

REVISTA ENERGETICA ENERGY MAGAZINE



ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA LATIN AMERICAN ENERGY ORGANIZATION

EL POTENCIAL BIOENERGETICO DE JAMAICA

JAMAICA'S BIOENERGY POTENTIAL

Ministry of Mining, Energy and Tourism

AVANCES EN LA INTEGRACION ELECTRICA CENTRO AMERICANA Y POSIBILIDADES PARA SU EXTENSION ABARCANDO A MEXICO Y COLOMBIA

ADVANCES IN CENTRAL AMERICAN ELECTRIC POWER INTEGRATION AND POSSIBILITIES FOR ITS EXTENSION INTO MEXICO AND COLOMBIA

Afonso Maria Furtado da Silva

METODO DE DOBLE ESCORIA PARA LA OBTENCION DE ACERO A PARTIR DE BRIQUETAS AUTORREDUCTORAS EN HORNOS DE INDUCCION

DOUBLE-SLAG METHOD FOR OBTAINING STEEL FROM SELF-REDUCING BRIQUETTES IN INDUCTION FURNACES

J. M. Rodriguez, M. Descazeaux, R. Rojas

LA NUEVA POLITICA PETROLERA ECUATORIANA: LA INFLUENCIA DEL PETROLEO EN LA ECONOMIA NACIONAL

THE NEW PETROLEUM POLICY OF ECUADOR:
THE INFLUENCE OF OIL ON THE NATIONAL ECONOMY

Fernando Santos Alvite

AÑO 9 N°1 ABRIL 1985

YEAR 9 N°1 APRIL 1985

EL POTENCIAL BIOENERGETICO DE JAMAICA

MINISTERIO DE MINAS, ENERGIA Y TURISMO
KINGSTON - JAMAICA

INTRODUCCION

Al acercarse a la isla por vía aérea, el visitante a Jamaica se impresiona ante todo por su topografía particular.

El tercio oriental de la isla está compuesto por diversas rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, crestas pronunciadas y valles serpentinados. En medio de estas estructuras corre la cordillera más alta de la isla, las Montañas Azules, que alcanza hasta 7.402 pies de altura.

El interior de la isla está cubierto por gruesos estratos de calizas. Corrientes subterráneas circulan a través de cavernas y aparecen en cuencas más profundas o al borde de las calizas.

Arenas muy redondeadas y profundas y enormes contrafuertes rocosos constituyen las zonas denominadas "Cockpit Country". Estas son en su mayoría impenetrables y por lo tanto escasamente pobladas. En otras secciones se ha formado, por la erosión, un paisaje ondulado con colinas y pequeños valles.

Los asentamientos agrícolas de tamaño importante existen principalmente en las cuencas, en las que se han depositado suelos bien desarrollados y de gran profundidad.

Las angostas planicies costeras se interrumpen puntualmente con espolones de tierras altas que penetran al mar. La mayor parte de las costas del Norte y del Oeste desciende abruptamente a las terrazas de coral que evidencian pequeños levantamientos recientes.

En otros lugares, la planicie consiste en una mezcla de arcillas aluviales, arenas y guijarros. A lo largo de algunas partes de la costa, el mar ha acumulado depósitos de playa, formando bancos.

Se utiliza un 41% de la superficie continental de Jamaica para la agricultura; menos de la mitad de estas tierras están destinadas a pastizales. Estas, junto con una pequeña parte recubierta por los bosques de la isla, son las únicas consideradas productivas.

La mitad de la isla se encuentra por encima de los 1.000 pies de altura, limitando así el potencial para un amplio aprovechamiento agrícola. Los suelos son particularmente deficientes en las zonas de calizas, donde el agua es difícil de obtener.

LA TURBA

Los principales recursos de turba de Jamaica están ubicados en las zonas húmedas del Río Negro y detrás del Complejo Turístico Costero de Negril, en Westmoreland. El total de las reservas de turba de la isla se estima en unas 28,9 millones de toneladas. De esta cantidad, el país tiene la intención de utilizar 9,5 millones de toneladas métricas en la forma de sólidos secos. El potencial de los depósitos de turba en Negril es suficiente para abastecer de combustible a una planta de 60 MW durante 27 años.

Varios estudios han determinado la factibilidad de aprovechar la turba de Jamaica y han examinado cómo minimizar el impacto ambiental al sacar la turba de las tierras húmedas. El costo por kilovatio hora de electricidad generada a partir de esta turba, resultaría considerablemente menor al de los productos petroleros que actualmente se utilizan para este fin.

