mpa ka nu nugunuji, kàna nòka kugakà ka ntùr kande ndussibì. Nunu ndussibì sora mbàri ndo raka pa`ra mbù nñinte químicas ka jango naajo kara nuji kona mbè. Nu Microscopio Ngussibito ka Mbàshù (MEB) nguena rramienta ka ngue pateshe ka kupaji pa`ra nñianttì nugakà koyo cosa. Kana rramienta ka MEB, nuna mbè ngue ga ngussùji kona nu electrones kana nzènyh ngussibì guka ponu filamento ka tungsteno, ndo yo electrones ndo ngussibì X gama ponu gaka maga chiuji ra nuji, ko unnu nñia nu topografía, morfología, kora tza, ka jangor gama yo granos, cristalografía, etc., kara natto cosa (Kumar, 2018).

Kanu gaka ku mbuka nde`kunnù, nu kara nuji po MEB, ra tzana naka naa mbè konu ra zè nukar gakhato ndo ka tòt panu ra shoppi ka ri tziketo kan una mbè kara tzappi kanu shimo-nuna mbè ndo kara mbichi kana cámara ka nyhia feeko ò jangue ra nuji kara mbàr kara mbèn kogakà kanakà electrones konu na mbè ka nde`kunnù.

Na jemplo ka pènka nujika MEB paku pènka nde`kunnù for`nzaa koka nu nde`ngussibì ko sora nzaat ga jishi ka nu skuan nñi`i.

Jango sora nñianttì ka mbàri ko yo gambènu, nu morfología ndo naka ra nuji químico kari`nzènka`ninzika kargakà ka pesa koyo cosa ko mbù nzaakako pènka *Bursera cuneata* Schltld (Copalillo), ka pènka nu mayhaga tzaji kommi nzaato ka un comunida Tócuaro, Michoacá, Mbòndo.

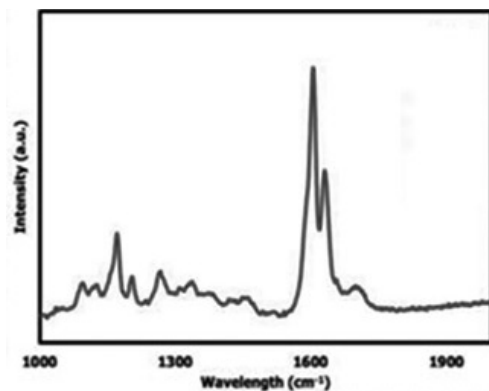


**Skuan nñi`i.** Kara mbèn korga nzònkà *Bursera cuneata* Schltld: (a) corte (b) ndèt`nu artesanías (c) kora mbòs kuba nzòn. SEM: (d), (e) morfología (f) (g) ra nuji químico kari`nzènka`ninzito (SEM-EDS) (Catillo-Tera *et al.*, 2023)

## Espectroscopia Raman

Nu espectroscopía Raman nguena rramienta ka naajo gaka ndo ka sora nuyo cosa, nñiet kanu laboratorio ka nzaaka ka juama (Kudelski, 2008). Na rramienta ka nu espectroscopía Raman ga tèt kana sibì, naa monocromador, naa shimo-kana mbè ndo na kara màr. Ga kappuji nde nanñioga láseres ko ndegakà longitudes ka onda (Ngussibì nzètka kak`ntèzsibì), koninzì komi gaka`ngue He: Ne ( $\lambda = 632.8$  nm), ion de argón (488.0 and 514.5 nm), ndo láser ka diodos ( $\lambda = 630$  y 780 nm). Na jemplo nu gaka nunu rramientanu jishi ka un skuan nziyho, jangue ga jus`na espectro Raman (Skuankà jangue gaka`nuka èttèji nzaaka ko juzsì koga mbèn ko nuji) kaga

nzòn ka *Zea mays* (Rastrojo), cosa nugu nèm pa`ra mbàri nu nzènyh ngussibìto kagakànu. Ka nunu nu nuji naajo pa`ru mbàri kugakà nu glucosa ndo celulosa, kugu mbènka gakà ponu ga nzaat, hidrógeno ndo oxígeno (Morales-Máximo *et al.*, 2022).



**Skuan nziyho.** Espectro Raman kuga mbèn ka *Zea mays* (Morales-Máximo *et ka.*, 2022).

## Referencias

- Abidi, N. (2022) *FTIR Microspectroscopy: Selected Emerging Applications*, *FTIR Microspectroscopy: Selected Emerging Applications*. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-84426-4>.
- Askeland, D. R., & Phulé, P.P. (2004) *Ciencia e ingeniería de los materiales*. Thomson.
- Bagheri, S., Shameli, K. and Abd Hamid, S.B. (2013) 'Synthesis and characterization of anatase titanium dioxide nanoparticles using egg white solution via Sol-Gel method', *Journal of Chemistry*, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1155/2013/848205>.
- Bunaciu, A.A., Udriștioiu, E. gabriela and Aboul-Enein, H.Y. (2015) 'X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications', *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 45(4), pp. 289–299. Available at: <https://doi.org/10.1080/10408347.2014.949616>.
- Catillo-Tera, O.A. *et al.* (2023) 'Electron Microscopy Characterization of Bursera cuneata Schldtl Residues for its Application as Solid Biofuel', *Microscopy and microanalysis : the official journal of Microscopy Society of America, Microbeam Analysis Society, Microscopical Society of Canada*, 29(1), pp. 88–89. Available at: <https://doi.org/10.1093/micmic/ozado67.036>.
- Edwards, H.G.M. (2005) *Modern Raman spectroscopy—a practical approach*. Ewen Smith and Geoffrey Dent. John Wiley and Sons Ltd, Chichester, 2005. Pp. 210. ISBN 0 471 49668 5 (cloth, hb); 0 471 49794 0 (pbk), *Journal of Raman Spectroscopy*. Available at: <https://doi.org/10.1002/jrs.1320>.

- Egerton, R.F. (2005) *Physical Principles of Electron Microscopy, Physical Principles of Electron Microscopy*. Springer. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-39877-8>.
- Inkson, B.J. (2016) *Scanning Electron Microscopy (SEM) and Transmission Electron Microscopy (TEM) for Materials Characterization*. Elsevier Ltd. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100040-3.00002-X>.
- Johra, F.T., Lee, J.W. and Jung, W.G. (2014) 'Facile and safe graphene preparation on solution based platform', *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20(5), pp. 2883–2887. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2013.11.022>.
- Khallaf, A.E.M. and El-Sebaili, A. (2022) 'Review on drying of the medicinal plants (herbs) using solar energy applications', *Heat and Mass Transfer/Waerme- und Stoffuebertragung*, 58(8), pp. 1411–1428. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00231-022-03191-5>.
- Kudelski, A. (2008) 'Analytical applications of Raman spectroscopy', *Talanta*, 76(1), pp. 1–8. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2008.02.042>.
- Kumar, J. (2018) *Photoelectron spectroscopy: Fundamental principles and applications, Handbook of Materials Characterization*. Available at: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-92955-2\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-92955-2_12).
- Larios, I. et al. (2019) 'Introducción a La Tecnología Del Mango', *Introducción a la tecnología del mango*, pp. 9–10. Available at: <https://doi.org/https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/388/1/Libro%20Mango.pdf>.
- López-Sosa, L.B., Alvarado-Flores, J.J., et al. (2020) 'A prospective study of the exploitation of pelagic sargassum spp. As a solid biofuel energy source', *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(23), pp. 1–17. Available at: <https://doi.org/10.3390/app10238706>.
- López-Sosa, L.B., Alvarado-flores, J.J., et al. (2020) 'A Prospective Study of the Exploitation of Pelagic Sargassum spp . as a Solid Biofuel Energy Source', *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(23), pp. 1–17. Available at: <https://doi.org/10.3390/app10238706>.
- Morales-m, M. et al. (2023) 'Multifactorial Assessment of the Bioenergetic Potential of Residual Biomass of Pinus spp . in a Rural Community : From Functional Characterization to Mapping of the Available Energy Resource'.
- Morales-Máximo, C.N. et al. (2022) 'Characterization of Agricultural Residues of Zeamays for Their Application as Solid Biofuel: Case Study in San Francisco Pichátaro, Michoacán, Mexico', *Energies*, 15(19), p. 6870. Available at: <https://doi.org/10.3390/en15196870>.
- Salame, P.H., Pawade, V.B. and Bhanvase, B.A. (2018) *Characterization tools and techniques for nanomaterials, Nanomaterials for Green Energy*. Elsevier Inc. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813731-4.00003-5>.
- Tiwari, G., Sharma, A. and Sharma, S. (2016) 'Saccharification of Mango peel wastes by using microwave assisted alkali pretreatment to enhance its potential for bioethanol production', *World Renewable Energy Technology Congress.*, pp. 1–11.
- Whan, R.E. (2004) *Materials Characterization*. Third. United States of America: ASM International.



## TZINÑIA TS` ICHA

# RA NUJI KA NECHKO RA TZATTÌ NUKA NDE`NGUSSIBÌ KO SORA NZAAT: KÀTTO, COSA VOLÁTIL, MBÙZSÌBÌ NDO KOGA NZAAT KO NYHIA NÑIUNNÌ

LUIS FERNADO PINTOR-IBARRA\*  
FERNANDO DANIEL MÉNDEZ-ZETINA  
JOSÉ GUADALUPE RUTIAGA-QUÍÑONES  
JOSÉ JUAN ALVARADO-FLORES

Facultad de Ingeniería en Tecnología ka nu nzaato, Tangunxorù Michoacana de Sa Culá de Hidalgo, Avenida Chico J. Múgica S/N, C.P.58040, Morelia, Mbòndo. \*kàNuka kà, e-mail: luis.pintor@umich.mx

### Tzinñia

Nu nuji ka mbèshto gaka nu nde`ngussibì ko sora nzaat nzaaka nzaato, tèmmè, pélets, briquetas ndo ko nyhia cosa lignocelulósicos, sora mbuubùna kanakà naajo gaka ka nujiò ngussibito panu kara sora mbooji ndo kugak`koyo rramienta pa`nura nzaat. Kanu tzinñianu nñiussì ka gaka pa`ra nguemeji nurgakà kargakà, nuji ka mbèshto gaka, mbùzsibì ndo koga nzaat ko nyhia nñiunnì, gaka nzaakà najè. Ga nguar ka nu nuji ka mbèshto gaka foskà sora mbuubùna kanakà naajo gaka ka nujiò ngussibito panu kara sora mbooji, ka nanñiò gakàto, mayha tzaji koyu yha ngueji sora tzaji nukari mbèshto.

**Kara naatò nñia:** briquetas, pélets, biomasa, cosa lignocelulósicos, nyhiampa.

### Mbùr`nñia

Nu nde`kùnnù ngue nu nuko nde cosa kappi ko pènka ko yha i pòstoji ko pènko mbuubùnu, ndo kà mbuubù kà pèz nu mbeezo, gu kuppaji pa`ru mbèn nu ngussibito ndìzsima mamu mbàri nu sibto (Velázquez, 2018). Nu nde`kùnnù sora tza ka shifot`ngussibì kagakà nde`ngussibì (chinzaa, chemmè, pélets, briquetas, bioetanól, biodiesel, biogás, nde`nyhia), koga mbènka mayhaga ka kari nguettò, química, térmica o microbiana ka nu nde`kùnnù. kàganyhia, nu nde`ngussibì ngue nu ngussibì ka sora pot; mboombù ka 10% koga kuppaka ngussibì nzaaga tesh ndo nu 77% nzaaga tesh ko sora pot (nde`ngussibì, hidroelétrica, sò`jiarù, eólica, geotérmica). Kà xi`jus ka nu nde`ngussibito mbà è`kà nde`ngussibì ko sora nzaat kà representago máska xi`jus ka 80% kagakà nzaaga tesh (Mäsera ndo Sacramento, 2022). Ka katto, nu nde`kùnnù nguena ngussibì ka sora pot ka presentago nugano heteroge-

neidad kara mboobù, anatómica y química (Bustamante *et ka.*, 2016). Kaxi gaka, ngueka naajo gaka nugu nñiu `s ka nuga nguetto, químicas, ko mbèshto nzètto, ndo ngussibito ka yugakà ka nde`kùnnù (Alvarado y Rutiaga, 2018). Ka nunu skuannu ra maji un nñia karanu ko mbèch`ra nzèt, yugakàngue yo kaji pa`ranu kagakà nukà nde`ngussibi ko sora nzaat; ka kànu pa`ra mamkà kar gaka kara kàtto, cosa volátil, mbùzsibì, ndo ko sat ko nyhia nñiunnuji (García *et ka.*, 2012). Ka kxanu, pa`ra sora mbùkha rama, karanu jango gaka ndo ra unnu kanaajo gaxha ka yo nde`ngussibi ko sora nzaat nzaakà kànni mbùr ngue naajo ra tzaji yora nuji ko mbèshto ra nzèt kara manu nñi`i kagakà kukha ku najè (Francescato *et ka.*, 2008).

## Kà

Nu nguen kagakà kara mbòs nu ndeeje ka yo cosa lignocelulósicos nguenakà naajo ka chevi ku gaka ngussibito ka un nde`kùnnù ndo ka nanñio gasibì ka ni chee ka nguetto ndo química ka yo cosa lignocelulósicos. Nuga kà ka nu nde`kùnnù kisto ngue naa ndà, presentago kaga unka ri ngue 50% y 300% kara chee kar jiu anhidro (ko juska naa). Nu nde`kùnnù mbuubùka kanu naajo gaka ra nzùrù ka gak kari mbèshto ka 30% (kar gaka ka jiezto). Nu kar gaka ka yo cosa lignocelulósicos ba ndopka nakà atmosférica ndo sora pòt kana patto ndo kande nanñio hora. Nur gaka ka nu nde`kùnnù nguena naajoka nan gamato ka gaka ka parámetros kanaajo ka yo nde`ngussibi nzaaka; kùnnù, kara nzènyh, ndo nuka ka nu nzènyh kara pat (Núñez-Retana *et ka.*, 2019). Nu kar gaka ka yo nde nanñio materi`à lignocelulósicos ngueka nyhia jiezto kha nuka gaka higroscópica. Naa jemplo, nde nanñio nde`kùnnù ko mutti ndo kagakà ka nu nñiñi mbòndo jangue ga maji kagakà 1.59 a 15.91 % ka gaka (Rutiaga-Quiñones *et ka.*, 2020). Naka gaka ko kappi pa`ra nuka kar gaka nuga kà ka yo nde`ngussibi ko sora nzaat ngue kagakà gravimétrico kagakà ka maji UNE-EN ISO 18134-1 (2015), ka nzaaka ka yo nyhia ko rajiz jangue: CHh (%); kaga kà nzaaka kana jiu kana kà, CHa (%); kar gaka kara kà ka na jiu anhidro, Ph; nuna jiu ka nu ngueka na kà, Pa; nuka na jiu nuna mbè anhidra.

$$\text{CHa (\%)} = \frac{\text{Ph} - \text{Pa}}{\text{Pa}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{CHh (\%)} = \frac{\text{Ph} - \text{Pa}}{\text{Ph}} \times 100 \quad (2)$$

## Cosa volátil

Nu cosa volátil ga ngueji kara ntèznu kùnnù, ra sènnu gaka, maga pattùnu nde`ngussibi ko sora nzaat ka nyhiara cheevi nammà karaka gakato (UNE-EN ISO 18123, 2015). Naajo ko nu literatura nu la cosa volátil, ngue nu raka nu nñiu konu ra nzaat, ga mbèn manu nde`kùnnù ra pattù kari 200°C ka 500°C (Velázquez, 2018). Nu gaknu sora jiadùji nu hidrocarburos ligeros, alquitrán, monóxido nuka ga nzaat, dióxido nuka ga nzaat, hidrógeno, dióxido de azufre, óxido de nitrógeno ndo ndeeje (García *et ka.*, 2012). Kande ganemmèji ka gaka nura nuji ka nyhiambè ra ngueka

kande nanñio cosa lignocelulósicos guma maji nu gaka panu nde`kùnnù kha gaka kaha 61.2 a 90.5% ndo panu tèmmè ka 28.40 a 34.25% (Ruiz-Aquino et ka., 2019; Rutiaga-Quiñones et ka., 2020). Ka xira ma, ra maji nu nuka gaka ka jusnu matemática pa`ra ngueji kara tzappiji nu cosa volátil ka nu nde`kùnnù ponu gravimetría, kanu gu tzana pirólisis kuka go pat`ka 900 ±10 °C, ka gakato ka jango gaka UNE-EN ISO 18123 (2015), ko gaka yo nyhia konde nñiussi janngue: A; materi`à mbènyh manu pirolisis, Pi; kana jiu mani fur nuna mbè ka jus crisol ko tapa, P; nuka najiu ka pèn mayhaga pat ka jus crisol, Pa; jiu mani fur nuna mbè.

$$\% \text{cosa mbènyh manu pirólisis} = A = \frac{P_i - P}{P_a} \times 100 \quad (3)$$

$$\% \text{ cosa volátil} = \% A - \% \text{ kà.} \quad (4)$$

## Mbùzsìbì

Nu gakanu mbùzsìbì ngue naajo gar gaka kana nde`kùnnù nzaaka ngussibito, nu mbùzsìbìnu nguena nanu cosa ka kemmè mayhaga nzaat ndo sora ka nzaaka kara nzòn ka jango karaji, ka kemmè nzaaka mbùzsìbì ka kemmè u mbùzsìbì ka for ndo nekara nguji. Nu mbùzsìbì sora mboozsì u ra tzappi pa`ra nduji ko nyhia kora ndumuji ndo nura nuji jangue gakanu mbùzsìbì nzèttè kanu ngussibito sora tza ka nanñio gaka nura kot. Nde, nugaka química nu mbùzsìbì fos ka escorificación ndo corrosión kanu gaka mara nzaat ndo ngueka naajo, nuka ra mara ka nzaaka kara kappi nu mbùzsìbì ko mbù kana ngussibito (UNE-EN ISO 18122, 2015). Nñie, sora nuka kar gaka ka pèn kogu nzaatta ndo ngue naajo pa`ra nuji jango gaka koyo rramienta nuka jango ra nduttì nuka nde`kùnnù (Velázquez, 2018). Yo ottù yo cosa ko ngue ga nzòn ko mbuubùji kayo nde`ngussibito ko sora nzaat ngueyho: Ca, K, P, Mg, Na, Al, Cl, Fe, S, Mn, Si y Ti (Vassilev et ka., 2017). Nu gaka kayu ga fot ko nyhia sora nzaat nguena gaka ka naajo pana nde`ngussibì ko sora nzaat (Oberberger ndo Thek 2010). Nu gaka nuka nu mbùzsìbì nura tzappi kara kan una nurga jiu nuna mbè nu nzaat ka 550 °C ndo nuka nura jibùbù nuna mbè anhidra kagakà nugakà UNE-EN ISO 18122 (2015) ndo ko nzaaka kugakà yunyhia koga nñiuska ka jangue: PaM; nuga jiu anhidro nuna mbè nuka un nde`kùnnù, Ph; nuna jiu kana kà, %H; kagakà kana kà, PaCe; nuna jiu anhidro ka mbùzsìbì kande crisol, Pac; nuna jiu anhidro ka crisol.

