

Diagnóstico del proceso de cocción y eficiencia energética en la obtención de panela en la Provincia de Pastaza, Ecuador

Pastaza marka, Ecuadormanta yanuna shinallata wiru mish-kita sinchiyachina (panela) charinamanta taripana

Juan González, José Romero, José Escobar

Huellas del Sumaco

Revista socio ambiental de la Amazonía Ecuatoriana

Universidad Estatal Amazónica

ISSN 1390 – 6801

Volumen 12

Diciembre del 2014

DICIEMBRE 2014 | VOLUMEN 12

RESERVA DE BIOSFERA

HUELLAS DEL SUMACO

UNA REVISTA SOCIO AMBIENTAL DE LA AMAZONÍA ECUATORIANA
UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

ISSN 1390-6801

latindex

FOMENTANDO EL DIÁLOGO PARA LA SOSTENIBILIDAD PRODUCTIVA EN LA RESERVA DE BIOSFERA SUMACO,

LA NARANJILLA



El Doncel (*Otoba parvifolia*) en Napo
Napumanta wapa yura (*Otoba parvifolia*)

Los retos sociales en el proceso de diseño de un proyecto REDD+ en la Amazonía ecuatoriana
Runakunapa llankay tiyaktiwan rurashpa REDD+sumakrurayta Ecuador Antisyuyupi

Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*) en un sistema de crianza familiar a base de pastos y forrajes en la región Amazónica Ecuatoriana
Cuykunata mirachiyamanta (*Cavia porcellus*) ayllu llikashpa winachiy wakra mikuna kiwawa forrajes nishkawanpash Ecuador antisyuy pampapi



www.uea.edu.ec

Diagnóstico del proceso de cocción y eficiencia energética en la obtención de panela en la Provincia de Pastaza, Ecuador

Pastaza marka, Ecuadormanta yanuna shinallata wiru mishkita sinchiyachina (panela) charinamanta taripana

La industria panelera artesanal, se ha constituido en los últimos años en la alternativa del campesino, que contribuye al Sumak Kawsay, determinado en el Art. 13 de la sección primera del capítulo II de la Constitución de la República del Ecuador Vigente. Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería, en el año 2.000 existían 79.913 hectáreas de caña de azúcar a escala nacional, de los cuales la región Amazónica tiene una producción de 8.272 hectáreas, siendo la Provincia de Pastaza la de mayor producción con un 10,35% (MAGAP, 2000).

En un trapiche tradicional, la panela se produce en homillas. Una homilla consta de: cámara de combustión, ducto de humo y chimenea. En la cámara de combustión el combustible sólido (bagazo, leña o mezcla de estos) reacciona con aire para combustionarse y obtener energía térmica, produciendo gases calientes y cenizas. Los gases calientes contribuyen a la evaporación del agua en el jugo de caña para su concentración (Velásquez *et al.*, 2005).

La principal causa del desaprovechamiento energético y la baja eficiencia energética en la elaboración de panela se debe a que la evaporación se realiza de manera abierta, desaprovechando el calor latente del vapor que sale de las pailas, el cual es altamente significativo, ya que en el proceso se evaporan aproximadamente 79 kilogramos de agua por cada 100 kilogramos de jugo. Este vapor de agua transmite a la atmósfera un calor cercano a 179.330 kilo Joule/100 kilogramo de jugo (Velásquez, 2002; Velásquez *et al.*, 2004).

Para suplir el problema de la deficiencia energética en homillas en sistemas convencionales, es necesaria la búsqueda constante de rediseñar o reemplazar con equipos de nueva tecnología como son calderas de cámara de combustión mixta, clarificador, evaporador y concentrador cerrados, para de esta manera aprovechar el incremento de presión de vapor generado de los jugos de caña en el interior de los recipientes y este vapor con calor sensible termodinámico recircular en el proceso para no desperdiciar la cantidad de calor que este puede aportar, y de esta forma hacer menor uso de los combustibles tradicionales (leña, caña guadua, carbón, neumático usado y el bagazo), disminuir los impactos y contaminación ambiental y, suplir la demanda energética del sistema.

Métodos

Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo, ya que el sistema de recolección de información está dentro de una categoría de diseño investigativo experimental DCA, de 3 tratamientos y 3 observaciones, entre el uso de homillas y calderas, la toma de datos fue in situ en 3 centrales paneleras de las 78 existentes en la Provincia de Pastaza, en los procesos de obtención de panela.

