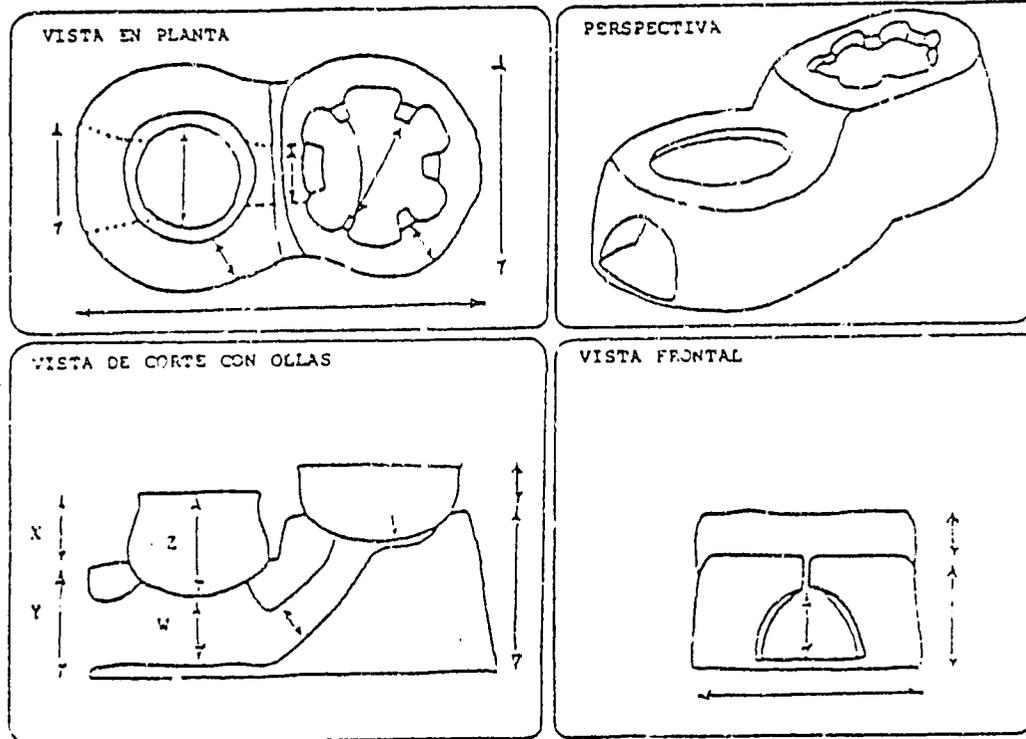


ENSAYOS DE ESTUFAS DE LENA PARA COCINAR

Estandares Provisionales Internacionales



ENSAYOS DE ESTUFAS DE LENA PARA COCINAR

Estandares Provisionales Internacionales

De los procedimientos de la reunión de
expertos en:

Volunteers in Technical Assistance (VITA)
1815 North Lynn Street, Suite 200,
P.O. Box 12438
Arlington, Virginia 22209-8438 USA

Diciembre 1982

PARTICIPANTES EN LA REUNION DE ARLINGTON

- Dr. Samuel Baldwin, Comité-Permanent Interétats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS)/VITA, Upper Volta
- Prof. Guido de Lepelre, Katholieke Universiteit Leuven (Louvain), Belgium
- Dr. Dhammika de Silva, Ceylon Institute for Scientific and Industrial Research (CISIR), Sri Lanka
- Dr. Gautam S. Dutt, Center for Energy and Environmental Studies, Princeton University, USA
- Mr. Howard Geller, American Council for an Energy-Efficient Economy, USA
- Dr. C.L. Gupta, Tata Energy Research Institute (TERI) Field Research Unit, India
- Mr. Hamata Ag Hantafaye, Laboratoire d'Energie Solaire, Mali
- Mr. Stephen Joseph, Intermediate Technology Development Group, United Kingdom
- Ms. Karen Kennedy, Aprovecho Institute, USA
- Prof. K. Krishna Prasad, University of Technology, Eindhoven, The Netherlands
- Ing. Marco August Recinos, Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI)
- Mr. Sylvain Strasfogel, Association BOIS DE FEU, France
- Dr. Timothy S. Wood, VITA, USA

CONTENIDO

Introducción	1
Ensayo del Agua Hirviendo	7
Equipo	7
Procedimiento	8
Anotaciones de Procedimiento	11
Formulario de Datos y Cálculos	15
Formulario para Reportar Series de Ensayo	17
Ensayo Controlado de Cocina	19
Equipo	19
Procedimiento	20
Anotaciones de Procedimiento	22
Formulario de Datos y Cálculos	25
Formulario para Reportar Series de Ensayo	26
Ensayo del Rendimiento de Cocina	29
Equipo	30
Procedimiento	30
Anotaciones de Procedimiento	31
Formulario de Datos y Cálculos	37
Formulario para Reportar Series de Ensayo	38
Anotaciones Técnicas	39
Vocabulario	49
Abreviaturas	53
APENDICE	55
I. Conceptos de Eficiencia	57
II. Interpretando los Resultados del Ensayo	65
III. Cantidades, Efectos de Escala y Otros Parámetros influyen- tes	77
IV. Participantes en la Reunión de Arlington	79

CONTENIDO (Cont...)

V.	Participantes en el "Seminario de Estudios de Leña" en Louvain	81
VI.	Participantes en la Reunión de Marsella	85
VII.	Otros Críticos	89

INTRODUCCION

Los estándares internacionales para el ensayo de la eficiencia de estufas de leña para cocinar que aquí se proponen, son el resultado de los esfuerzos de un grupo de expertos en este campo, que se reunieron en VITA, en Arlington, durante el mes de diciembre de 1982. Trece expertos de diez países asistieron a esta reunión de una semana de duración y, establecieron tres pruebas básicas y procedimientos de reporte. Al imponer un estándar científico riguroso, los expertos esperan transmitir credibilidad a los resultados de pruebas y de esa manera asegurarse no sólo la ejecución técnica, sino que también una viabilidad socio-económica y comercial de estufas.

Este documento incluye procedimientos paso a paso para cada una de las pruebas estandarizadas, acompañados de Apuntes de Procedimiento que ofrecerán sugerencias específicas para dirigir las pruebas. Los datos de muestra y forma de reporte que se incluyen para cada prueba están diseñados de tal modo que el registro de la información básica es simplificado. Para una referencia fácil, los Apuntes Técnicos que ofrecen información de fondo relevante a las tres pruebas, están impresos en papel de colores. El vocabulario y la lista de abreviaciones, están acompañados de una sección que discute los conceptos de eficiencia usados al ensayar el funcionamiento de la estufa; un curso corto en el análisis estadístico de los datos experimentales y los efectos de las cantidades, escala y otros parámetros que pueden influir en el funcionamiento.

El grupo de expertos reconoce que algunos de los procedimientos que aquí se describen, difieren significativamente de lo que en el pasado se ha recomendado. La diferencia principal radica en el concepto usado de "eficiencia". Estos estándares están basados en una descripción y justificación más amplia de eficiencia que el Porcentaje Calórico Aprovechado (PCA). Ellos interpretan

a la evaporación como una medida de la energía desperdiciada y no como energía usada (ver el Apéndice I, Conceptos de Eficiencia). No es la intención del grupo exigir ni demandar que estos estándares sean adoptados. Más bien, se espera que los evaluadores de estufas usen los estándares provisionales, busquen sus defectos y compartan su experiencia al usarlos para que puedan ser revisados conforme vaya siendo necesario. El propósito de desarrollar estándares de prueba, es el de ayudar a que los técnicos obtengan resultados más confiables de sus ensayos, consideren fuentes de error e interpreten los resultados de sus ensayos confiadamente. Estos estándares no excluyen el uso de las actuales formas de ensayo, sin embargo, el grupo considera que los nuevos estándares pueden ofrecer resultados más confiables y comparativos. Estos estándares provisionales, están siendo divulgados para su revisión y comentarios entre los participantes de las reuniones en Arlington, Louvain y Marsella (ver abajo), así como a otros técnicos interesados y cuyos nombres fueron recomendados por los participantes. Una lista completa de los mismos y de otros críticos, se encuentra en el Apéndice.

A continuación de la revisión, un documento final será preparado y divulgado a los ensayistas de estufas en el mundo entero. Los ensayos estandarizados serán presentados a la Oficina Nacional de Estándares de los Estados Unidos de Norte América para su ratificación.

Los problemas alrededor del diseño y ensayo de estufas de leña, han ganado un incremento de atención en los últimos cinco años o más. Muchos particulares y grupos, se han involucrado, circulado documentos y se han reunido ocasionalmente para discutir problemas. En el "Séptimo Seminario de Estufas de Leña" celebrado en Louvain, Bélgica, del 4 al 5 de marzo de 1982, se acordó que un esfuerzo sistemático debería ser llevado a cabo para obtener un consenso tan amplio como fuera posible en el campo del ensayo de estufas de leña. Se estimó que los enfoques de

ensayo eran numerosos y que ello derivaba en interpretaciones erróneas y en engorrosas comparaciones de los resultados.

Un grupo internacional e informal de trabajo constituido por los participantes de Louvain y otros individuos trabajando en el desarrollo de un estándar para ensayos de campo de estufas de leña, se reunió en Marsella entre el 12 y 14 de mayo de 1982. Este grupo acordó que la necesidad de contar con un estándar internacional aceptable era urgente. Se asentó que los ensayos de campo habían sido realizados en muchos lugares y por diferentes personas, algunas de las cuales habían realizado publicaciones en la materia y además hecho sugerencias para los estándares. Ninguna de las sugerencias publicadas fueron utilizadas como base de discusión, más bien, el grupo realizó una "tormenta de ideas" (brainstorming) de los comentarios que se habían recibido después de la reunión de Louvain y, de nuevas ideas, manteniendo las sugerencias iniciales en mente.

En Marsella se estableció un consenso general en que:

- Un estándar a nivel mundial debería ser simple y limitado. Un estándar será mas aceptable si éste impone reglas estrictas sólo cuando sea necesario, pero debe incluir recomendaciones donde sea posible.
- Una distinción debiera ser hecha para los casos cuando el ensayo sea hecho a nivel local (para los usuarios y otros) y cuando sea hecho con fines de ser transferido a otros lugares.
- El estándar debiera representar un compromiso entre el rango más amplio posible de aplicaciones y el uso más práctico posible de acuerdo a las actuales prácticas de cocinar.
- Sería útil para fines de estandarización, el clasificar los

diferentes parámetros que influyen en el rendimiento de las estufas.

El grupo de Marsella decidió que los conceptos de evaluación y las especificaciones de reportes podrían ser fijados en el procedimiento estándar de ensayo y que, los alimentos, combustibles y ollas podrían ser especificados en los estándares locales. Debido a que la estufa en sí no puede ser estandarizada, se necesitará que una descripción detallada de la estufa se consigne al par del reporte de ensayo. Se pensó que un estándar internacional podría recomendar una forma de realizar esto. Las discusiones condujeron a un conjunto de "instrucciones" para el borrador del estándar propuesto. El borrador del grupo de Marsella fue distribuido entre los participantes, quienes entonces, ofrecieron sus comentarios. El segundo borrador que se obtuvo fue discutido entre otras, en la reunión realizada en VITA entre el 6 y 10 de diciembre de 1982.

Se espera que este documento, una vez revisado consignando los comentarios de los revisantes, será ampliamente aceptado y usado por los evaluadores de estufas alrededor del mundo. El uso ampliamente difundido de procedimientos estandarizados de ensayo permitirá la comparación de los diferentes diseños de estufa sobre una base más sistemática y alentará una más amplia participación en los resultados de la investigación y de los esfuerzos realizados para su desarrollo. Esto beneficiará tanto a los usuarios como a los responsables del diseño de estufas y a la postre a todos aquéllos que dependen de los recursos forestales del mundo.

Este documento es producto de la recopilación de notas y grabaciones de la reunión en Arlington, por Tim Wood, con material suplementario de Guido de Lepeleire, Gautam Dutt y Howard Geller. La versión inglesa fue revisada por Kristine Stroad Ament y mecanografiado por Juleann Fallgatter. La traducción al

español fue realizada por Guillermo Duarte-Monroy. La reunión de expertos fue posible gracias al apoyo prestado por la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (US AID), el Gobierno de Holanda e IBM/Europa.

ENSAYO DEL AGUA HIRVIENDO

Los Ensayos del Agua Hirviendo (EAH), son simulaciones simples y cortas de los procedimientos estándar de cocinar. Ellos miden la cantidad de combustible consumido así como el tiempo requerido para simular el cocinado. Son usados para realizar una rápida comparación del rendimiento de diferentes estufas o de la misma estufa bajo diferentes condiciones de operación y cuantificar el rendimiento esperado de la misma. Los EAH son utilizados por diseñadores de estufas así como investigadores y trabajadores de campo.

Los Ensayos del Agua Hirviendo utilizan al agua como si se tratara de comida; la capacidad estándar es de dos tercios de la plena capacidad de la olla.

Los ensayos incluyen una fase de "alta potencia" y otra de "baja potencia". La fase de alta potencia implica el calentamiento de una cantidad estándar de agua de temperatura ambiente hasta llevarla a ebullición tan rápido como sea posible y, mantenerla en ese estado a la misma alta potencia por un período de 15 minutos (ver la Anotación Técnica No. 2). La fase de baja potencia se describe a continuación. La potencia es reducida al más bajo nivel necesario para mantener dentro del límite de 2°C de ebullición, al agua durante el término de una hora.

El Ensayo del Agua Hirviendo debe de ser repetido al menos cuatro veces y los resultados deben ser tabulados en forma estadística (ver Apéndice II). Los resultados de los ensayos deben ser expresados en términos de consumo de leña y del tiempo requerido. Los factores de corrección deben usarse para reflejar la influencia conocida de algunos parámetros no estandarizados.

Equipo

- Una estufa

- Ollas con tapaderas
- Una balanza exacta hasta 10 gramos y con capacidad recomendada de 5 Kg. (Anotación Técnica No. 5).
- Especies de madera dominantes del lugar, secadas al aire (Anotaciones Técnicas 3 y 9), con un diámetro preferible de 2 a 3 cm
- Agua, dentro del rango de 2°C de la temperatura ambiente
- Mecanismo medidor de tiempo
- Un termómetro de mercurio o digital para medir temperaturas de hasta 105°C (Anotación Técnica No. 7)
- Aparato para medir/estimar el contenido de humedad de la madera (Anotación Técnica No. 4)
- Equipo para remover y pesar brazas (ver Apuntes de Procedimiento No. 1)
- Formularios para registrar datos y cálculos

Procedimiento

1. Anote y registre las condiciones del ensayo. Prepare un dibujo o plano de la estufa y de las ollas que se ensayarán. Incluya todas las dimensiones relevantes de la estufa y muestre la forma en que las ollas encajan en la estufa (Anotación Técnica No. 8). Anote las condiciones climáticas (Anotación Técnica No. 1).
2. Tome una cantidad de madera no mayor del doble de la cantidad estimada como necesaria, pésela y registre el peso en la hoja de reporte de datos.
3. Pese las ollas con sus tapaderas y registre el peso. Llene cada olla con agua hasta 2/3 de su capacidad, quite las tapaderas y registre este nuevo peso.
4. Coloque un termómetro en cada olla de tal manera que quede fijo en el centro, a aproximadamente 1 cm del fondo (Anotación

de Procedimiento No. 1). Registre la temperatura del agua y asegúrese que las temperaturas no varíen en más de 2°C de la ambiental.