$$\text{Nura nguen kana jiu anhidro kanuna mbè} = PaM = Ph \left( 1 - \frac{\% H}{100} \right) \quad (5)$$

$$\% \text{ Mbùzsìbì} = \frac{PaCe - PaC}{PaM} \times 100 \quad (6)$$



## Nuga nzaat ka nyhia nñiunni

Nu chemmè ka nyhia nñiunni nguena kùnnù nu cosa ka nzòn kani nguar, kagakà mayhaga mbèz nu cosa volátil ndo nuna kà, ga nñiantti nuka minaajo ka ngussibito. Soo nñiantti mayha naajo ga kuppaji yuyha i jus ko neememèji ka nanñioga katto ka xi mbèsho ra nuji ka nu kanukà jus ka yenko (García et ka., 2012). Ka nu literatura ga mamaji kagakà kaga nzaat ko nyhia nñiunni nuka nde`kùnnù ka oscilan ka 3.44 a 23.1%, ka chento ka 62.61 a 70.36 % (Ruiz-Aquino et ka., 2019; Rutiaga Quiñones et ka., 2020).

$$\% \text{Tèmmè kanat`gaka} = 100 - (\% \text{mbùzsibì} + \% \text{Cosa volátil}). \quad (7)$$

## Nguar`nña

Yo nemmèji ko xi ra yhieppe ra nuji pa`ra mbùka minaaji ka yo nde`ngussibì ko sora nzaat, ka materi`à mbuubùto nzaaka: nu nzaato ndo yo nde nyhia cosa ko sora pot ka jangue gakà: astillas, virutas, aserrín tògnzaa, nzaato, etc., ndo yo nyhia sora nzaat nzaaka yo pellets ndo briquetas ku ndet kande nanñio nde`kùnnù, tènto ndo konyhia cosa lignocelulósicos. Nuji nuga kattì naa joji pa`ra mbooji ndo nu kara nyhietti rramienta kora tza kara nzaat, nguetka gaka ko kaji najè. Kagakàto, mayo nde`ngussiibì ko sora nzaat nyhia gakaku ko ètti sora tzaji kogaka mbèsho, pa`ra kuppaji ka ngunto nzaaka nuka ra jiezsi kara nziji, karga pat, u nuka industrial kara mbùn un ngussibì kagaka kayu calderas ka ètti nuka nde`kùnnù nzaaka ngussibito.

## Referencias

- Alvarado Flores, J. J., & Rutiaga Quiñones, J. G. (2018). Estudio de cinética en procesos termogravimétricos de materiales lignocelulósicos. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 20(2), 221-238.
- Bustamante García, V., Carrillo Parra, A., Prieto Ruíz, J. Á., Corral-Rivas, J. J., & Hernández Díaz, J. C. (2016). Química de la biomasa vegetal y su efecto en el rendimiento durante la torrefacción: revisión. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 7(38), 5-23.
- Francescato, V., Antonini, E., Bergomi, L. Z., Metschina, C., Schnedl, C., Krajnc, N., Kosciak, K., Nocentini, G., & Stranieri, S. (2008). Manual de combustibles de madera producción requisitos de calidad comercialización. *AIEL Italian Agri-forestry Energy Association*.
- García, R., Pizarro, C., Lavín, A. G., & Bueno, J. L. (2012). Characterization of Spanish biomass wastes for energy use. *Bioresource technology*, 103(1), 249-258.
- Masera, O., & Sacramento Rivero, J. C. (2022). Promoting a sustainable energy transition in Mexico: The role of solid biofuels. *BioEnergy Research*, 15(4), 1691-1693.
- Núñez-Retana, V. D., Escobedo-Bretado, M. A., Quiñones-Reveles, M., Ruiz-Aquino, F., and Carrillo-Parra, A. (2019). Efecto del contenido de humedad sobre

- pélets de aserrín de madera de *Pinus* spp. *Revista Mexicana de Agroecosistemas* 6(2), 136-144.
- Obernberger, I., Thek, G. (2010) *The pellet handbook* (1st ed.). London-Washington DC: Earthscan.
- Ruiz-Aquino, F., Ruiz-Ángel, S., Santiago-García, W., Fuente-Carrasco, M. E., Sotomayor-Castellanos, J. R., & Carrillo-Parra, A. (2019). Energy characteristics of wood and charcoal of selected tree species in Mexico. *Wood Research*, 64(1), 71-82.
- Rutiaga-Quiñones, J. G., Pintor-Ibarra, L. F., Orihuela-Equihua, R., Gonzalez-Ortega, N., Ramírez-Ramírez, M. A., Carrillo-Parra, A., Carrillo-Ávila, N., Navarrete-García, M. A., Ruíz-Aquino, F., Rangel-Méndez, J. R., Hernández-Solís, J. J., & Lujan-Alvarez, C. (2020). Characterization of Mexican waste biomass relative to energy generation. *BioResources*, 15(4), 8529.
- UNE-EN ISO 18122 (2015). *Biocombustibles sólidos. Determinación del contenido de cenizas*. Madrid, España: AENOR; 2015.
- UNE-EN ISO 18123 (2015). *Biocombustibles sólidos. Determinación del contenido en materia volátil*. Madrid, España: AENOR; 2015.
- UNE-EN ISO 18134-1 (2015). *Biocombustibles sólidos. Determinación del contenido de humedad. Método de secado estufa. Parte 1: Humedad total. Método de referencia*. Madrid, España: AENOR.
- Vassilev, S. V., Vassileva, C. G., Song, Y. C., Li, W. Y., & Feng, J. (2017). Ash contents and ash-forming elements of biomass and their significance for solid bio-fuel combustion. *Fuel*, 208, 377-409.
- Velázquez Martí, B. (2018). *Aprovechamiento de la biomasa para uso energético*. Editorial Universitat Politècnica de València.



TZINÑIA NÑIANTO

# KANU GAKÀ NUKA NDE`KÜNNÙ KARAMA NUKANU NZÈNYH NGUSSIBÌTO

FERNANDO DANIEL MENDEZ-ZETINA\*  
LUIS FERNANDO PINTOR-IBARRA  
JOSÉ GUADALUPE RUTIAGA-QUIÑONES  
JOSÉ JUÁN ALVARADO-FLORES

Facultad de Ingeniería en Tecnología ka nu nzaato, Tangunxorù Michoacana de Sa Culá ka Hidalgo, Avenida Francisco J. Múgica S/N, C.P.58040, Morelia, Mbòndo. \* kàNuka kà, e-mail: 1614346@umich.mx

## Tzinñia

Nu nennu ngue naajo pa`ra unni nguenda koga nzaat, hidrógeno, nitrógeno ndo azufre nuka nde`kùnnù, kara nu`u manaajo gaka ndo nu nzènyh ngussibìto. Mayhaga nzaat, nu sat ndo nu hidrógeno ga ndòzsi, ra tza CO<sub>2</sub> ndo ndeeje, ga tza naa nzò panu ra nyhiampa. Nu nñiu mama nuka gaka kha ndòzsi, mayha ga chiur`yo ku ndòz ka nitrógeno, sooto ra nzè nura maga pat. Nu nitrógeno nuka nde`kùnnù sora tza karama kha ra katto, ndo ngue ka nyhiara tzappi napunku cloro ndo azufre pa`nyhia feeko raka ka jango karaji ndo ra nzòn yu rramienta koka kara nzaat. Ra màr kagaka naajo pa`ra nuji kagakà nugaka, ra mbèn nuka napa ndo cosa mayhara nzaat.

**Kara naatò nñia:** Nura nuji nuyha i kuarù, jango gakà Kjeldahl, nde`kùnnù, nde`ngussibì, CHONS.

## Mbur`nñia

Nu gakanu ra nuji naajo pa`ra unni nguenda kagakà sat, hidrógeno, nitrógeno ndo azufre kande nanñio kona mbè, yhari ngue nuga nzòn u nu nyhia nzòn, nuko sora nzaat u ndeeto (ICB, 2016). Nunu “nde`kùnnù” ngue teshe ko sora nzòn, mbuunto u ndu`u, kugakà ponu fotosíntesis nuyo planta u ànimale, kara matto u kara nanñio ra matto. Ngue naajo pa`ra jinyh nukanu nde`kùnnù kappù tèmme, petròleo ndo kuken koga sattà. Nunu materi`à kà nzaaka un gakà kha kanu xoñijùmù, ka nñiakà 550 ka 560 mil millones toñielada nuko ganzaatta nzaaka nu nde`kùnnù (Pocha *et nu.*, 2023). Kanuga katto, nuka kà nde`kùnnù nzaaka kara mbuubù ngussibì unnu kara nñius nunaajo kara mbòs kara menyh kara zènka kara tza ka CO<sub>2</sub> kanyhiaga chee ko nu mbèf nuka hidrocarburos. Nuka gakanu kà ra zèn kayhia katto nzaaka nuyo nde`ngussibì ko sora nzaat ndeka nuga pot nuga pat jango karaji (Callejas ndo Quezada, 2009). Nu nde`kùnnù ngue gaka koyo ètti nuko ga nzaat, nñiu e

hidrógeno, ndeka sora ra mbuubù kara zènnu nitrógeno ndo azufre. Nujiio pezsina naajo gambù nunaajo nuka un nde`kùnnù nzaaka ngussibìto (Raju *et ka.*, 2014).

Gaka Rutiaga-Quiñones et ka. (2020), ngue naajoka ra nyhiere kar gaka nugakà ka nu nde`kùnnù, mayhaga nera tzaji pa`ra kara mbùnu ngussibì. Nunu nñianu sora raka nukara tza mayhara nzaat, gakanu nzaaka ra mbàri kora tza, cosa ndo nu kar gaka nura fumpa kara mbèz. Ra nu ka ndachee naa unnu ka jango gaka kanu gaka ka tzanu nde`kùnnù kara tza ngussibìto.

**NDACHEE NAA. PARÁMETROS NZAACA MARA JOKI KORA NUJI NUKA NDE`KÜNNÙ NZAACA NUGAKA PANU NDE`NGUSSIBÌ KO SORA NZAAT NDO NANÑIO GAKA NUKA INDUSTRIA KA YO NDE`NGUSSIBI**

kàni-fùrukà	Kà gaka nukara nuji	Parámetros nzaaka mara joki	Kukà nuka industria ka yo nde`ngussibì
Nune kara nuji kagakà	<p>Nunu nù nukanu sattà, hidrógeno ndo nitrógeno gangueji nzaaka nu gaka UNE-EN ISO 16948 (2015), nugaka ka mbuubù ka nñiu ga ngueji nugakà gaka Ghetti <i>et ka.</i> (1996).</p> <p>Panu azufre ndo cloro, ra kuppaji nugakà gaka UNE-EN ISO 16994 (2017).</p> <p>Nu kàga khanu Kjeldahl, ngueka jieztoji en la agroalimentaria y farmacéutica, ngueka ga nñi`i kara maa: digestión, pezsè pa`a ndo ra nuji ka gakanu amoniaco (Sáez <i>et al.</i>, 2013).</p>	<p><b>S &lt; 0.08 %</b> <b>N &lt; 0.3% <sup>1</sup></b></p> <p><b>S &lt; 0.03 %</b> <b>N ≤ 0.5% <sup>2</sup></b></p> <p><b>N: 0.10 a</b> <b>0.50% <sup>3</sup></b></p>	<p>Mara makaga nzaat, kanu sattà (C) nzaaka nu hidrógeno (H) kambùr`kà oxidación nuka gaka kugakà exotérmicas, unnu kara manu nñia kanu dióxido kaga nzaat (CO<sub>2</sub>) ndo ndeeje, nukà ngue ndeka kara mbùnu ngussibì (Oberberger ndo Thek, 2004).</p> <p>Nu nñiu mboobù kana skuama chiu nzaaka ka mama kagakà mayha i panudesempeña nu ndòz ka nanñio koka, ks nugakà ka pen nu ga ndòz ka nitrógeno ku gambèn nñiu mayhaga nzaat. Numina nzènyh gakanu nñiu sora zèkara maga pat nukanu ngussibì (Calventus <i>et ka.</i>, 2009). Yunde gaka nukanu nde`kùnnù herbácea nyhiaga kaku nu maji naa kagakà nukanu ga nzaat zènka nzaaka kagakà nukanu nde`kùnnù jènzaa, nukakà nguenaajo gaka ka gama derecho nukanu gamaga pat kamira nyhiampa. Nuga katto, ga nñianttì nukana nzènyh numiga gapa coggu nuka nuka kanu nde`kùnnù jènzaa (Oberberger ndo Thek, 2004). Kemmèbi naajo ko e Oberberger ndo Thek (2004), kayo gaka kuna mbè`è presentago kanyhia chee nugaka jusnu nitrógeno, nunu ra kuppaji kar gaka ra matto koga` fot koyhia nekara tzaji mayhara nyhietteji nuka ra tzaji nuka nde`kùnnù, nujiò ramaka ra ndèz nuyo ra tza NOx.</p> <p>Ngue naajo pa`ra tòr nura mbuubù kora nzòn kanu químicos, nzaaka cloro (Cl) ndo azufre (S), kayu cosa kagakà u aditivos, Kagakà sora mbùkora nzòn nukanu rambuubù nuka jango sat. Kamira mbuubù yo cosa soka ra mimi kanaanño gakatto, nzaaka HCl ndo SOx, kande ra unnu nu nñia jangue mbuubù ko shichi ndo nu gaka yu rramienta nukanu jango ba sattà (Oberberger ndo Thek, 2004).</p>
<p><sup>1</sup>ÖNORM M 7135 (2000), <sup>2</sup>EN 14961-2 (2011), <sup>3</sup>ISO 17225-2 (2014)</p>			

## Nguar`nña

Nuga nèngakà CHONS nuka nde`kùnnù ngue naajo kara nguen kora tza química, naajo panura tzappi nzaaka nuko mbuubù ko sora pot panu rakà nu ngussibito. Ma yhara nguemme naajo kugakà kora tzappi nukanu ra nzaat, hidrógeno, nñiu, nítrógeno ndo azufre, gu sotzaji nuka ru mbèn naajo kugaka nuka ru nzaat, ga mbàri reactivos, cosa ndo nu kagakà nuga fumpa kaga mbèz. Nunu gaka nugu neji sora tza tecnologías kunaajo gakà ndo kura mesh pa`ra shira mbù nukanu nde`kùnnù nzaaka nukara kha ngussibi, nuka gakà nukara un kottà nzaaka nu jango karaji nuyo ka i furu ka kogaka kuga kappiji.

## Referencias

- Calventus, Y. A., R. Carreras, M. Casals, P. Colomer, M. Costa, A. Jaén, S. Monse-  
rrat, A. Olivia, M. Quera y X. Roca. (2009). *Tecnología Energética y Medio Am-  
biente* - I. Edición de la Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona. 190 p.  
Callejas, E. S., y Quezada, V. G. (2009). Los biocombustibles. *El Cotidiano*, (157),  
75-82.
- EN 14961-2. (2011). *Biocombustibles sólidos. Especificaciones y clases de combus-  
tibles. Parte 2: pélets de madera para uso no industrial*. AENOR, Madrid, Es-  
paña.
- Ghetti, P., Ricca, L., y Angelini, L. (Abril de 1996). Thermal analysis of biomass and  
corresponding pyrolysis products. *Fuel*, 75(5), 565-573.
- ICB (Instituto de Carboquímica). (2016). Análisis Inmediato, Elemental y Poder  
Calorífico. Consultado el 12 de diciembre de 2023. <https://www.icb.csic.es/servicio-de-analisis/caracterizacion-decombustibles/analisis-inmediato-elemental-poder-calorifico-y-tipos-de-azufre/>
- ISO 17225-2 (2014). “*Biocombustibles sólidos: especificaciones y clases de com-  
bustible*”, Organización Internacional de Normalización, Ginebra, Suiza.
- Obernberger, I., y Thek, G. (2004). Physical characterisation and chemical com-  
position of densified biomass fuels with regard to their combustion behaviour.  
*Biomass and Bioenergy* (27), 653–669.
- ÖNORM M 7135 (2000). *Compressed wood or compressed bark in natural  
state-pellets and briquettes, requirements and test specifications*. Vienna,  
Austria: Osterreichisches Normungsinstitut.
- Pocha, C. K. R., Chia, W. Y., Kurniawan, T. A., Khoo, K. S., y Chew, K. W. (2023).  
Thermochemical conversion of different biomass feedstocks into hydrogen for  
power plant electricity generation. *Fuel*, 340, 127472.
- Raju, C. A., Jyothi, K. R., Satya, M., y Praveena, U. (2014). Studies on development  
of fuel briquettes for household and industrial purpose. *International Journal  
of research in Engineering and Technology*, 3(2), 54-63.
- Rutiaga-Quiñones, J. G. Pintor-Ibarra, L. F., Orihuela-Equihua, R., González-Orte-  
ga, N., Ramírez-Ramírez, M. A., Carrillo-Parra, A., Carrillo-Ávila, N., Navarre-  
te-García, M. A., Ruiz-Aquino, F., Rangel-Méndez, J. R., Hernández-Solís, J., y

- Lujan-Álvarez C. (2020). Characterization of Mexican waste biomass relative to energy generation. *Bioresources* 15(4), 8529-8553.
- Sáez-Plaza, P., Navas, MJ, Wybraniec, S., Michałowski, T., y Asuero, AG (2013). An overview of the Kjeldahl method of nitrogen determination. Part II. Sample preparation, working scale, instrumental finishing and quality control. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 43 (4), 224-272.
- UNE-EN ISO 16948 (2015). *Determinación del contenido total de carbono, hidrógeno y nitrógeno*. AENOR, Madrid, España.
- UNE-EN ISO 16994 (2017). *Determinación del contenido total de azufre y cloro (ISO16994:2016)*. AENOR, Madrid, España.