Makiwan rurashka wiru mishki, puchukay watakunapi allpata llankak rurakunawak shuk sami llankaymi tukushka, Sumak Kawsaytami yanapan, chunka kimsa kamachik shuk niki ishkey capitulo Ecuador mamallakta mamakamachikpi rimashka shina. Tarpuy wiwaman-tapash rikuk wasi atiklla shina, ishkey waranka watapi kanchis chunka iskun waranka iskun patsak chunka kimsa 79.913 patsak tatki pampa mamallakta wiruta charinkuna, chaymanta antisuyupi pusak waranka ishkey patsak kanchis chunka ishkey 8.272 patsak tatki pampa wiruta charin, Pastaza markami kan chunka kimsa patsari chunka pichka % yapalla mirachinatami charinkuna. (MAGAP, 2000).

Kallari wiru kutanapi, wiru mishki manka shinapimi llukshinkuna. Shuk manka shinaka charin: timpuna manka, kushni llukshina uktu, sintikchipash. Timpuna mankapi sintika sinchimi (wiru kara, yanta manakash-paka ishkeynti masashka) wayrawa tukushpa timpunkuna shinarashpa energía térmica charinkapa, rupak kushni ushpantimi llukshinkuna. Rupak kushnikuna wiru mishki yaku hawaman sikankapakmi yanapan mishki sinchiyankama. (Velásquez *et al.*, 2005).

Kikin llaki sinchiyachita mana allí hapishkamanta wiru mishki allí sinchiyay pishiyashka tukushkami wiru mishki yaku paskapi sikhaska katintalla rupak kushni mana allí hapirishka pailakunamanta llukshipi, ashka rikuchinkmi kan, yanushkapi kanchis chunka iskun kilogramo tupumi yaku kushni tukushpa llukshin karan patsak kilogramo wiru mishkimanta. Kay yaku kushnimi wayrama chimpan shuk manyalla rupak 179.330 kilo nishka Joule/100 kilogramo wiru mishki (Velásquez, 2002; Velásquez *et al.*, 2004).



Caña de azúcar. Pastaza. Foto: Juan Elías González 2013

Juan E. González,¹ M.Sc.
jgonzalez@uea.edu.ec

Víctor H. González²
vicgo_1811@hotmail.com

José A. Romero,³ M.Sc.
rectorado@uea.edu.ec

José A. Escobar,³ Ing. Agro. Ind.
jesobar@uea.edu.ec

¹Docente-Investigador, UEA
²Profesional Consultor Privado
³Técnico Docente, UEA

Recibido: 6 de agosto del 2014
Aceptado: 8 de diciembre del 2014



Análisis de la panela. Pastaza. Foto: Juan Elías González 2014

Resultados

Tabla 1. Calor consumido en los procesos de cocción de la panela en hornilla

Procesos	Mj(Kg)	Mv(Kg)	Mcn(Kg)	Cp(KJ/Kg°C)	Q (KJ)	Effc(%)
Clarificador	1240	41,98	62,00	3,83	470187,96	27,26
Evaporador	1136,0248	853,34	0,00	3,81	1953584,9	
Concentrador	282,69	79,47	0,00	2,67	191232,4	
Proceso global	203,22	974,78	62,00		2615005,2	

Elaborado por: Ing. Juan E. González MSc., Ing. Jose A. Romero, Ing. Víctor González R. Ing. José Escobar 2013

Los resultados que se visualizan en la tabla muestran los valores de calor consumido (Q) en los procesos de cocción de panela en el sistema de hornillas, mismos que concuerdan con valores descritos por CORPOICA.