EL ESTADO ACTUAL DE ENERGÍA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

Los campos de caña de azúcar ocupan un 35% de las tierras cultivables de Jamaica, principalmente las tierras bajas planas. Los equipos mal mantenidos y obsoletos de los ingenios, junto con la quema de la caña en los campos, dieron origen a retornos disminuidos de bagazo, con la consecuente necesidad de recurrir a otros combustibles. Así, llegó a su fin la autosuficiencia energética de la que había disfrutado la industria azucarera en el pasado.

Sin embargo, a través de grandes mejoras en las técnicas de sembrío y en los equipos de ingenios, junto con el aprovechamiento de la caña energética, la industria azucarera puede recuperar su autosuficiencia energética. En el caso de los ingenios más grandes, los excedentes de electricidad podrían ser integrados a la red nacional.

La industria azucarera también tiene el potencial de producir alcohol carburante. En la actualidad Jamaica está produciendo aproximadamente 1,2 millones de galones de alcohol hidratado para aplicaciones industriales. El producto local se complementa con importaciones.

Maximizar el potencial de la industria azucarera para producir alcohol carburante implica la rehabilitación de los ingenios viejos e ineficientes y el establecimiento de una planta de alcohol a gran escala. Estas medidas están siendo consideradas actualmente, ya que se ha estimado que el alcohol combustible podría reemplazar un 10% de la gasolina utilizada anualmente.

También está siendo analizada la posibilidad de utilizar otro producto agrícola para producir alcohol: la mandioca. Sin embargo, la producción de alcohol a partir de ella puede verse limitada por la demanda que esta tiene para la producción de alimentos para animales.

LOS BOSQUES

A lo largo de la historia de la isla, los bosques han proporcionado a la población combustible para la cocción. Actualmente la leña es uno de los principales combustibles destinados a este fin por un gran porcentaje de la población rural del país. Los niños que cargan un atado de leña en sus cabezas son todavía un cuadro muy común en muchas zonas rurales de Jamaica.

El desarrollo de estufas de leña y de hornos de carbón vegetal más eficientes ha sido una manera de ejercer cierto grado de control sobre el uso de los recursos forestales. Los hornos metálicos están produciendo unas 1.056 toneladas de carbón vegetal por año.

Es enorme el potencial para el establecimiento de plantaciones energéticas en Jamaica. Ya se están implantando algunas de especies de rápido crecimiento, por ejemplo **Lucaena, Calliandra y Cassia**. El potencial energético de las plantaciones forestales es del orden de 1 MW por 1.000 acres; se tiene identificado un potencial de 10 - 15 MW con la utilización de 5 localidades.

EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGRICOLAS, URBANOS E INDUSTRIALES

Para el jamaquino promedio, el uso de residuos animales o hu-

manos para generar energía es una aberración cultural. En el uso de aguas negras provenientes de comunidades urbanas o suburbanas hay mucho potencial, pero su aprovechamiento enfrenta una fuerte reacción motivada por actitudes culturales. El uso de residuos animales para generar biogas en las propiedades agrícolas está logrando un apoyo cada vez mayor, conforme los diversos proyectos de biogas van arrojando resultados positivos.

Si bien Jamaica tiene un potencial importante en materia de generación de biogas a partir de residuos animales, en la actualidad resulta problemático su aprovechamiento por la alta inversión de capital exigida para la construcción de biodigestores de concreto. Otros tipos de digestores están siendo estudiados en un intento de reducir el costo de estos para los granjeros.

Una de las principales limitantes para el uso de los residuos agrícolas en la producción de energía radica en la dispersión que ellos muestran. A través de estudios se ha procurado cuantificar el volumen de algunos de estos residuos.

La producción del banano ocupa aproximadamente 17% de las tierras cultivables de la isla, siendo cultivada la mayor parte de la fruta en pequeñas propiedades agrícolas y estancias. Los residuos de la producción bananera se han estimado en 7.040 toneladas. El café es particularmente valioso para la isla, ya que se cultiva con facilidad en los distritos accidentados que a menudo no son propicios para otros cultivos. El café contribuye con una parte importante de los ingresos por exportaciones de Jamaica. Se estima que unas 4.500 toneladas de residuos agrícolas provienen de la producción de café. Los desechos vegetales producen aproximadamente 30.100 toneladas de residuos.*

El uso de los residuos urbanos sólidos en la combustión directa alcanza por lo menos 550-600 toneladas diarias, ó 249,41 MBEP anuales, según cifras del documento "Programa y Política Energética Nacional de Jamaica", publicado por el Ministerio de Minas, Energía y Turismo.