TZINÑIA YENCHO

# NUJI KOGA KU FOT`SHIKÜNNÜ KONYHIA SORA NZATTÀ NUKANU NDE`KÜNNÜ LIGNOCELULÓSICA

FERNANDO DANIEL MÉNDEZ-ZETINA\*  
LUIS FERNANDO PINTOR-IBARRA  
JOSÉ GUADALUPE RUTIAGA-QUIÑONES  
JOSÉ JUAN ALVARADO-FLORES

Facultad de Ingeniería en Tecnología ka nu nzaato, Tangunxorù Michoacana de Sa Culá ka Hidalgo.  
Av. Chico J. Múgica S/N, Edificio "D", Ciudad Universitaria. C.P.58040, Morelia, Michoacá,  
Mbòndo. \* Autor de c kàNuka kà: rutiaga@umich.mx

## Tzinñia

Nu nzaato, nzaaga teshe nukakà pezsi ka zèn kukà nukanu mbùzsibì, nuka kem numa yhaga nzaattà; nu unnuji panu coníferas fluctúan ka 0.1 a 1.0%, kanu gaka nukanu latifoliadas soka ra mbuubù kashira nñiussù. Nuyho nyhia cosa lignocelulósicos kagakà ngueka ga nñius ko kappi nukanu mbùzsibì (10 a 22%). Kanu mbùzsibì, sora mbùji kayho ndenyhia konde gaka ku fot`shikünnü konyhia sora nzattà. Panuka ra mbàri koyho gaka konyhia sora nzaat, kugakà nukanu nzaattò, konyhia cosa lignocelulósicos u konyhia cosa nzaaka yu ndojo, nugo tzaji koga chuu kàmbèfi nukanu química nuna kà, u nuka tzaji yho gaka u nu kambèfi koga fosko rramienta.

**Kara naatò nñia:** kofot`konyhia sat, nuko ra nuji químico kunakà, nuko ra nuji nzaaka nu rramienta, XRF, ICP-AES.

## Tzakito`nñia

Nu jumù nguena cosa ka nugaka poko nde sora nzaat (ko sora nzaat kande nyhia sat), ndeeje, ndammà ndo ndekonde fenyh kuka`a, ka nguenu gatee yu planta, ndo nunu nguenu gaka konanyhioto gaka nzaaka kuga tzaji, nzaakanu ngussibi nuga mbèn kanu fotosintético, nugakà ka jango kari, kaga pot yo nñiu konu atmósfera ndo ponu gaka nu jumù (Ortega-Torres, 1981).

Nzaakanu gakanu fotosíntesis ga mbòs kagakà carbohidratos, ndo nunu eñe nunaajo nukanu jango kaji kara nzaat yu cosa ku sora nzaat, nu nzaaka nukanu nde`künnü (Ortega-Torres, 1981; Velázquez-Martí, 2018).

Na jemplo nukanu nde`künnü nguenu nde`künnü lignocelulósica, ga tza nzakanu celulosa, hemicelulosas, lignina, kuga mbòt`ku mbèn ndo ku`fot ko nyhia sat (Fengel ndo Wegener, 1983), ndoko va è nukayo guka ka for`nzaa, konde nyhia

nñio nzaa, gakanu nzaaka ko yha i nzòkaji ndoku yhara mbozsi kumbènka nukayu nzaaasi (Velázquez-Martí, 2018). Nu gunuji nu mbèfa nukanu nzaa gu mbèn gu nzòka 50% ka nzaat, 43% nu nñiu ndo 6 % nu hidrógeno, ndo nzaaga tèsh ngue nukanu nitrógeno ndo ku `fot ko nyhia sat; ka nunu, nuka gakanu mbùzs `bì ka nzaa ku tèè kanu è nyhiebbè ga pot ka 0.1 a 1.0% ndo nukanu nzaa latifoliadas mbuubù ka sora ndèz (Fengel ndo Wegener, 1983).

Mbùko nde nanñio kugakà u kugakà kugu tzappi pa `ru mbàri nu kagukà nuka nyhia sora nzaat nukayu planta, kunaajo gaka nukanu tecnología nukanu nzaa, fo-restería, agronomía, biología, nutrición, fisiología ndo genética, ndenu jumù ndo bona payo ra ndummùji, ndo ka nañio lugà.

Kara nuji po nukanu química kana kàhú. Ga mbàri nzaaka nukara ma nukana kà nyhia sora mbènka ndo nu kara unni nguenda koyu kappi yu cosa químicos koga mbùn kanuna mbè, ndo sora jiadùji kanu ra nuji kara unni nguenda (Brumblay, 1983) ndo ra nuji kara unni nguenda (Ayres 1970). Nugaka numamu mbàri nzaaka nugama nukanu cationes u ra nuji nukanu cationes fos ra ndera mbos ku 24 cationes. Kgakà mayhara nde màn nuyo ionos negativos kumbù kanakà nuna mbè nyhia ngue nunaajo nzaaka nukanu gaka nuka ndegu mbozsi nukanu cationes, mara neera tzappuji kara mbòs ra nemmèji nzaaga tesh yo cationes. Nuyo 30 u 40 ionos negativos ku ngue, 18 ngueyo mbuubùnu kà (Nordmann, 1979). Yu nde nyhia ku gakato ka ngueto: a) Perlas ka bórax, b) ra ndùtti pa `ra mbàri magakà kara nzèr, c) Fluorescencia, d) kappi ka ditizona, e) Microscopía.

Nuku gaka yu rramienta kunaajo kà. Panu ra nuji kayu fot kuagakà minerales gama ka naajo nuko ish mbù kugakà nzaaka yo rramienta kanu ndenu kee kayha coggu (Murfunin, 1995; Ostrooumov, 1999). Nu rramientanu ndanyhio naajo gaka pa `ra mbàri nukara mbèn kanu fot minerale nuku gaka u gaka ko ishi mbùs (Ostrooumov, 2009). Nuko yo tzappuji mamu nummèji nukanu fot ko nyhia sora nzaat ku ba è ka yuga mbuubù nyhio yu cosayho lignocelulósicos ngueyo shiara maa: Espectrometría ka Absorción Atómica, Ka sora chuu nñie nzaaka ganuji nugaka Absorción Atómica (AAA, ponuyo nimbùr ka inglés) (Ostrooumov, 2009), Espectroscopía ka Emisión Atómica (AES) (Uden, 1992), Espectrometría kara mbèz mayhaga nzèr (FAES) (Rolka et ka., 2023), Espectrometría mayhaga tza Atómica ka Plasma Acoplado kara man korama (ICP-OES) (Dahlquist et ka., 1978), Espectroscopía mayhaga tza Atómica kara nzèr ndo mòc (Ostrooumov, 2009; Harvey, 2023), Espectrometría ka kùnnù `s kora ma kara chenbì kora fozsì maji nu nñii kara maa (ICP-MS) (Ostrooumov, 2009), Espectrometría mayhaga tza Atómica ka Plasma chenbì kora fozsì maji nu nñii kara maatò (ICP-AES) (Raja ndo Barron, 2023), Espectrometría ka ñinte `mayhaga tza kara koyhiazsù X (XPS) (Padilla-Cuevas et ka., 2020), Ra nuji ka Fluorescencia ka koyhiazsù X (XRF) (Ostrooumov, 2009; Padilla-Cuevas et ka., 2020), Espectrometría ka mayhaga tza koyhiazsù X Ga maa po nukanu Partículas (PIXE) (Padilla-Cuevas et ka., 2020) ndo Espectrometría nukanu ngussibì kanat gama ka koyhiazsù X (EDX) (Padilla-Cuevas et ka., 2020).

Nde nukanu gaka u ka gaka ku nñiantti, mbuubù yo gaka cromatográficos, ka ngueka naajo pa `ra jiadùji kogambèn mayhaga nzaat koyho cosa ku katti, pende ku fot ko nyhia satta (Schwedt, 1994; Smith ndo Feinberg, 1979; Chen et ndo., 2007).

Nukoka kayho cosa kupa nukanu Químicos mayhiaga nzaat. Nuka mbùkanu mbùzsibi ngue kaga zè nukanu nde `kùnnù lignocelulósica, penaajo kari ra mpànmbà nguenda mayhiara nzaatta nu nde `kùnnù, ndo nñieka naajo pa `ra mbàraji ka jangue gaka nugaka mineral, yhako ka kande mbuubù ko ntèz kagakà ko naajo nukoyo mbùzsibi ka nanñio ga kattò panaajo gma ndo nu mayhaga nzaat (Fengel y Wegener, 1983; Bhatt ndo Todaria, 1992; Obernberger ndo Thek, 2010) ndo nñie nurama kara pattù(nyhiampa) (Bridgeman et al., 2008)).

## Referencias

- Ayres, G. H. (1970). *Análisis Químico Cuantitativo*. 2ª edición. HARLA, S. A. de C. V.
- Bhatt, B.P. and Todaria, N.P. (1992). Fuelwood characteristics of some Indian mountain species. *Forest Ecology and Management*, 47(1), 363-366.
- Bridgeman, T. G., Jones, J. M., Shield, I. and Williams, P. T. (2008). Torrefaction of reed canary grass, wheat straw and willow to enhance solid fuel qualities and combustion Properties. *Fuel*, 87(6), 844–856.
- Brumblay, R. U. (1983). *Análisis Cualitativo*. 13ª impresión. CECSA.
- Chen, S. F., Mowery, R. A., Scarlata, Ch. J. and Chambliss, C. K. (2007). Compositional Analysis of Water-Soluble Materials in Corn Stover. *J. Agric. Food Chem.*, 55, 5912-5918.
- Dahlquist, R. L. and Knoll, J. W. (1978). Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry: Analysis of Biological Materials and Soils for Major, Trace, and Ultra-Trace Elements. *Applied Spectroscopy*, 32(1), 1-30.
- Fengel, D. and Wegener, G. (1983). *Wood chemistry, ultrastructure, reactions*. Walter de Gruyter & Co.
- Harvey, D. (2023). *Instrumental Analysis*. DePauw University. LibreTexts.
- Murfunin, A. S. (1995). *Advanced Mineralogy: Composition, structure and properties of mineral matter (concepts, results and problems)*. Vol. 1. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg-New York.
- Nordmann, J. (1979). *Análisis Cualitativo y Química Inorgánica*. 13ª impresión. CECSA.
- Obernberger, I. and Thek, G. (2010). *The pellet handbook*. 1st ed. London-Washington DC: Earthscan.
- Ortega-Torres, E. (1981). *Química de suelos*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Ostrooumov, M. (1999). *Técnicas analíticas en la investigación de minerales*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Ostrooumov, M. (2009.) *Mineralogía Analítica Avanzada*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Padilla-Cuevas, J., Yee-Madeira, H. T., Merino-García, A., Hidalgo, C., and Etchevers, J. D. (2020). Analysis of essential and toxic mineral elements in plant tissue. *Agrociencia*, 54, 413-434.
- Raja, P. M. V. and Barron, A. R. (2023). *1.5: Análisis ICP-AES de Nanopartículas*. Rice University via OpenStax CNX. LibreTexts platform.

- Rolka, E., Zołnowski, A. C., Wyzkowski, M., Zych, W. and Skorwider-Namiołko, A. (2023). Wood Biomass Ash (WBA) from the Heat Production Process as a Mineral Amendment for Improving Selected Soil Properties. *Energies*, 16, 5110.
- Schwedt, G. (1994). *Cromatographische Trennmethoden*. 3. Erweiterte Auflage. Georg Thieme Verlag.
- Smith, I. y Feinberg, J. G. (1979). *Cromatografía sobre papel y capa fina*. Electroforesis. Editorial Alhambra.
- Uden, P. C. (1992). *Elemento específico cromatográfico detección por espectrometría de emisión atómica*. Columbus, OH: Sociedad Americana de Química.
- Velázquez-Martí, B. (2018). *Aprovechamiento de la Biomasa Para Uso Energético*, 2nd ed.; Editorial Reverté, Universitat Politècnica de València.

XOGE ÑHÄTO

## HNU TERMOGRABIMETRIKO TIMFENI RA KARACTERISASION RA BIOMASA.

JOSÉ JUAN ALVARADO-FLORES<sup>1</sup>  
MARÍA LILIANA ÁVALOS-RODRÍGUEZ<sup>2</sup>  
JORGE VÍCTOR ALCARAZ-VERA<sup>3</sup>  
JOSÉ GUADALUPE RUTIAGA-QUIÑONES<sup>1</sup>  
LUÍS FERNANDO PINTOR-IBARRA<sup>1</sup>

1 Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, nguxadi Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Avenida Francisco J. Múgica S/N, C.P.58040, Maxuni, Monda.

2 Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, nguxadi Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, C.P. 58190, Morelia, Michoacán, México.

3 Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Cd. Universitaria, Santiago Tapia No. 403, Centro, C.P. 58000, Morelia, Michoacán, México.

\*Autor de correspondencia: [jjalvarado@umich.mx](mailto:jjalvarado@umich.mx)

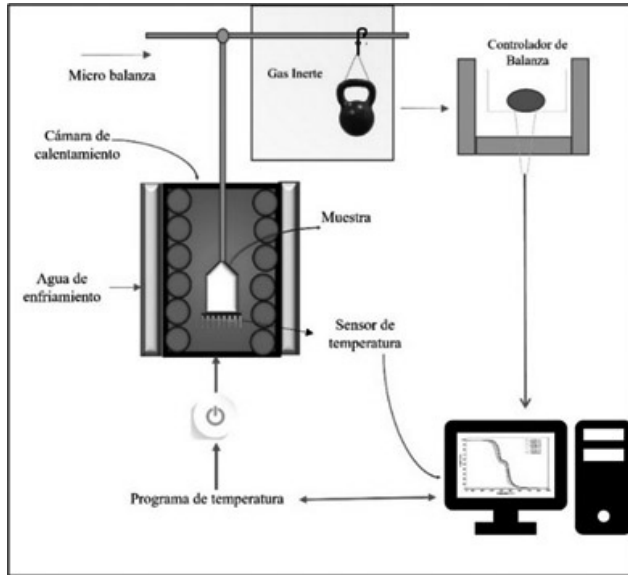
### Tzinñia

Nupia xa mahyoni ra njapu´befi ya paxi ra buzna paga ra te ne kwati ra hyats´i, ra hnu TGA-DTG, nseki händi ra tse ra pa, ra nupia nehe ra masa ra n´a muestra ka n´a atmosfera dinamika da kontrolada nseki ra karakteristikika ra n´a bedi masika, ni sinetika ra reasion reni, njabu ha ya mahyoni majüanto termodinamiko ra biomasa.

**Ya ñhä klabe:** ya njapu´bojä lignoselulosiko, hnu TGA-DTG, sinetika, ra händi matematika, ya hnu termodinamiko.

### Tzakito`ñia

Ra hnu termograbitriko(TGA), xa n´a befi experimental habu ge höki ra händi ra mpöti masiko ra n´a material, tsö dra organiko Ö inorganiko, respecto ra nupia n era tse ra pa, mui x ara mahyoni ra teknika ne ka mui sentido, da ñhä ha n´a hnu termiko. Ra retrato n´a ge händi n´a n´händi ra mpëfi TGA.



**Figura 1.** Diagrama general de un analizador termogravimétrico (*elaboración propia*).

**Retrato n´a. diagrama ra n´a hnu termogravimétriko( höki meti)**

N´a aspekto mahyoni xa ra gas( $n_2$  AR, he) ge njapu´befi ka ra ´befi, ra tsö pëts´i n´a karakter oxidante, reaktibo ö inerte. Ka ra nupia ge höki ra ´befi da pëts´i n´a grafika pädi ha termograma. Mui grafika nseki ra händi ra tse ra pa ö ra nupia ka ra eje orisontal ne ra porcentaje ra ´bedi masika ka ra eje bertikal(xoge izquierda). Ge pëts´i hnu ra ñhu ko ra mpöti ra ´bedi ra masa respektu ra nupia ö tse ra pa (DTG)

Ra optimisasion ra paxi biomasika ge tsö höki po´ made ra timfeni ya majüanto sinetiko ne termodinamiko ko ra kjwadi ra höki ya produkto ra maa balo punts´i ha ra hidrogeno ko ra nt´udi ka ya selda ra kombustible(Alvarado et al,2022)

**Generalidades sobre análisis termogravimétrico (TGA)  
Ya generalidad punts´i ra hnu termogravimétriko(TGA)  
Ya xoge ya ñmhi paga TGA.**

Ka ra ko´i ge händi kadu n´a ya ´befi da höki, ya njapu´bojä ra termobalansa tsö pëts´i ra disposition ra xutha ra manera maa, suspendida ö orisontal(Auroux, 2013, Gallagher y Brown, 2003)



**Figura 2.** Clasificación de termobalanzas, a) superior, b) suspendida y c) horizontal (Auroux, 2013).

## **Características de las muestras para análisis TGA** **Ya karakteristikika ya händi paga ra hnu TGA.**

Generalmente xa mahyoni n´a händi to´lo nu 400-450 ya mikra (Alvarado et al, 2020) hña gotho ya imhi nseki ra ñhehe xingu, generalmente ge tsö hää ya xingu ra 10, 1.0, ne 0.1 ya gramo, anke ´mui ya njapu´bojä ge tsö hää asta desena gramo. Ra nthogi njut´i mayor mahyoni hampu ge hyoni ra hnu ya njapu´bojä xixa eterogeneo (Bensharada, 2022) ya xingu ra masa tol´o tsö fädi ra termobalansa ka kasu ra n´a incidente termiko ra karakter esotermiko (Craig ne Reading, 2006) Medición de la temperatura de la muestra y termobalansa

## **Ra medision ra tse ra pa ra händi ne termobalansa.**

Ka ya hnu TGA, xa xixa frecuente ge ´mui ra mbeni ra tsi ra tse ra pa ra händi ö ra imhi paga gembu ya kalkulo ha ya sinetika ra ñhu termiko. Ka mui kasu xa mahyoni pädi hangu xingu ge hyoni ne ra forma ge ra xingu da eni ka ra tse ra pa. Hingi xa xixa fiable, ka ya njapu´befi TGA ge höki ya xingu maa, ra ästa desena ra gramo, ra tse ra pa ra xingu da eni po´ made n´a termopar thogi ra xingu. Ka ya njapu´bojä TGA timfeni ra höga xa njapu´befi ya xingu tol´o (mg). Ka mui sentido ge xifi ga höki ya eni ra tse ra pa heki ra nthu n era xingu, ge thuthöi pëts´i fädi ra xifi ra tipo ra termopar. Ya termopar ge klasifikan ka tipo B(1700 c)E(430 c), j(370 C), k (870 c) y T(200 c) ge korresponden a ya elemento ö aleasione ya aleasion ra platino-rodio, niquel, ierro, niquel- kromo ne kobre respektivamente. (Gallagher ne Brown, 2003).

## **Ra kalibrasion ra masa n era tse rap a ka ra nxadi TGA.**

ra ñhä masa, bi ´mui ya majüanto ra estandarisation ne ge tsö klasifikar po´ ehemplo ka klase S (100mg) ö S-1, habu ge mfeni n´a masimo ra toleransia ra 0.025 mg paga ra n´a tipo, ne yöho paga ra yöho(Gallagher, 1997).