Tabla 2. Calor consumido en los procesos de cocción de la panela en caldera

Procesos	Mj(Kg)	Mv(Kg)	Mcn(Kg)	Cp(KJ/Kg°C)	Q (KJ)	Effc(%)
Clarificador	1240	79,2	62,0	3,8	556956,2	31,6
Evaporador	1098,7	779,7	0,0	3,7	1987665,7	
Concentrador	319,0	99,2	0,0	2,7	240576,4	
Proceso global	219,7	958,2	62,0		2785198,4	

Fuente: Autores, 2013

Definición de variables

- Mj= masa del jugo de caña de azúcar (Kg)
- Mv= masa de vapor de agua (Kg)
- Mcn= masa de cachaza negra (Kg)
- Cp= calor específico (KJ/Kg°C)
- Q(kj) = Cantidad de calor necesario para la producción de panela
- Effc = eficiencia de energía consumida (%)

Sinchiyachi pishiyashka llakita llika manka shina kashkata turkankapa, mushukyachina, turkana mushuk antakunata katinpuralla maskanami kan ima shina tukuyta yanunkapa hatun mankakuna, chuyayachik, kushnita sikachik, ishkashkapi mishkiyachik, shinarashpa yanarinka sinchi kushni sikana yaparinkapa wiru mishkiwan kallariashkata mankakuna ukupi shinallata kay kushnika rupak riparachikwa termodinámico recircular nishkami rurarin ama ichunkawa rupak kakta kay ushanmi kunkawa, chayrayku ansalla kallari timpuchinata rurankapa mutsurin (yanta, wamak, shinki, tukurishka antawa chakikuna shinallata wiru kara), pacha wakllikunata tukushkata pishiyachina, sinchiyachiy llikata turkankapa mutsurinkuna.

Nankuna

Kay taripay yupaypuramami charinkuna, willarita pallana llika sumak rikushpa taripana ukupi DCA kamanapimi tiyankuna, kimsa kuti rurashkapi shinallata kimsa kuti rikushkapi, wichilla mankapi, hatun mankapashmi mutsurinkuna, kimsa wiru mishki rurakkuna kanchis chunka pusak Pastaza markapi tiyakkunamanta, wiru mishki sinchiyashkata charinamanta kikin pampapi atikllakunata hapishkankuna.

Llukchishkakuna

Shuk millka. Wiru mishki sinchiyachinata tiyaktikuna wichilla mankapi yanunapi rupakta mutsurina.

Tiyaktikuna	Mj(Kg)	Mv(Kg)	Mcn(Kg)	Cp(KJ/Kg°C)	Q (KJ)	Effc(%)
Pakliyachik	1240	41,98	62,00	3,83	470187,96	27,26
Kushniyachik	1136,02484	853,34	0,00	3,81	1953584,9	
Mishkiyachik	282,69	79,47	0,00	2,67	191232,4	
Tawka tiyakti	203,22	974,78	62,00		2615005,2	

Rurashkami: Ing. Juan E. González MSc., Ing. Jose A. Romero, Ing. Víctor González R. Ing. José Escobar 2013

Llukshikkuna millkapimi rikurinkuna rupak mikurishkatami chanishkata (Q) wiru mishki sinchiyachinkapa wichilla mankapi tiyakti yanunata, chaykunaka pakta pakta chaniriktami CORPOICA rimashka shina rikuchinkuna.

Ishkay millka. Wiru mishki sinchiyachinata tiyaktikuna hatun mankapi yanunapi rupakta mutsuri.

Tiyaktikuna	Mj(Kg)	Mv(Kg)	Mcn(Kg)	Cp(KJ/Kg°C)	Q (KJ)	Effc(%)
Pakliyachik	1240	79,2	62,0	3,8	556956,2	31,6
Kushniyachik	1098,7	779,7	0,0	3,7	1987665,7	
Mishkiyachik	319,0	99,2	0,0	2,7	240576,4	
Tawka tiyakti	219,7	958,2	62,0		2785198,4	

Imasamikuna rimashka

- Wms= wiru mishki sinchiyashka (Kg)
- Yks= yaku kushni sinchiyashka (Kg)
- Yls= yana llashak sinchiyashka (Kg)
- Pr= paypaklla rupak (KJ/Kg°C)
- Q(kj) = Wiru mishki sinchiyashpa llukshinkapa rupakyanata mutsuri
- Sst = sumak sinchiyachita tukuchishka (%)

En la tabla muestran valores de calor consumido (Q) en los procesos de cocción de panela en el sistema de calderas, mismos que concuerdan con valores descritos por CORPOICA

Tabla 3. Eficiencia energética de caldera y hornillas en el proceso de cocción de panela

Eficiencia (%)	Hornilla	Caldera
Neta=c+r	58,50	79,00
Consumido	27,26	31,65
Remanente	31,24	47,35
Perdido (paredes, chimenea; radiación convección y purga)	41,50	21,00
Total (%)	100,00	100,00

En esta tabla se muestra resultados de cálculo de eficiencia en hornilla y caldera calculados por el método indirecto según (Salazar, 2009).

