



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE

Tesis previa la obtención del Grado
Académico de Magister en Desarrollo
y Medio Ambiente

TEMA:

**BIOMASA RESIDUAL DEL CULTIVO DE MAÍZ DURO Y SU
POTENCIAL ENERGÉTICO EN EL CANTÓN MOCACHE.
AÑO 2014. PLAN DE DISMINUCIÓN DE QUEMA DE
RESIDUOS AGRÍCOLAS**

AUTORA

ING. XIMENA CERVANTES MOLINA

DIRECTOR

ECON. CARLOS EDISON ZAMBRANO, PhD

QUEVEDO - ECUADOR

2015

CERTIFICACIÓN

El suscrito certifica que la Tesis para la obtención del Grado Académico de Magister en Desarrollo y Medio Ambiente, titulado “**BIOMASA RESIDUAL DEL CULTIVO DE MAÍZ DURO Y SU POTENCIAL ENERGÉTICO EN EL CANTÓN MOCACHE. AÑO 2014. PLAN DE DISMINUCIÓN DE QUEMA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS**”, es de la autoría de la Ing. XIMENA PAOLA CERVANTES MOLINA, ha sido revisado en todos sus componentes, por lo que se autoriza su presentación formal ante el Tribunal respectivo.

Quevedo, a 10 de abril del 2015

Dr. CARLOS EDISON ZAMBRANO
DIRECTOR

AUTORÍA

Yo, XIMENA PAOLA CERVANTES MOLINA, autora de la Tesis denominada **“BIOMASA RESIDUAL DEL CULTIVO DE MAÍZ DURO Y SU POTENCIAL ENERGÉTICO EN EL CANTÓN MOCACHE. AÑO 2014. PLAN DE DISMINUCIÓN DE QUEMA DE RESIDUOS AGRÍCOLAS”**, declaro que los resultados y conclusiones de la misma, son de mi exclusiva responsabilidad.

Quevedo, abril 10 del 2015

Ing. Ximena Paola Cervantes Molina

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico con mucho amor:

A Dios por todas sus bendiciones recibidas y darme, salud, sabiduría, voluntad y fortaleza, para poder desarrollar esta investigación.

A mis amados padres Eva Molina y Benedicto Cervantes, por el apoyo incondicional que me han proporcionado en el transcurso de mi vida.

A mis hermanos Paúl y Jonathan para que este trabajo les sirva como motivación para seguirse superando.

A mi amado esposo Jacinto Navas por ser mi amigo y compañero incondicional; tu amor y apoyo constante han sido fundamentales para alcanzar esta y muchas metas.

A mi tierna hijita Julieth Lismary Navas Cervantes, tu presencia en mi vida, me ha llenado de mucha fuerza y voluntad para seguirme superándome, eres la luz de mi vida, espero que este logro te sirva hijita como estímulo para que logres todo lo que te propongas en la vida, siempre con el apoyo incondicional de tus papitos.

Ximena

AGRADECIMIENTO

A Dios por saberme guiar y ayudar a alcanzar con sabiduría, y fortaleza las metas que me he propuesto.

A las autoridades de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, quienes con su dedicación y amor incondicional a su Institución, han hecho que la Universidad se encuentre en uno de los niveles más altos de prestigio.

Al Dr. Carlos Zambrano, Director de la Investigación, y ex Director de la Maestría en Desarrollo y Medio Ambiente II promoción, por tenerme paciencia, motivarme siempre para que culmine con mi meta y por su valiosa contribución investigativa en este trabajo.

Al Dr. Eduardo Díaz Ocampo, Ex Director de la Unidad de Posgrado de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Al Ing. Jacinto Navas Barba, por su ayuda incondicional en el desarrollo de esta investigación y por animarme constante a terminarla.

A mis queridos padres y hermanos, por su disposición a ayudarme siempre que los necesite, por su ayuda incondicional en el trabajo de campo.

A una gran amiga, que siempre ha estado presente incondicionalmente en mi desarrollo como profesional y como persona Dra. Betty González Osorio.

A mis amigos y compañeros de clases: Ing. Mónica Tapia, Ing. Antonio Mendoza, Ing. Freddy Marín, Ing. Pedro Coello, Ing. Ángel Yépez, por su amistad y gran compañerismo durante el desarrollo de la maestría.

A mis amigos y ex compañeros de la Unidad de Investigación de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo: Ing. Gorki Díaz, Dra. Betty González, Ing. Emma Torres Navarrete, Lcda. Daysi Tello, Ing. Jaime Vera, Ing. Adolfo Sánchez.

A los técnicos del Laboratorio de Bromatología y del Laboratorio Básico de la UTEQ por su colaboración en los materiales de laboratorio cuando lo requerí.