5. Después de una comprobación final de las preparaciones anotadas, encienda el fuego como en la Anotación Técnica No. 10. Registre el tiempo exacto de inicio. Lleve a completación totalmente la fase de "alta potencia" del ensayo, controle el fuego usando los medios comúnmente utilizados en la localidad y lleve la primera olla a ebullición tan rápidamente como le sea posible.
6. Registre regularmente los siguientes datos en su Formulario de Cálculos y Datos:
 - la temperatura del agua en cada olla
 - el peso de cualquier leño añadido al fuego
 - cualquier acción realizada para controlar el fuego (regulador de tiro, soplado etc.); y
 - la reacción del fuego (humo, etc.).
7. Registre el tiempo en el cual el agua de la primera olla llega a una vigorosa ebullición. Mueva la tapadera si considera necesario evitar que la olla deje de ebullición. Mantenga el fuego al mismo nivel de alta potencia.
8. A los 15 minutos exactos después de haber iniciado la ebullición, rápidamente lleve a cabo las siguientes acciones:
 - Registre el tiempo.
 - Remueva toda la madera de la estufa, bote el carbón de leña formado y, péselo todo juntamente con la madera no usada del suministro previamente pesado.
 - Pese todo el carbón de leña separadamente (Anotación de Procedimiento No. 5).

- Registre la temperatura del agua de cada olla.
- Pese cada olla, incluyendo el agua y la tapadera.
- Retorne el carbón de leña, la madera ardiendo y las ollas a la estufa e inicie la fase de "baja potencia" del ensayo.

Conforme se adquiera práctica en este proceso, un ensayista solo, puede completar este paso en el término de 2 a 4 minutos y realizar el paso No. 9 sin introducir ningún error significativo a los datos experimentales. En caso de considerar a esta interrupción como dificultosa o desorganizada del proceso, se sugiere un procedimiento alternativo en la Anotación de Procedimiento No. 3.

9. Durante los próximos 60 minutos, mantenga el fuego a un nivel justo como para mantener el agua de la primera olla dentro del margen de 2°C de ebullición. Use la menor cantidad de leña posible y evite una ebullición vigorosa. Continúe la monitorización de todas las condiciones del paso 6. Si la temperatura del agua de la primera olla cayera a más de 5°C del punto de ebullición, el ensayo debe considerarse como no válido.
10. Recupere, pese y registre separadamente el carbón de leña y toda la leña.
11. Pese y registre el agua remanente en cada olla.
12. Calcule la cantidad de leña consumida, la cantidad de agua remanente, el tiempo específico, el Consumo Específico Estándard (CEE), la Razón de Consumo para dos o tres ollas de las estufas y los niveles máximos y mínimos.

13. Interprete los resultados del ensayo (ver Anotación de Procedimiento No. 4), y llene el Formulario de Reporte de Ensayos en Serie.

Anotaciones de Procedimiento

1. Cuando el agua no está hirviendo, pueden presentarse gradientes de temperatura. El punto más representativo para chequear la temperatura promedio, parece ser en el centro de la olla y a 1 cm. del fondo. Es algo bueno tener un termómetro u otro medidor de temperatura en cada olla. Lo más práctico es disponer de una serie de tapaderas especiales con un apoyo en el centro para así mantener el termómetro en su lugar y a un nivel apropiado. (Figura 1).

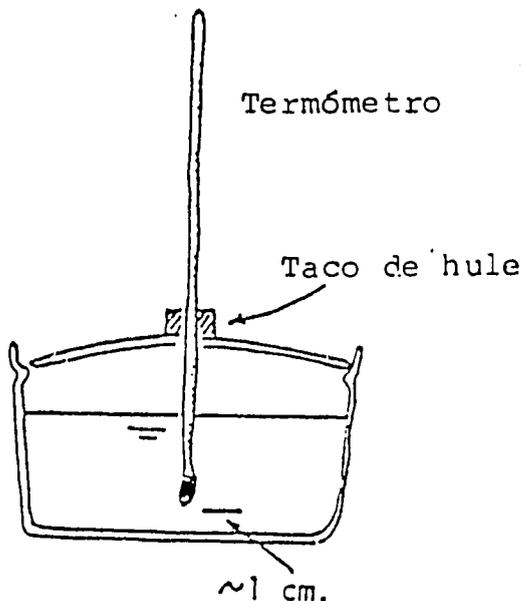


Figura 1
Sugerencia para colocar el termómetro

2. La recuperación y pesado de las brazas y carbones calientes de la estufa se puede simplificar usando una especie de cenicero de metal colocado en el fondo de la cámara de combustión (Figura 2). A menudo el cenicero incluyendo su contenido puede ser considerado como una unidad y pesado como tal, restando el peso del cenicero vacío posteriormente. No se considera necesario el separar el carbón de leña y las cenizas, ya que, el peso de la ceniza es por lo general insignificante. Unas tenazas de alambre (Figura 3) se pueden usar para recoger pedazos aun calientes de carbón de leña. Los guantes aislantes, resistentes al calor son muy útiles.

3. Los ensayos de "alta potencia" y los de "baja potencia" se pueden realizar separadamente. Para realizar este último, al terminar el paso 8, se apaga el fuego y se deja enfriar a la estufa durante unas 6 horas por lo menos y luego se conduce la prueba de baja potencia en la misma forma que se explicara anteriormente, con la diferencia de que se reduce el fuego en el instante en que el agua de la primera olla empieza a ebullicir. El ensayo se continúa con un mínimo de consumo de combustible, manteniendo el agua de la primera olla dentro del rango de 2°C del punto de ebullición.

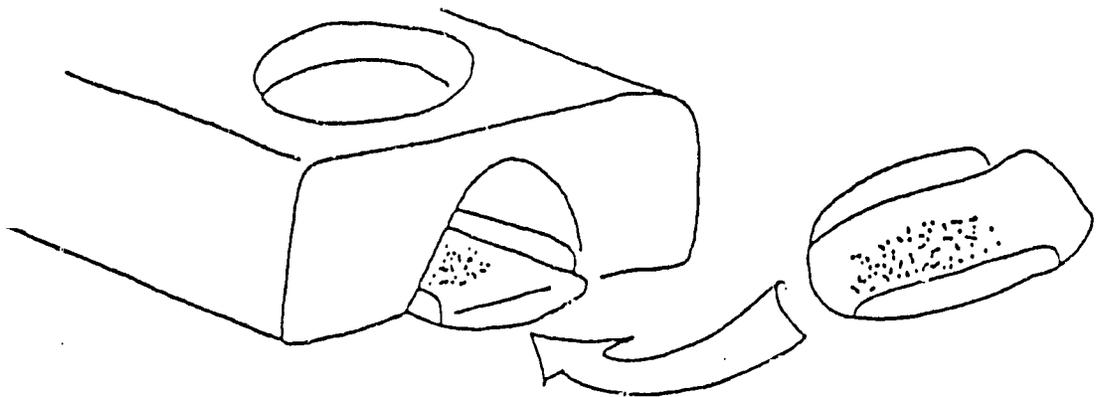


Figura 2

Cenicero para remover y pesar carbones

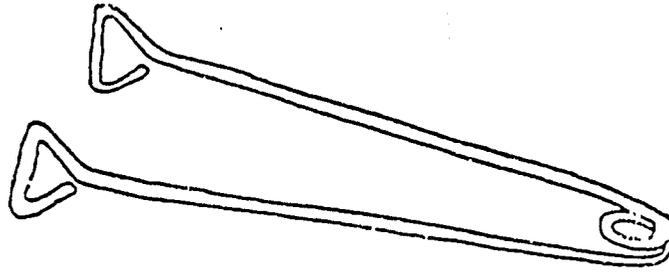


Figura 3 .

Tenazas de alambre para recoger carbones

El ensayo termina al cabo de 60 minutos de haberse iniciado la ebullición y, todas las cantidades son registradas. El peso del combustible utilizado durante la fase de alta potencia se resta de la cantidad total usada en la fase de baja potencia. Se necesitará una hoja separada de los datos modificados para registrar los resultados del ensayo. Los cálculos finales permanecen inalterados.

4. Algo importante es saber como interpretar los resultados del Ensayo de Agua Hirviendo (EAH), y recordar que un bajo consumo específico estándar implica una alta eficiencia. La eficiencia decrece conforme el consumo específico estándar aumenta. Es factible utilizar los resultados del EAH para juzgar la adaptabilidad de una estufa en diferentes tareas de cocinar. Por ejemplo, para cocinar a alta potencia, (un freimiento rápido o una hervida), una estufa con la mayor eficiencia a alta potencia será la más indicada, en cambio para cocinar a fuego lento, la mejor elección corresponderá a aquella estufa que muestre un consumo específico estándar bajo, ya sea a alta potencia y a baja potencia. (Ver Apéndice I que explica los conceptos de eficiencia. El Apéndice II trata acerca de la interpretación de los resultados de ensayo con cierto detalle; el Apéndice III se orienta a los efectos ocasionados por la escala y otros parámetros que influyen en el comportamiento.

ENSAYO DEL AGUA HIRVIENDO
FORMULARIO DE DATOS Y CALCULOS*

Prueba No. _____ Lugar _____
 Fecha _____ Temp. aire _____ °C Viento _____ Humedad Rel. _____ %
 Estufa _____ Condiciones de la estufa _____
 Ensayista _____ Comentarios _____

DATOS BASICOS DE PRUEBA	MEDICIONES INICIALES	FIN DE LA FASE DE ALTA POTENCIA	FIN DE LA FASE DE BAJA POTENCIA
Contenido de humedad de leña	a) _____		
Peso de la leña	b) _____ kg	j) _____ kg	u) _____ kg
Peso del carbón		k) _____ kg	v) _____ kg
Peso de la olla #1 con tapadera y agua	c) _____ kg	m) _____ kg	w) _____ kg
Peso de la olla #2 con tapadera y agua	d) _____ kg	n) _____ kg	y) _____ kg
Peso de la olla #3 con tapadera y agua	e) _____ kg	p) _____ kg	z) _____ kg
Temperatura del agua, #1	f) _____ °C	q) _____ °C	aa) _____ °C
Temperatura del agua, #2	g) _____ °C	r) _____ °C	bb) _____ °C
Temperatura del agua, #3	h) _____ °C	s) _____ °C	cc) _____ °C
Tiempo	i) _____	t) _____	dd) _____

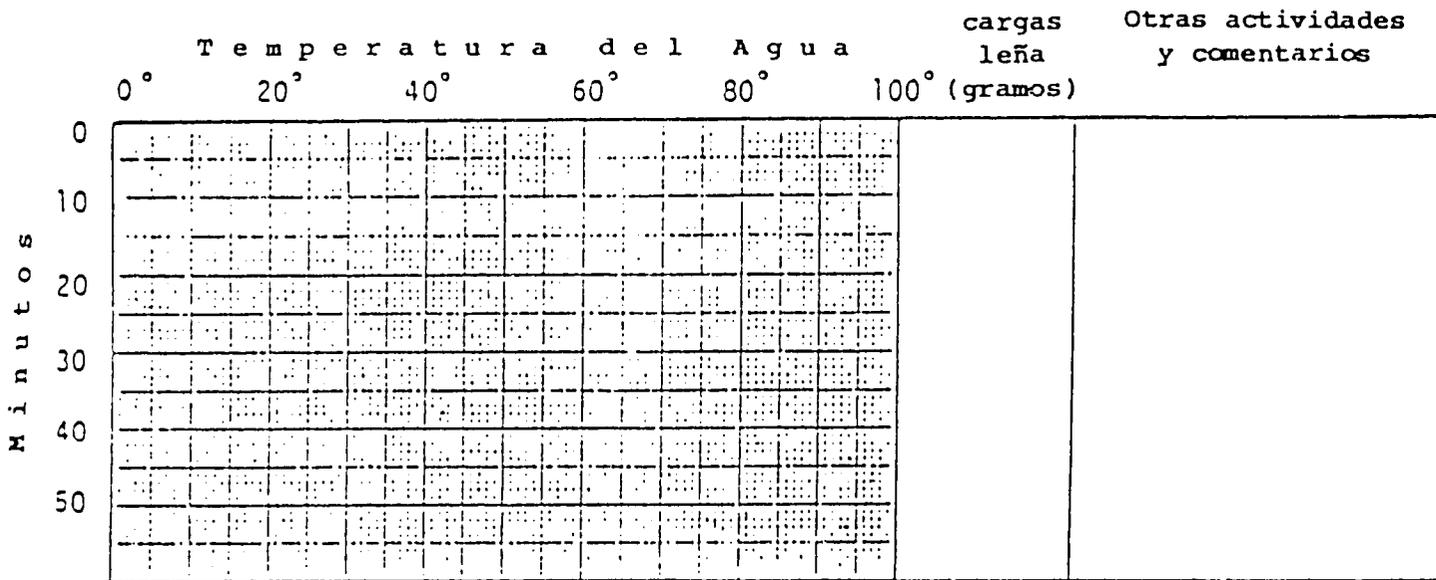
(Utilice el gráfico de la página siguiente para registrar cambios en la temperatura del agua)

CALCULOS	FASE DE ALTA POTENCIA	FASE DE BAJA POTENCIA
Leña consumida	A) $b - j =$ _____ kg	J) $j - u =$ _____ kg
Carbón remanente	B) $k =$ _____ kg	K) $v - k =$ _____ kg
Equivalente de leña seca consumida	C) $A(1-a) - 1.5 B =$ _____ kg	L) $J(1-a) - 1.5 K =$ _____ kg
Agua evaporado, olla #1	D) $c - m =$ _____ kg	M) $m - w =$ _____ kg
Agua evaporado, olla #2	E) $d - n =$ _____ kg	N) $r - bb =$ _____ kg
Agua evaporado, olla #3	F) $e - p =$ _____ kg	P) $s - cc =$ _____ kg
Tazo de consumo	G) $D/(D+E+F) =$ _____	Q) $M/(M+N+P) =$ _____
Consumo específico estándar	H) $C/D =$ _____	R) $L/M =$ _____
Duración del ensayo	I) $t - i =$ _____	S) $dd - t =$ _____

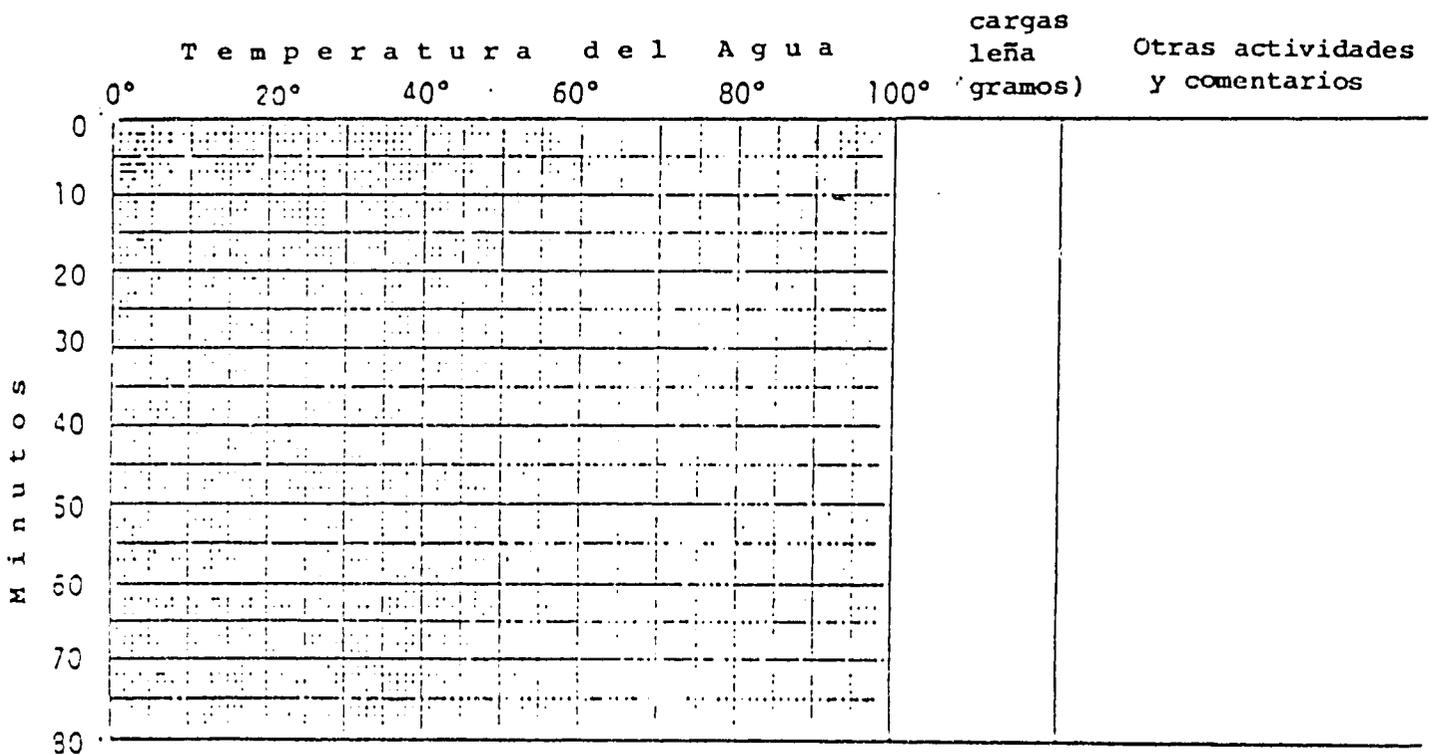
* Este es un ejemplo de la forma que debe llenarse cada vez que se realice una prueba.