Millkapi rikuchin wiru mishki sinchiyachinata tiyakti hatun mankapi llikashpa yanunapi rupakta rikuchinkuna, shinallata pakta pakta yuyarishkata chanichinun CORPOICA rimashka shina

INVESTIGACIÓN

Kimsa millka. Wiru mishki sinchiyachinkapa hatun wichilla mankapish tiyakti yanunata, sumak sinchiyachina.

Sumakyachi (%)	Wichilla manka	Hatun manka
Paklayachi=c+r	58,50	79,00
Tukuchishka	27,26	31,65
Puchuy	31,24	47,35
Chinkachishka (pirka, sintichina; inti sintichiy, convección nishka shinallata paklayachiy)	41,50	21,00
Tukuy (%)	100,00	100,00

Tupari: Kikinkuna, 2013

Kay millkapi wichilla hatun mankapish sumak yupaykunata rikuchinkuna mana pitikta rurashka ñanwa. (Salazar, 2009).

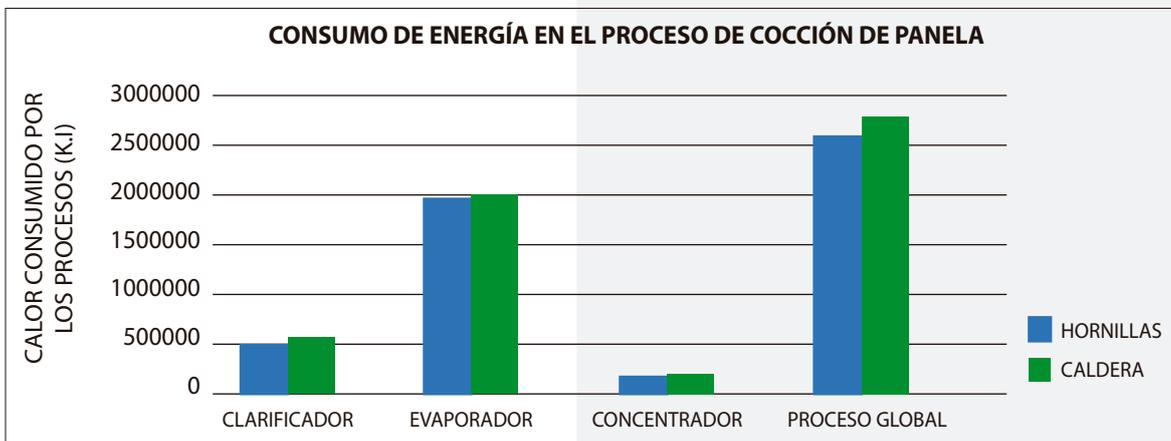


Figura 1. Energía suministrada al proceso productivo de la panela

En la figura se visualiza los consumos de energía en cada etapa del proceso de cocción de la panela en hornilla y caldera.

Ishkay shuyu. Kay shuyupi wichilla manga hatun mankapis yanuna tiyakti sinchiyachi tukuchishkatami rikuchinkuna.