La viabilidad de la generación eléctrica a partir de residuos sólidos se ve directamente influida por la capacidad de las autoridades municipales para recolectar, de una manera eficiente, toda la basura

* Cifras tomadas del levantamiento "Biomass Survey".

generadas. La alta inversión de capital involucrada en el establecimiento de una planta para la combustión de estos residuos, podría ser un factor limitante. Ello dependerá de las decisiones de política adoptadas. Aparte de los beneficios en términos de producción de energía con la utilización de estos desperdicios, existen beneficios ambientales y mayores oportunidades de empleo.

La industria alimenticia de Jamaica continúa aumentando su aporte a la economía nacional. Varias de las empresas procesadoras de alimentos han logrado normas de calidad y reconocimiento internacional.

Los subproductos del procesamiento de alimentos también pueden contribuir al potencial bioenergético del país. Los métodos para utilizar estas fuentes de energía incluyen la fermentación, la digestión anaeróbica, y la combustión directa.

LAS PERSPECTIVAS

En términos de potencial bioenergético, no se puede decir que Jamaica sea un país deficiente. Sin embargo, los limitados recursos financieros y las diversas demandas apremiantes por dichos recursos, inevitablemente determinan el ritmo de desarrollo de sus recursos bioenergéticos.

En todo caso, para 1988 Jamaica espera obtener logros importantes en el uso de biodigestores de pequeña escala para la cocción y refrigeración en residencias rurales. Para el mismo año, también se espera haber introducido estufas de leña y hornos de carbón vegetal mejorados para satisfacer las necesidades urbanas y rurales.

La comunidad rural debe estar experimentando una mayor autosuficiencia, dada la utilización de residuos agrícolas para cubrir las necesidades energéticas de sus actividades.

El aporte de la turba a la generación eléctrica todavía está por concretarse. A la luz del actual debate público, la cuestión de su explotación aguarda aún una decisión política definitiva.

Los residuos de las destilerías deben estar utilizándose como materia prima para los biodigestores hacia 1988, atendiendo así sus propias necesidades internas.

Para el año 1993, debe haber grandes biodigestores generando energía a partir de residuos en las principales empresas ganaderas. Se espera que los digestores medianos, que suministran fuerza motriz para las actividades agrícolas, entrarán en operación utilizando estos residuos. Además, se espera tener en marcha la producción de alcohol industrial a partir de la fermentación o destilación de residuos agrícolas.

También deben estar operando gasificadores de leña para bombeo de agua con fines de riego. El alcohol producido a partir de la caña de azúcar debe abastecer en parte a los sectores industrial y de transporte.

Para fines de este siglo y comienzos del próximo, el bagazo de la caña de azúcar debe estar siendo utilizada para generar electricidad. Además, es probable que la leña se esté utilizando en grandes gasificaciones con el mismo fin.

Jamaica mira hacia el siglo XXI con una creciente esperanza en su capacidad de utilizar de forma efectiva todas sus potencialidades bionergéticas.

ANEXO I

RESUMEN DEL POTENCIAL DE RESIDUOS ANIMALES Y VEGETALES

El contenido energético de los residuos de cultivos en Jamaica se puede determinar con la siguiente expresión:

$$\text{CRE (kWh/año)} = \text{CP (toneladas/año)} \times \text{CRC} \times \text{EVCR (kWh/tonelada)}$$

donde:

- CRE = Contenido energético de los residuos de cultivos
- CP = Cantidad producida de cada cultivo (Datos obtenidos del Banco de Datos, Ministerio de Agricultura, Producción Estimada por Trimestre, 1980, y otras fuentes estadísticas ya citadas)
- CRC = Coeficiente de residuos de cultivos (algunos coeficientes de residuos de cultivos (Algunos coeficientes de Makhijani y Poole, utilizados en la Hoja de Datos Energéticos Mundiales, otros supuestos en base a la relación estimada de residuos en relación a la parte comestible del cultivo.)
- EVCR = Valor energético de cada cultivo, dado como 4.030 kWh/tonelada ($12,5 \times 10^6$ BTU/tonelada) (De Downing, C., utilizado en la Hoja de Datos Energéticos Mundiales).