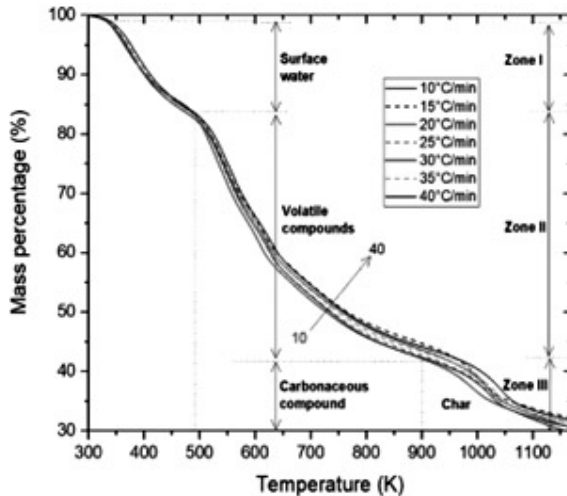
paga ra kalibrasion ra tse ra pa, ra ´befi ya punto ra kurie xa xixa njapu´befi paga mui kwadi, ra kual beni xi ñho ka ra tx´uki ra tse di mahnetika ä ya balor desde otho, bi höki n´a ´bedi ra masa ra n´a bojä maknetiko da njapu´befi, ge xa mpat´i



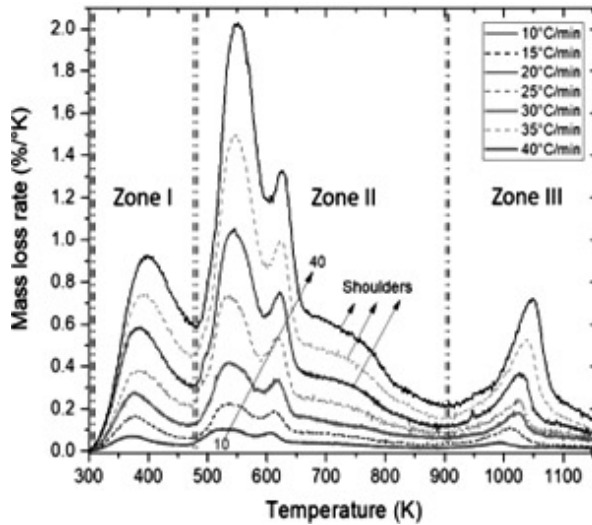
ästa ge ´bedi ni meti mahnetika. Ma´na ´befi xa ra dämfeni ra DTG (Brown et al 1994) ra ´befi "eslabon-fusible" xa ma´na ´befi. (Vyazovkin) et al, 2010, Vyazovkin et al 2020)

### Reporte de resultados del análisis TGA-DTG Ngumfadi ya ´rahä ra ´befi TGA-DTG.

Paga ra grafika ra TGA ge beni xi ñho ka ra ege orisontal ya bariante ra tse rap a ö nupia ne ra paxi masika k ara ege bertikal. Hampu ge ne höki ra ntho ka ya datu normalisado, konbiene händi ra masa ka xingu, po´ ma´na, nu´bu mfeni ka ra ege orisontal ra pametro nupia, xa xifi yot´i nupia, xa rekomendable yot´i paralelamente ma´na kurba ra bariasion ra tse ra pa ne ni otu´mui ka ra nupia. Ra ko´i ñhu ne göho händi n´a ehemplo ra mfeni termograbitriko ne na´ño ra biomasa marina (Alvarado et al, 2022)



**Figura 3.** Curvas del análisis termogravimétrico biomasa marina en nitrógeno (Alvarado *et al.*, 2022).



**Figura 4.** Curvas del análisis diferencial de biomasa marina en nitrógeno (Alvarado *et al.*, 2022).

Kabe mä ge ya kurba ra TGA ha ya DTG, ge tsö pombi nehe ka ra ñehe grafika, mui hñgi xa konbeniente ka hnu habu ge thäts´i n´a ya pëde mahyoni ya rampa ra pa, ä meno ge hyoni händi ra te ya ´nihi rap a. (handi ra ko´i göho)

Deribado ra ´befi ya datu ra TGA, x ara tsö da mpëfi ko ya korrelasion empirika, ya modelo ne softguare matematiko paga ra determinasion hña honse ya parámetro änte mä, nehe ya konstituyente pimario ra biomasa ha emiselulosa, selulosa ne lignina (Alvarado et al, 2022; Saldarriaga et al, 2015).

### Karakterisasion primaria ra biomasa made TGA-DT

Xa mahyoni pädi ra forma ka ge ´reni, ra manera direkta, masa ne nupia ka ya señal ra DTG, ra kual nseki ra mfeni sinetiko ra biomasa sujeta ä ya ñhu termiko ha ra pirolisis ge xa ra n´a ñhu ä höki ( zha et al, 2023). Ra mahyoni ra pëts´i ya nxadi ra sinetika radika mahyoni ka ra diseño ya reaktore ne ra nandi ka ra optimisasion bionergetika ra biomasa ha materia prima. Mui manera, ra efektuar n´a mfeni xixa maa paga ra dämfeni ya parámetro sinetiko (ra hyats´i ra aktibasion, urden ra reasion ne faktor pre-esponencial), ge tsö yot´i korrektamente ya kondision ra operasion xixa mahyoni ha nupia ra residencia ra biomasa, ya tse ra pa ra fut´i ne kjwadi, ra dut´i ya gas, ya ´nihi ra flujo ra made osidante ne ya consentrasion ra reaktibo, da höki posible ñhu ya doni pirolitika ra biomasa habu xa posible pëts´i ya produkto ra maa böja ha ya pellets, briqueta, thehnña, idrogeno ne metano. Ya método ra sinetika ka ya ñhu ra sinetika ka ya ñhu ra pirolisi ga höki ra änte mä.

## Ya hnu sinetiko ne termodinamiko ka TGA

Ra fut'í ya datu pëts'í ra hnu TGA ne ni posterior dämfeni ra deribada respekto ra nupia ö tse ra pa, xa tsö determinar ra grado ra maa ö konbersion masika ra biomasa. Mui manera ge tsö estrapolar ya parametro sinetiko ra n' a conbersion a ya na'ño tse ra pa( fihando ra presión parsial ra gas), paga ya serie isotermika ö ya na'ño 'nihi ra pa paga ya serie hïna isotermika, ra grado ra maa (a) ka ra paxi termika, ra 'nihi ra pa. Ra ñhä ra Arrhenius, pombi ra hïngi thäts'í (da/dt) ka kondision hïna isotermika, ra grado ra te (a) ka ra paxi termika, ra 'nihi ra pa (B)ra jäts'í aprosimada po' made ra método ra doyle (Doyle, 1962), ge tsö thäkuhnu ra ñhu ra pirolisis, fut'í ra ekuasion n' a, getho, xa mahyioni hyoni ge ra na'ño ya tse ra pa nu ra xingu ne ra referensia hïna xa boni.(Ali et al, 2018):

$$G(\alpha) = \int_{T_0}^T \frac{A}{B} \exp \left[ -\frac{E_a}{RT} \right] * dT \quad (1)$$

'mui ya desena ra modelo matematiko paga ra determinasion ya manjüanto sine-tiko(Aranzazu et al, 2013). Nupia 'mui r'ato ya modelo ra mayor publikasion k ara nupia. Küta ra nuyu xa iso-konbersional ne hïna iso-termiko ne korresponden ya modelo matematiko ra Friedman(luo et al, 2020) flynn-wall-ozawa (Rahib et al, 2020), Kissinger-akahira-Sunose (klemente et al, 2022), starink (Singh et al, 2020) ne jwadi ra modelo iso-konbersional ra popesku (Yu et al, 2020). Hyoni ya na'ño kurba ne ya 'nihi ra pa ge njapu'befi k ora ñhehe balo ra konbersion, mui ya modelo pëts'í ra bentaha ra pëts'í n' a perfil esakto ra hyats'í ra aktibasion ka funsion ra grado ra te ka ra ñhu ra pirolisi, mui da höki tx'uki ya 'bedi ka ra funsion ra mekanismo ra reasion(khawam ne flanagan, 2005). Ra r'ato modelo indikado ha Kissinger, ä na'ño ya nthogi xa hïna-iso-konbersional (vyazovkin 2020).

Paga dämfeni ra hyats'í ra aktibasion (Ea) ka kadu n' a ya método, ge hyoni ra balo ra pendiente (m) ge forma ka ra grafiko da 'räha ra kadu método. Ra faktor pre-esponensial (A) mui direktamente 'reni k ora balo ra ordenada Ö made ra mengu ra nkohi ä kadu grafiko.

Ra hnu termodinamiko xa xoge ra optimisasion ra ñhu termiko ya paxi ra bio-masa. N' a nandi pëts'í ra hyats'í ra aktibasion ko kadu n' a ya r'ato modelo mate-matiko änte mä, xa posible ra dämfeni ya manjüantho termodinamiko ha entalpia (H) hyats'í libre ra gibbs(G) ne entropia (S). xi xifi dämfeni ya manjüanto termodi-namiko ä n' a tx'uki 'nihi ra pa nu 10-15°C/min.

## ra kwadi

ra hnu termograbimetriko (TGA) ni deribada (DTG) da höki ka ya materiale nthäts'í ra biomasa paga ra nxodi ya mahyoni reasione ne ya mpöti primaria ka ni teke ka atmosfera inerte ö reaktiba, mui manera, n' a ya objetibo xa ra hnu ra xöni termika. Nehe xa posible nxodi ya reasione ge höki un ra xingu ne ra gas ra nts'utumui häa

implika bariasion ra masa(maa ö tx'uki). Xi posible klasifikar ya ñhu termiko ge nthogi ka n' a dispositibo TGA según ra bariasion positiba( adsorsion, osidasion ne tx'uki) ö hina(desorsion, heke termika ko formasion ya bolatile, osidasion ö kombustion, baporisasion ne sublimasion) ra masa. Ra nkohi ko ya datu ra n' a deribada, xi posible pädi ra nthäts' i primaria ra material, njabu ha ya manjüanto sinetiko ne termodinamiko ra heke termika. Mui sentido n' a nandi optimisado ra ñhu termiko, ha ra pirolisis, xi posible ra kwati ya produkto ha metano, idrogeno, propano ge tsö ga kwati ne redirigido paga ni njapu' befi direkto ka ya selda ra kombustible ha n' a alternativa paga ra nthöki ra hyats' i lektrika ka ya zona ra ngentho thogi, habu ya rede lektrika hina tsogo honi mahyoni ra hyats' i ya hnini rural.

## Ya xifi

- Ali, I., Naqvi, S. R., & Bahadar, A. (2018). Kinetic analysis of *Botryococcus braunii* pyrolysis using model-free and model fitting methods. *Fuel*, *214*, 369-380.
- Alvarado-Flores, J. J., Alcaraz-Vera J. V, Ávalos-Rodríguez, M.L., Rutiaga-Quiñones, J. G., Valencia-Espino, J., Guevara-Martínez, S. J., & Aguado-Zarraga R. (2022). Kinetic, thermodynamic, FT-IR, and primary constitution analysis of *Sargassum* spp from Mexico: Potential for hydrogen generation. *International Journal of Hydrogen Energy*, *47*(70), 30107-30127.
- Aranzazu Ríos, L. M., Cárdenas Muñoz, P. V., Cárdenas Giraldo, J. M., Gaviria, G. H., Rojas González, A. F., & Carrero Mantilla, J. I. (2013). Modelos cinéticos de degradación térmica de polímeros: una revisión. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, *12*(23), 113-129.
- Auroux, A. (Ed.). (2013). *Calorimetry and thermal methods in catalysis*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Bensharada, M., Telford, R., Stern, B., & Gaffney, V. (2022). Loss on ignition vs. thermogravimetric analysis: A comparative study to determine organic matter and carbonate content in sediments. *Journal of Paleolimnology*, 1-7.
- Brown, M. E., Bhengu, T. T., & Sanyal, D. K. (1994). Temperature calibration in thermogravimetry using energetic materials. *Thermochimica acta*, *242*, 141-152.
- Clemente-Castro, S., Palma, A., Ruiz-Montoya, M., Giráldez, I., & Díaz, M. J. (2022). Pyrolysis kinetic, thermodynamic and product analysis of different leguminous biomasses by Kissinger-Akahira-Sunose and pyrolysis-gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, *162*, 105457.
- Craig, D. Q., & Reading, M. (Eds.). (2006). *Thermal analysis of pharmaceuticals*. CRC press.
- Doyle, C. D. (1962). Estimating isothermal life from thermogravimetric data. *Journal of Applied Polymer Science*, *6*(24), 639-642.
- Gallagher, P. K., & Brown, M. E. (2003). Handbook of thermal analysis and calorimetry.

- Gallagher, P. K. (1997). *Thermal Characterization of Polymeric Materials*, (Ed. E.A. Turi), Academic Press, New York, 2nd Edn, Ch.1.
- Khawam, A., & Flanagan, D. R. (2005). Complementary use of model-free and modelistic methods in the analysis of solid-state kinetics. *The Journal of Physical Chemistry B*, 109(20), 10073-10080.
- Luo, L., Guo, X., Zhang, Z., Chai, M., Rahman, M. M., Zhang, X., & Cai, J. (2020). Insight into pyrolysis kinetics of lignocellulosic biomass: isoconversional kinetic analysis by the modified friedman method. *Energy & Fuels*, 34(4), 4874-4881.
- Rahib, Y., Sarh, B., Bostyn, S., Bonnamy, S., Boushaki, T., & Chaoufi, J. (2020). Non-isothermal kinetic analysis of the combustion of argan shell biomass. *Materials Today: Proceedings*, 24, 11-16.
- Saldarriaga, J. F., Aguado, R., Pablos, A., Amutio, M., Olazar, M., & Bilbao, J. (2015). Fast characterization of biomass fuels by thermogravimetric analysis (TGA). *Fuel*, 140, 744-751.
- Singh, R. K., Patil, T., & Sawarkar, A. N. (2020). Pyrolysis of garlic husk biomass: physico-chemical characterization, thermodynamic and kinetic analyses. *Biore-source Technology Reports*, 12, 100558.
- Vyazovkin, S., Rives, V., & Schick, C. (2010). Making impact in thermal sciences: overview of highly cited papers published in *Thermochimica Acta*. *Thermochimica Acta*, 500(1-2), 1-5.
- Vyazovkin, S. (2020). Kissinger method in kinetics of materials: Things to beware and be aware of. *Molecules*, 25(12), 2813.
- Yu, D., Hu, S., Wang, L., Chen, Q., & Dong, N. (2020). Comparative study on pyrolysis characteristics and kinetics of oleaginous yeast and algae. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(19), 10979-10990.
- Zha, Z., Wu, K., Ge, Z., Ma, Y., Zeng, M., Wu, Y., Tao, Y & Zhang, H. (2023). Effect of oxygen on thermal behaviors and kinetic characteristics of biomass during slow and flash pyrolysis processes. *Combustion and Flame*, 247, 112481.

## XOGE GÜTO

# RA KARAKTERISACION HYATS´I; TSÖ PA, YA KOMPUESTO POLIMERIKO

SERAFÍN COLIN-URIETA<sup>1</sup>  
ARTEMIO CARRILLO-PARRA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Intercultural Indígena de Michoacán. Carretera Pátzcuaro-Huecorio Km 3, Pátzcuaro, Michoacán, México, C. P. 61614.

Email: scuserafin@gmail.com

<sup>2</sup> Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera, Universidad Juárez del Estado de Durango, Blvd. del Guadiana # 501 Ciudad Universitaria, 34160 Durango, México.

Email: acarrilloparra@ujed.mx

### Tzinñia

ya polímero xa maamolekula organika ra maa masa molekular, ya kwat´i naturalmente ha ra selulosa, ra almidon ne ya proteína, ö Höki sintekamente, ha ra polietileno ne ra poliestireno. Ya polímero natura compuesto po´ selulosa, emiselulosa ne lignina, da forman xoge ra biomasa lignoselulosika ra zaa, pohi, ya paxi ra höi nehe ya buzna. Ra tsö pa, majüanto mahyoni ya biokombustible, da ´reni ko ra xingu ra enlase tehñhä-ndähi ne tehñhä-idrogeno, ni determinasion ge höki ka ya majüanto ne ya método ASTM, ISO NE UNE, ra balo mpöti un 14 ne 23 MJ/kg pënde ni komposision, mui nseki ni japu´befi ha rekurso hyats´i. da höki ya modelo prediktibo ra tsö pa: ´ra basado ka ya xingu ligno-oloselulosika ne estraible, ma´na ka ra contenido ra tehñhä fijo, materia volátil, ya ´bospi ne xu ne n´a ñhu ñmhi ge mfeni ya elemento (C,H, N, S, C1 ne ´bospi) ya ñhä klabe: biomasa, materia volátil, ´bospi, selulosa, emiselulosa, lignina, norma.

### Tzakito`ñia (kompuesto polimeriko)

ya polímero xa n´a maa gama ra material extremadamente eterogeneos ge forman po´ ra nthäts´i ya unidade xixa tx´uki thuhü monómero. Pëts´i xixa japu´befi ka ra industria, dezu ya suplemento ka ra ñuni zu´we Ästa ra pohi ya kombustible. Nehe da japu´befi ka ra fädi ya ñheni ne ha ya nföts´i ka ya polímero termonai-lo (Sanchez et al, 2022). Ni tx´uki böja, maa bariedad ya meti ne versatilidad da impulsado ni japu´befi po´ ra ximhäi. Ka 2018, ra pohi global te ya 359 million ya tonelada, (posada & Flores, 2022). Po´ ra nthogi, ra objetibo mahyoni ra mui honi xa determinar ne nthe ra tsö pa ya compuesto polimeriko ni potencial ha n´a fuente ra hyats´i renobable.