Formulario de Datos y Cálculos del EAH, continuación

GRAFICA TIEMPO/TEMPERATURA



Ensayo a Alta Potencia



Ensayo a Baja Potencia

ENSAYO DE AGUA HIRVIENDO
FORMULARIO PARA REPORTAR SERIES DE ENSAYO*

Organización que realiza las pruebas _____
 Dirección _____
 Nombre de la estufa ensayada _____
 Nombre del Ensayista _____
 N° de pruebas que se reportan _____ Período de ensayo _____
 (meses) (año)

	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO		
CONDICIONES CLIMATICAS	Temperatura del aire _____	_____	_____		
	Humedad relativa _____	_____	_____		
	Condiciones del viento _____	_____	_____		
LEÑA	VARIEDADES (Nombre botánico)	% TOTAL APROX. (en peso)	CONTIENDO DE HUMEDAD	LONGITUD PROMEDIO	DIAMETRO PROMEDIO
	_____	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____	_____
	_____	_____	_____	_____	_____
	Cálculo del contenido total de humedad de la leña: _____ Método para determinar el contenido de humedad: _____ _____				
Costo de leña por kg: _____ o _____ = \$ _____ tiempo estimado para moneda US dólares recolectarla local					
APARATOS DE MEDICION	INSTRUMENTO	RANGO	LONGITUD DE ESCALA	TIPO, FABRICANTE	
	Balanza #1	_____ kg	_____ cm	_____	
	Balanza #2	_____ g.	_____ cm	_____	
	Termómetro	_____ °C	_____ cm	_____	
	Indicador de H.R.	_____ %	_____ cm	_____	
	Anemómetro	_____ m/s	_____ cm	_____	
	Otro	_____	_____ cm	_____	

	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDARD	COEFIC. DE VARIACION	ERROR ESTAND.	INTERVALO DE CONFIANZA 95%
Tazo de consumo _____	_____	_____	_____	_____	_____
Consumo especif. estándar _____	_____	_____	_____	_____	_____
Duración de las pruebas _____	_____	_____	_____	_____	_____
Número total de ensayos reportados: _____	_____	_____	_____	_____	_____

* Este es un ejemplo del formulario usado para resumir y reportar los resultados a partir de una serie de pruebas para una sola estufa.

Nombre y origen de la estufa _____

Nombre(s) del (los) constructor(es) de la estufa _____

Fecha de construcción _____ Materiales usados _____

Localización y condición de la estufa _____

VISTA EN PLANTA

PERSPECTIVA

VISTA DE CORTE CON OLLAS

VISTA FRONTAL

	OLLA #1	OLLA #2	OLLA #3
Peso (vacía)	_____ kg	_____ kg	_____ kg
Capacidad máxima	_____ l	_____ l	_____ l
Diámetro al borde	_____ cm	_____ cm	_____ cm
Composición	_____	_____	_____

Detalles de la construcción de la estufa _____

ENSAYO CONTROLADO DE COCINA

Al Ensayo Controlado de Cocina (ECC) se le propone como un paso intermedio entre el Ensayo de Agua Hirviendo y el Ensayo de Rendimiento de Cocina. Los objetivos primarios del ECC son:

- Comparar la cantidad de combustible consumido y el tiempo que transcurre al cocinar una comida en diferentes estufas; y
- Determinar si una estufa puede o no ser efectivamente usada para cocinar los distintos alimentos que normalmente se preparan en el lugar donde se introducirá.

Además este ensayo puede ser usado para:

- Comparar diferentes costumbres de cocinar en la misma estufa.
Ofrecer a un cocinero(a) la oportunidad de aprender a usar la estufa; y
- Proporcionar seguimiento al Ensayo de Agua Hirviendo al someter a una estufa a condiciones más reales pero controladas.

El ECC normalmente se realiza en un laboratorio o en un centro de demostración de campo por ensayistas entrenados en estufas, agentes de extensión o potenciales usuarios. El cocinero(a), de preferencia mujer, debiera estar entrenada en técnicas tradicionales de cocina.

Equipo

- Una mezcla homogénea de leña, de la normalmente usada localmente y en cantidad suficiente como para desarrollar por lo menos 20 ensayos (ver Anotación Técnica No. 9).
- Una cantidad de comida seleccionada suficiente para 20 ensayos.

- Un instrumento para pesar, con exactitud hasta de 10 gramos y con una capacidad de 5 a 10 kg., dependiendo de la cantidad de comida cocinada en cada ensayo (Anotación Técnica No. 5.)
- Instrumento para medir el tiempo.
- Ollas, tapaderas y otros utensilios de cocina, seleccionados al inicio y usados completamente durante el ensayo.
- Formularios para registro de información y cálculos.

Procedimiento

1. Establezca un diseño de ensayo que refleje exactamente las prácticas locales de cocinar (Anotación de Procedimiento No. 1).
2. Remueva cualquier pedazo de carbón de leña y ceniza de la estufa a ser ensayada. La estufa no deberá estar caliente ni recién usada.
3. Registre las condiciones climáticas (Anotación Técnica No. 1).
4. Tome una cantidad de leña no mayor que el doble del estimado como necesaria. Pésela y registre el peso en su formulario de datos y cálculos.
5. Pese las ollas y sus tapaderas, registre ese dato.
6. Prepare la comida a ser cocinada.
7. Encienda el fuego y anote el tiempo (Anotación Técnica No. 1).
8. Realice la tarea de cocinado (Anotación de Procedimiento No. 1).

9. Cuando haya terminado de cocinar, registre el tiempo transcurrido (Anotación de Procedimiento No. 2).
10. Pese separadamente la leña remanente y el carbón de leña (Anotación de Procedimiento No. 3).
11. Pese la comida en la olla, incluyendo las tapaderas.
12. Anote los comentarios del(la) cocinero(a) respecto a cualquier problema que se le haya presentado, incluyendo diferencias cualitativas entre la estufa ensayada y otras estufas.
13. Repita el mismo ensayo por lo menos otras cinco veces para cada tipo de comida cocinada.
14. Repita todos los Ensayos Controlados de Cocina, solo que esta vez, usando una estufa diferente u otra técnica tradicional de cocinado para base de comparación.
15. Para cada ensayo, calcule el tiempo total de la prueba y el Consumo Específico de Combustible. Para cada conjunto de resultados similares, calcule la desviación estándar de los resultados. Registre éstos en el Formulario de Reporte de Ensayos en Serie. Desarrolle un ensayo de "t" de Student y compare estadísticamente los dos tipos de estufa probados. (Vea el Apéndice II, Interpretando los Resultados de Ensayo).
16. Escriba un reporte del ensayo para cada prueba utilizando si lo desea, la información de muestra y el Formulario de Cálculos en la siguiente hoja. Incluya una descripción de:

estufas y tachos usados en el ensayo (Anotación Técnica No. 8).

- el alimento estándar usado para la prueba; y
- el procedimiento estándar usado para cocinar el alimento.

Anotaciones de Procedimiento

1. El diseño del Ensayo Controlado de Cocina ha sido confeccionado para prácticas locales de cocinar. Es por eso que es importante especificar las siguientes condiciones:

- El tipo de ollas y tamaños.
- Los tipos de leña y sus tamaños.
- Uno o dos alimentos estándares típicos de la región. En los lugares donde los alimentos preparados sean diferentes, seleccione no más de dos por cada ensayo y de preferencia que uno necesite un cocinado largo y el otro corto.
- Las tareas y secuencias exactas requeridas para cocinar el alimento que se ha seleccionado. Por ejemplo: "Lleve la primera olla hasta ebullición; cambie la primera y segunda ollas; lleve la segunda olla hasta ebullición; reduzca el fuego quebrando los extremos carbonizados de la leña; quite la primera olla y cocine a fuego lento la segunda hasta que la comida quede bien cocinada".

El establecimiento del diseño del ensayo, puede ser hecho de cualquiera de las siguientes formas: llevado a cabo un estudio completo de las prácticas locales de cocinar para obtener la información deseada; o, contando con un equipo de tres a cinco cocineros locales experimentados que definan o determinen el o los dos alimentos estándares así como la forma específica en que deben ser preparados y cocinados para el ensayo (ver Apéndice III, Cantidades, Efectos de Escala y, Otros Parámetros Influyentes).

2. Es importante considerar cual será el criterio que se use pa-

ra considerar a una comida como "hecha", debido a que esto determinará el tiempo en el que el ensayo se da por concluido. Lo mejor es determinar el tiempo objetivamente, por ejemplo: "Las cascaritas del frijol ya se soltaron", o "las gachas ya perdieron todas las trazas de granulamiento". Sin embargo, aún si los criterios son muy subjetivos ("La salsa sabe bien"), debieran mencionarse en el diseño de ensayo. Sin importar el criterio usado, el cocinero(a) debe ser incitado a ser consistente en sus juicios.

3. La recuperación y peso de los brazos y carbones calientes de una estufa, puede ser simplificado usando una especie de cenicero de metal colocado en el fondo de la cámara de combustión (Figura 2, pag 11). A menudo el cenicero incluyendo su contenido puede ser considerado como una unidad y pesado como tal, restando el peso del cenicero vacío posteriormente. No se considera necesario el separar el carbón de leña y las cenizas, ya que, el peso de la ceniza es por lo general insignificante. Unas tenazas de alambre (Figura 3, pag 12) se pueden usar para recoger pedezos aún calientes de carbón de leña. Los guantes aislantes, resistentes al calor son muy útiles para esta operación.

ENSAYO CONTROLADO DE COCINA
FORMULARIO DE DATOS Y CALCULOS*

Prueba No. _____ Localización _____
 Fecha _____ Temp. Aire _____ °C Viento _____ Humedad Rel. _____ %
 Estufa _____ Condición de la estufa _____
 Cocinero(a) _____ Comentarios _____

<u>DATOS BASICOS DE PRUEBA</u>	<u>MEDICIONES INICIALES</u>	<u>MEDICIONES FINALES</u>
Peso de comida	(A) _____ kg	(G) _____ kg
Peso de carbón		(H) _____ kg
Peso olla #1 (vacía)	(B) _____ kg	(I) _____ kg (con comida cocinada)
Peso olla #2 (vacía)	(C) _____ kg	(J) _____ kg (con comida cocinada)
Peso olla #3 (vacía)	(D) _____ kg	(K) _____ kg (con comida cocinada)
Tiempo	(E) _____	(L) _____
Contenido de humedad leña	(F) _____	

<u>CALCULOS</u>	
(M) Peso de leña usada	A-G = _____
(N) Leña seca usada equivalente	M(1-F)-1.5 H = _____ kg
(P) Peso comida cocinada, olla #1	I-B = _____ kg
(Q) Peso comida cocinada, olla #2	J-C = _____ kg
(R) Peso comida cocinada, olla #3	K-D = _____ kg
(S) Peso total comida cocinada	P+Q+R = _____ kg
(T) Consumo específico	S/N = _____
(U) Tiempo total de prueba	L-E = _____

Comentarios del cocinero(a) acerca del rendimiento de la estufa, facilidad de uso, etc.: _____

* Esto es un ejemplo de un formulario a ser llenado cada vez que se realice una prueba.

ENSAYO CONTROLADO DE COCINA
FORMULARIO PARA REPORTAR SERIES DE ENSAYO*

Organización que realiza las pruebas _____
 Dirección _____
 Nombre de estufas comparadas 1) _____ y 2) _____
 Número de ensayos que se reportan _____
 Período de ensayo _____ Nombre del supervisor _____
 (meses) (año) del ensayo

CLIMA	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
	Temperatura del aire _____ °C	_____ °C	_____ °C
	Humedad relativa _____ %	_____ %	_____ %
Condiciones del viento _____ m/s	_____ m/s	_____ m/s	

LEÑA	VARIEDADES	TOTAL APROX. %	CONTIENDO	LONGITUD	DIAMETRO
	(Nombre Botánico)	(en peso)	DE HUMEDAD	PROMEDIO	PROMEDIO
	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____

Cálculo del contenido total de humedad de la leña _____
 Método para determinar el contenido de humedad _____

Costo de leña por kg. _____ o _____ = \$ _____
 tiempo estimado para recolectarla _____ moneda local _____ US dólares

APARATOS DE MEDICION	INSTRUMENTO	RANGO	LONGEUR DE ESCALA	TIPO, FABRICANTE
	Balanza #1	_____ kg	_____ cm	_____
Balanza #2	_____ kg	_____ cm	_____	
Termómetro	_____ °C	_____ cm	_____	
Indicador de H.R.	_____ %	_____ cm	_____	
Anemómetro	_____ m/s	_____ cm	_____	
Otro	_____	_____ cm	_____	

	MEDIO ESTANDARD	DESVIACION COEF. DE VARIACION	ERROR ESTAN.	INTERVALO DE CONFIAN. 95%
ESTIIFA #1	Leña seca equiv. cons./prueba _____ kg	_____	_____	_____
	Peso tl. comida cocin./prueba _____ kg	_____	_____	_____
	Consumo específico calculado _____	_____	_____	_____
	Duración de la prueba _____ hrs	_____	_____	_____
	Número total de pruebas _____			
ESTIIFA #2	Leña seca equiv. cons./pruega _____ kg	_____	_____	_____
	Peso tl. comida cocin./prueba _____ kg	_____	_____	_____
	Consumo específico calculado _____	_____	_____	_____
	Duración de la prueba _____ hrs	_____	_____	_____
	Número total de pruebas _____			

Valor-t = _____ a _____ % de nivel de significancia y _____ grados de libertad.

* Este es un ejemplo del formulario usado para resumir y reportar resultados de una serie de ensayos de dos estufas siendo comparadas.

Formulario para reportar series de ECC, continuación

Descripción de la comida estándar _____

Procedimientos definidos para cocinar la comida _____

Resumen de comentarios del cocinero(a), estufa #1 _____

Resumen de comentarios del cocinero(a), estufa #2 _____

Formulario para reportar series de ECC, continuación

Nombre y origen de la estufa _____

Nombre(s) del (los) constructor(es) de la estufa _____

Fecha de construcción _____ Materiales usados _____

Localización y condición de la estufa _____

VISTA EN PLANTA

PERSPECTIVA

VISTA DE CORTE CON OLLAS

VISTA FRONTAL

	OLLA #1	OLLA #2	OLLA #3
Peso (vacía)	_____ kg	_____ kg	_____ kg
Capacidad máxima	_____ l	_____ l	_____ l
Diámetro al borde	_____ cm	_____ cm	_____ cm
Composición	_____	_____	_____

Detalles de la construcción de la estufa _____

ENSAYO DEL RENDIMIENTO DE COCINA

Este ensayo, mide la razón relativa del consumo de leña para dos estufas cuando son usadas en un ambiente normal familiar. Se trata de un ensayo prolongado y llevado a cabo con la dispuesta colaboración de familias individuales. En comparación con los ensayos previamente descritos, los resultados del Ensayo de Rendimiento de Cocina, pueden proveer de una indicación más confiable del desempeño de la estufa bajo condiciones reales de uso casero. Sin embargo, debido al gran esfuerzo involucrado, se realiza normalmente después de que otros ensayos controlados han sido hechos.