CULTIVO	CANTIDAD DE PRODUCCION (CP) TONELADAS/AÑO X 10 ³	COEFICIENTE DE RESIDUOS (CRC)	CONTENIDO ENERGETICO DE LOS RESIDUOS (CRE) kWh/año 10 ⁶
Caña de azúcar	2.900,00	0,30	3.506,00
Banano	69,00	0,25	69,50
Coco	25,00	0,30	30,20
Pimiento	1,30	0,50	2,60
Café	12,30	0,50	24,80
Cacao	1,80	0,40	2,90
Frutas (excluyendo melones)	0,20	0,25	9,20
Legumbres	10,80	2,80	121,90
Vegetales y melones	114,00	0,25	114,90
Condimentos	9,10	0,10	3,70
Cereales	7,60	1,70	52,10
Tubérculos	252,00	0,20	203,10
Plátano	28,10	0,25	28,30
TOTAL			4.169,20

La Energía Biomásica (BE) de los residuos de Jamaica se calcula entonces sumando la Energía de los Residuos de los Cultivos (CRE) para cada producto y la Energía de Estiércol (ME) para cada animal doméstico.

$$\begin{aligned}
 \text{Así que } BE &= CRE + ME \\
 &= (4.169,2 \times 10^6 + 1.029,48 \times 10^6) \text{ kWh/año} \\
 &= 5.198,68 \times 10^6 \text{ kWh/año} \text{ ó } 5.199 \text{ GWh/año}
 \end{aligned}$$

FUENTE: Nelson, Lilieth. Proyecto de Evaluación de Recursos Bioenergéticos, Fase I y Planes para Instrumentar la Fase II: Informe a la Dirección de Energía del Ministerio de Minas y Energía, 1982.

ANEXO II

Rendimiento forestal total = 4'600.000 toneladas/año

Durante las cosechas, 30% del total se puede convertir en leña:

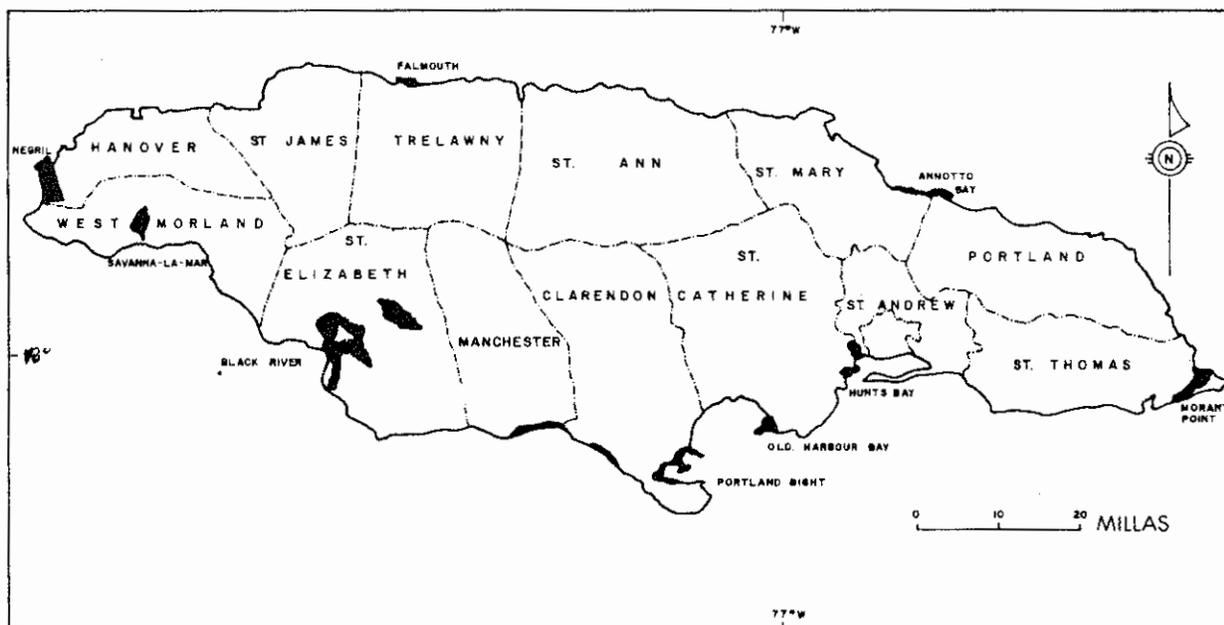
= 1'380.000 toneladas/año

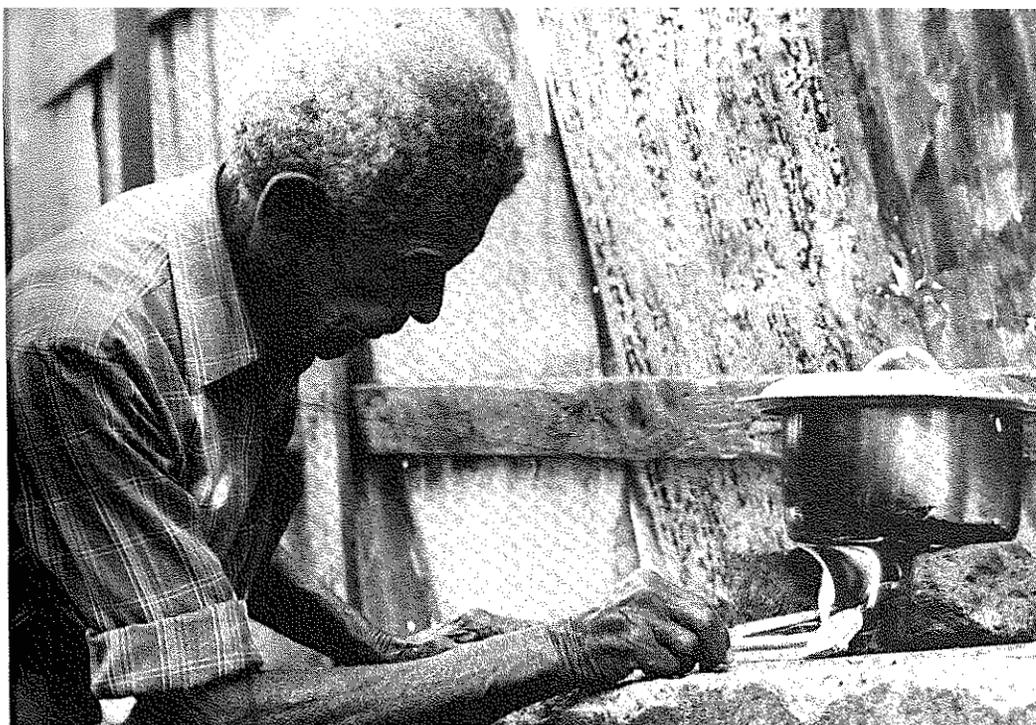
= 342100 BEP

= US \$ 10'263.150/año

FUENTE: Agrocon, Proyecto de Recursos Forestales, USAID/Gobierno de Jamaica, 1983.

ANEXO III
**MAPA DE LOS DEPOSITOS GRANDES
Y PEQUEÑOS DE TURBA EN JAMAICA**

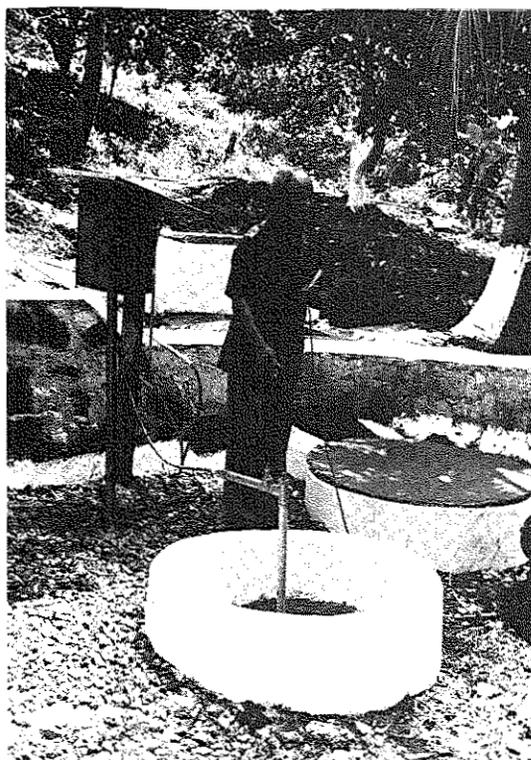




COCCION CON LEÑA (KINGSTON)



LIMPIEZA Y SEMBRIO DE ARBOLITOS
PARA UN BOSQUE ENERGETICO (HANOVER)



AGRICULTOR WYLIE SWEENEY
EXPLICANDO LAS OPERACIONES
DE SU PLANTA DE BIOGAS
TIPO CHINO (WESTMORELAND)

JAMAICA'S BIOENERGY POTENTIAL

MINISTRY OF MINING, ENERGY AND TOURISM
KINGSTON, JAMAICA

INTRODUCTION

The visitor to Jamaica, approaching the island by air, will first be struck by the island's distinctive terrain.