## Ra tsö pa ni ´reni ko ya ma´na majüanto ka ya kompuesto polimeriko ra mengu natura.

Ra tsö pa ge bon ira pa liberado hampü n´a masa da osida gotho ä n´a tse ra pa ne presión espesifika, yot´i ka ya unidad ra hyats´i po´ xingu (MJ/kg ö MJ/m<sup>3</sup>) ra xingu ra hyats´i heke ga tsö variar po´ ra japu´befi ra teknolohia ra konbersion ne ra tipo ra kombustible (McKendry, 2002) ra tsö pa tsö variar pende ra komposision (ya polímero sintetiko ö natura) (tabla n´a)

TABLA 1. YA BALO RA TSÖ PA MAA E TX´UKI YA NA´ÑO MATERIAL POLIMÉRIKO (IOELOVICH, 2018)

Ya Material Polimérico	tsö pa maa(MJ/kg)	Tsö pa tx´uki(MJ/kg)
kautxo sintético (elastómero)	45.0	42.4
Polietileno (PE)	47.1	44.6
Poliestireno (PS)	41.7	40.0
Ya zaa blandas	20.2	19.1
Bagazo	19.3	18.2
thä	17.7	17.5

Ra selulosa, emiselulosa, lignina ne ma´na kompuesto da neki ra mayor xoge ra biomasa. mui biomasa xi n´a fuente renobable ra hyats´i ni ñhu termiko efektibo hyoni ra n´a pädi detallado ni contenido ra xu, tsö pa, tehñhä fijo, material volátil, ya ´bospi ne ra proporsion lignoselulosika, kadu n´a impakta k ara tsö pa njäts´i. ra tsö pa baria pende ra tipo ra biomasa, klima ne höi habü da pöhi. Ra na´ño ka ra nthäts´i kimika ne ra xingu ra mui ya kompuesto ka ya na´ño biomasa höki bariasion k ara tsö pa (18.6 MJ/kg ka selulosa+oloselulosa ne 23.3-25.6 MJ/kg ka lignina) (maksimuk et al,2021) ya biomasa lignoselulosika (biopolímero) xa höki ka n´a orden po´ ya elemento ra ´bospi (37-56%) idrogeno(5-7%) ne ndähi (32-46%) (Huang & lo, 2020) gem´bu ge ya contenido ra asufre ne nitrógeno xa tx´uki. Ya biomasa pëts´i n´a maa contenido ra ndähi ko respekto ya idrokarburo mui hina nföts´i ra tsö pa.

## **Métodos para la caracterización de los biopolímeros** **Ya nt'ote paga ra karakterisasion ya biopolímero**

Ra karakterisasion ya biopolímero xa mayoni paga determinar ni efisiensia hyats' i. mui ge höki made ra hnu ha ra tsö pa, ra hnu prosimal (kontenido ra xu, ndähi, idrogeno, nitrógeno). Mui ya balo xa mahyoni paga hää ni efisiensia hyats' i. ra yot' i detallada ya meti da höki sigi ya majüanto ha ASTM,ISO,UNE ne ma' na ya 'befi estanderizado.

## **Modelos predictivos del poder calorífico** **Ya modelo prediktibo ra tsö pa.**

- mui ya modelo da yot' i ka hnu kimiko ya material lignoselulosiko (biopolímero) ne da heke ka ñhu ya imhi. Ra n' a da yot' i k ara hnu ra ndo' yo ge mä ya xingu ra oloseulosa( selulosa ma emiseluosa) lignina net si ya biomasa. Ra yöho od' e ya modelo da yot' i ka hnu proximal, da mfeni ra pëts' i ra tehñhä fijo, material volátil, ya 'bospi ne ra xu. Kwadi ra ñhu imhi konsiste ka ya modelo da yot' i k ara hnu elemental ge nthäts' i ra tehñhä, idrogeno, nitrógeno, asufre, cloro, ndähi ne ra nthäts' i ya 'bospi ka ra biokombustible.

## **Conclusiones**

La biomasa es un recurso energético clave en el ámbito de las energías renovables. Compuesta principalmente por tres polímeros orgánicos esenciales: celulosa, hemicelulosa y lignina, se trata de un producto polimérico donde estos componentes estructurales se entrelazan de manera compleja, otorgándoles su versatilidad y utilidad en diversas industrias. Dado que se regenera constantemente, puede considerarse como un compuesto polimérico fundamental para la producción de energía y otros materiales. El poder calorífico contenido en la biomasa varía según el tipo y las condiciones de crecimiento, lo que influye en su calidad como biocombustible. Su estructura compleja requiere un enfoque multidisciplinario para su estudio y aprovechamiento óptimo.

## **Referencias**

- Huang, Y. F., & Lo, S. L. (2020). Predicting heating value of lignocellulosic biomass based on elemental analysis. *Energy*, 191, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116501>
- McKendry, P. (2002). Energy production from biomass (part 1): overview of biomass. *Bioresource technology*, 83(1), 37-46. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00118-3](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00118-3).
- Maksimuk, Y., Antonava, Z., Krouk, V., Korsakova, A., & Kursevich, V. (2021). Prediction of higher heating value (HHV) based on the structural composition for biomass. *Fuel*, 299, 120860. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.120860>.



- Posada, J. C., & Florez, E. M. (2022). Revisión: materiales poliméricos biodegradables y su aplicación en diferentes sectores industriales. *Informador técnico*, 86(1), 94-110. <https://doi.org/10.23850/22565035.3417>.
- Sánchez, C. C. Z., Castro, G. B. L., & Anchundia, B. J. C. (2022). Materiales Poliméricos y el impacto ambiental: Una revisión. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 7(6), 596-614. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i6.4092>

XOGE R'ETA

# RA HYONI YA EMISORE PO' RA NJAPU' BEFI RA BIOKUMBUSTIBLE SOLIDO

VÍCTOR MANUEL RUIZ GARCÍA

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Morelia C.P. 58190, México;  
E-mail: vruiz@cieco.unam.mx

## Tzinñia

nupia, ya biokombustible xi tk'uki japu'befi po' ya kjäi, n era zaa xa ra biokombustible ra mayor japu'befi. Ya biokombustible xa n'a nföts' i paga tx'uki ya paxi ehe ya na'ño sektore pohi ra monda. Ra hyoni ya paxi ga nseki ra ñehe ya emisore ko impakto ra nzaki nehe ra ndähi, mui ga fädi ra höga nzaki ra hnini, ga hegy ya du xudi po' ra juts' i ra 'bifi ne nföts' i ä kwati ya buzna nehe ya 'mui. ka monda, ge pëts' i tsö ne ra mfeni paga huxupresyo ne hyoni ra japu'befi solido ne ya ekoteknologia hyats' i. ra huxupresyo ne ra hyoni ya emisión nseki detonar n'a manera regulada ya tai lokal ne ya regionale ge japu'befi ya biokombustible solido.

**Ya ñhä klabe:** ya ekotecnología, ya paxi 'bifi, ra hyoni, ya tai, ya bioenergético.

## Ya biokobustible solido ka ya sektor pohi ra monda.

'ra japu'befi ya biokombustible solido xa n'a nthoni ya gotho ya mpä ka ya na'ño tai böja ra monda, mahyoni ya sektore residencial, mpö ne industrial, ha ra zaa, ge xa n'a biokombustible komun paga nthöki ra ñuni, mpat' i ra ngu nehe ra dehe, inklu-so da 'bifi ya ñuni ka ra sektor ngu (Ruiz- Garcia et al, 2021). Ra tehñha vegetal xa ma'na biokombustible solido da japu'befi ya ngu ka monda. Ka ra tai, 'mui ya 'befi ra nthäxi ko tehñhä, ra nthöki ra thühme ne ya nthöki ya hme ko zaa, honse po mä 'ra. Paga ra n' tai, ra tol' o eskala, ra ntöki ya ts' i hetare ka ya alambike ge japu'befi zaa, ya nthu ra tehñhä vegetal ka ra 'böts' oe, y nthu paga ra hots' e ge japu'befi ya astilla ne ya paxi ra ngu zaa, nehe ya nthu ra pöhi ra tehñhä begetal ge japu'befi zaa. Po' ma'na lado, 'mui a biokombustible solido mergente ha ya pellets ne ya briqueta, mui ya biokombustible xa nthöki ko ya paxi- ha ra aserrín, ra rastroho, ya 'möts' i ne ya do'yo ya lulu- ya paxi da mihi paga generar ya tol' o silindro ge kombustionan paga höki pa. (musule et al, 2021) ö hyats' i (tauro et al 2018) (handi ra ko' i n' a).

Ra japu'befi ra biokombustible solido da 'rähä ya honi basika ra hnini, getho, 'mui n' a 'bede n' a ra japu'befi ra biokombustible solido k ora teknolohia ka ra ge japu'befi, mui 'bede tsö höki abundante ö nula xingu ya 'reni. (Serrano-Medrano et al., 2018).



Ya biocombustible sólido, ra derecha pellets ra aserrín ra pinu, ra made zaa ra encino ntäxi, ra izquierda rastrojo ya tut' i ya pöhi.

### Ra hyoni ya emisor

Paga huxupresyo ya emisión, 'mui ya japu'böja ra nt'eni, 'ra böja ge ets' i ka höi gem'bu ge ma'na xa japu'befi paga ra laboratorio. Po' n'a lado, paga ya nt'eni, 'mui ya böjahyoni ra flujo ya gas portátil, mui böja'japu xi tol' o ne pède ko ya sensor integrado paga ra nt'eni ya 'reni gaseoso, ya sensore ge kalibran paga kwati ya händi korrekta, ra kwadi ni nzaki mahyoni, ge mpöti po' n'a yo. Ya böja'japu pède ko ya sonda böja ge pünts' i direktamente ka kontakto ko ya gas ra kombustion. Po' ma'na, 'mui ya böja'japu xixa mete ne gento, ge mui ets' i ka laboratorio da tñi nthäts' i ä ya hyats' i ra voltaje especial, ya línea ya gas ge nseki operarlaro, ka ya ngu ra höga tse ra pa ne ra xu control (ko' i yöho) n'a ehemplo, xa ya kromatografo ya gas, ge pëts' i n'a kolumna ko n'a maa ra röte ma r'eta m, ra kolumna xi n'a espesie ra mängera ko n'a diámetro xixa tol' o po' habu togui ya gas n era mahyoni xa ge ya gas pëts' i interasion ko ya pared thogi ra kolumna paga 'befa ra ñhu ya gas ya molekula maa ga nseki ge ya 'reni ya molekula tol' o ga pani n'a. kadu molekula ga pani ä na' ño nupia, ni ya nupia xa pädi ha nupia ra residencia ne xixa mahyoni paga pädi ya 'reni (Quiñones-Reveles et al., 2021; Ruiz-García et al., 2022).



Ko' i yöho. Ya böja' japu paga medicón ra emision. A la derecha n' a kromatógrafo ya gas ne ra izquierda n' a imhi ya analizador ra flujo ya gas.

ra oyin meya pëts' i ya diámetro/ dängi, ya diámetro ra 2.5 ne r' eta mikra xa ya mahyoni, da pädi ha material partikulado PM<sub>2.5</sub>PM<sub>10</sub>. po' made ra n' a siklon ne ya bariasion ka ra fluho ra händi, xa posible jwahní ra dängi ra xingu. Ra mihi ra material partikulado ka ya filtro xa pädi ha método grabimétriko ne mui ka ts' i ya xinguhändi tol' o ra 'reni ge ehe ya mpoxu' bifi ra ñuy ra zaa, nthu ne ya kaldera, hõnse po' mä 'ra dispositivo, paga gem'bu höki thogi ra xinguhändi ra emisió n po' n' a siklon ä n' a 'tíhi ne manipulable ge nseki pëts' i ra diámetro ra partikula hyoni. Kwadi ni ya partikula ge señä ka ya filtro ge pesu paga pädi ra böja' japu partikulado da mihi. Ya filtro ge japu' befi paga mihi ra oyin ya dängi ne material(händi ra ko' i ñihu). Ra hyoni ya 'reni gaseoso, da nseki pädi ya impakto ge pëts' i ra hnini po' ya fuente getwa ö po' ra mpöti ya yo teknologia. Ya nxadi da höki ka ya tema ra nzaki, da händi ge ra höga njapu' befi ya biokombustible zoni ko ra mahyoni ra fädi ra ndähi respekto ä ya konsentrasion CO ne PM<sub>2.5</sub>, mui ga höki ge ya kjäi hängi pëts' i ya hñeni ra juts' i ne pëde ko ya njëya ra nzaki höga. (Ruiz-Garcia et al, 2018)



Ko' i ñihu.ra 'yoni ya filtro njapu' befi k ara mihi ra material partikulado.

Ya böja ra hyoni, xa ra naye ö böja ra nguhändi, ga honi pëts´i ya kwati tol´o ra njëya, ne maa ka funsion ni ya njëya ni nzaki, gäts´i ´mui n´a pendesia po´ ya kjäihöki estranhero ra imhi, mui xaxi ge ra uni, ya timfeni ne ya nt´ini ya böja´japu ra eni ya gas, xixa böja, ya nxadi, ya ngugubyernu ´ra ngu pribada da pëde ko ya böja e infraestruturaga paga höki mui ya nxadi. Ka monda, da tini ra ngunxadi ra yo ne dängi ka biohyats´i(LINEB) ra nxadi nacional autónoma ra monda (UNAM). Kampus maxuni ko timfeni nehe ya infraestruturaga n´a paga höki ya eni ya biokombustible ne ekoteknologija hyats´i.

### **Retos y oportunidades del monitoreo de contaminantes Ya mahyoni ne ya tsö ra hyoni ya ´reni**

ra hyoni ya ´reni ra ya gas, nseki nföts´i ka ra generasion ya majüanto, ya lei ne ya norma paga yot´i ya limite masimo ne tx´uki permisible ra ´reni, hina honse ka ya termino buzna, nehe ra nzaki(Schilman et al, 2021) nupia, ka monda ra boni ´mui da mahyoni ra njpu´befi ya kombustible do´yo, ne detalla ya emision ka ya fuente fija ne mobil, ra manera ra uni ne ästa ´mui ya regulasion ka ra tema, paga ra kasu ya biokombustible, xi xixa hyohya ra boni ko ra ge pëts´i, nupia da aktualizo ra lei n era majüanto ya bionergetiko mui ts´edi ra te ra normativa ne ya estándar ka ra ´befi ya emision po´ ra japu´befi ya biokombustible solido. Po´ nupia honse da pëde ko n´a normatiba pünts´i ya dämfeni ya ñuy ra zaa (NMX-Q-001-2018-NORMEX), da yot´i ra forma ra t´eni ya emision, ya balo masimo da nseki, ya böja ´njapu pertinente paga ra t´eni ne ra munts´i ya gas( Economía, 2018). Mui normatiba da uti ra manera korrekta ya t´eni ya emision paga ya ñuy ge njapu´befi plantxa ne mpoxu´bifi, plasmado nehe ka ya majüanto ximhai(ISO,2018).

Ra njut´i ya böja´japu, ya ngu nunjuki ka ra hyoni ya ´reni ya gas, da tini ka ra konstante hyoni ra te teknologia ximhai ra tx´uki, paga tsö implementar ya kampana ra t´eni konstante ne tsö yot´i ya impakto buzna nehe ra nzaki ka ya sektore, pose mui da höki huxupresio ka ya tx´uki nandi(ko´i göho) mui ´ra nxadi da höki pünts´i ya emision ya biokombustible, ´ra nunjuki ya gas ra fektu inbernadero ma´na ra kalidad ra ndähi intramuro. Ya ñhäkjwadi mui nxodi xifi ra njapu´befi ya ekoteknologija ne ya biokombustible ra kalida. Ra njapu´befi ya biokombustible solido seko(xu inferior ra r´eta%), da nseki ra mpöti ra höga kombustion, ga tx´uki ra pohi ya ´reni. Po´ ma´na lado, ra njapu´befi ya asilante ka ya kamara ya kombustion ya teknologia nföts´i ä kwati n´a mayor xingu ra pa ne uni ra kombustion. Ya ekoteknologija ko mpoxu´bifi da njapu´befi ka ra sector residencial paga höki ya ´befi ra nthöki ñuni, mui xi mfeni ra bentilar un 95-99% ya emision ra exterior ra ngu ra nthökiñuni.(ko´i küta).



Ya Emission ya sektore, ra iskierra nthu paga höki ra tehñhä Begetal, ra made nthu paga cocción ra ladrillo, ra iskierra n´a tsibi abierto paga nthöki.

Mui ra hyoni ra pëde ko ya nxadi ra mui tipo, mui nseki ga tñi ya tipo ya biokombustible, ni kalida, ga tñi nu´bu xa ya korrekto paga kwadi hyats´i ö ga honi pëts´i ma´na njapu´befi, gotho mui nseki tx´uki ya impakto ä metihü ximhai ne ya kjäi, mui ya nxadi nseki uti ge ra japu´befi korrekto ya biokombustible solido nföts´i ä mitgar ya gas ra feкто inbernadero, nseki pëts´i kalida ra ndähi ra nthogi ya ngu, ts´edi ra pöhi local ya hyats´i ra mismo nupia ko balo ya tipo ra biomasa ge nthogi dra paxi ne da tsät´i ra ndähi libre paga liberar ya höi habu da vertían. Mui manera da höki n´a thogi ä ya hyats´i tut´i ne n´a manera ekitatiba nu ya hnini hyats´i ge hñgi pëts´i



Ra nguñuni ko höga calida ra ndähi gem´bu ge njapu´befi n´a ñuy ra zaa.(cortesía del Clúster de Biocombustibles Sólidos).

## Referencias

- Economía, S. de. 2018. NMX-Q-001-NORMEX-2018. Estufas que funcionan con leña-evaluación de funcionalidad, seguridad, durabilidad, eficiencia térmica y nivel de emisiones-especificaciones, métodos de prueba y requisitos mínimos. *Diario Oficial de la Federación*. [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5551618&fecha=01/03/2019](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5551618&fecha=01/03/2019).
- ISO. 2018. *TECHNICAL REPORT ISO / TR solutions — Harmonized laboratory cookstoves based on laboratory testing*, vol. 2018.
- Musule, R., Núñez, J., Bonales-Revuelta, J., García-Bustamante, C. A., Vázquez-Tinoco, J. C., et al. 2021. Cradle to Grave Life Cycle Assessment of Mexican Forest Pellets for Residential Heating. *BioEnergy Research*, (0123456789). <https://doi.org/10.1007/s12155-021-10337-6>.
- Quiñones-Reveles, M. A., Ruiz-García, V. M., Ramos-Vargas, S., Vargas-Larreta, B., Masera-Cerutti, O., et al. 2021. Assessment of pellets from three forest species: From raw material to end use. *Forests*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/f12040447>.
- Ruiz-García, V. M., Edwards, R. D., Ghasemian, M., Berrueta, V. M., Princevac, M., et al. 2018. Fugitive Emissions and Health Implications of Plancha-Type Stoves. *Environmental Science and Technology*, 52(18): 10848–10855.
- Ruiz-García, V., Medina, P., Vázquez, J., Villanueva, D., Ramos, S., et al. 2021. Bioenergy Devices : Energy and Emissions Performance for the Residential and Industrial Sectors in Mexico. *BioEnergy Research*, (0123456789). <https://doi.org/10.1007/s12155-021-10362-5>.
- Ruiz-García, V. M., Huerta-Mendez, M. Y., Vázquez-Tinoco, J. C., Alvarado-Flores, J. J., Berrueta-Soriano, V. M., et al. 2022. Pellets from Lignocellulosic Material Obtained from Pruning Guava Trees: Characterization, Energy Performance and Emissions. *Sustainability (Switzerland)*, 14(3). <https://doi.org/10.3390/su14031336>.
- Schilman, A., Ruiz-García, V., Serrano-Medrano, M., De La Sierra De La Vega, L. A., Olaya-García, B., et al. 2021. Just and fair household energy transition in rural Latin American households: Are we moving forward? *Environmental Research Letters*, 16(10). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac28b2>.
- Serrano-Medrano, M., García-Bustamante, C., Berrueta, V. M., Martínez-Bravo, R., Ruiz-García, V. M., et al. 2018. Promoting LPG, clean woodburning cookstoves or both? Climate change mitigation implications of integrated household energy transition scenarios in rural Mexico. *Environmental Research Letters*, 13(11). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aad5b8>.
- Tauro, R., Serrano-Medrano, M., & Masera, O. 2018. Solid biofuels in Mexico: a sustainable alternative to satisfy the increasing demand for heat and power. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 20(7): 1527–1539.