Los objetivos primordiales del Ensayo de Rendimiento de Cocina son:

- Estudiar el impacto de una nueva estufa por encima de toda la energía casera (Anotación de Procedimiento No. 1); y
- Demostrar a potenciales usuarios la cualidad de ahorro en combustible de una nueva estufa en el seno familiar y, sugerir prácticas de operación correctivas.

Las variaciones del Ensayo de Rendimiento de Cocina, pueden también ser utilizadas en conjunción con un programa de diseminación y propagación de estufas (Anotación de Procedimiento No. 2) o como parte de un estudio del uso del consumo familiar de energía (Anotación de Procedimiento No. 3).

Los Ensayos de Rendimiento de Cocina deberían ser llevados a cabo por un investigador entrenado en seguir instrucciones, que se motiva al hacerlo y que posea ciertas habilidades numéricas básicas. Agentes de extensión, maestros de escuela o estudiantes de secundaria son muy apropiados para esta tarea. Es importante que la persona se encuentre bien motivada a fin de obtener información útil y confiable.

Equipo

- Una balanza para pesar leña
- Formularios para registrar los datos y cálculos
- Ollas, etc., estos deberán ser suplidos por el encargado de la familia.

Procedimiento

1. Seleccione a los encargados de la familia para que participen en el ensayo (Anotación de Procedimiento No. 4). Explíquese a los miembros de la familia el propósito del ensayo y, arregleselas para que ellos midan la leña cada día. Incite a la familia a que use solo una sola estufa a través de todo el ensayo.
2. Recolecte cualquier información necesaria acerca de cada uno de los miembros familiares participantes. Por ejemplo, determine el sexo y la edad de cada persona que recibe alimentos y use esta información para calcular el número de personas adultas estándar que son servidas (Anotación de Procedimiento No. 5); pregunte por el costo aproximado del combustible usado, ya sea en términos de dinero o en tiempo utilizado para recogerla y, obtenga cualquier otra información que le pueda resultar útil para interpretar los datos finales (Anotación de Procedimiento No. 6).
3. Establezca una área para llevar un inventario de la medida del consumo de combustible. Cualquier combustible que entre o salga de esta área deberá ser contabilizada (Anotación de Procedimiento No. 7). Pese toda la leña así como cualquier otro combustible del área bajo inventario. Estime o mida el contenido de humedad de la leña (Anotación Técnica No. 4).

4. Establezca el tiempo de ensayo para siete días consecutivos. En caso de no ser posible cuantificarlo para los siete días, calcúlelo para por lo menos cinco días. Inicie y termine el ensayo a la misma hora cada día (Anotación de Procedimiento No. 8).
5. Visite al propietario de la casa en forma diaria si esto le es posible, teniendo cuidado de hacerlo sin parecer un intruso. Pese la madera remanente en el área bajo inventario y, añada más leña si lo considera necesario. Pregunte por el número de personas que son atendidas al día, y asegúrese que la estufa está trabajando adecuadamente.
6. Reuna los resultados al haber transcurrido ocho días. Calcule el consumo específico diario para cada núcleo familiar, así como, el promedio y la desviación estándar. Compare los resultados con otras familias que usen otro tipo de estufas (ver Apéndice II, Interpretando los Resultados del Ensayo, y el Apéndice III, Cantidades, Efectos de Escala y Otros Parámetros Influyentes).
7. Comparta los resultados con las familias y agrádezcales por su cooperación.

Anotaciones de Procedimiento

1. La introducción de una nueva estufa puede alterar el tipo y la cantidad de alimentos cocinados en la familia. Por ejemplo, el resultado puede ser un incremento sustancial en el bienestar de la familia, pero producir poco efecto o cambio en la cantidad de combustible usado. O por otro lado, puede ser que el fuego por estar confinado a la estufa, produzca una reducción en la iluminación haciendo necesario el uso de una lámpara de gas o kerosina.

2. Un punto útil como partida para la diseminación y desarrollo de estufas mejoradas, es el estudiar las prácticas de cocina para determinar las costumbres actuales de cocinar, el tipo de alimentos cocinados y consumidos, el tipo de estufas utilizadas, etc. El estudio puede ser realizado al par de mediciones de todo el combustible usado para cocinar. Esto puede hacerse tal y como se sugiere en el Ensayo de Rendimiento de Cocina.

Más adelante, en los mismos núcleos familiares se pueden construir nuevas estufas y, otros Ensayos de Rendimiento de Cocina se pueden realizar después de que los responsables del uso de las estufas hayan tenido la oportunidad de adecuarse y acostumbrarse a las nuevas estufas.

Cuando ese momento llegue, el Ensayo de Rendimiento de Cocina, puede a su vez ser acompañado de otro estudio, esta vez con el usuario para determinar, que tan bien están siendo recibidas las estufas. Otros estudios posteriores podrán ser llevados a cabo para evaluar otros parámetros tales como el que mide la durabilidad de la estufa. Ensayos de Rendimiento de Cocina podrán realizarse con el tiempo con la finalidad de evaluar si los ahorros en combustible obtenidos permanecen en su mismo nivel y si otros factores han tenido a largo plazo, influencias positivas o negativas en la aceptación de la estufa.

3. El uso de los Ensayos de Rendimiento de Cocina, pueden resultar tentadores para estimar el potencial de ahorro de la nueva estufa, antes de ser ampliamente aceptada y usada. Para este propósito, sin embargo, el ensayo puede ser ampliado grandemente para que incluya:
 - a más núcleos familiares, cuidadosamente seleccionados co-

- mo representativos de la población regional;
- a un período de tiempo que incluya los cambios estacionales;
 - a un estudio de la razón a que se deterioran las estufas y los records de reparaciones; y
 - a un análisis económico que demuestre el atractivo económico de la estufa, tanto para el usuario como para el constructor.

4. Para resultados significativos:

- Los usuarios debieran seleccionarse de un aproximado mismo nivel económico. Lo anterior reducirá la variación en las respuestas y permitirá una interpretación más confiable de los resultados.
- Las familias participantes debieran consumir al menos un 90% de leña para solventar sus tareas de cocina.
- Un mínimo de cinco familias participantes se considera como esencial. Un mayor número puede ser necesario dependiendo de si la diferencia esperada en el combustible entre dos estufas no es similar. (Ver la Tabla I en la siguiente página).

TABLA I

Número mínimo de núcleos familiares necesarios para realizar el Ensayo de Rendimiento de Cocina relativo a la diferencia esperada en el consumo de leña

Referencia esperada en forma porcentual en el consumo de leña	Número mínimo de núcleos familiares*
10	54
20	14
30	7
40	5

* Corresponde a un coeficiente de variación de 0.4; con un nivel de significación de 10% (ver Apéndice II).

5. Para los propósitos de esta prueba, el "adulto estándar" será definido de acuerdo a la versión simplificada de la fórmula más usada por la Liga de las Naciones, tal como se muestra en la Tabla II. (Lineamientos para estudios en leña, F.A.O., Keith Openshaw).

TABLA II

"Adulto Estándar" definido en términos de sexo y edad

<u>Sexo y Edad</u>	<u>Fracción de Adulto Estándar</u>
Niño, 0-14 años	0.5
Femenino arriba de 14 años	0.8
Masculino, 15-59 años	1.0
Masculino, arriba de 59 años	0.8

6. Cualquier otra información reunida para cada familia debe incluir :
- el número y tipos de cualesquiera otras estufas usadas regularmente (para hacer té, calentar agua, cocinar cazabe, etc.);
 - la actividad principal del jefe de familia (de preferencia debe obtenerse la posible ubicación del nivel económico familiar);
 - algunos indicadores fácilmente observables del status económico o social;
 - otros usos dados a la leña además del de cocinar; y afiliación tribal, comunal o cultural.
7. Se recomienda que en el área bajo inventario no se acumule más leña que la que se consumirá durante el ensayo de 1 semana de duración. En caso de almacenar una mayor cantidad de leña de la que se usará, establezca una área de inventario que sea menor y de la que se tomará la leña que se usará cuando se conduzca el ensayo. Presione sutilmen-

te a los miembros del núcleo familiar en el sentido de que la única leña que se use durante el ensayo sea tomada del área menor de inventario y que si se necesita más leña, que el ensayista esté presente cuando se aumente la pila de leña. El número de veces que el investigador debe estar presente en el núcleo familiar para pesar la leña, dependerá del tamaño y de lo adecuado que se haya realizado el inventario inicial.

8. Los siete días consecutivos del período de ensayo que se recomiendan, reconocen que muchas de las actividades familiares, sean llevadas a cabo de acuerdo a una rutina semanal. Siete días, es el período de tiempo más corto en el que se incluirán actividades como: días de mercado, días de trabajo y cualquier práctica religiosa en una proporción apropiada.

Usualmente ocurre que la persona que realiza el ensayo, se muestre renuente a trabajar el día de la semana que dedica a su práctica religiosa. En ese caso, provea que un sustituto se encargue de la prueba ese día, lo último si le es posible.

Tenga presente que el ensayo de los siete días, generalmente requiere de ocho días de medición (ver Datos y Formulario de Reporte de Cálculos en la siguiente página). Similarmente, si el ensayo se planifica sobre la base de cinco días, las mediciones se harán en seis días.

9. Diferentes tipos y tamaños de estufas usadas por diferentes núcleos familiares pueden introducir variaciones no deseadas en los resultados del ensayo. Para prevenir lo anterior, el ensayista puede considerar la posibilidad de proveer la leña en forma uniforme para que se use durante la duración del ensayo. Es importante, sin embargo, que esto no motive al núcleo familiar a usar mayores o menores cantidades de leña de las que normalmente usaría.

ENSAYO DEL RENDIMIENTO DE COCINA
FORMULARIO DE DATOS Y CALCULOS*

Núcleo familiar no. _____ Apellido _____
Localización _____

NUCLEO FAMILIAR		NUMERO		ADULTO ESTAN. EQUIV.	OTRA INFORMACION DEL NUCLEO FAMILIAR
	Niños, 0-14 años	_____	x 0,5 =	_____	_____
	Mujeres arriba 14 años	_____	x 0,8 =	_____	_____
	Hombres, 15-59 años	_____	x 1,0 =	_____	_____
	Hombres arriba 59 años	_____	x 0,8 =	_____	_____
	(A) Total de adultos equivalentes			_____	_____
LEÑA	VARIEDADES (Nombre botánico)	TOTAL APROX. % (en peso)	LONGITUD PROMEDIO	DIAMETRO PROMEDIO	
	_____	_____	_____	_____	
	_____	_____	_____	_____	
	_____	_____	_____	_____	
Condición de la leña (seca/húmeda/mojada/verde) _____					
Costo de leña por kg: _____ o _____ = \$ _____					
		tiempo estimado para recolectar	moneda local		US dólares
ALTERNAR COMBUSTIBLES/ ESTUFAS	DESCRIPCION	FUNCION			
	Otros combustibles en uso:	_____	_____		
	Otras estufas en uso	_____	_____		
		_____	_____		

	TOTAL DE LEÑA REMANENTE EN EL AREA DE INVENTARIO	LEÑA AÑADIDA AL AREA DE INVENTARIO	COMENTARIOS
Día 0	(nada) kg	_____ kg	_____
Día 1	_____ kg	_____ kg	_____
Día 2	_____ kg	_____ kg	_____
Día 3	_____ kg	_____ kg	_____
Día 4	_____ kg	_____ kg	_____
Día 5	_____ kg	_____ kg	_____
Día 6	_____ kg	_____ kg	_____
Día 7	(B) _____ kg	(nada) kg	_____

(C) Total leña añadida al inventario: _____ kg
 (D) Total leña consumida: _____ kg
 (E) Duración de la prueba _____ días
 Consumo específico diario: D/A/E = _____

* Este es un ejemplo del formulario a llenarse para cada núcleo participante.

ENSAYO DEL RENDIMIENTO DE COCINA
FORMULARIO PARA REPORTAR SERIES DE ENSAYO*

Organización que realiza las pruebas _____
 Dirección _____
 Nombres de las estufas comparadas: 1) _____ y 2) _____
 Localización del ensayo _____
 Período de ensayo _____ Nombre del supervisor de ensayo _____
 (meses) (año)

	ADULTO ESTANDARD EQUIVALENTE	CONSUMO DIARIO ESPECIFICO	LEÑA COSTO/KG
ESTUFA #1	Media aritmetica: _____	_____	_____
	Desviación estándar: _____	_____	_____
	Coefficiente de variación: _____	_____	_____
	Error estándar _____	_____	_____
	Intervalo de confianza del 95% _____	_____	_____
	(NUMERO TOTAL DE PRUEBAS _____)		
ESTUFA #2	Media aritmetica: _____	_____	_____
	Desviación estándar: _____	_____	_____
	Coefficiente de variación: _____	_____	_____
	Error estandard _____	_____	_____
	Intervalo de confianza del 95% _____	_____	_____
	(NUMERO TOTAL DE PRUEBAS _____)		

Consumo específico diario: Valor-t = _____ a _____ % de nivel de confianza y _____ grados de libertad.

(Adjunte una descripción completa de ambos modelos de estufa ensayados).

* Este es un ejemplo del formulario usado para resumir y reportar los resultados a partir de una serie de ensayos de dos estufas que son comparadas.

ANOTACIONES TECNICAS

1. Condiciones Climáticas.

Entre los datos climáticos más importantes que deben reportarse durante el ensayo de la estufa se encuentran: temperatura del aire, condiciones del viento y la humedad relativa.

- La temperatura del aire afecta la tasa de pérdida de calor de la estufa y de las ollas. Por otro lado también establece la temperatura inicial del agua para el Ensayo del Agua Hirviendo, las medidas de la temperatura del aire deben ser tomadas antes y después de cada ensayo para que pueda obtenerse un valor promedio.
- Las condiciones del viento afectan el diseño de la estufa y puede además tener un efecto considerable en el rendimiento de la misma. Idealmente, la prueba de las estufas debieran hacerse solo cuando las condiciones son calmadas. En lugares donde esto no sea posible, debe considerarse la construcción de una estructura alrededor de la estufa que prevenga el movimiento del aire.

El uso de un anemómetro manual resulta útil para medir la velocidad del viento, sin embargo, el obtener una medida precisa probablemente sea innecesario, siendo suficiente una simple descripción de las condiciones del viento.

- La humedad relativa provee una indicación del contenido humedad de leña secada al aire (ver Anotación Técnica No. 3). Es algo que resulta útil y simple de medir mientras se realiza la prueba de la estufa. Para este fin, puede usar un pequeño psicrómetro giratorio, un higrómetro de cabello o un instrumento similar con resultados satisfactorios. Recalibre el higrómetro frecuentemente, envolviéndolo en un trapo húmedo, déjelo durante cinco minutos y ajústelo al 100% de humedad relativa.

2. Presión atmosférica y temperatura

La temperatura normal de ebullición del agua depende de la presión atmosférica local y por lo consiguiente de las condiciones del tiempo y, principalmente de la altura sobre el nivel del mar (H). A una altitud (H) dada, el punto normal de ebullición puede ser calculada así:

$$T_e = (100 - H/300) \text{ } ^\circ\text{C}$$

donde H se expresa en metros (un pie equivale a 0.305 metros). Por ejemplo, el punto normal de ebullición es de 100°C sobre el nivel del mar y, de 95°C a una altura de 1500 metros sobre ese mismo nivel.

Para una temperatura del aire ambiental dada T_o , el calor neto (mínimo) necesario para llevar el agua a ebullición y mantenerlo a fuego lento, es proporcional con la diferencia de temperatura $\Delta T = T_e - T_o$ y probablemente similar será el consumo de leña para cocinar.