The eastern third of the island is composed of various igneous, sedimentary, and metamorphic rocks, sharp-crested ridges and serpentine valleys. In the midst of these land structures run the island's highest mountain range, the Blue Mountains, towering up to 7,402 ft.

The island's interior is covered with thick limestone layers. Underground streams ply their way through caverns, appearing in deeper basins or at the edge of the limestone.

Deep round arenas and huge rocky buttresses constitute the "Cockpit Country". These areas are mostly impenetrable and are therefore sparsely populated. In other sections, rolling countryside, hills and hollows have been formed from erosion.

Agricultural settlements of significant size exist mainly in the basins where rich deep soils have been deposited.

The narrow coastal plains are interrupted at points by spurs of highland which thrust out to the sea. Most of the north and west shores descend sharply to coral terraces which provide evidence of recent small uplifts.

In other places the plain consists of mixed alluvial clays, sands and pebbles. Along parts of the coastland the sea has deposited beach material forming spits and bars.

About 41% of Jamaica's land surface is used for agriculture, with less than half of that land being devoted to pastureland. These lands, along with a small section of the island's forest land, are all that are considered productive.

Half of the island lies above 1,000 feet, limiting the potential for extensive agricultural use. The soil is particularly poor in the limestone areas, where water is difficult to obtain.

PEAT

Jamaica's major peat resources are located in the wetlands at Black River and behind the Tourist Beach Resort at Negril in Westmoreland. The island's total peat reserves are estimated at about 28.9 million tons. Of this amount the country intends to use 9.5 million metric tons of dry solids. The peat deposits at Negril have the potential of fueling a 60MW plant for 27 years.

Several studies have determined the feasibility of using Jamaican peat, and of minimising the environmental impact of removing peat from the wetlands. The cost of the peat would prove considerably less than petroleum fuels per kilowatt hour of generated electricity.

THE CURRENT STATE OF ENERGY IN THE SUGAR INDUSTRY

Canefields occupy about 35% of the arable lands in Jamaica, mainly the flat lowlands. Poorly maintained and outdated factory equipment along with the burning of cane in the fields lead to diminished returns of bagasse, and the consequent need to resort to other fuels. Thus, the sugar industry lost the energy self-sufficiency of the past.

Major improvements in field planting techniques and factory equipment plus the use of energy cane can make the sugar industry energy self-sufficient once more. In the case of the larger factories, excess power could be fed from the factory generators to the national grid.

From the sugar industry also arises the potential to produce fuel alcohol. Jamaica is presently producing about 1.2 million proof gallons of hydrous alcohol for industrial use. Imported quantities of fuel alcohol complement the locally produced product.

Maximising the sugar industry's potential to produce fuel alcohol will involve the retrofitting of old and inefficient mills and the establishment of a new large-scale alcohol plant. These steps are being actively considered at the present time. It has been estimated that motor alcohol could replace 10% of gasoline used annually.

The possibility of using another agricultural product, cassava, for the production of alcohol is being examined. The production of alcohol from cassava may, however, be limited by demands for its use in producing animal feeds.

FORESTS

Trees have provided Jamaicans with fuel for cooking for the entire history of the island. Presently it is a major cooking fuel for a large percentage of the nation's rural population. Children carrying bundles of firewood on their heads is still a familiar sight in many areas of rural Jamaica. Action taken to prevent severe deforestation has had to ensure that fuelwood is still available to the nation's people.

The development of more efficient wood stoves and charcoal kilns is one way in which some measure of control is exercised over the use of forest resources. Metal kilns are already producing about 1056 tons of charcoal per year.

The potential for the establishment of fuelwood plantations in Jamaica is vast. Already being established are fuelwood plantations of fast-growing species, e.g., **Lucaena, Calliandra and Cassia**. The energy potential for wood plantations is in the order of about 1MW per 1000 acres and about 10-15MW has been identified using about 5 sites.

UTILIZATION OF AGRICULTURAL, URBAN AND INDUSTRIAL WASTES

For the average Jamaican the use of animal or human waste to generate energy is a cultural aberration. The use of sewage sludge from urban or suburban communities for biogas generation has potential but faces the formidable reaction of cultural attitudes. The use of animal waste to generate biogas on farms is achieving increasing support as various biogas projects prove successful.

While Jamaica has significant potential in the area of biogas generation from animal waste, there exists the problem presently of high capital investment involved in the construction of biogas digesters which use concrete. Other types of digesters are being studied in an attempt to reduce the cost of biogas digesters to the farmers.