RA XQGE R´ETA MA N´A

# RA NT´UDI NE RA HUXUPRESYO RA TERMOGRAFÍA PAGA YA BOKOMBUSTIBLE SOLIDO

MARIO MORALES MÁXIMO

Universidad Intercultural Indígena de Michoacán. Carretera Pátzcuaro-Huecorio Km 3, Pátzcuaro, Michoacán, México, C. P. 61614.  
E-mail: mario.morales@uiim.edu.mx

## Tzinñia

ya nt´uni ra termografía ka ya hnu ya biokombustible solido (BCS), teknika basada k ara tñi ra hyats´i infratheni, ge uti ha n´a böja´japu mahyoni ka ra hnu (BCS) ehe ra biomasa ya biokombustible lignoselulosika, mui ´befi uni ra boni mahyoni pünts´i ra tse rap a ne ya bariasion termika ya etapa ra pöhi, kwati ne kombustion ya BCS, anke ra termografía xi mahyoni paga huxupresyo ra kalida, höga ne ra makwani ya mui kombustible renovable, ge destaka ra mahyoni ra heke ko ma´na teknika ra hnu paga pëts´i n´a mfeni gotho ni ya meti.

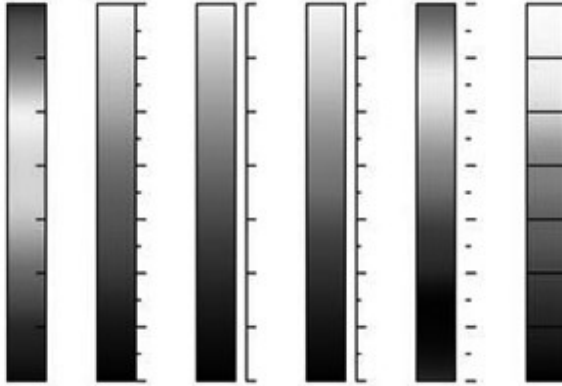
**Ya ñhä klabe:** ra Termografía, Biomasa, ya Biokombustible sólido.

## Tzakito`ñia

ra termografía xi n´a teknika njapu´befi paga da tñi ne nt´uni ra radiasion theni (IR) emitida po´ ya objeto honi ä ni tse ra pa. Mui teknika da höki ka ra mengu ya gotho ya objeto ko n´a tse ra pa po´ pünts´i ra otho absoluto (-273.15°C o o kelvin) emite ra hyats´i termika ka forma ra hats´i theni (de Prada Peres ra Azpeitia, 2016).

Ra termografía, da höki ka ra tñi ra häts´i theni ehe po´ ya objeto según ni tse rap a, njapu´befi ya kamara termografika paga mpöti mui hyats´i ka ya ko´i visible: mui ko´i, da uti ka ya kuhu ge xifi ya bariasion ra tse ra pa, xi mahyoni paga ra hnu ya biokombustible solido i´händi ra ko´i n´a. ra nt´uni ra termografía ka mui n´höi da sentra k ara generasion ya ko´i termika paga huxupresyo ra kalida, höga ne ra komportamiento ya BSC, especialmente nxoge ra kombustion (balageas, 2007).





Ra ko' i n' a. ya ko' i ya kuhu emitida ka t' eni po' made ra n' a kámara termográfika.

Ra termografía uni ya ko' i termika ge nseki nxadi ra distribusion ra tse ra pa nxoge ra kombustion ne ma' na ya ñhu termiko, ni nt' uni' räha mahyoni paga höga ra efisiensia, kalida ne makwani ya mui kombustible, da yot' i ni japu' befi paga huxupresyo ra uniformidad ra distribusion ra tse ra pa, ga tini ya impuresa ne optimizar ya ñhu ra kombustion, nföts' i njabu ra te sostenible ya fuente ra häts' i renovable.

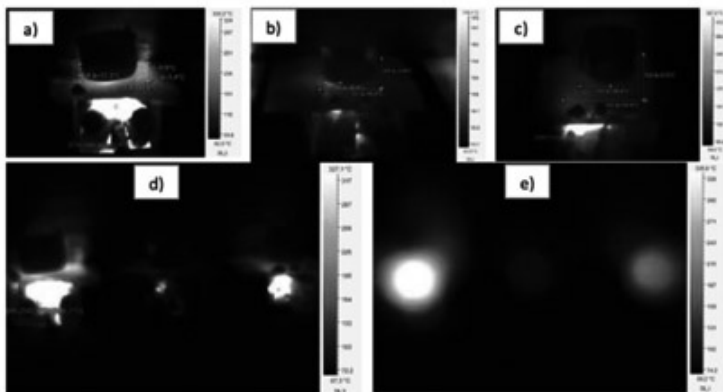
### **Ya karakteristikana ne ya nt' uni ra termografía ka ya biokombustible solido**

ra termografía seña ha n' a böja mahyoni k ara karakterisasion ra BCS da mengu ra biomasa lignoselulosika ni kapasida paga tini ya punto pan e tse k ara superfisie ra mui kombustible nseki pädi ya ñheni ra kalida, ha ra distribusion hüngi ñhehe ra xu ö uti ya impuresa. Dema ra termografía xi crucial k ara kontrol ra tse nxoge ya ñhu' befi ra sekado ne pöhi, nföts' i ä kwatiya rango optimo ne höga ra kalida ra biokombustible' räha. (gomez-Heras et al, 2013).

Ra nt' uni ra termografía ga maa ra tini ya txizö nxoge ra höki ra BCS, ga tini ya zona ko ñheki ra densida, xu ö ku häts' i hüngi ñhehe. Ka ra ámbito ra kombustion, ra termografía ge rebela ha n' a böja fektiba paga tini ne fädi ya ñheki nxoge ra kwati ä maa nupia, njabu ha nxadi ya ñhu ra xöni termika (Morales-maximo, Lopez-sosa, & Rutiaga-Quiñones, 2018).

### **Ra nthet' i ne ra ñhu ya ko' i termografika**

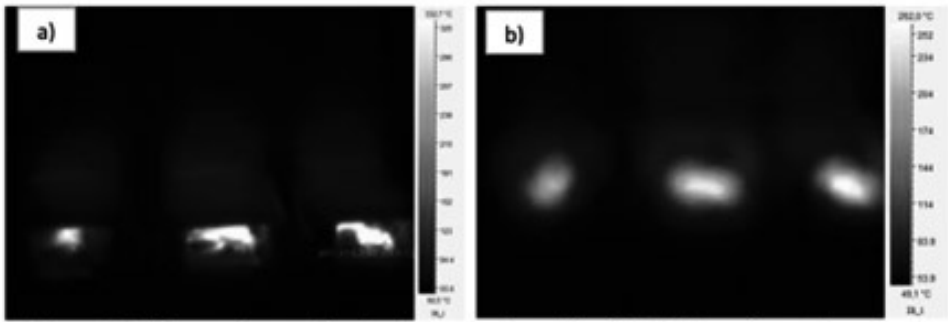
ra kalida ya ko' i termografika pände ra n' a fädi konfigurasion ya kamara, selesion korrekta ra kamara termografika ne ra kalibrasion nthogi, ra ñhu ne ra hnu ya ko' i ge höki ko software especial paga pädi ya patrón ra distribusion ra tse ra pa ne ya sona anómala, ra pädi ya' rähä xa ngentho, pose ya anomalía ga tsö xifi ya ñheki ka ra kalida ra biokombustible, efisiensia ra kombustion ö ra distribusion ra pa.



Ko' i yöho. ra ñhu nthege ne ra nt'eni ra termografia ka ya na' ño nupia ko ni respektiba emision ra häts' i: a) Punto ya hnu 1, b) Punto ya hnu 2, c) Punto ya hnu 3, d) Punto ya hnu 4, a) Punto de hnu 5.

Ha da händi ka ra ko' i yöho, ra nthe ya ko' i termografika da mihi ya nupia ö kon-dision paga presiohuxu ya mpöti ka ra distribusion ra tse ra pa, mui tsö uni boni pünts' i ra mpöti ra kombustion, ra formasion ya tehñhä ne ma'na ya termiko' bede.

Po'kwadi, ra nxadi ra kombustion ne efisiensia häts' i tsö ga japu'befi ka ya biokombustible solido ka ya ñhu ra kombustion, ra termografia tsö njapu'befi paga hnu ra distribusion ya tse ra pa k ara letxo ra kombustion, mui tsö ga nföts' i ä optimisar ra efisiensia häts' i ne ga tx'uki ya emision nosiba ra nzudi distribusion ra flujo ra ndähi ne kombustible. Ka häa, ra termografia tsö uni boni k ara nupia makwani pünts' i ra distribusion ya tse ra pa ka ra sona ra kombustion, ge tsö xifi "ya punto pa", ka mui sentido mui hnu tsö mä ra kombustion ya briqueta, ya pellets, ra zaa ö 'ra ma'na masa mui böja'japu nföts' i ä ha mä ko nthogi ra desprendimiento termiko tsudi po' ya kombustible ka ya nupia, da händi ra manera termika ra xu häts' i, ra termografia tsö njapu'befi paga presiohuxu ra höga mpëfi häTS' i, ya sistema ra kombustion habu da nt'uni ya biokombustible solido, nföts' i ä tñi ya área habu tsö mui thogi n' a 'bedi ra pa hina ne, ha ya da höki ne xifi ka ya mpëfi nthogi (Mario Morales- Maximo, 2019).



Ra ko`i . ya hnu ra kombustión ko ya na`ño händi ra kámara termográfika: a) Difuminasi3n m3nima, b) Difuminasi3n m3xima.

## Conclusiones y Perspectivas Futuras

### Ya ñhä kwadi ne ya mfeni

ka kwadi, ra termografía pani ha n`a teknika mahyoni paga ra hnu integral ya biokombustible solido, ga uni boni makwani pünts`i ni tse ra pa, ne distribucion termika, gem`bu ge mahyoni ra hyoni paga p3ts`i ya `rahä höga ne mahyoni. Ra termografía hina honse höga ra efisiensia ne ra kalida ya biokombustible solido nupia, nehe ge mihi ha n`a böja mahyoni ka ra hyoni ne te ya yo kombustible ko mengu ra biomasa lignoselulosika.

## Referencias

- Balageas, D. L. (2007). Termografía Infrarroja : una técnica multifacética para la Evaluaci3n No Destructiva ( END ). *IV Conferencia Panamericana de END*, 14. <https://www.ndt.net/article/panndt2007/papers/128.pdf>
- de Prada Pérez de Azpeitia, F. I. (2016). La termografía infrarroja: un sorprendente recurso para la enseñanza de la física y la química. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgaci3n de Las Ciencias.*, 1(3), 617–627. [https://doi.org/10.25267/rev\\_eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2016.v13.i3.08](https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i3.08)
- Gomez-Heras, M., García Morales, S., & Fort, R. (2013). Integraci3n de datos de termografía de infrarrojos y otras técnicas no destructivas en detecci3n de humedades y sales. *3er Congreso Iberoamericano y XI Jornada de Técnicas de Restauraci3n y Conservaci3n Del Patrimonio*, 1, 1–9. <https://host170.sedici.unlp.edu.ar/server/api/core/bitstreams/5a5e81b5-a38c-4f08-9f33-20f2fa-3483db/content>
- Morales-M3ximo, M, Orihuela-Equihua, R., Gonz3lez-Ortega, N., Pintor-Ibarra, L. ., & Rutiaga-Quiñones, J. . (2018). Materiales densificados con biomasa forestal como alternativa energ3tica en la comunidad de san francisco Pich3taro, Michoac3n, M3xico. *Red Mexicana de Bioenerg3a*, XIV, 168–169. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Morales-Máximo, Mario. (2019). Aprovechamiento del aserrín y viruta de pino (*Pinus* spp) para la producción y evaluación de briquetas, como energía alterna en la comunidad de San Francisco Pichátaro, Michoacán [Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. In *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2016.17.58151>



SKOMA NAJA YEJE

# NU SUSTENTABILIDAD KA YO BIOCOMBUSTIBLES KO NA JMEE

CARLOS A. GARCÍA

Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex Hacienda de San José de la Huerta, Morelia 58190, Michoacán, México.

E-mail: cgarcia@enesmorelia.unam.mx

## Tzinñia

Ra biomasa x ara mahyoni ra häts´i renovable ka ra ximhai. ´mui ya biokombustible solido(BCS) ha ra zaa ne ra tëhña, ge se japu´befi paga ra hots´e ka ya zona rural ne urbana, hña obstante, ´mui ma´na BCS thuhu moderno, ha ya pellets ne ya briqueta.

G<sub>o</sub>tho ya BCS pëde ko ya impakto ra sustentabilidad, ka ya termino positivo ha negatibo. Ya mahyoni impakto ra sustentabilidad ya BCS mui ka ya emisión ´reni ra ndähi ne ya respetkibo dañu ra nzaki, ra potencial t<sub>se</sub>ni zaa ne ra ´reni ya buzna hña mui hingi uni ko fädi, ra posible kontribusion ra mpöti klimatiko nu´bu njapu´befi ya teknologia adekuada, njabu ha ya afektasion ra biodiversidad. Ka ya kwadi positivo, ya BCS tsö nföts´i ra te rural nehe ra höki ya ´befi, ra sustitusion ya kombustible do´yo ka ra industria ra manera kosto fektiba, ra nandi mitigar ya emisión ya gas ra fekto invernadero.

## Tzakito`ñia

ra häts´i da pëts´i ra biomasa xi ra mahyoni n´a ra fuente ra häts´i renovable ä nivel global ko alrededor ra r´eta % ra nts´i ra häts´i (IRENA, 2022). Ra mayor xoge ehe ya thuhu biokombustible solido (BCS), mahyoni ra zaa ge japu´befi ya ngu paga hots´e, pünts´i gotho ya zona rural ne periurbana, ra njabu´befi ra BCS ka ya aplikasion moderna nföts´i ko ra 41% ra konsumo ra BCS.

Ya BCS xi variado ka ni mengu, mpöti ni njapu´befi kwadi. Ka general tsö tini ra zaa ne ra tëhña vegetal; ya paxi ra buzna ra industria forestal; ya pellets, ya briqueta, ya ´reni agrikola ne agroindustrial.

Ka japu´kasu ra BCS, pëts´i pädi ya impakto ra sustentabilidad ya mui kombustible, ra manera ge tsö japu´befi ra manera duradera ka maa plazo ne uni tsö ni njapu´befi ambiental ne sosioböja, ra nandi ra tx´uki ni ya impakto negativo.

Ya impakto ra sustentabilidad ya BCS xi variado, ka sentido positivo, xi mä, ge promueven ya mejora ka ya dimensión sosial, ambiental ne böja, ha ya impak-

to negativo ka mui ñhehe dimensión. Ka kwadi ya impakto positivo, ka general ya BCS pombi ya ventaja komparatiba ko respekto ä ma´na ya fuente ra häts´i renobable,po´ ehemplo, da höki n´a mayor pède ya ´befi ne te rural, ra nandi ge nseki da höga ra kwati häts´i ge pède ko ra potencial ra mitigar ya emisión ya gas ra fekto invernadero. (manzini et al, 2021; WBGU, 2009).

### **Ya impakto ra sustentabilidad ya biokombustible solido (BCS)**

Gem´bu, ge pombi n´a händi general ya impakto ra sustentabilidad ya BCS, fut´i ko ya kombustible da japu´befi ka ya ngu rural, paga sigi ko ya kombustible thuhu moderno.

### **Ra zaa ne tëhña vegetal**

Ra zaa xi BCS xix asa japu´befi ka gotho ra ximhai, k ara ximhai 2.8 ya m´o ya million ya kjäi pènde ka maa medida ra mui kombustible paga haxumhöi ni nthoni ra kosion, ra pa ximhai ne ra kalefasion. Ra japu´befi ra zaa da uni mahyoni ka ya dispositivo ineficiente, mui höki n´a estrasion hinggi mahyoni ya rekurso forestal ge reperkute ra forma negativa ya buzna(Ahmed et al, 2022) ya dispositivo da japu´befi tradicionalmente pèts´i nehe ya desventaja ka kwadi ra dañu ra nzaki, mui po´ ya gas ne ya material partikulado producto ra kombustion mui ka mihi ko ya kjäi(ya mëhña ne ya bäs´i ka zona rural ne periurbana) ka ya espasio kot´i, po´ mui xi da ts´i.

Paga paliar ya fekto po´ ra japu´befi ineficiente ra zaa, da mä ra mpöti ya teknologia ma tut´i ne fisiente. Mui teknologia xi bariada ne pèts´i ya na´ño grado ya emisión, hïna, obstante, da yot´i po´ ni implementasion hïna honse k ara ámbito ra nzaki, nehe ka ra jwati ya rekurso böja, ka ya ´ra kasu ka contesto rural.

Po´ ni xoge, ra tëhña vegetal da uni ha n´a ñheki ambiental, mahyoni ka ya kwadi ra deforestasion ne paxi ya buzna (mui po´ ra tëhña da höki made ya buzna natural). Ra höki ra tëhña vegetal pombi ya impakto negativo ha maa ya emisión ra material partikulado nxoge ni höki, njabu ha ya ñhäki ra höi. Po´ ni xoge, ya impakto positivo reportado da höki baja emisión ya gas ra fekto invernadero komparado ko ya kombustible ya do´yo, tx´uki japu´befi ra dehe paga ni pöhi, retorno häts´i positivo( ga honi tx´uki xingu ra häts´i paga höki, ya retorno positivo (ga höni xixa tx´uki xingu ra häts´i paga höki ra häts´i ge uni) nehe n´a maa höki ya ´befi. Ko tx´uki renumerasion.