Esto puede ser considerado si se usa un factor de temperatura cuando se calcule el alimento o el agua que se procesará A'' , a partir de las cantidades pesadas A' .

$$A'' = A' (T_e - T_o)/100$$

donde la temperatura de 100°C, está considerada como una diferencia de temperatura referencial.

Tenga presente que el tiempo para cocinar se incrementa con temperaturas de ebullición reducidas a grandes altitudes. El tiempo de cocinado se duplica para descensos de temperatura de 5 a 10°C, dependiendo del tipo de alimento. Esto puede influir en los resultados del Ensayo de Rendimiento de Cocina pero no tiene efecto en los Ensayos de Agua Hirviendo.

3. Humedad y contenido de agua

La humedad relativa del aire, HR, controla el equilibrio del contenido de agua, X, de la leña secada al aire, que en todo caso es humedad. La especie de leña y la temperatura también tiene alguna influencia, pero una primera aproximación útil está dada por:

$$\frac{\text{masa de agua}}{\text{masa de leña seca}} = X \approx 0.2 \text{ HR}^*$$

Por ejemplo, en aire saturado (HR = 1), un kg. de leña seca contendrá cerca de 0.2 kg. de agua (posiblemente más). Para una humedad relativa menor, HR = 0.6, el contenido de agua, X, caerá a un valor cercano a 0.12. Por supuesto que la humedad relativa, HR, y el contenido de agua, X, pueden igualmente ser expresados en forma porcentual.

Obviamente, el valor específico de calentamiento, esto es H_x de la leña húmeda es menor que el valor de calentamiento o calorífico de la leña seca, H_o . Puede mostrarse entonces que, para un contenido de humedad moderado ($X < 0.2$)

$$H_x \approx H_o(1-X) \approx H_o(1-1.1 X')$$

* El contenido de agua puede ser expresado con referencia a la cantidad de leña seca como se ha hecho arriba o, alternamente, con referencia a la cantidad de leña húmeda:

$$X' = \frac{\text{masa de agua}}{\text{masa de leña húmeda}}$$

Como una consecuencia, para un trabajo dado, se hará necesaria una mayor cantidad de leña húmeda que de leña seca. Esto puede ser considerado calculando un consumo equivalente de leña seca de una cantidad medida de leña húmeda.

$$\text{(equivalente de leña seca) } M_o = (1-X) \cdot M_x \text{ (leña húmeda)}$$

4. Medidas de humedad

El contenido de agua (X) de leña secada al aire puede estimarse a partir de la humedad relativa, HR, (ver Anotación Técnica No. 1) ($X = 0.2 \text{ HR}$).

El procedimiento más directo y preciso es, efectuar una doble pesada de la muestra, ya sea húmeda o secada al aire, así: primero tal y como se encuentre, y después de haberlo secado en un horno (a 110°C durante 24 horas o más, dependiendo del tamaño de la muestra). Con los datos de M_x (peso húmedo) y de M_o (peso seco):

$$X = (M_x - M_o) / M_o \text{ o alternamente: } X' = (M_x - M_o) / M_x$$

En trabajo de campo, la primera pesada es hecha en el sitio de ensayo (M_x). La segunda pesada puede ser hecha posteriormente en un laboratorio.

Alternamente, el contenido de agua, X, puede ser medido con un probador operado a baterías el cual usa la resistencia eléctrica de la muestra como un indicador de su contenido de agua o humedad. Los resultados dependerán ligeramente de las especies de leña y de la calidad del instrumento utilizado.

5. El Peso (masa)

La operación de pesar puede realizarse con una buena balanza.

Para ensayos de campo, los instrumentos de lectura directa son preferibles, pues no se necesita de ningún ajuste de los pesos. Las balanzas de resorte son adecuadas si poseen una amplia escala de lectura, buen poder de resolución o análisis y si son usadas dentro de un rango del 20 al 100% de su capacidad total. Las balanzas de resorte deben ser ocasionalmente chequeadas con pesos calibrados (1 litro de agua pesa 1 kg., etc.) Un conjunto de balanzas con diferentes capacidades de escala total debieran usarse, por ejemplo, de 1, 5 y 15 kg. Compárelas una con otra, debieran darle la misma lectura para la misma carga.

La canasta de pesaje usada en una balanza, debiera ser tan liviana como sea posible, ya que la precisión se pierde cuando la diferencia entre dos pesadas es relativamente pequeña.

6. Volumen

Los volúmenes se pueden medir con botellas graduadas. Uno puede también usar botellas disponibles en el comercio pero que tengan volúmenes conocidos ($1/4$, $1/3$, $3/4$, $1/1$ litro). Una balanza puede hacer el trabajo, si recuerda que 1 litro de agua pesa 1 kg.

7. Temperatura

Los termómetros de mercurio son por lo general precisos pero, también son fáciles de quebrarse. Si el vidrio se raja o quiebra, la columna de líquido puede separarse. Termómetros de resorte deben mantenerse a mano. Los termómetros metálicos son más resistentes pero necesitan calibraciones periódicas que no necesitan los de vidrio. Termistores y Termocuplas operados a batería y recargables, han probado ser muy útiles en trabajo de campo, sin embargo procure no usar modelos con lectura digital dificultosa cuando son leídos bajo exposición directa de

la luz solar. En cualquier caso, busque instrumentos con escala grande pues ellos le ofrecen una mejor resolución y precisión.

Antes de usar un termómetro para ensayos de estufa, pruébelo con agua visiblemente en ebullición y determine cualquier diferencia entre la lectura y el punto normal de ebullición calculado para esa altitud de prueba:

$$\text{Punto de ebullición real} = \frac{100 \text{ altura (metros)}}{300}$$

Para los Ensayos de Agua Hirviendo, el fuego lento significa que la temperatura del agua se mantiene a un punto no menor de 5°C por debajo de la temperatura de ebullición real. Si la temperatura del agua cae por debajo de este punto, debe descontinuarse la prueba.

8. Descripción de la estufa y la olla

Los ensayos se refieren a una combinación de la estufa y de la olla, donde las dimensiones internas son las más importantes, no así las externas. Por lo tanto:

- Debe dar una descripción completa de la olla (tamaño, forma, peso, capacidad, material, etc.).
- Debe dar una descripción funcional de la estufa (dimensiones internas, peso total, grosor de las paredes, etc.). Haga dibujos mostrando la vista en planta, la vista frontal, el corte con las ollas colocadas, etc. (ver figura 4).
- Asegurese de reportar qué tan bien ajustan las ollas en la estufa. A veces las dimensiones netas internas de la cámara de combustión o de fuego y de los ductos de gases de chimenea no pueden ser medidas directamente. Pueden ser calculadas a partir de la información ya obtenida previamente; por

ejemplo, sustrayendo la altura de la olla de la distancia combinada desde el topo de la olla hasta el tope de la estufa y desde el fondo de la olla hasta el fondo del ducto de los gases de chimenea o de la cámara de combustión ($W = X + Y - Z$, en la figura).

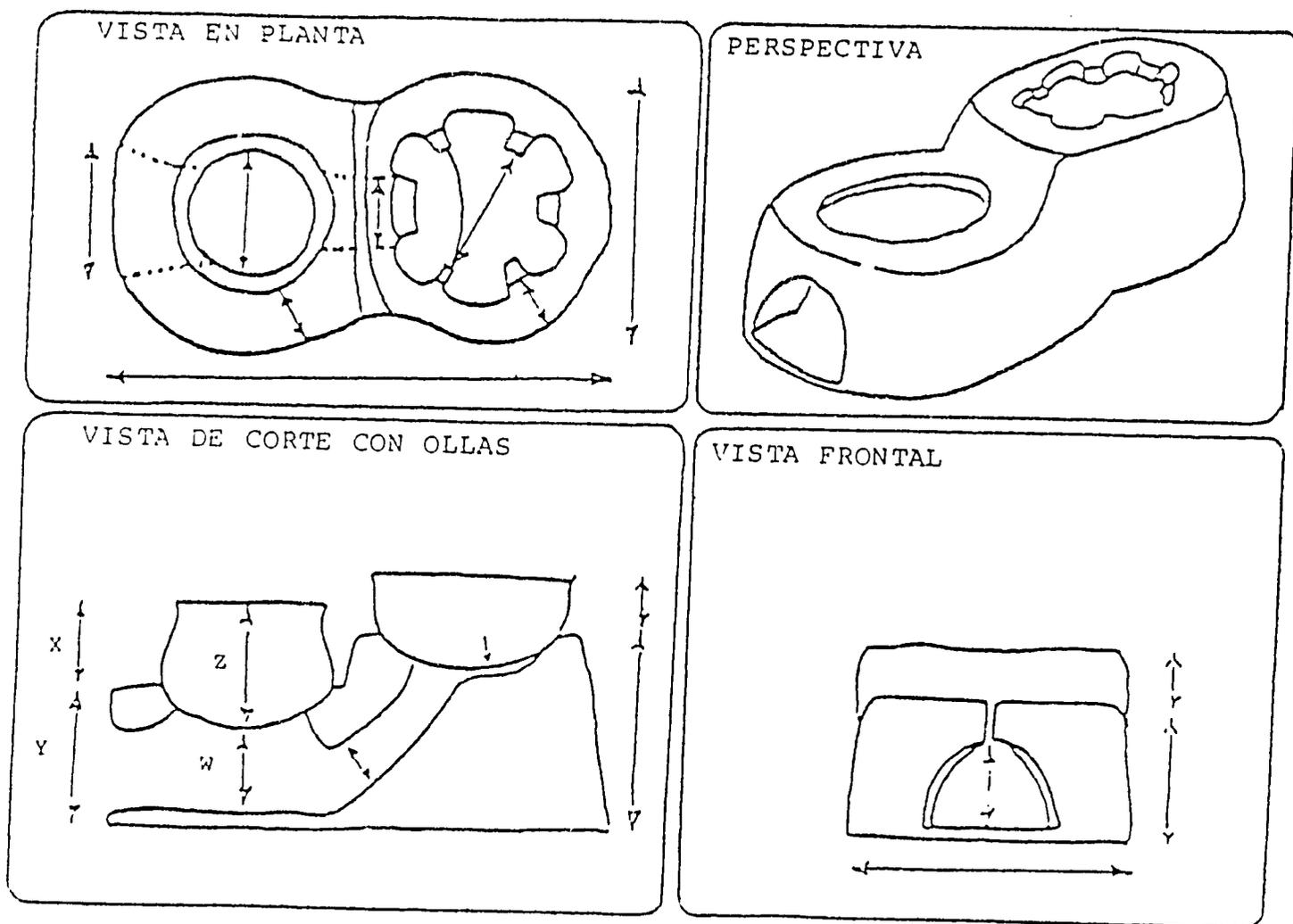


Figura 4

Vistas de la estufa para dibujar una descripción para el reporte de la prueba

Es dificultoso reportar la forma en que una olla encaja en los hoyos de la estufa, el hoyo para las ollas debe ser descrito en la forma más clara posible. Reporte el grosor de la parte superior de la estufa y los diámetros de los hoyos exterior e interior. Las longitudes son fácilmente medidas. Si no posee una cinta de medir a la mano, recuerde que el papel estándar ISO-A4 es de 297 x 210 mm; usted puede usar papel cudriculado de 5 mm. de su cuaderno de notas. La palma de la mano de un hombre es de aproximadamente 20 cm. El diámetro de la olla esferoidal se puede obtener a partir de la circunferencia L conforme se mide, por ejemplo, con una cuerda así:

$$\text{Diámetro} = L/3.14$$

Para medir las dimensiones internas de la estufa que son difíciles de alcanzar, puede recurrir al uso de un par de palitos, le resultará más fácil y útil. Agarre los extremos de los palitos con una mano y métalos dentro de la estufa. Extienda las puntas hasta que alcance el espacio a ser medido. Mantenga esta posición de "V" mientras quita los palos y, mida la distancia entre las puntas con cualquier instrumento convencional (ver la Figura 5).

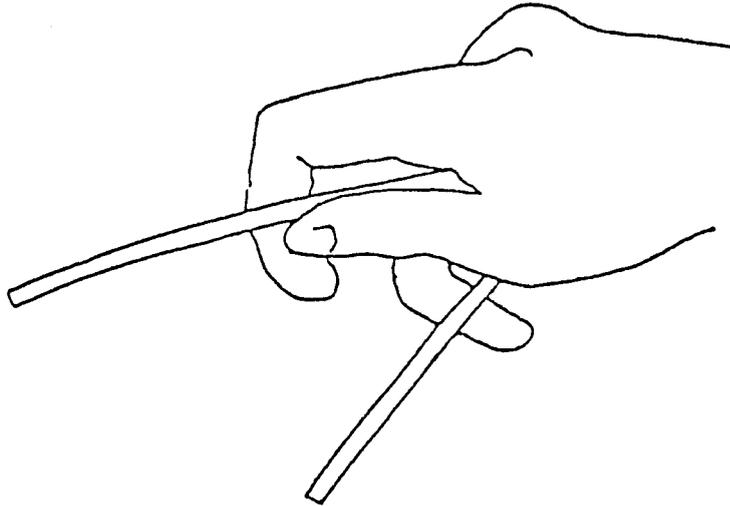


Figura 5

9. Variación de la leña

Los diferentes tipos, tamaños y condiciones de la leña son una fuente potencial de grandes variaciones en todos los ensayos que se han presentado aquí. Las siguientes precauciones pueden ayudar a minimizar esta variación:

- Utilice sólo leña que haya sido completamente secada al aire. El tiempo de secado para leños de 3 a 4 cm. de diámetro puede ser de tres a ocho meses, dependiendo de la temperatura, humedad relativa, grado de protección contra la lluvia y la llovizna, de la cantidad de aire circulando a través de la pila de leña y, la especie de leña. Generalmente la leña secada al aire es de peso liviano y frágil. El agua caliente y el vapor no debiera escaparse de la leña conforme se va quemando.

- La leña podrá ser cortada de un tamaño uniforme (3 x 3) cm., por ejemplo) y sólo esta leña será usada para realizar los ensayos en la estufa. Mientras lo anterior da uniformidad, usualmente es dificultoso encender y mantener una llama sin pedazos más pequeños o afilados.

Alternamente, si una serie de ensayos es planeada, prepare de antemano la pila de leña que se usará para cada ensayo. Las pilas deberán ser tan similares como sea posible en términos del tipo y tamaño de leña. Estos deberán ser atadas fuertemente para prevenir la pérdida de cualquier pedazo. El sellado de cada pila de leña en una bolsa plástica grande protegerá la leña de la humedad exterior.

- Protección de la leña de insectos trepanadores.

10. Encendido

Para los ensayos del Agua Hirviente y el Controlado de Cocina, es importante encender el fuego en la forma en que normalmente se hace en el núcleo familiar o en el área. Esto puede ser hecho, por ejemplo usando kerosina. Tres leños pueden ser sumergidos verticalmente dentro de la kerosina (aproximadamente a 8 cm. de profundidad) durante aproximadamente 5 segundos, decantando el exceso de kerosina. Esta leña debiera contener cerca de 10 gramos de kerosina (chequee este dato pesando la leña antes y después de sumergirla). Si lo prefiere una cantidad medida de kerosina (menor de 10 gramos) puede ser rociada sobre la leña. El tiempo de inicio del ensayo debe coincidir con el encendido de los pedazos de leña remojados en kerosina. Si lo desea, la kerosina utilizada puede considerarla como combustible utilizado, considerando que 1 gramo de kerosina equivale a aproximadamente 2 gramos de leña, sin embargo, la energía involucrada es tan pequeña que puede ser ignorada en los cálculos sin introducir error.

VOCABULARIO

ADULTO ESTANDARD EQUIVALENTE: Una forma estándar para definir y comparar el número de personas en un núcleo familiar. Ver Tabla II , página 35.