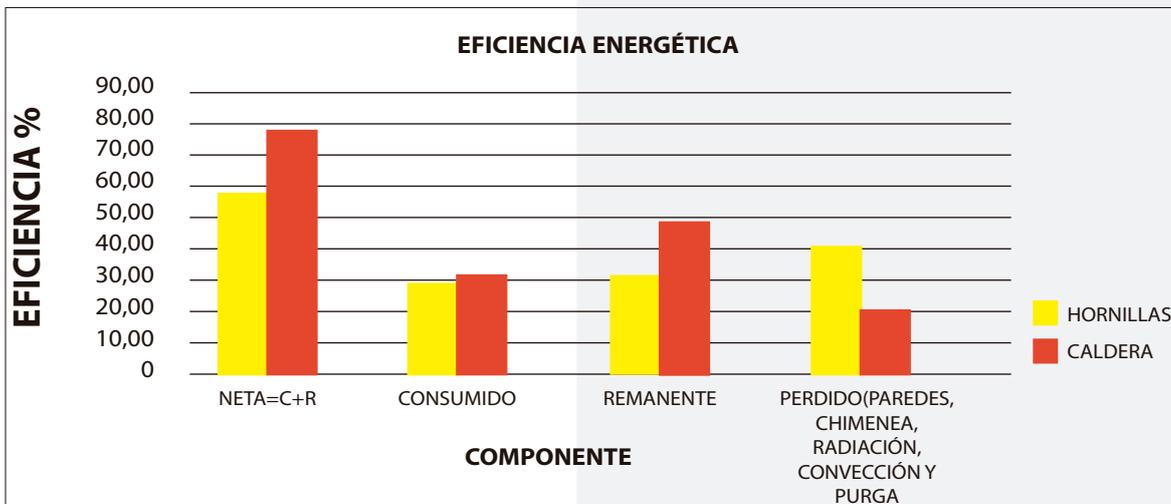


Figura 2. Eficiencia energética en caldera y hornillas. Fuente: Autores, 2013

En la figura se observa el comportamiento de la eficiencia energética de los sistemas de hornillas y calderas.

Kay shuyupi wichilla hatun mankapis llikachishkata sumak sinchiyachinatami imas kashkata rikuchinkuna