### **ya paxi( ya buzna ne agroindustrial)**

ra höga japu´befi häts´i ya paxi ya buzna n era industria forestal nseki hyagy´ra ya impakto generado po´ mui ya forma ra biomasa. Po´ ehemplo, ya paxi ya buzna tsö nföts´i ya tsibi forestal, ka tanto ya ´paxi ya industria forestal, ra gäts´i ya vertedero, tsö xöni ne juts´i diosido ra tëhña nehe metano. Mui nehe nthogi ko ma´na paxi, ni akomulasion tsö höki lixibiasion (Beaumont-Roveda, 1994).

Po' ni xoge ra japu' befi ra biomasa ra mengu agrikola ne agroindustrial ga nseki mitigar' ra ya impakto ambiental, po' ehemplo, ra paxa ra xifi ra tsafi ge tñi ra hõi gem'bu tsät'i, mui genera ya emisione ra material partikulado ne tẽhña põthe(-ge pẽts'i n'a potencial maa ra pa ximhai); ya 'möts'i nanxa ne ya paxi ra palma ra nsiki ge k'ahni ra hes'i, mui provoca ge descomponga ne emita metano, dẽma mui biomasa paxi tsõ hõki litxibiado ge ts'oni ra kalida ra dehe. Ra hõga japu' befi ya paxi señaalado ga nseki häki mui ya impakto.

Ra japu' efi ya paxi agrikola tsõ nseki dẽma benefisio böja ka ni japu' befi k ara industria, po' ehemplo, ge tsõ japu' befi ko ya kwati kombustible do'yo ko ra njapu' befi ra bagaso ra tafi ya ingenio asukarero. Ya BCS tsõ häki ya emision ra gas ra feko invernadero komparado ko ya kombustible fosile ka aplikasion residencial e industrial ne nseki ra hõki ya 'befi e ñũt'i ya zona rual. Ka mui sentido, da yot'i ge ra kogenerasion ka ingenio tafi tsõ hõki rõte bes ma 'befi ge ra generasion lektrika ko kombustible do'yo (Manzini et al, 2021).

## Ya pellets ne ya briketa

'mui n'a maa ñhã pũnts'i ya impakto ambiental real ya 'buzna ne pũnts'i ra nupia ra hõga japu' befi ra biomasa ehe ra buzna õ ra industria forestal, ra japu' befi direkto ha ya astilla, ra biomasa prosesada, ha ra hõki ya pellets õ briketa. Da ñhã ge ra hõki ya pellets ts'oni ya 'buzna ra njapu' befi ya latxo zaa, mui ga hä konsigo n'a nthäts'i ya emision ra tẽhña ra atmosfera, k ora konsekuente mpõti klimatiko (Searchinger, 2018).

Ma'na ya kjäi bi sãña ge ya pellets ge hõki ya paxi ya serradero õ ya paxi ra esplotasion forestal (ya punta ne ya xi) ne hĩna ya latxo, ra manera ge hĩna otho ja ya afektasion po' ra zenĩ ya zaa mui hõki ge ra tẽhña liberado Hĩna pombi ya emision neta ra Co2, mui tẽhña xi kwati konforme ya zaa pengi ä te. Ra ts'oni ya 'buzna ga tsõ ä nandi pẽts'i ya impakto negativo k ara biodibersida.ka ma'na kasu, ra japu' befi sustentable ya 'buzna tsõ nseki ge honse ge japu' befi ra biomasa ge te njẽya ko njẽya hĩna afekta ya kwati ra tẽhña, ra nandi ra implementar ya sistema ge kwati ge njapu' befi honse ya biomasa ge hĩna pẽts'i njapu' befi ya mpõ relevante ka ya kwadi ra ingreso .

Po' ma'na xoge, nxoge ra kombustion ya pellets ne ya briketa ge hõki emision ra ndähi, mahyoni ra material partikulado, ka tanto ya benefisio ka ra mititasion ya gas ra feko invernadero pẽnde ni forma ra hõki ne ra mengu ra biomasa, mui ya BCS nehe tsõ hõki ya 'befi õ ingreso ka ya zona rural ra nseki ra konformasion ya tol'õ ngu ge hyoni generar ya kadena ra produzion ne ra hõga japu' befi ya kombustible.

## Conclusión

ya BCS pombi ra fuente ra häts'i renobable ma njapu' befi ka ra ximhai. Ya reto ne hõga tsõ 'reni ra sustentabilidad ya BCS xi variado ne hõga medida pẽnde ra mengu ra biomasa, ni mpõti ni njapu' befi kwadi. Ya BCS da pombi ya ventaha paga hõki



´befi, ya dibersifikar ya fuente ra ingreso ne höki höga ya kondision ra nzaki ä nivel rural. Ra ñhehe forma, ya BCS tsö mitigar ya emision ra gas ra fektu invernadero ra nivel residencial ha ä nivel industrial ne paga ra generasion häts´i. ´ra ya aplikasion industrial ya BCS ga nseki mpöti ya kombustible do´yo paga ra generasion ra pa ne kogenerasion ra manera kosto fektiba nu ya reto ya BCS ge tñi ra tseni zaa hñgi nseki, ya emision xixa maa ra material partikulado ne gas ´reni komparado ko ya kombustible do´yo, ´mui ya medida ge tsö nföts´i ä n´a njapu´befi sustentable ya BCS, habu tsö tñi ra njapu´befi ya paxi ka lugar ra biomasa ge ehe ya ut´i häts´i: ra japu´befi ya teknologia höga; ra makwani k ara japu´befi sustentable ya ´buzna, ra puesta ka martxa ya teknologia ne optimisasion paga tx´uki ya emision po´ ra kombustion.

### Ya mengu ya ñhä

- Ahmed, I. *et al.* (2022). *Environ. Res. Commun.* 4 085003 DOI 10.1088/2515-7620/ac8ae8
- Beaumont-Roveda, E. (1994). Impacto ambiental. In Caso de Estudio: Autoproducción de Electricidad a partir de residuos de Madera y Leña en la República Argentina. FAO. <http://www.fao.org/3/v6204s/v6204s06.htm>
- IRENA (2022) Bioenergy for the energy transition: ensuring sustainability and overcoming barriers. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. <https://www.irena.org/publications/2022/Aug/Bioenergy-for-the-Transition>
- Manzini Poli, Fabio L., Jorge M. Islas-Samperio, Carlos A. García Bustamante, Julio C. Sacramento Rivero, Genice K. Grande-Acosta, Rosa M. Gallardo-Álvarez, Ricardo Musule Lagunes, Freddy Navarro Pineda, and Christian Alvarez Escobedo. 2022. “Sustainability Assessment of Solid Biofuels from Agro-Industrial Residues Case of Sugarcane Bagasse in a Mexican Sugar Mill” *Sustainability* 14, no. 3: 1711. <https://doi.org/10.3390/su14031711>
- Searchinger, T.D., Beringer, T., Holtsmark, B. et al. Europe’s renewable energy directive poised to harm global forests. *Nat Commun* 9, 3741 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06175-4>
- Vallesi, M., D’Andrea, A., & Kumar, V. (2012). Evaluation of sustainable accounting practices in the italian bioenergy sector. *PAGRI*, 3, 45–62.
- WBGU (German Advisory Council on Global Change). (2009). *World in Transition: Future Bioenergy and Sustainable Land Use*. Earthscan Publications Ltd. London.

NXQGE R'ETA MA ÑHU

# RA POHI N ERA TEKNOLOGIA RURAL APROPIADA PAGA RA JAPU' BEFI KWADI YA BIOKOMBUSTIBLE SOLIDO KA YA HNINI

MARIO MORALES MÁXIMO<sup>1,2</sup>  
MARTÍN PARRA ALCARAZ<sup>2</sup>

1 Universidad Intercultural Indígena de Michoacán, Carretera Pátzcuaro-Huecorio Km. 3, Pátzcuaro 61614, Michoacán, México

2 Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Av. Francisco J. Múgica S/N, Edificio "D", Ciudad Universitaria. C.P.58040, Morelia, Michoacán, México..

E-mail: mario.morales@uiim.edu.mx, mapa.cim@gmail.com

## Tzinñia

Ra nthöki ya biokombustible solido, ha ya pellets o briquetas ge ehe ra biomasa lignoselulosika, xi mahyoni paga ra te sostenible ka ya hnini. Ra teknologia apropiada komunitaria ge made ya 'rähä adaptada ya nthoni, hyegi ra uni indiskriminada ya teknologia hōga, sēgura ra hāa ne kwati ä maa plazo. Ra japu 'befi ya biokombustible ne ya teknologia adekuada tsö uni n' a hōga k ara sostenibilidad, resiliensia ne kalida ra nsaki ya hnini jai' to, pego xa mahyoni hōki n' a nxadi integral ra konteksto local paga següra ra 'befi hōga ä maa plazo.

**Ya ñhā klabe:** ra teknologia korrekto, ya böja njapu 'befi kwadi, ya biokobustible sólidos

## Tzakito`ñia

ra nt' uni ya biokombustible solido (BCS) ne ra japu 'befi ya teknologia korrekta ka ya hnini xi ya aspekto mahyoni paga ra te sostenible ne ra hōga' mui ra nsaki mui ya área.

(Morales-Máximo et al., 2018). Ya biokombustible solido, ha pellets o briketa ge ehe ra biomasa lignoselulosika, xi ya fuente ra häts' i renobable ge tsö sustituir po' nupia ya kombustible do' yo, ga tx' uki njabu ra dependencia ya rekurso hina renobable ka mui ya hnini jait' o (Chen et al., 2009). Ra teknologia apropiada hnini hyoni uni ya 'rähä teknologika adaptada ya nthoni spesifika ya hnini jaito, da pädi ni nxodi tradicional ne empoderando ra ñhu ra yot' i, implementasion ne kwati ya teknologia ge impaktan ni ya nzaki.

Ra nt' uni ya biokombustible solido implika ya método, ha ra astillado, kompaktasion, ya paxi ä granel, aserrín ne tēhña vegetal, ge ehe ya material lignoselulosiko

ha biomasa forestal, agrikola ne ya paxi organiko, ra höki ra mui biokombustible sigi n´a ñhu ge pëts´i triturado, sekado, juni ya martillo, tamisado ne prensado, ra forma industrial ö hña industrial.(Reyes et al., 2016). Ya dis positivo ge generan biokombustible solido desempeñan n´a he´mi mahyoni k ara transision ma ya fuente ra häts´i ma sostenible, nföts´i ra tx´uki ya emision ra gas ra fekto inverna-dero ne höki ra höga japu´befi ya rekursu natural.

### **Kontesto industrial: ra teknologia industrialisada paga ra thoki ya biokombustible solido**

Ka ra kontesto industrial, ra teknologia ge hnunjuki ka ya ´befi industrialisado paga ra thoki ya biokombustible solido, ha ya pellets ne briketa, ra japu´befi ya pelletisadora ne briketeadora ga nseki ra mpöti ya material ra biomasa ka ya forma kompakta ne adekudo paga ni japu´befi ha ra kombustible, mui ya böja´befi ga pëts´i n´a huts´i fut´i, pego pombi ya ventaja ha ra efisiensia häts´i, ngöt´i ra impakto ambiental ne o´te ra ´mpëfi local, dëma ge destaka ra mahyoni ra tsoni ya regulacion ambiental ne kwati nxoge gotho ra ñhu ra thoki (Orisaleye et al, 2020)

### **Ra kontesto lokal; ra teknologia lokal, höga japu´befi ya zaa paga generar häts´i termika**

Ka ra kontesto lokal, ge nxodi ra japu´befi ra zaa ha biokombustible ka ya hnini jäito, anke ra zaa xi n´a fuente ra häts´i renobable ne asesible, ga ben´i ya desafio ambiental, sosial n era nzaki, ge resalta ra mahyoni ra ´befi mui ya desafio po´made ya implementasion ya teknologia högaa, ya ´befi sostenible ne opsion ya häts´i alternativa, ge hyoni ya bentaha ne ya desafio nthäts´i ko ra njapu´befi ra zaa, da pëts´i ra disponibilida lokal, tx´uki njut´i ra böja, ra generasion ya ´befi, pego nehe ja sëña ya ñheki ha ra tsenza, ra ´reni ndähi ne ya riesgo paga ra nzaki (Francisco Arriaga et al., 2011).

Ra njapu´befi ya zaa ha biokombustible ka ya hnini jäito da perdurado ra maa nthogi, mui xi n´a hyoni pose ya kjäi ra japu´befi paga ra nthoki ra ñuni, ra pa ya ngu ne ga höki ya ´befi industrial.anke ra zaa xi n´a fuente ra häts´i renobable ne lokalmente abundante, ni japu´befi ga höki mfeni ya ambiental, sosial ne nzaki. Ra teknologia makwani hnini da ehe ha n´a enfoke integral paga mpëfi mui ya desafio, ga händi ya ´rähä kulturalmente relevante ne ya sostenible.

### **Ya tsö ra zaa ha biokombustible**

- Ra gäts´i lokal: ra zaa mui da gäts´i ya n´höi jäito, ga tx´uki ra pendesia ya fuente ra häts´i importada.
- Ra tx´uki njut´i böja: ya hnini jäit´o ra zaa xi n´a opsion böja paga ra kwati pa ya ngu nehe ra nguñuni.
- Ra thoki ya ´befi: ra munts´i ne procesamiento ra zaa tsö ts´edi ra böja lokal.

## Ra teknologia makwani hnini

Ra teknologia makwani da emerge ha n´a enfoke kulturalmente arraigado paga ´rats´i ya desafio lokal made ya ´rähä teknologika nzämbi ya nthoni spesifika ya hnini, mui kontraste k ora adopsion indiskriminada ya teknologia estándar ga des-taka ni nkohi k ora te ne ra njapu´befi ya böja´befi sostenible, asesoble ne kultural-mente relebante. Ya objetibo mahyoni ra mui filosofía inkluyen:

Ra relebansia kultural ne lokal: ra integrasion ya ´rähä teknologika thüthoi ga ´rats´i ko ya ´befi kultural ne ya forma ra nzaki lokal, uni n´a häa otho kontratiem-po.

**Asesibilidad:** ya teknologia makwani komunitaria ga thüthoi mui yot´i paga ra asequible ne asesible, ga häki ya barrera böja ö infraestruttura ge tsö hñei ni adopsion.

**Ra pombi ya hnini:** ra nföts´i aktiba ya hnini xi mahyoni ka gotho ra ñhu,de-zu ra tñi ya thoni ästa ra höki ne ra kwati ya ´rähä teknologika.

Ra timfeni ra nzäi: ya teknologia tüthoi mui flesible ne adaptable paga ajustar ya mpöti kondision ne ya nthoni lokal k ora nupia.

**Pombi ne ts´edi:** ya hnini xi protagonista k ara xifi mä teknologika ge ts´oni ni ya nzaki, fomentando ra pombi aktiba ne ra ts´edi made ra timfeni.

Ra nzäi ra kontesto: ya ´rähä teknologika tüthoi mui yot´i konsiderando ra en-torno natura, ya rekurso njÄts´i, ra ´mui ne ya nthoni spesifikika ya hnini.

**Ra sostenibilidad:** ga hyoni höki ´rähä asequible, kwati ne högafädi ko ra n´höi buzna paga makwani ni nxoge nupia.

**Ra mpöti ra pädi:** ra balo ne njapu´befi ra pädi lokal ka ra yot´i ne te tekno-logiko, fomentando ra uni ya pädi nu ya generasion ne ya hnini.

**Ra njapu´befi ya rekurso lokal:** ga tx´uki ra pëndensia ya rekurso esterno ga njapu´befi ya material ne timfeni disponible thogi ra hnini, nföts´i ra böja lokal.

**Ra enfoke olistiko:** ra teknologia makwani hnini hñina pëts´i n´a limitasion ya dispositivo, pose ge ts´i ya spekto sosial, böja ne ´mui, ga hyoni ra högamui general ra hnini.

Ra mpöti: anke ge made ka ya ´rähä simple ne asesible, hñina deskarta ra mpöti, hyoni ya forma kreatiba ra sigi ko ya desafio lokal.

Yabiokombustible solido, da ehe ya material organiko ha zaa, ya paxi agrikola, ya pellets ra biomasa ne ma´na subprodukto, xi njapu´befi ka dispositivo ra japu´-befi kwadi ha ya ñuy, ya kaldera, ya nthu, uni n´a fuente ra häts´i renobable. Mui enfoke pombi ya tsö notable, pego nehe ya desafio ge pëts´i timfeni fädi ha ge mä sigi:

## Ya tsö ya biokombustible solido

**Ra sostenibilidad buzna:** nföts´i ra tx´uki ya emision ra gas ra fekto invernade-ro ka nthu ko ya kombustible do´yo.

Ra thogi ya n´höi remota: da uni n´a opcion asesible ka ya n´höi jäito habu ra infraestruttura ra häts´i konbensional xi ngäts´i.

Ra uni sostenible ya rekurso: da japu´befi ya paxi agrikola ne forestal, fomentando ra gestión sostenible ya rekurso natural.

## Ya Desafio

**Ya emision ´reni:** ra kombustion tsö generar ya partikula fina ne ya nthäts´i organiko volátil.

**Ya timfeni bariada:** ra timfeni ra kombustion baria según ra biokombustible ne ra dispositivo japu´befi.

**Ra ngäts´i n era timfeni:** ra konstante ngäts´i n era timfeni ya biokombustible tsö mui desafiante.

**Ya impakto buzna ne böja:** ra uni ne ra böja tsö pëts´i ya impakto ´buzna ne böja.

## Ra njapu´befi ya pellets ne briqueta

### Ya tsö:

**Ra höga japu´befi:** ra maa pëts´i häts´i ne ra desidad uni ra manejo ne kwati.

**Ra tx´uki impakto ´buzna:** da tsät´i ra manera xixa tut´i ne ñheki ya gas ra fekto inbernadero

**Ra gestión ya paxi: da höki ä menudo fut´i ya paxi agrikola ö forestal.**

### Ya timfeni:

**Ya njut´i fut´i:** ra njut´i ya böja´befi tsö dra maa, pego ge kompensa ko ya kwati böja ka kombustible.

**Ra suministro ra biomasa:** sëgura ra suministro konstante ya n´höi ´buzna.

**Ra kwati:** ra kwati ka lugar y´onza paga fädi ra eficiente häts´i.

**Ra mantenimiento:** ra Mantenimiento he´ mi xi nthoni paga ra ´befi eficiente ne kwati.

**Ra timfeni ne ra nxodi:** ya kjäi tüthoi pädi ra ´befi ne mantenimiento makwani.

## Aplicaciones Prácticas de Biocombustibles Sólidos

### Ya böja´befi ra biokombustible solido

**Ya sistema ra pa ne gerasion häts´i:** ya kaldera ne sistema ra kogenerasion tsö uni pan e ra häts´i ya hnini jäito.

**Ra gerasion descentralizada ko biokombustible:** ya mikroturbina ra bioga ö ya generador ra biomasa tsö abastecer häts´i ya hnini tol´o.