A major limitation to the use of agricultural waste for energy production lies in the fact of its very dispersed nature. Studies have tried to quantify some of these wastes.

Banana production occupies just about 17% of the island's arable land, the majority of fruit being grown on small farms and estates. Waste from banana production has been estimated at 7,040 Tons. Coffee is particularly valuable to the island as it grows well in the hilly districts often unsuitable to other crops. Coffee exports contribute a notable portion of Jamaica's export earnings. About 4,500 Tons of agricultural waste can be estimated to arise from

coffee production. Vegetable rejects produce an estimated 30,100 Tons of waste.*

The use of municipal solid wastes in direct combustion promises at least 550-600 tonnes daily, or 249.41 MBOE annually, according to figures in the **Jamaica National Energy Policy and Programme** published by the Ministry of Mining, Energy and Tourism.

The viability of generating electricity from municipal solid wastes is directly influenced by the municipal authority's ability to efficiently collect all the garbage generated. The high capital investment involved in the setting up of a plant for the combustion of municipal solid waste may or may not prove a limiting factor. This depends on the policy decisions taken. Apart from the benefit of producing energy from municipal solid wastes, there are also the benefits of improved environmental conditions and increased employment opportunities.

Jamaican food industries continue to make increasing contributions to the nation's economy. Several of Jamaica's food processing companies have achieved standards of excellence and international recognition.

The by-products of food - processing can also contribute to the country's bioenergy potential. Methods of utilising these sources for energy include fermentation, anaerobic digestion and direct combustion.

PROSPECTS

In terms of potential for bioenergy Jamaica cannot be said to be lacking. Limited financial resources, and various pressing demands for these resources must inevitably determine the rate of development of our bioenergy resources.

By 1988, however, Jamaica hopes to make significant achievements in the use of small-scale biodigesters for rural domestic cooking and refrigeration. By that year also we expect to have introduced significantly improved wood stoves and charcoal kilns to supply both urban and rural needs.

The farming community should be experiencing greater self-sufficiency from the utilisation of agricultural waste for the energy requirements of on-farm activities.

* Figures taken from the "Biomass Survey."

Peat's contribution to electricity generation is yet to be decided finally. In the light of the present public debate, the issue of peat mining awaits a final policy decision.

Distillery waste should by 1988 be in use as feedstock for biodigesters, serving the internal needs of distilleries.

1993 should find large-scale biodigesters generating energy from wastes in large livestock industries. Medium-scale digesters providing shaft power for on-farm activities are expected to be on stream using agricultural wastes. The production of industrial alcohol through fermentation or distillation of agricultural wastes is expected to be on stream by 1993.

Fuelwood-powered gasifiers should be in use for pumping water for irrigation purposes. The transport and industrial sectors ought to be supplied in measure by alcohol produced from sugar cane.

By the end of the century and the beginning of the next century, bagasse from energy cane should be generating electricity. Fuelwood is likely to be in use in large-scale gasifiers for the same purpose.

Jamaica looks forward to the 21st century with increasing hope in our ability to effectively exploit all our existing potential in bioenergy.

APPENDIX I

SUMMARY OF ANIMAL AND PLANT RESIDUE POTENTIAL

The energy content of crop residues for Jamaica is determined by the following calculation:

$$\text{CRE (kwh/yr)} = \text{CP (Tonnes/yr)} \times \text{CRC} \times \text{EVCR (kwh/Tonne)}$$

Where:

- CRE = Energy content of crop residues
- CP = Amount of each crop produced (Obtained from Data Bank, Ministry of Agriculture, Estimate of Production by Quarters, 1980, and other Statistical Sources already cited).
- CRC = Crop Residue Coefficient (Some coefficients from Makhijani and Poole, used in World Energy Data Sheet, others assumed based on estimated ratio of residue in relation to edible part of crop).
- EVCR = Energy Value of each crop, given as 4030 kwh/Tonne ... (12.5 x 10⁶ Btu /Ton) (From Downing, C, used in World Energy Data Sheet).