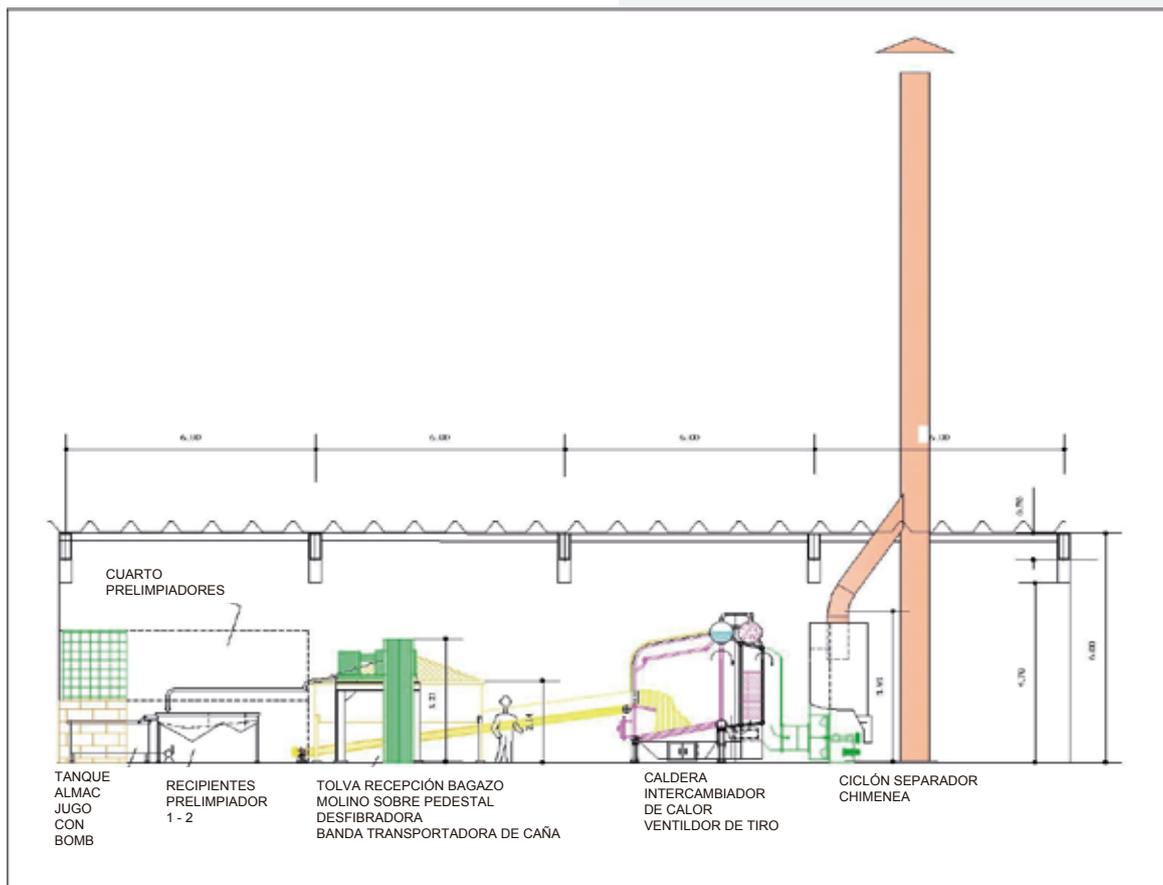


Figura 3. Planta adecuada para la producción de panela

Discusión

En evaluaciones realizadas en hornillas, se encuentran los siguientes resultados: las pérdidas por chimenea son del 30%, la temperatura de salida de los gases de combustión son cercanas a 700°C, la formación de CO alcanza un valor promedio de 10%, las pérdidas por las paredes son del 7%, y una eficiencia térmica promedio del 20 al 25% (CORPOICA, 1996).

Los resultados obtenidos del estudio realizado en las centrales paneleras en el sistema de hornillas están semejantes a los descritos por CORPOICA los mismos que son: pérdida de energía de gases calientes en chimenea (30%), por combustión incompleta (4,5%) y paredes y pisos en ducto de las hornillas (7%).

La caldera. Las pérdidas por radiación y convección y las perdidas por purga deben determinarse mediante mediciones. Se estima que las pérdidas por radiación y convección tienen un valor promedio de 1%. Las pérdidas por purga se estiman en un 2.5% (Salazar, 2009).

Eficiencia neta de la caldera será: considerando pérdidas por radiación y convección son del orden del 2% y las pérdidas por purgas son del 5%; que concuerdan con los estudios realizados por Salazar (2009).

Rimaykuna. Discusion

Wichilla mankawa tupunakuna rurashkata, kay llukshik-kun Sintiska puchwikuna kimsa chunka patsari paktanakunami katinkuna llukshinkapak kushni timpuchik kanun kanchis paktay (7%).CO, charikmin paktakun shuk tupuyta chunka tupuri, chinkachik kunaka pirkapi kanchik tupumi rakirin sumak ashka tupushkata churan-chik (CORPOICA, 1996).

CORPOICA, riman wira mishkita llushishkamanta wichilla mankapi llikamantami pakta pakta rimankuna: sintikmanta kushnika chinkarishkami kimsa chunka tupuyumi timpun mana paktarinkami kay pampapi imashina wichilla mankapi

Hatun manka. Inti shitay shinallata convección nishka pichashkamanta chirikkuna tukunami tupushkawan. Rimanmi inti shitaywa shinallata convección nishkawa shuk patsaritami charin. Pichashkamanta chinkarika ishkey chawpi patsarimi kan (Salazar, 2009)

Hatun mankamanta sumak paktayka kanka: inti shitay shinallata convección nishkawa ishkey patsari shinallata pichashkamanta chinkarishka kanmi picha patsari; shinasllata Salazar (2009) yachaywa rurashkawa pakta pakta kachu



Proceso de la caña de azúcar, Pastaza. Foto: Juan Elías González 2013

Conclusiones

Las condiciones de calentamiento con vapor, disminuyen la severidad del tratamiento térmico de los jugos en sus procesos de transformación en panela, dada la mínima diferencia de temperaturas obtenidas por este método en comparación con los sistemas de calentamiento por fuego directo sobre los recipientes de la tecnología tradicional de las homillas paneleras.

La energía suministrada a los procesos por el combustible en la etapa de clarificación, evaporación y concentración es la misma, esto se debe al sistema abierto que se trabaja. Dado que las mieles están saliendo a 117°C , se requiere más energía para aumentar esta temperatura hasta obtener el punto de panela que es de 125°C .

El valor de eficiencia energética neta en homillas es de 58,50% y en la caldera es de 79%. Esto es debido al tipo de sistema y combustibles, que se usan para generar energía calorífica; el consumo de energía en los procesos es del 27,26% en homillas y el 31,65% en calderas del total de energía suministrada por el combustible; la energía remanente es 31,24% en homillas y el 47,35% en calderas, esta energía es la que no se utiliza debido a que termina el proceso y la energía que se pierde por (paredes, chimenea, radiación, convección y purga) según sea el caso para los sistemas de generación de energía.