**Ya ñuy ne ya nguñuni ya biokombustible:** mui yot´i paga tsäT´i ya biokombustible eficiente, mui höga ra efisiensia häts´i ne ga tx´uki ra pombi ya ´bihi tosiko.

**Ya pa ya ngu ko pellets ra biomasa :** ya pellets ya paxi organiko tsö njapu´befi paga ra pa ya n´höi tse.

## Ra kwadi

Ra japu´befi ya teknologia makwani ne ya sostenible ya hnini jãito xi mahyoni paga aprobetxar ya tsö ra häts´i biomasika otho od´e ra ´buzna hingi nsaki ya kjäl; ra adopcion ya briqueta, pelletisadora ne ya biokombustible solido, ya fut´i ya teknologia apropiada hnini, ga uni ya ´rähä integral paga ´befi ya desafio häts´i ra manera fektiba ne sostenible. Po´ kwadi, ra aplikasion fektiba ya biokombustible solido ya dispositivo ra njapu´befi kwadi ga pëts´i n´a enfoke integral ge timfeni ya ventaja nehe ya desafio, ko n´a fãdi njapu´kasu ya konsiderasion praktika, mui ya fuente ra häts´i renovable tsö uni ya ´rähä sostenible ne eficiente, especialmente ka ya entorno rural ne lokal.

## Referencias

- Chen, L., Xing, L., & Han, L. (2009). Renewable energy from agro-residues in China: Solid biofuels and biomass briquetting technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), 2689–2695. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.06.025>
- Francisco Arriaga, F., Guerrero García Rojas, H., Kido Cruz, A., & Cortés Zavala, M. (2011). Ingreso generado por la recolección de recursos forestales en Pichátaro, Michoacán, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 8(1), 107–117.
- Morales-Máximo, M., Orihuela-Equihua, R., González-Ortega, N., Pintor-Ibarra, L. ., & Rutiaga-Quiñones, J. . (2018). Materiales densificados con biomasa forestal como alternativa energética en la comunidad de san francisco Pichátaro, Michoacán, México. *Red Mexicana de Bioenergía*, XIV, 168–169. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Orisaleye, J. I., Ojolo, S. J., & Ajiboye, J. S. (2020). Mathematical modelling of die pressure of a screw briquetting machine. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 32(8), 555–560. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2019.09.004>
- Reyes, L. ., Orihuela, R., Aviña, L. ., Carrillo, A., Pérez, E., & Rutiaga, J. . (2016). Capítulo 2. Generalidades sobre los biocombustibles. In: In A. Carrillo-Parra & J. G. Rutiaga-Quiñones (Eds.), *Biocombustibles sólidos* ((1nd ed.), pp. 33–62).



RA NXQGE R'ETA MA GÖHO

# YA RETO POLITIKO NE RA GOBYERNU HÄTS'I, N'A HÄNDI DEZU YA MFENI LOKAL KA MONDA

MARÍA LILIANA ÁVALOS RODRÍGUEZ<sup>1</sup>  
JOSÉ JUAN ALVARADO FLORES<sup>2</sup>  
JORGE VÍCTOR ALCARAZ VERA<sup>3</sup>

1 Doctora en Ciencias del Desarrollo Regional, adscrita al Programa de Estancias Posdoctorales por México del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), y al Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA-UNAM), Campus Morelia. Correo: lic.ambientalista@gmail.com, teléfono celular: 4434 09 5944

2 Doctor en Ciencias de Materiales Avanzados, Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera, UMSNH. Correo: doctor.ambientalista@gmail.com

3 Doctor en Ciencias. Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, UMSNH. Correo: talcarazv@hotmail.com

## **Tx'ukumfeni**

A fut'i ya hmunts'i ya ximhai ra estokolmo, rio, agenda röte ma n'a, Kioto, nkohi ra parís, ge gesta ra nthoni ra ts'edi ya manjüanto ra kwati, mprebeni ne gestión ra politika ambiental. Monda inkorpora k ara lei mui böja'japu ge regulan ne da uni ra n'höi, ra urden ekologiko, ya impakto ambiental, ra nxodi ya 'buzna, un ma'na, pëts'i ha n'a base ra salbakwati ne höga ya niso publiko 'buzna. mui nxodi ga hyoni timfeni ra zöte nu ra gobyernu häts'i ne ya 'befi lokalge nseki ra högamui ya proyektö ra inobasion häts'i ä fut'i ra fädi forestal hnini. Ya fut'i n'rini noni ge 'mui ya sistema socioekologiko xoge ge made ra n'a autogestión lokal k ara nt'uni ya pädi kolektibo ge tsö höki ya 'befi xudi ka bänthe ra fädi ya 'buzna ne justisia klimatika, partikularmente ka ra generasion ra häts'i asequible ne renovable ha ra japu'befi ya biokombustible solido.

**Ya ñhä mahyoni:** politika 'buzna, n'höi, ya kjäi sosial, ra gobyernu, ra deskarbonisasion.

## **Tzakito`ñña**

ra politika 'buzna xi 'rähä ra kompromiso global k ara kwati ekologika ne ra ekilibrio ra 'buzna ne ge fut'i ya alkanse ra böja klasika ge ne'i ra distorsion ka ya ñhu te ne ra ñuni ge uti xinñho ra 'romi ekologika, da höki dañu hñna hñse ya höga 'buzna, nehe jäts'i ya 'befi 'buzna (Ostrom y Ostrom, 1977, 1997; Buchanan, 1965; Samuelson, 1954).



Ra he´mi ra nzöhni pünts´i ra kontrol ya höga publiko da implika regular ya ´mui ge tsö desequilibrar ra ´buzna, pego nehe, nthoni uni ts´edi ya kjäi da nföts´i ne favorecen ra ekilibrio ´buzna, xi mä, pëts´i n´a yöho he´mi ka ra ehersisio ni ´befi, tanto koersitibo ha kompensatorio, ka ra n´a kasu xi mahyoni nt´uni ra majüanto ´buzna n era yöho implika n´a get´bu ra ´ut´i paga pädi ë njohya ya ´mui positiva (e.g ra japu´befi höga ya paxi, ya he´mimakwani ´buzna, ya ´befi ra njut´i ya zaa ne ra fädi forestal, nu ma´na) ka mui kwadi tsö ga höki ra japu´befi ni fakultad fiskalisadora paga ga tx´uki ya njut´i ö tähä ya subensio.

Paga ´rähä ya funsion ra nzöhni ka ra salvaguarda ne höga ya n´höi ´buzna, ´mui ya böja´japu ra politika publika ´buzna(IPPA) ge dezuru ra maa xi händi ha ya böja´japu ge implika n´a imhi ya ´befi made ya tegnu ya ts´ütui ra gobyernu ge höki ra ts´edi ka ra intento ra uni n´a mpöti sosial.

N´a IPPA xi ra böja´japu ge restringe, thöki, orienta ö induce ya mahyoni ra politika, po´made ra n´a aplikasion voluntaria ö made n´a ´befi koersitiba koersitiba(komando- kontrol)

Ra nkohi ko Acciai ne Capano(2021) ra politika publika xa ra imhi ya elemento konstitutibo ge ´bedi ka ra yot´i, nt´uni, ra sigi ne ra presiohuxu ya IPPA ge ´ñent´i ya eskala ne ge ra nthogi da yot´i ha n´a faktor ibrido ge sugiere ra nthämbi nu ra timfeni ´buzna ko ra legitimidad ne legitimasion ra ditxa politika. (Ávalos et al., 2021).

Ka ra eskema ibrido mui yot´i ya IPPA ge uni Zote ya ´befi sosial paga hina generar n´a xöni ya ekologiko, ra gobyernu pëts´i n´a he´mi mahyoni ngëa implika n´a ñhu ya mä ë njüni ka habu mpöti ra ´ñent´i ya kjäi ka ya nupia ne n´höi. (Pahl-Wostl, 2019; Kellogg y Samanta, 2018; Birkenholtz, 2008; Eberhard et al., 2017; Armitage et al., 2012; Lane et al., 2011; Lockwood y Davidson, 2010).

Ra nthoni ra timfeni pünts´i ya ´mui antropogenika ma ngehnü ra adopsion ya IPPA, implika noni ya eskema efektibo ra gobyernu ´buzna, n´a ra nuyu xi ra ödi tsogui nu ra deskarbonisasion ne generar ya eskema resiliente ra adaptasion ne ñheki ya efekto ra mpöti nupia da mihi ka pëde ya kondision ra nts´uni paga pëts´i ya ´rähä xi nthoni presiohuxu nehe pëts´i balo ka ya timfeni lokal ya kjäi sosial ka ra adopsion ya mui ´befi. Mui genera n´a nthoni ra nföts´i ya pädi lokal ge uni ts´edi paga höki ya pädi ka hnini ra nkohi ya nthoni tini.

Ra mahyoni ra mui ´befi xi nxödi ra njüni nu ra gobyernu häts´i ne ya ´befi lokal made ya böja´befi ra uni ra pädi n era höki ya pädi ka hnini, thuhü ya nguxadi ra n´höi ne ge tsö dra modelo ya mpöti sistematika ge thoki ya n´höi ra insidensia ne efikasias ka ya kasu spesifiko ra maxüni.

## **Ya timfeni global ne lokal ra mpöti sistematika paga transitar n´a gobyernu häts´i**

ka suesia nu ra 2016 ne 2018 ge höki ya programa ra mui bision, ha ra bioinnobasion n era Re:sourse; ra n´a hyoni nföts´i n´a transision xoge un n´a bojä ra base biologika paga ra 2050,gem´bu ge ra yöho thöki n´a böja sirkular líder ka ra ximhai

ge mimise nehe japu'befi ya paxi, ko n' a enfoke n' a ka ra kwati ya material, n' a sistema ra häts' i sostenible ne n' a japu'befi höga ya rekurso ya ngu'befi nehe ya kjäi. (Grillitsch et al., 2019).

Ka ra kasu ra monda, n' a ya timfeni ge tsö zöte ra politika ra mpöti sistematika, xi ra programa thuhu sistema ra mpöti ra nzöhni ra monda(SIEM) da ts'edi ka 2011 po' ya kjäi global nehe lokal mui ga hyoni ra pädi ra njüni ne dinamismo ya kjäi lokal ra nkohi ä ni meti pädi. Ra mahyoni xi ben' i ra ñhu hnini ka ra estrukturasion ya proyekto häts' i ge nföts' i ya höga te hnini ne ' ra ya nunu mui ha IPPA.

N' a ya IPPA xi ra manejo 'buzna kwati ha ra böja'befi ra gestión forestal da 'rähä ra n' a ñhu ra planifikasion rasional da yot' i ka ra ebaluasion ya karakteristikata ne ra ts'edi 'buzna ra n'höi njapu'befi, da höki ra nkohi ya majüanto ne änteyot' i ra kwati ne sostenibilidad, ge tüthoi höki njapu'befi mfeni ya 'buzna, ya 'befi ne praktika ya rendimiento sostenible, ra höga kualitatibo nehe kuantitatibo ya rekurso ne ra kwati ra njüni ra ekosistema (Von et al., 2004).

Ästa nupia ge da tñi ra 'mui ya sistema kompleho ka ya eskala espasial ne temporal ge xi mahyoni ka ra nugogestion lokal ra ko höki ya pädi imhi paga tsogui höki ya 'befi xudi ka bänthe ra njüni 'buzna ne justisia ra nupia ge tsö tsogui ra deskarbonisasion ka monda ne ts'edi ra höki sostenible ra häts' i ha rae he ra idrogeno.

Ra höki ra idrogeno mpö ka monda xi get' nu ya 2,700 ya tonelada ra njëya ge made ka ñhu ngu'befi ximhai. anke ra hnini ngunxodi ga uni ntini püntsi ts'edi häts' i ra ximhai , anke mui ya reto ge höki ya barrera sosial ne böja, ngëa ra normatividad pombi ya n'höi ra oportunidad ka ra regulasion ra idrogeno ge uni ra get' a ko ya kompromiso ximhai ha ra nkohi ra paris.

### 'ra ya reto politiko paga motivar ra gobyernu häts' i ka monda

Xa na 'ño ya reto politiko ge ñhandi monda paga generar n' a höga gobyernu häts' i, n' a nupia ge tsö tñi ra lineasion normativa(legalidad)- politika (legitimidad)- teknologika n era yo(legitimasion) ge uni tsö ra högamui ya proyekto deskarbonisante, ha ra njapu'befi ra idrogeno made ya selda ra kombustible ö ra höga ra biomas, mahyoni 'buzna, agrikola ne zu'we, mihi ka pëde ya 'befi primaria ra monda.

Ra njapu'befi ra idrogeno xi n' a posible 'rähä ra böja sirkular ge motibe ra transision häts' i ne ra deskarbonisasion, da höki ra gobyernu häts' i, xi honse n' a ya gotho ya posibilidad, pego kiza tsö xi ra mahyoni ngë' a 'ra ya agenda global da ntheme ra häts' i fut' i ra idrogeno ne nupia ge tñi mpëfi ya he' mi ra ñhu ge uni ts'edi ni njapu'befi ambiental makwani.

Monda xi xoge ra täi ra idrogeno, n' a po' ra refineria ne ra petrokimika, anke ra nthebe porsiento ra idrogeno ka monda, honse ra 1.4 xi mpö, ya dëma sigi ga höki paga nugoñuni ka ya doni ngumpëfi ha PEMEX.

N' a ya opsione ge mben' i paga ra genserasion ra idrogeno kangi ka monda, xi ra njapu'befi ya paxi da ehe ra ngu'befi ra pulpa ne he' mi, da xifi ästa 17 mmole H<sub>2</sub>/reaktor, ha ra xingu maa ra idrogeno akumulado ra kwadi ra periodo ra inkubasion. Ädema, da nxodi ra reasion ra aluminio ko idrosido ra sodio(NaOH), da

nkohi n´a konsumo ra 3878 ya gramo ra NaOH, ko 100 ya lata ra luminio ne ko n´a njüni molar ra AL/NaOH=2 ge tsö höki ästa 5.35 kw/ora n´a njut´i ra \$3.9 ya bexu monda (Martínez y Perry, 2015).

### Ya ñhä kwadi

´mui ya respektiba ge apuntan ä timfeni ge monda pëts´i ya elemento ekologiko paga mben´i ka ra deskarbonizacion inmediata, ngë´a pëde k ora kuhi natural ge uni ya alternativa bialble ka ra ts´edi ya häts´i renovable. Gem´bu, ga ´rähä ra transision häts´i xi n´a reto ge madebü ra ´mui ya vi ara häts´i renovable, änte ya aspekto böja ne sosial ge tsö kolokarse ha mahyoni ya agenda publika ne xa ya elemento klabe paga motibar ra gobyernu häts´i.

### Keda mök´ja

Ra he´mi ya estancia gem´budoktoral po´ monda ra konsejo ximhai ya kjäi, ya siensia ne teknologia(konahsit) ra made ra hyoni ka geografía ´buzna ra ngunxodi ximhai autónoma ra monda,n´höi maxüni; ra ngunxodi ra xa nikola ra idalgo ne xi mahyoni, gotho ya kjäi ge höki ya nföts´i, ya koresion ne ya uni zote ra he´mi.

### Referencias

- Acciai, C., & Capano, G. (2021). Policy instruments at work: A metaanalysis of their applications. *Public Administration*, 99(1), 118-136.
- Armitage, D., Loe, R., Plummer, R., 2012. Environmental governance and its implications for conservation practice. *Conserv. Lett.* 5, 245–255.
- Ávalos-Rodríguez, M. L., McCall, M. K., Špirić, J., Ramírez, M. I., & Alvarado, J. J. (2021). Analysis of indicators of legality, legitimacy and legitimation in public policy: an example of REDD+ in Mexico. *International Forestry Review*, 23(2), 127-138.
- Birkenholtz, T., 2008. Contesting expertise: the politics of environmental knowledge in northern Indian groundwater practices. *Geoforum* 39, 466–482.
- Buchanan, J.M., 1965. An economic theory of clubs. *Economica* 32, 1–14.
- Eberhard, R., Margerum, R., Vella, K., Mayere, S., Taylor, B., 2017. The practice of water policy governance networks: an international comparative case study analysis. *Soc. Nat. Resour.* 30, 453–470. <https://doi.org/10.1080/08941920.2016.1272728>.
- Grillitsch, M., Hansen, T., Coenen, L., Miörner, J., & Moodysson, J. (2019). Innovation policy for system-wide transformation: The case of strategic innovation programmes (SIPs) in Sweden. *Research Policy*, 48(4), 1048-1061.
- Kellogg, W.A., Samanta, A., 2018. Network structure and adaptive capacity in watershed governance. *J. Environ. Plan. Manag.* 61, 25–48. <https://doi.org/10.1080/09640568.2017.1287063>.
- Lane, S.N., Odoni, N., Landstrom, C., Whatmore, S.J., Ward, N., Bradley, S., 2011.

- Doing flood risk science differently: an experiment in radical scientific method. *Trans. Inst. Br. Geogr.* 36, 15–36.
- Lockwood, M., Davidson, J., 2010. Environmental governance and the hybrid regime of Australian natural resource management. *Geoforum* 41, 388–398. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2009.12.001>.
- Martínez, N., y Espejel, I. (2015). La investigación de la gobernanza en México y su aplicabilidad ambiental. *Economía, sociedad y territorio*, 15(47), 153-183. doi: <https://doi.org/10.22136/est002015557>
- Ostrom, V., Ostrom, E., 1977. A theory for institutional analysis of Common Pool problems. In: Hardin, G., Baden, J. (Eds.), *Managing the Commons*. W.H. Freeman, San Francisco, CA, pp. 157–172.
- Ostrom, V., Ostrom, E., 1997. public goods and public choices. In: Savas, E.S. (Ed.), *Alternatives for Delivering Public Services: Toward Improved Performance*. Westview Pres., Boulder, CO, pp. 7–49.
- Pahl-Wostl, C., 2019. The role of governance modes and meta-governance in the transformation towards sustainable water governance. *Environ. Sci. Policy* 91, 6–16.
- Samuelson, P.A., 1954. The pure theory of public expenditure. *Rev. Econ. Stat.* 36, 387–389.
- Von Gadow, K., Orois, S. S., & Calderón, O. A. A. (2004). Manejo forestal con bases científicas. *Madera y Bosques*, 10(2), 3-16.



*Aplicaciones energéticas de la biomasa: propuesta divulgativa  
para el acceso universal del conocimiento,*  
de Mario Morales Máximo y Luis Bernardo López Sosa (coordinadores),  
editado por la Universidad Intercultural Indígena de Michoacán,  
se terminó de imprimir en mayo de 2024,  
en los talleres gráficos de Editorial Cienpозuelos, S.A. de C.V.,  
en Morelia, Michoacán, México.