ALTA POTENCIA: Máxima potencia de la estufa. La fase de alta potencia en el Ensayo de Agua Hirviendo lleva el agua a ebullición tan rápidamente como le es posible y, la mantiene a ese nivel de calor durante 15 minutos. Ver página 7.

BAJA POTENCIA: Mínima potencia de la estufa. La fase de baja potencia en el Ensayo del Agua Hirviendo requiere que el fuego sea mantenido al nivel más bajo necesario para hervir agua a fuego lento durante una hora. Ver página 7.

COEFICIENTE DE VARIACION (CDV): Medida normalizada de variabilidad, es independiente de las unidades de la cantidad siendo medida. Vea Apéndice II.

CONSUMO ESPECIFICO (CE): Combustible consumido dividido por una medida del trabajo realizado. Ver Apéndice I.

CONSUMO ESPECIFICO DE COMBUSTIBLE: Una expresión de la cantidad total del alimento cocinado en el ECC, dividido entre la cantidad total de leña usada para cocinar. Vea el formulario de datos y cálculos del ECC en la página 25.

CONSUMO ESPECIFICO DIARIO (CED): Una expresión de la cantidad total de alimento cocinado en el ECC, dividido por la cantidad total de leña usada para cocinarla. Ver el formulario de cálculos y datos del ECC en la página 37.

CONSUMO ESPECIFICO ESTANDARD (CEE): Una expresión usada en el EAH para describir el equivalente de leña seca consumida en relación a la cantidad de agua evaporada de la primera olla en la estufa. Ver el Formulario de Cálculos y Datos del EAH en la página 15.

DESVIACION ESTANDARD: Un estadístico usado como una medida de la dispersión en una distribución, indicando la cantidad de variabilidad dentro de una serie de medidas. Ver Apéndice II.

EFICIENCIAS PARCIALES: Fracciones de la eficiencia total de un sistema. Para una estufa de cocinar éstas deben incluir eficiencia de la combustión, eficiencia en la transferencia de calor, eficiencia de la olla y eficiencia del control Ver Apéndice I.

ENSAYO CONTROLADO DE COCINA (ECC): Es un ensayo de laboratorio intermedio usado para comparar el combustible y tiempo utilizado para preparar una comida en diferentes estufas y, para determinar el rango de comidas que una estufa puede preparar en un área dada. Ver página 19.

ENSAYO DEL AGUA HIRVIENDO (EAH): Un ensayo simple de laboratorio para medir el combustible y tiempo necesario para cocinar un alimento en forma simulada. Ver página 6.

ENSAYO DE RENDIMIENTO DE COCINA (ERC): Una prueba de campo que mide el consumo de combustible en una situación normal del núcleo familiar. Ver página 29.

GRADOS DE LIBERTAD: El número de ensayos medidos menos el número de parámetros que han sido estimados en las mediciones. Ver Apéndice II.

KEROSINA: Combustible a base de petróleo, conocido como "parafina" en el inglés británico.

PORCENTAJE DE CALOR UTILIZADO (PCU): Una expresión comunmente usada para describir el rendimiento de la estufa, es calculada midiendo la ganancia de energía en todas las ollas (incremento en la temperatura más las pérdidas de evaporación), dividido por el calor suministrado por la leña o el carbón. Ver Apéndice I.

PRUEBA T: Usado para determinar si un parámetro usado en una prueba es significativamente diferente para distintas estufas. Ver página 65

RAZON DE CONSUMO: Es una expresión usada a veces en el Ensayo del Agua Hirviendo para describir la cantidad de agua evaporada de la primera olla en relación al agua evaporada de todas las ollas en la estufa; se calcula como: $RC = A_1/A_1 = A_2 + A_3 + \dots + A_n$, donde A es la cantidad de agua evaporada.

ABREVIATURAS

C	Centígrado
ECC	Ensayo Controlado de Cocina
cm	centímetro
CDV	Coficiente de Variación
OIE	Organización Internacional de Estándards
kg	kilogramo
ERC	Ensayo de Rendimiento de Cocina
kW	kilowatt
m/s	metros por segundo
PCU	Porcentaje de Calor Utilizado
HR	Humedad Relativa
CE	Consumo Específico
CEC	Consumo Específico de Combustible
CEE	Consumo Específico Estándard
t_e	tiempo para ebulir
EAH	Ensayo del Agua Hirviendo
CED	Consumo Específico Diario

APENDICE

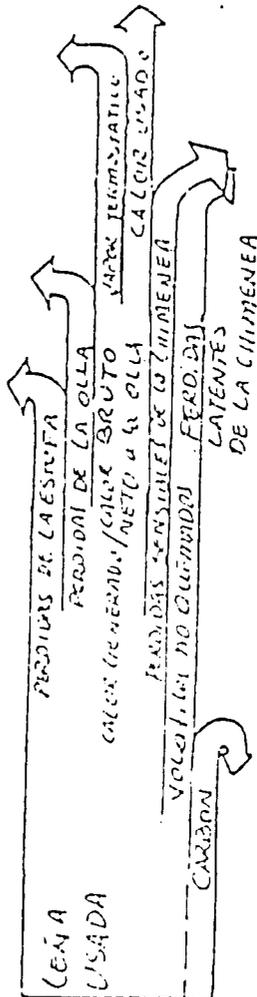
- I. Conceptos de Eficiencia
- II. Interpretando los Resultados del Ensayo
- III. Cantidades, Efectos de Escala y Otros Parámetros Influyentes
- IV. Participantes en la Reunión de Arlington
- V. Participantes en el "Seminario de Estufas de Leña" en Louvain
- VI. Participantes en la Reunión de Marsella
- VII. Otros Críticos

APENDICE I

Conceptos de Eficiencia

Existen muchas y diferentes maneras para visualizar el rendimiento y medir la eficiencia de una estufa. Un método ampliamente usado, es el que compara la energía que entra a la estufa con la energía que sale de ella y de allí se calcula el Porcentaje de Calor Utilizado (PCU). Un concepto de eficiencia que se considera más amplio, considera a las pérdidas energéticas causadas por la evaporación. Una vez alcanzado el punto de ebullición, ya sea para agua o para comidas, ya no se absorbe más calor; solo se produce un exceso del mismo. Por lo anterior, una estufa diseñada para mantener la temperatura de ebullición sin producir excesos de calor, resulta ser la más eficiente. En esta sección, se revisarán algunos métodos para medir la eficiencia.

1. Pérdidas de Energía



La Figura 6 muestra un diagrama del flujo de energía para una estufa de leña. La comida absorbe calor útil, pero las pérdidas de calor están asociadas con :

- combustión incompleta de la leña
- transferencia de calor de la estufa a los alrededores
- transferencia de calor de toda la superficie de las ollas (incluyendo las tapaderas)
- pérdidas de calor a través de la chimenea
- escape del vapor termostático de las ollas debido a una potencia excesiva de la estufa.

Figura 6

2. Eficiencias Parciales

Diferentes formas de eficiencias parcial se sugieren, por ejemplo:

eficiencia de combustión

$$\eta_c = \frac{\text{calor generado por la combustión}}{\text{potencial de energía en leña}}$$

eficiencia en la transferencia de calor

$$\eta_t = \frac{\text{consumo bruto de calor en la cazuela}}{\text{calor generado}}$$

eficiencia de la olla

$$\eta_p = \frac{\text{consumo neto de calor en la olla}}{\text{consumo de calor bruto}} = \frac{\text{calor bruto-pérdidas por las superficies}}{\text{consumo de calor bruto}}$$

eficiencia del control

$$\eta_r = \frac{\text{calor absorbido por la comida}}{\text{consumo neto de calor en la olla}}$$

estas eficiencias pueden asociarse con estufas trabajando en forma predecible o de una manera bien definida, tales como un nivel de potencia único o, con normas de cocinar definida

3. Eficiencia Total

Generalmente se usa una "eficiencia total de la estufa". Esta es el producto de las tres eficiencias parciales descrita anteriormente.

$$\eta' = \frac{\text{consumo neto de calor en la olla}}{\text{potencial de energía en leña}} = \eta_c \cdot \eta_t \cdot \eta_p$$

Se puede definir una eficiencia de cocina así:

$$\eta = \frac{\text{calor absorbido por la comida}}{\text{potencial de energía en leña}}$$

Este nivel de eficiencia final, considera a todas las pérdidas de calor. No es más que el resultado de multiplicar a la eficiencia total de la estufa por la eficiencia de control.

$$\eta = \eta_c \cdot \eta_t \cdot \eta_p \cdot \eta_r = \eta' \cdot \eta_r$$

4. Consumo Específico

Alternamente, el rendimiento de la estufa se puede expresar por medio del consumo específico en lugar de usar las eficiencias. Por ejemplo a un nivel de eficiencia de cocina:

$$CE = \frac{\text{masa de leña consumida}}{\text{masa de comida cocinada}}$$

Existe una relación con la eficiencia de cocina, pues:

$$\eta = \frac{\text{calor absorbido por la comida cocinada}}{\text{potencial de energía en leña}}$$

$$\eta = \frac{(\text{masa de comida cocinada}) \cdot c \cdot \Delta t}{(\text{masa de leña consumida}) \times \text{valor calórico}}$$

$$\text{Por lo tanto: } \eta = \frac{1}{CE} \cdot \frac{c \cdot \Delta t}{\text{valor calórico}}$$

donde C representa el calor específico de la comida y, T representa el cambio de temperatura (de la ambiental a la de ebullición).

$$CE = \frac{1}{\eta} \cdot \frac{c \cdot \Delta t}{\text{valor calórico}}$$

5. Tendencias Generales Esperadas y Correlaciones

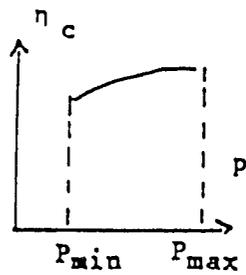


Figure 7

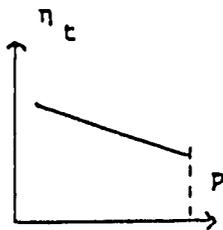


Figure 8

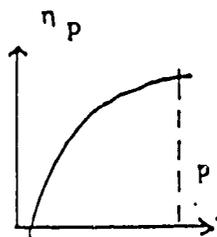


Figure 9

La eficiencia de combustión puede ser relativamente alta a la salida de una estufa de alta potencia (Figura 7). Sin embargo, por lo general una estufa tiene un rango de poder limitado, $P_{max} - P_{min}$, o, flexible, P_{max}/P_{min} . Abajo del nivel de potencia P_{min} , no es posible mantener una combustión estable, por lo consiguiente la eficiencia de combustión desaparece.

La eficiencia en la transferencia de calor se espera que aumente ligeramente cuando se reduzca la potencia de la estufa (Figura 8). Esto es una bien conocida tendencia en cualquier intercambiador de calor.

La eficiencia de la olla se puede representar como:

$$\eta_p = \left(1 - \frac{\text{pérdidas por la olla}}{\text{consumo bruto de calor}} \right)$$

Para una temperatura dada, las pérdidas en la olla se espera que sean constantes; de allí que la eficiencia de la olla decrezca conforme la potencia se reduce (Figura 9). Será cero cuando el consumo de calor bruto iguale a las pérdidas ocasionadas por la olla.

Finalmente, la eficiencia de con-

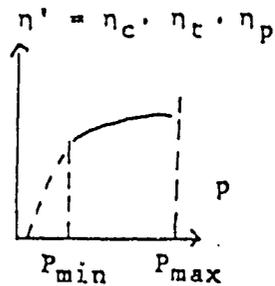


Figure 10

trol tiende a ser uno, siempre y cuando el agua no esté en ebullición. Cae a un valor cercano a cero cuando se genera vapor pues, es poco el calor que puede adicionalmente ser absorbida por la comida (excepto cuando se cocinan pedazos grandes) (Figura 10).

De lo anterior, puede observarse que la eficiencia total de la estufa es cero cuando, la olla es cocinada a fuego lento, sin producir vapor. En caso de que la estufa no pueda ser operada a este bajo nivel de potencia, la que será cero, será la eficiencia de cocina, y no la de la estufa.

6. Eficiencia en los Ensayos del Agua Hirviendo.

La eficiencia total de la estufa puede ser medida en los Ensayos del Agua Hirviendo, calentando la estufa a alta potencia o, calentándola a un nivel de potencia controlado en el que la generación de vapor simule al calor absorbido, Se puede dibujar una gráfica de potencia vrs eficiencia, usando los límites de potencia P_{min} - P_{max} .

La forma de medir la eficiencia de cocina es similar. Solo tenga presente que en este caso, la generación de vapor es una pérdida. A niveles de potencia de cocinado a fuego lento, la eficiencia de cocina se aproxima al valor de cero. El concepto de eficiencia de cocina, por lo consiguiente, ha sido aplicado a un ciclo que incluye a ambos, el período de calentamiento y el de cocinado a fuego lento. En este caso, sin embargo, la

eficiencia de cocina desciende conforme el tiempo de cocinado a fuego lento se incrementa.

Se obtiene un mejor enfoque a este problema usando los conceptos de consumo específico.

$$CE = \frac{1}{n} \cdot \frac{c \cdot \Delta t}{\text{valor calórico}} = \frac{\Delta t}{n} \cdot \frac{c}{\text{valor calórico}}$$

Cuando la eficiencia tiende a cero durante el proceso a fuego lento, el CE no tenderá al infinito (lo cual carece de sentido). La razón para esto es que también el cambio de temperatura (T) es cero.

Por razones prácticas, el reporte del Ensayo del Agua Hirviendo, debiera no solo ofrecer el consumo específico, sino que también los límites de potencia y de evaporación. Lo anterior hará más fácil predecir los resultados de los ensayos de cocina a partir de simples Ensayos del Agua Hirviendo como se muestra en la Anotación de Procedimiento No. 5 bajo el título de Ensayo del Agua Hirviendo.

Las eficiencias de cocina, pueden ser comprobadas en forma más realista en los Ensayos de Cocina. De nuevo, este concepto debiera ser ampliado a todo el ciclo de cocinado. Sin embargo, en los Ensayos de Cocina, el concepto de consumo específico es amplio y mayormente preferido.

La tabla III resume información del Ensayo de Agua Hirviendo (EAH), y muestra cómo los datos que se obtienen de este ensayo pueden ser usados para juzgar el rendimiento de una estufa en ensayos reales de cocina. En la parte superior de la tabla se encuentra información de Ensayos de Agua Hirviendo correspondientes a dos modelos de estufa. En la

parte inferior, esa información es aplicada a dos situaciones imaginarias de cocina. En el primer ensayo, 4 Kg. de comida son calentados hasta ebullición y luego son cocinados a fuego lento durante 90 minutos. En el segundo ensayo se repite la operación exactamente, con la excepción de que el cocinado a fuego lento se reduce a 15 minutos.

La cantidad de comida cocinada viene expresada por:

$$A' = 4 \text{ kg.}$$

La evaporación esperada de agua, A_e , se calcula a partir de la razón de evaporación en el Ensayo de Agua Hirviendo de la duración del ensayo de cocinado.