Tukunchikuna Conclusiones

Kushniwan rupak tukunaka, wiru mishki sinchi chimparkama wiru mishki rupayana pishiyankuna, kunmi wichilla chikanyana kunukkuna kay sami ñanwa pitikta ninawalla rurashkata rikukpi kallari wichilla pakchi wiru mishki sinchiyachinata wichilla mankapi charinkuna. Sinchiyachita tiyakti sintina yakuta kushkay paklayana pachapi, kushni sikana shinallata tawkachinapi, kayka llankayta paskashka llika rurakpi shinallatami kan. Mishki-kuna llukshinkunami patsak chunka kanchis patsaripi, mutsurinmi astawa sinchiyachita kunukta yaparinkawa wiru mishki sinchiyachinka iñu paktakta charinkapa patsak ishka chunka pichka paktay patsarimi kan. Wichilla mankakuna sumak paktakta sinchiyachinata pichka chunka pusak chawpimi kan shinallata hatun mankapi kanchis chunka iskunmi kan.

Kaymi tukun llika sintichina yaku imashina kashkamanta, sinchiyachi rupakyachina wiñachikpimi mutsurinkuna; tukuchishka sinchiyachi tiyaktikunaka ishka chunka kanchis patsar ishka chunka sukta kan, wichilla mankapi shinallata kimsa chunka shuk patsari sukta chunka hatun mankakunapi sinchiyachita sintina yakuta tukuy kushkankuna; sakirik sinchiyachika kimsa chunka shuk patsari ishka chunka chusku wichilla mankapi shinallata chusku chunka kanchis patsari kimsa chunka pichka kan hatun mankapi, kay sinchiyachami mana mutsurina tiyakti tukurkpi shinallata chinkari sintichika (pirkakuna, sintichina, inti sintichi, convección nishka picharinamantapash) imashina sinchiyachi llika kushka shina

Visualmente el proceso tradicional sería más eficiente pero hay que tomar en cuenta el tipo y cantidad de combustible que utiliza para la producción de energía y calidad del producto final frente a las normas sanitarias.

Kallari tiyaktita rikukpi sumakmi kanka shinakllayta imasami kakta rikuna kanchi shinallata masna timpuchina yaku mutsurin sinchiyachinata llukchina shinallata allí llukshishkata rikuchina allikay kamachik rimashka shina



Proceso de embocado de la Panela, Pastaza. Foto: Juan Elías González 2013

Bibliografía

- Osorio, G. 2007. "Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas -BPA y Buenas Prácticas de Manufactura -BPM- en la producción de Caña y Panela", 1ra edición, CTP Print Ltda., Medellín, Colombia, pp 16-127.
- Mosquera et al. 2007. Variables que afectan la calidad de la Panela Procesada en el Departamento del Cauca. Facultad de ciencias Agropecuarias. Volumen 5 N° 1, pp 21-24
- Velásquez H; Farid. J; Santamaría. A. (2004) Diagnóstico energético de los procesos productivos de la panela en Colombia. pp6. (5): 12-18
- Velásquez Arredondo H, Agudelo Santamaría F, Alvarez González J. Diagnostico Energético de los procesos Productivos de la Panela en Colombia. LEISA (en línea) 2005 Junio (18 de Diciembre 2008); 21(1). URL disponible en: http://latinoamerica.leisa.info/index.php?url=show-blob-html.tpl&p%5Bo_id%5D=75462&p%5Ba_id%5D=211&p%5Ba_seq%5D=1
- CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR 2008, (En línea) disponible en: http://www.oas.org/juridico/PDFs/mesicic4_ecu_const.pdf
- Oscar Andrés Mendieta Menjura, Humberto Escalante Hernández, 2013. Experimental analysis of the evaporation of sugar cane juice by film on a flat plate. Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Revista/RevCorpoicaVol14-2cap01.pdf>
- Héctor Iván Velásquez Arredondo, Farid Chejne Janna, y Andrés Felipe Agudelo Santamaría, 2014. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA PANELA EN COLOMBIA. Disponible en: [file:///C:/Users/Hp/Downloads/24195-84712-1-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Hp/Downloads/24195-84712-1-PB%20(2).pdf)
- Salazar F, 2009, TERMODINÁMICA DE EQUIPOS INDUSTRIALES: EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA CALDERA, Disponible en línea: http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_13_QUI03.pdf