CROP	AMT. OF CROP PRODUCTION (CP) TONNES/ YEAR x 10 ³	CROP RESIDUE COEFFICIENT (CRC)	ENERGY CONTENT OF CROP RESIDUE (CRE) kwh/ year x 10 ⁶
Sugar Cane	2 900.00	0.30	3 506.00
Banana	69.00	0.25	69.50
Coconut	25.00	0.30	30.20
Pimento	1.30	0.50	2.60
Coffee	12.30	0.50	24.80
Cocoa	1.80	0.40	2.90
Fruits (Excl. Melons)	0.20	0.25	9.20
Legumes	10.80	2.80	121.90
Vegetables and Melones	114.00	0.25	114.90
Condiments	9.10	0.10	3.70
Cereals	7.60	1.70	52.10
Root Crops	252.00	0.20	203.10
Plantain	28.10	0.25	28.30
TOTAL			4 169.20

The Biomass Energy (BE) from residues for Jamaica is then calculated by adding together the Crop Residue Energy (CRE) for each crop, and the Manure Energy (ME) for each domestic animal.

$$\begin{aligned}
 \text{Thus BE} &= \text{CRE} + \text{ME} \\
 &= (4169.2 \times 10^6 + 1029.48 \times 10^6) \text{ kwh/yr.} \\
 &= 5198.68 \times 10^6 \text{ or } \mathbf{5199 \text{ Gwh/yr.}}
 \end{aligned}$$

Ref: Nelson, Lilieth, Bioenergy, Resources Assessment Project Phase I and Implementation Plans for Phase II - A report to the Energy Division of the Ministry of Mining and Energy, 1982.

APPENDIX II

Total Forest Yield = 4,600,000 tonnes/yr.

During harvesting 30% of total can be converted to fuelwood

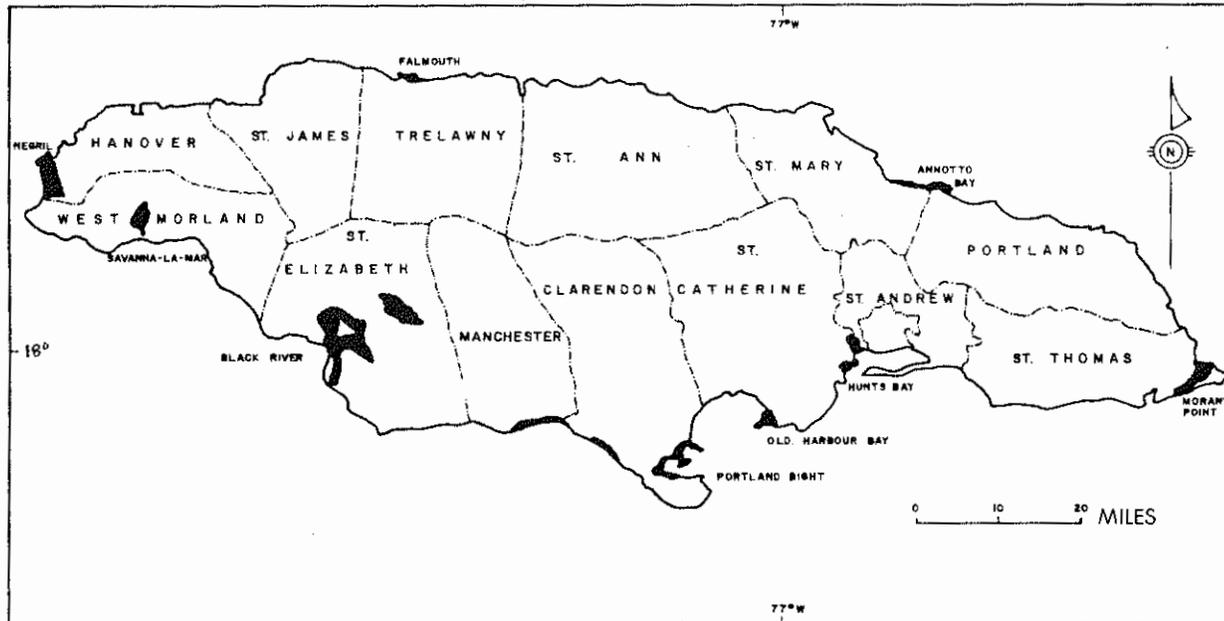
= 1,380,000 tonnes/yr.

= 342100 BOE

= US\$ 10,263 150/yr.

REF: Agrocon - USAID GOJ
Forestry Resource Project
1983

APPENDIX III
MAP SHOWING LARGE AND SMALL PEAT
DEPOSIT IN JAMAICA





COOKING WITH WOOD (KINGSTON)



CLEARING GROUND AND PLANTING SAPLINGS
FOR FUELWOOD PLANTATION (HANOVER)



FARMER WYLIE SWEENEY
EXPLAINING THE OPERATIONS OF
HIS CHINESE-TYPE BIOGAS
PLANT (WESTMORELAND)