La comida y agua inicialmente usada viene dada por:

$$A' + A_e = A$$

El tiempo para llegar a ebullición, se espera que sea aproximadamente proporcional a la comida y agua iniciales

$$\frac{\text{(Tiempo para hervir)}_{\text{cocina}}}{\text{(tiempo para hervir)}_{\text{EAH}}} = \frac{\text{comida y agua inicial (ECC)}}{\text{agua inicial (EAH)}}$$

- El consumo esperado de madera es la suma de:
 - leña usada para hervir: $P_{\text{max}} \times \text{tiempo para hervir}$
 - leña usada en fuego lento: $P_{\text{min}} \times \text{tiempo de cocinado a fuego lento}$
- El consumo específico esperado se obtiene de:

$$C E = \frac{\text{leña para hervir} + \text{leña para cocinado a fuego lento}}{\text{agua evaporada, olla \#1}}$$

El enfoque anterior, ofrece un estimado, no una garantía. El consumo de leña podrá ser mayor que la mostrada debido a una flexibilidad dinámica limitada, a un control pobre de la estufa o a otras razones,

TABLA III

Uso de los Resultados del EAH para Calcular Rendimientos Esperados de la Estufa en un ECC

	Estufa 1	Estufa 2
Datos del EAH:		
Potencia P (kW)	2 - 4 kW	1 - 4 kW
	0.4 - 0.8 kg/h	0.2 - 0.8 kg/h
Flexibilidad ($P_{max} - P_{min}$)	2 kW	4 kW
Agua inicial A	5 kg	5 kg
Agua remanente A'	4.05 kg	4.68 kg
Evaporación A_e	0.95 kg/h	0.32 kg/h
Tiempo para ebullición t_e	20 min	30 min
ECC ₁	0.055	0.080
ECC ₂	0.167	0.127
$\eta' = \eta_c \eta_t \eta_p$	~ 0,3...0,3	~ 0,2...0,2
Prueba de cocina 1 (4 kg x 90 min a fuego lento)		
comida cocinada A'	4 kg	4 kg
agua evaporada A_e	$0.95 \times 90/60 = 1.43$ kg	$.32 \times 90/60 = 0.48$ kg
comida y agua inicial A	5.43 kg	4.48 kg
tiempo para ebullición t_e	$5.43/5 \text{ kg} \times 20 \text{ min} = 22 \text{ min}$	$4.48/5 \times 30 = 27 \text{ min}$
leña: para ebullición	$22/60 \times 0.80 = 0.294$	$27/60 \times 0.80 = 0.360$ k
para fuego lento	$90/60 \times 0.80/2 =$	$90/60 \times 0.80/4 = 0.300$ kg
consumo específico	$0.600/0.894$ kg 0.224	0.660 kg 0.165
Prueba de cocina 2 (4 kg x 15 minutos a fuego lento)		
comida cocinada A'	4 kg	4 kg
agua evaporada A_e	$.95 \times 15/60 = 0.236$ kg	$.32 \times 15/60 = 0.08$ kg
comida y agua inicial A	4.236 kg	4.08 kg
tiempo para ebullición t_e	$4.236/5 \times 20 = 17$ min	$4.08/5 \times 30 = 24.5$ min
leña: para ebullición	$17/60 \times 0.8 = 0.225$ kg	$24.5/60 \times 0.80 = 0.327$ kg
para fuego lento	$5/60 \times 0.8/2 =$	$15/60 \times 0.84 =$
consumo específico	$0.100/0.325$ kg CE = 0.081	0.050 kg/ 0.372 kg CE = 0.094

APENDICE II

Interpretando los Resultados del Ensayo

La serie de Ensayos del Agua Hirviendo, Controlado de Cocina o, del Rendimiento de Cocina, ofrecen muchas medidas de los mismos parámetros. Con el fin de obtener la mayor información e introspección de estos ensayos, resulta útil realizar unos pocos y relativamente sencillos cálculos estadísticos.

El primer cálculo a hacer a partir de un número de ensayos, como los de consumo específico de combustible, consumo específico estándar, etc., es el promedio o media aritmética. La media aritmética del parámetro X de n valores, viene dado por:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = \frac{1}{n} (X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n) \quad (1)$$

El segundo estadístico de importancia que debe calcular es la desviación estándar. Esta caracteriza a la variabilidad entre las diferentes pruebas para un mismo parámetro. La desviación estándar viene dada como:

$$s = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right]^{1/2} \quad (2)$$

El cociente de la desviación estándar y la media, da como resultado a un parámetro conocido como el Coeficiente de Variación (CDV). El CDV es una medida normalizada de la variabilidad la cual, es independiente de las unidades de la cantidad siendo medida.

$$CDV = s / \bar{X} \quad (3)$$

El cálculo de la media, la desviación estándar y del CDV, debiera ser aplicado a ensayos de series individuales en los que, el CEE, CED, el PCU, etc., están siendo determinados, lo mismo se aplica a los ensayos de cocinado y cocina donde la diferencia

en consumo de combustible o CED entre dos diferentes tipos de estufa o condiciones de operación están siendo estudiados. En el último caso, el parámetro de ensayo es primero promediado para cada núcleo familiar/cocina (en caso de que se estén realizando ensayos múltiples para cada cocinero), y posteriormente promediados entre núcleos familiares/cocineros para determinar el promedio total de uso o de ahorro. El valor medio de una cantidad se puede estimar más precisamente conforme se practiquen más medidas de la cantidad involucrada. El error estándar de la media calculada, corresponde a la precisión con la cual realizamos este estimado.

$$\text{Error Estándar} = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

donde n es el número de medidas y S es la desviación estándar. Existe un 95% de probabilidades de que la media real caiga dentro del rango de \pm del valor de la media estimada (ver ejemplo abajo). La variabilidad puede ser evaluada dentro del núcleo familiar o, entre varios núcleos familiares.

La tabla IV, muestra los resultados de un conjunto de Ensayos de Rendimiento de Cocina, en los que se compara el sistema de fuego abierto o de "tres piedras" y de estufas de leña diseñadas por un voluntario del Cuerpo de Paz, en Kaya, Upper Volta (Hooper, 1980). Las pruebas realizadas sobre la base de una comida, fueron llevadas a cabo por voluntarios del Cuerpo de Paz (Schroeder, 1981). El consumo de combustible por comida, fue evaluado en seis núcleos familiares, con un total de 9 a 13 ensayos realizados por cada casa.

TABLA IV

Datos del Monitoreo del Rendimiento de Cocina a partir de una Serie de Ensayos con Fuego Abierto y estufas tipo "Kaya"

Núcleo Familiar	Tamaño del Núcleo	Leña usada por comida (kg) *		Ahorro de leña de la estufa "Kaya" en relación al fuego abierto.	
		fuego abierto	estufa "Kaya"	(kg/comida)	%
1	12	3.72 (5)	3.00 (4)	0.72	19
2	6	3.69 (7)	2.84 (5)	0.85	23
3	8	2.58 (6)	1.88 (6)	0.70	27
4	14	4.45 (4)	3.05 (6)	1.40	31
5	6	3.82 (6)	2.13 (7)	1.69	44
6	10	3.10 (4)	2.42 (6)	0.68	22
		3.56 (32)	2.55 (34)	1.01	28

* Los números entre paréntesis se refieren al número de comidas sobre las cuales se promedió el consumo de leña (combustible).

Los resultados de las pruebas dentro de cada núcleo familiar para cada estufa en particular, son primero promediados como se muestra en la tabla. Luego, el acto de promediar todos los núcleos familiares, se realiza con el fin de calcular los ahorros totales en promedio de leña. En este ejemplo, el ahorro promedio es de 1.01 kg/comida, o si se quiere, el 28% del consumo de leña en un fuego abierto.

Un alto grado de variabilidad entre los ensayos (es decir, para CDV mayores del 30%), indican que existen uno o más factores que no fueron controlados en el desarrollo de las pruebas y que influyeron grandemente en los resultados. En núcleos familiares donde se desarrollen Ensayos del Rendimiento de Cocina, se esperan altos niveles de variabilidad, pero esto no debería ocurrir en pruebas de laboratorio realizadas con un estricto control.

El promedio y la desviación estándar pueden ser usados para calcular intervalos de confianza. Asumiendo que los resultados de una serie de cálculos del mismo parámetro están normalmente distribuidos, el intervalo de confianza del 95% estará dado por:

$$\text{Intervalo de Confianza del 95\%} = \bar{X} \pm 2S \quad (5)$$

Esto significa que las probabilidades de que el parámetro que se mida se encuentre entre $\bar{X} - 2S$ y $\bar{X} + 2S$ es del 95%.

La comparación del consumo de leña, CCE, eficiencia, etc., entre dos diferentes tipos de estufa, o condiciones de operación es una prueba común y objetiva. La prueba "t" de Student se usa para determinar si el parámetro de ensayo es significativamente diferente para diversos tipos de estufa o condiciones de operación, así como la significancia de cada diferencia. A fin de efectuar la prueba "t", deben calcularse la media y la desviación estándar de cada grupo de pruebas. Luego, el valor de "t" puede calcularse así:

$$t = \frac{X_1 - X_2}{\left[\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} \right]^{1/2}} \quad (6)$$

donde los subíndices 1 y 2 se refieren a cada estufa o, a cada condición de operación. \bar{X} , S, y n, corresponden a los valores del promedio, la desviación estándar y al número de ensayos respectivamente y para cada situación.

El valor calculado de "t", es luego comparado con los valores de "t" dados en una tabla para determinar si la media de un grupo es significativamente mayor que la media del otro. A continuación, encontrará una tabla resumida con valores de "t". Los valores de la tabla están listados como una función de los "grados de libertad" y el nivel de significancia. Los grados de libertad representan simplemente el número de medidas de prueba, menos el número de parámetros que han sido estimados sobre la base de las mediciones.

TABLA V

Tabla T

Grados de libertad	Nivel de significancia α (%) *				
	10	5	2.5	1	0.5
1	3.08	6.31	12.70	31.80	63.70
2	1.89	2.92	4.30	6.98	9.92
3	1.64	2.35	3.18	4.54	5.84
4	1.53	2.13	2.78	3.75	4.60
5	1.48	2.01	2.57	3.36	4.03
6	1.44	1.94	2.45	3.14	3.71
7	1.42	1.90	2.36	3.00	3.50
8	1.40	1.86	2.31	2.90	3.36
9	1.38	1.83	2.26	2.82	3.25
10	1.37	1.81	2.23	2.76	3.17
11	1.36	1.80	2.20	2.72	3.11
12	1.36	1.78	2.18	2.68	3.06
13	1.35	1.77	2.16	2.65	3.01
14	1.34	1.76	2.14	2.62	2.98
15	1.34	1.75	2.13	2.60	2.95
16	1.34	1.75	2.12	2.58	2.92
17	1.33	1.74	2.11	2.57	2.90
18	1.33	1.73	2.10	2.55	2.88
19	1.33	1.73	2.09	2.54	2.86
20	1.32	1.72	2.09	2.53	2.84
21	1.32	1.72	2.08	2.52	2.83
22	1.32	1.72	2.07	2.51	2.82
23	1.32	1.71	2.07	2.50	2.81
24	1.32	1.71	2.06	2.49	2.80
25	1.32	1.71	2.06	2.48	2.79
26	1.32	1.70	2.06	2.48	2.78
27	1.31	1.70	2.05	2.47	2.77
28	1.31	1.70	2.05	2.47	2.76
29	1.31	1.70	2.04	2.46	2.76
30	1.31	1.70	2.04	2.46	2.75
∞	1.28	1.64	1.96	2.33	2.58

* Este es el nivel de significancia de un lado que se aplica para probar si la media de una población es mayor que la media de otra.

En este caso:

$$\text{Grados de Libertad} = n_1 + n_2 - 2$$

El nivel de significancia es el porcentaje de probabilidad de que el resultado que indica la prueba "t", sea falso. De allí que, la diferencia estadística entre medias, a partir de los dos grupos, se incrementa conforme disminuya el nivel de significancia.

La tabla para la prueba "t", se usa comparando los valores de "t" calculados con los de la tabla, usando los grados de libertad apropiados. Se puede decir que la media de un grupo de pruebas es mayor que otro, a un cierto nivel de significancia si, el valor calculado de "t" es mayor que la cifra que aparece en la tabla a ese nivel.

La prueba "t" se puede ilustrar mediante el uso de los datos del Ensayo de Rendimiento de Cocina que se presentaron en la página 29. Los ensayos a fuego abierto del núcleo familiar, promediaron $X_1 = 3.56$, $S_1 = 0.644$ y, $n_1 = 6$. Los resultados para la estufa tipo "Kaya", $X_2 = 2.55$, $S_2 = 0.485$ y, $n_2 = 6$. El valor que resulta de \underline{t} usando la ecuación 6 es de 3.07. Además existen $6 + 6 - 2 = 10$ grados de libertad, pues las medias de cada grupo han sido calculados. Al usar la tabla puede verse que el valor de "t" calculado es mayor que la cifra dada para un nivel de significación del 1%, (2.76) pero que es menor para un nivel de significancia del 0.5% (3.17). Por lo tanto existe menos del 1% de probabilidad de que el ahorro de leña obtenido se haya debido a una casualidad. Además, la ecuación 11, nos indica que el intervalo de confianza del 99% para el consumo específico de leña es de $1.01 \pm (2.76 \times 0.108 \times 3.055) = 1.01 \pm 0.91$ kg/comida. Lo anterior significa que existe un 99% de probabilidad de ahorrar entre 0.10 y 1.92 kg/comida. Esto es consistente con el intervalo de confianza del 95% que se calculó para la estufa "Kaya" y que, se discutió anteriormente.

Esta prueba puede usarse también para comprobar la forma en que factores no controlados en los ensayos de cocinado y cocina afectan la economía de leña. Esto se hace dividiendo la población del ensayo en dos grupos, de acuerdo al factor de interés. La división puede hacerse juntamente con aspectos socio-económicos (por ejemplo, ingreso alto/bajo, tamaño de familia, grande/pequeña) o basarse en un factor relacionado con la cocina (por ejemplo, tamaño de olla). Si se observa una relación significativa entre la economía de leña y otros factores relacionados con la cocina, puede resultar apreciable estudiar a ese factor en forma más sistemática usando el Ensayo del Agua Hirviendo. Finalmente, es posible reducir el consumo de leña incentivando costumbres que tengan correlación con economías altas de leña (y viceversa en caso de costumbres ineficientes).

Selección del Tamaño de Muestra

El análisis estadístico de los resultados del ensayo, puede resultar útil además para escoger un tamaño apropiado de muestra (esto es, el número de ensayos que deben realizarse). Es posible seleccionar un tamaño de muestra para ensayos comparativos basándose en la diferencia anticipada de medias, variabilidad y en el nivel de significancia deseado. Como una alternativa, se puede realizar un relativamente pequeño número de ensayos con cada estufa o condición de operación, digamos cerca de cinco de cada uno. Entonces, se calcula el nivel de significancia de la diferencia de medias y, se pueden realizar más ensayos hasta obtener un nivel de significancia adecuado, lo anterior, si ese nivel adecuado no se ha obtenido en la primera ronda de pruebas (y asumiendo que las pruebas iniciales reportan resultados alentadores).

El nivel de significancia (α) con el cual, las medias de dos muestras de datos pueden ser distinguidas, depende del número de mediciones (tamaño de muestra), la desviación estándar de las mediciones y, la diferencia entre las medias de la muestra. En caso

que el nivel de significancia (α) equivalga a la desviación estándar total para las dos muestras (el denominador de la ecuación 6) dividido entre el promedio de todas las pruebas,

$$d = \left[\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2} \right]^{1/2} / \bar{X} \quad (7)$$

$$\text{donde } \bar{X} = (\bar{X}_1 + \bar{X}_2)/2 \quad (8)$$

y que "d" sea la diferencia entre las medias de las dos muestras dividido entre el promedio de todas las pruebas,

$$d = (\bar{X}_1 - \bar{X}_2) / \bar{X} \quad (9)$$

entonces el número de mediciones en cada muestra (tamaño de muestra) n está dado por

$$n > 2[(t_{\alpha}^k)_{a/d}]^2 \quad (10)$$

donde t_{α}^k es el valor de t que corresponde a un nivel de significancia de α y para k grados de libertad.

Para pruebas comparativas en las cuales, las medias de cada muestra son derivadas, $k = n_1 + n_2 - 2$, la ecuación 10 es un poco difícil de evaluar, pues t_{α}^k es una función de k y por lo consiguiente de n. Sin embargo, el valor de t tomado de la tabla, muestra que para valores de n mayores de 8, $t \approx 2.1$ para un nivel de significancia del 2.5%, $t \approx 1.7$ para un nivel del 5% y $t \approx 1.3$ para un nivel del 10%. Para valores de n menores de 8, se puede resolver a la ecuación 10 en forma iterativa.

Las tablas siguientes, se han calculado mostrando tamaños muestra requerida para dos valores específicos de α . Como era de esperarse, las tablas muestran que, el número de pruebas necesarias aumenta conforme el nivel de significancia y la dife-

rencia porcentual de medias disminuye y el factor del coeficiente de variación (α) aumenta. Debido a que el nivel de significancia es la probabilidad de que los ahorros que se observan son casuales y que no se darán en mayores escalas, (esto es, en la población como un todo), un menor nivel de significancia implica que los ahorros que se anotan son más probables que se den en una situación real. Para las estufas de leña, un nivel del 5% otorgará una base confiable de los ahorros, aún un nivel del 10% se acepta como razonable.

TABLA VI

Mínimo de Tamaños de Muestra para varias Diferencias Porcentuales entre Medias y Niveles de Significación

1) (α) = 0.40

Diferencia Porcentual entre medias ($d \times 100$)	Nivel de Significacia		
	10%	5%	2.5%
10	54	92	128
20	14	23	32
30	7	11	14
40	5	7	9
50	3	5	7

2) (α) = 0.25

Diferencia Porcentual entre medias ($d \times 100$)	Nivel de Significacia		
	10%	5%	2.5%
10	21	36	55
20	6	9	14
30	4	5	7
40	3	4	5
50	2	3	4

Las tablas anteriores muestran que si la diferencia porcentual entre medias es del 30% o mayor, entonces, con cada estufa o condición de operación se pueden realizar un número menor de 10

pruebas para un nivel de significancia del 5% y de 7 pruebas o menos para un nivel del 10%. Sin embargo, en caso de que la diferencia porcentual entre medias sea de sólo el 10%, entonces se requerirá un número de 20 pruebas o más. Como se estableció previamente, al limitar la variabilidad entre pruebas por medio de un control cuidadoso de las mismas, se obtendrá una disminución del nivel de significancia, α ; y de esa manera se reducirá el número de pruebas necesarias para llegar a resultados estadísticamente significativos.

Intervalo de Confianza para las pruebas "t"

El intervalo de confianza para la diferencia entre medias de dos muestras (esto es, los ahorros promedio) para el nivel de significancia α está dado por:

$$(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) \pm (t_{\frac{\alpha}{2}} \bar{X}) \quad (11)$$

Lo anterior significa que los ahorros reales tienen una probabilidad de $(100 - \alpha) \%$, de caer en el rango de $[X_1 - X_2 - t_{\frac{\alpha}{2}} \bar{X}]$ a $[X_1 - X_2 + t_{\frac{\alpha}{2}} \bar{X}]$.

APENDICE III

Cantidades, efectos de escala y otros parámetros influyentes

La cantidad teórica de calor neto necesaria para hacer la comida es proporcional a la cantidad de agua o comida presente, o, indirectamente proporcional al tamaño de la familia. De allí que se use el concepto de consumo específico, que es un consumo por kg (EAH) o per capita (ERC).

Sin embargo, otros efectos de escala distorsionan el cuadro. Por ejemplo, se espera que el consumo específico de leña sea mayor en una familia pequeña.

Se puede demostrar que, -- con ollas de geometría similar, temperaturas y densidades de flujo de calor parecidas -- el tiempo y combustible necesario para cocinar, cambia con el tamaño de la olla.

- Tiempo para ebullición: se incrementa con el diámetro de la olla (o con la raíz cúbica de la capacidad)
- Pérdidas de calor al calentar: son las mismas para cualquier tamaño de olla
- Pérdidas de calor con fuego lento: son inversamente proporcionales al diámetro de la olla (o a la raíz cúbica de la capacidad)

El primer efecto de escala sobre el tiempo necesario puede ser considerado por medio de un tiempo "específico", TE, el cual se obtiene a partir del tiempo de ebullición, te. Considerando un diámetro de 25 cm (cerca de 10") como diámetro referencial del recipiente:

$$TE = \frac{\text{tiempo para ebullición} \times \text{diámetro máximo del recipiente (cm)}}{25}$$

Los efectos de escala que involucran consumo de combustible, difícilmente pueden incluirse, pues son diferentes para operaciones a alta y baja potencia. Debieran mantenerse en mente al interpretar los resultados. Por ejemplo, al comparar un recipiente de 8 litros con uno de 1 litro, se necesitará el doble de la cantidad de tiempo para llegar al punto de ebullición, pero sólo la mitad del consumo específico de leña para un cocinado a fuego lento.

Muchos otros parámetros pueden influir en el consumo de leña, a menudo en forma impredecible. La batería de cocina no es responsable, por sí misma, del rendimiento de la estufa. Este último dependerá del grado de expertaje, atención y estilo del usuario y por ende no puede ser estandarizado o expresado en forma de "factor de corrección". Por lo anterior, es importante reportar los antecedentes en la manera más completa posible.

ANNEXE IV

Participantes en la Reunión de Arlington

Dr. Samuel Baldwin CILSS/VITA B.P. 3826 Ouagadougou, Upper Volta	Mr. Hamata Ag Hantafaye Laboratoire d'Energie Solaire B.P. 134 Bamako, Mali
Prof. dr. ir. G. de Lepeleire Laboratorium voor Koeltechniek en Klimaatregeling Katholieke Universiteit Leuven Celestijnenlaan 300 3030 Heverlee, Belgium	Mr. Stephen Joseph Intermediate Technology Development Group 9 King Street London WC2E 8HN United Kingdom
Dr. Dhammika de Silva Wood and Cellulose Section Ceylon Institute for Scientific and Industrial Research P.O. Box 787 363 Bauddhaloka Mawatha Colombo 7, Sri Lanka	Ms. Karen Kennedy Aprovecho Institute 442 Monroe Street Eugene, Oregon 97402 USA
Dr. Gautam S. Dutt Center for Energy and Environmental Studies Princeton, NJ 08544 USA	Prof. dr. K. Krishna Prasad University of Technology, W&S P.O. Box 513 5600 MB Eindhoven, The Netherlands
Mr. Howard Geller American Council for an Energy-Efficient Economy 1001 Connecticut Ave., N.W. Suite 530 Washington, DC 20036 USA	Ing. Marco Augusto Recinos Proyecto Leña ICAITI Apartado Postal 1552 Avenida la Reforma 4-47, Zona 10 Guatemala, Guatemala, C.A.
Dr. C.L. Gupta TERI Field Research Unit c/o Sri Aurobindo Ashram Pondicherry 605002 India	Mr. Sylvain Strasfogel Association Bois de Feu 73, avenue Corot 13013 Marseille, France
	Dr. Timothy S. Wood VITA 1815 North Lynn Street Suite 200 P.O. Box 12438 Arlington, Virginia 22209-8438 USA

Observadores en la Reunión de Arlington

Mr. Stephen Klein
Energy Policy Advisor
AID/PPC Room 3887
Agency for International Development
Washington, DC 20523 USA

Mr. Fernando Manibog
Energy Department
Room D-435
World Bank
1818 H Street, N.W.
Washington, DC 20433 USA

Dr. Robert Morgan
(VITA Corporation Member)
Science Policy Fellow
The Brookings Institution
1775 Massachusetts Avenue, N.W.
Washington, DC 20036 USA

ANNEXE V

Participantes en el Seminario de Estufas de Leña en Louvain

- Michel Christiaens
- G. de Lepeleire
Laboratorium voor Koeltechniek en Klimaatregeling
Katholieke Universiteit Leuven (Louvain)
Celestijnenlaan 300A
B-3030 Heverlee, Belgium
Tel.: 016-23.49.31
- Beatrix Westhoff
- Franz Zinner
Sozietat für Entwicklungsplanung (SFE)
Friedrichstrasse 38
D-6000 Frankfurt am Main 1, West Germany
- Van der Spek Alexander
- P. Bussman
- K. Krishna Prasad
- Vermeer Nord-Jan
- C. Nieuwelt
- M. O. Sielcken
- P. Verhaart
- P. Visser
- P.T. Smulders
- S.F. Laperre
- N. Eossche
Technische Hogeschool Eindhoven (THE)
Postbus 513
5600 MB Eindhoven, The Netherlands
Tel: 47.38.30/47.21.47
- D.L.M. Baay
- Eric Ferguson
- W.F. Sulilatu
TON/MT
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn, The Netherlands
- Robert Celaire
GRET/GERES, 34 rue Dumont d'Urville, 75116 Paris France
Tel: 502.10.10
Centre St. Jérôme
13397 Marseille Cedex 13, France
Tel: 98.90.10, ext 367, code 264

- P. Dunn
Department of Mechanical Engineering
University of Reading
Whiteknights
Reading RG6 2AH, United Kingdom

- H.E. Huynink
Populierendreef 257
2272 RE Voorburg
The Netherlands

- Yvonne Shanahan
- Stephen Joseph
ITDG Power Unit
A.R.S. Shinfield
University of Reading
Whiteknights
Reading RG6 2AH, United Kingdom

- Waclaw L. Micuta
Bellerive Foundation
5, rue du Vidollet
CH-1202 Geneva, Switzerland
Telex: 427993, tel: (22)33.74.22

- Rainer Geppert
- Cornelia Sepp
GTZ GmbH
Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
Postfach 5180
Dag-Hammerskjöldweg 1
D-6236 Eschborn 1, West Germany

- Peter Pluschke
GATE (German Appropriate Technology Exchange)
Postfach 5180
D-6236 Eschborn 1, West Germany

- Günter Salzmann
Friedrichstrasse 38
D-6000 Frankfurt/Main

- Ianto Evans
Aprovecho Institute
442 Monroe Street
Eugene, Oregon 97402 USA
Tel: 503/683-2776

- Robert Chomé
- Anne Spirlet
- Michel Taymans
Agence Internationale du Développement Rural (AIDR)
Handelsstraat 20
B-1040 Brussels, Belgium

- Alice Guidicelli
CEE-Développement/Energie
Berlament 995
B-1049 Brussels, Belgium
Tel: 02/735.00.40, ext. 3771

- J.A. Boer
Ministry Foreign Affairs
Muzensstraat 30
The Hague, The Netherlands

- Dr. Timothy Wood
VITA
1815 North Lynn Street, Suite 200
P.O. B0x 12438
Arlington, Virginia 22209-8438 USA
Tel: (703) 276-1800

- Bernard Kauffmann
GRDPR
145, rue St. Dominique
75007 Paris, France
Tel: 705.16.29

- Louis Vroonen
ABGS (Ministry of Developing Countries)
Maraveldplein 5
1050 Brussels, Belgium

- Sylvain Strasfogel
Association Bois de Feu/GRET
73, avenue Corot
13013 Marseille, France
Tel: (91) 70.92.93

- J.B. Roggeman
Club du Sahel
13-15 Chaussée de la Muette
75016 Paris, France

- Vera Van Eenoo
Zeeptstraat 50
B-2850 Keerbergen, Belgium

- Donaat Cosaert
- Chris Avondts
ATOL
Plijde Inkomststrzat 9
B-3000 Louvain, Belgium

- Luc Vandaele
Werkgroep Zachte Technologie
St. Janshuis
Celestijnenlaan
B-3030 Heverlee, Belgium

- Joseph Melotte
Zandheuvel 1, Appt. 123
B-8401 Bredene, Belgium

ANNEXE VI

Participantes en la Reunión de Marsella, 12-14 Mayo, 1982

Beatrix Westhoff
Sozietat für Entwicklungsplanung (SFE)
Friedrichstrasse 38,
6000 Frankfurt, West Germany

Elisabeth Gern
Karen Kennedy
Aprovecho Institute
442 Monroe St.
Eugene, Oregon 97402 USA

Ralph Royer
Church World Service
B.P. 11624
Niamey, Niger

Michel Taymans
Agence Internationale du Développement Rural (AIDR)
20, rue du Commerce
B-1040 Brussels, Belgium

Beauchesne Patrick
CTFT
45 bis Bd. Belle Gabrielle
94130 Nogeret/Marne, France

Annette Legris
FIEF
5, av. Porte Braucion
75015 Paris, France

Patrick Hauser
Etudiant
16, rue des Samfoins
77380 Combe la Ville, France

Bernard Kauffmann
GRDRP
145, rue St. Dominique
75007 Paris, France

Pedro Costez
ICADA-Choqui
Apartado postal 159
Quetzaltenango, Guatemala, C.A.

Roberto Cáceres
ICAITI
Apartado Postal 1552
Avenida la Reforma 4-47, Zona 10
Guatemala, Guatemala, C.A.

Malcolm Lillywhite
D.T.I.
Box 2043
Evergreen, Colorado 80439 USA

Philippe Simonis
G.T.Z.
Postfach 5180
Dag-Hammerskjöldweg
Eschborn 1, West Germany

Yvonne Shanahan
Stephen Joseph
ITDG
A.R.S. Shinfield
University of Reading
Whiteknights
Reading RG6 2AH, United Kingdom

Sylvain Strasfogel
Association Bois de Feu/GRET
73, avenue Corot
13013 Marseille, France

G. de Lepeleire
Katholieke Universiteit Leuven
Waversebaan 178
B-3030 Heverlee, Belgium

Woodstove Group
Technische Hogeschool Eindhoven (THE)
Postbus 513
5600 MB Eindhoven, The Netherlands

Mr. W.J. Weerakoon
T.D.A.U.
University of Zambia
P.O. Box 32379
Lusaka, Zambia

Mme. Seck
CERER
B.P. 476
Dakar, Senegal

E. Ferguson
van Dormaalstraat 15
Eindhoven, The Netherlands

Alice Guidicelle
200, rue de la Loi
B-1049 Brussels, Belgium

Cherif Zaouch
ITTA
Sidi-Bau-Ali
4040 Tunisie

L. Van Daele
ATOL
Holsbeeksesteenweg 117
B-3200 Keseel-Lo, Belgium

FEISEAP
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Bangkok 5, Thailand

Tata Research Institute
Bombay House
24, Homi Mody Street
Bombay 400023, India

ANNEXE VII

Otros Críticos

La siguiente lista fue compilada de sugerencias hechas por los participantes de la reunión en Arlington.

Dr. J.E.M. Arnold
FLCD
United Nations Food and Agriculture Organisation (FAO)
Vie delle Terme di Caracalla
Rome 100, Italy

John Ashworth
Associates in Rural Development
362 Main Street
Burlington, Vermont 05401

Ken Darrow
Volunteers in Asia
Box 4543
Stanford, California 94305

Dr. Lamine Kaba
Roghane Research Centre
P.O. Box 561
Conakry, Guinea

Prof. Kumar
Chemical Engineering Dept.
Indian Institute of Science
Bangalore 560012 India

Prof. Iqbal Mahmud
Chemical Engineering Department
Bangladesh Univ. of Eng. and Tech.
Dacca 2, Bangladesh

Dr. Pablo Mulas del Pozo, Director
Div. Fuentes de Energia
Instituto de Investigaciones Electricas
Cuernavaca, Morelos, Mexico

Dr. Mark J. Mwandosya
University of Dar Es Salaam
Dept. of Electrical Engineering
P.O. Box 35131
Dar Es Salaam, Tanzania

Keith Openshaw
c/o Ministry of Energy
P.O. Box 30582
Nairobi, Kenya

Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)
Casilla 119A
Quito, Ecuador

Lic. Ana Maria Palomo
CEMAT
Apartado Postal 1160
Guatemala, Guatemala, C.A.

Sr. Hugo Pineda
Centro Choqui
Apartado Postal 159
Quetzaltenango, Guatemala

C.V.S. Ratnam
Adviser on S&T Policy
ESCAP Regional Centre
P.O. Box 115
Bangalore 560 052, India

Prof. Amulya Reddy
Indian Institute of Science
Bangalore 560 012, India

E. Griffin Shay
BOSTID Room JH-213
National Academy of Sciences
2101 Constitution Avenue, N.W.
Washington, DC 20418

Asif Shaikh
Energy/Development International
1110 Vermont Avenue, N.W.
Washington, DC 20005

William Stewart
Sarvodaya Institute
Palletalawinna
Katugastota
Kandy, Sri Lanka