A los productores de maíz duro del cantón Mocache por su ayuda en el desarrollo de esta investigación.

PRÓLOGO

La presente tesis de grado titulada “Biomasa residual del cultivo de maíz duro y su potencial energético en el cantón Mocache año, 2014. Plan de disminución de quema de residuos agrícolas”, se constituye en un valioso aporte a la comunidad debido a que se da a conocer el potencial energético que tiene la biomasa de maíz (panca, tusa y hojas), la misma que si es tratada técnicamente se convertiría en una aliada con el medio ambiente, ya que el manejo para iniciar un nuevo ciclo de cosecha por los productores sería diferente y no se quemará la biomasa como actualmente sucede, dañando el hábitat en donde viven.

En este trabajo de investigación se aprecia un aporte al conocimiento científico teórico y se logra solucionar este problema mediante un plan de manejo para el aprovechamiento de la biomasa, mediante una central de biomasa, que beneficiarán directamente a todo este sector en la parte social, económica y ambiental.

Además, que contribuye a mejorar las acciones para el aprovechamiento eficiente de los residuos sólidos orgánicos con fines energéticos, ligado a beneficios ambientales como la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la minimización de la disposición de contaminantes al suelo, agua y aire. Lo anterior, tendiente al desarrollo de mecanismos que contribuyan al logro de mayor competitividad en un mundo globalizado, teniendo en cuenta la realización de negociaciones sostenibles derivadas de la utilización adecuada de los residuos de la biomasa.

Ing. Jacinto Guillermo Navas Barba
TÉCNICO AGROPECUARIO

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, a los productores de maíz duro con la finalidad de evaluar la disponibilidad de biomasa residual del cultivo de maíz duro y su potencial energético en el Cantón Mocache año 2014, para lo cual se determinó las características de los productores y el proceso de manejo de los residuos del maíz duro, así como la disponibilidad de la biomasa residual del maíz duro en el cantón en estudio y conocer el potencial energético en la biomasa residual en estudio; para la cual se aplicó el muestreo probabilístico aleatorio simple para la cual se utilizó la ecuación de Brito (2006), donde la muestra para realizar la encuesta fue de 66 productores de maíz duro, así mismo para conocer la disponibilidad de biomasa se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con arreglo factorial 2 (variedades) por 3 (sitios); para conocer si la biomasa de maíz aporta con elementos que generan energía se realizó un análisis elemental en el cual se determinó el porcentaje de humedad, cenizas y material volátil. Es así que se conoció que el 80,30% de los productores de maíz realizan una quema controlada de la biomasa de maíz, los mismos que en su gran mayoría practican esta labor para preparar el terreno para la próxima siembra y el 35,19% lo hacen para la reducción de costo y la manera que tienen para hacer la quema es en varios montones con el 53,71% y en lagarto con el 46,30% siendo el lugar donde practican esta actividad en su gran mayoría es en el mismo terreno con el 77,78%. Además se estableció que el cantón Mocache aporta con 316342,89 t/año de masa residual; se conoció que la biomasa de maíz 9,23% de humedad; 10,35% de ceniza y 79,58% material volátil, con un potencial energético de 4675,80 TJ/año.

SUMMARY

This research was conducted in the canton Mocache, Province of Los Rios, hard corn producers in order to assess the availability of residual biomass durum maize and its energy potential in Canton Mocache 2014, for which the characteristics of producers and process waste handling of hard corn, and the availability of residual biomass hard corn in the canton study determined and know the energy potential residual biomass in the study; for which the simple random probability sampling for which the equation Brito (2006) was used, where the sample for the survey was 66 producers of hard corn was applied as well to inquire about the availability of biomass design was applied completely random (DCA), 2 factorial arrangement (varieties) 3 (sites) with; to determine whether the corn biomass contributes to energy generating elements in elemental analysis which the percentage of moisture, ash and volatile material was performed was determined. Thus was revealed that 80.30% of corn growers perform a controlled biomass burning corn, the same as mostly practiced this work to prepare the ground for the next planting and 35.19% do to reduce cost and the way they have to burn it in several lots with 53.71% and 46.30% lizard to be the place where practice this activity is mostly the same land with 77.78%. It was also established that the canton Mocache brings with 316,342.89 t / year of residual mass; was learned that the biomass of 9.23% moisture corn; 10.35% 79.58% ash and volatile material with an energy potential of 4675.80 TJ / year.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
CONTENIDO	I
PORTADA.....	Ii
CERTIFICACIÓN.....	Ii
AUTORÍA.....	Iii
DEDICATORIA.....	Iv
AGRADECIMIENTO.....	V
PRÓLOGO.....	Vi
RESUMEN EJECUTIVO.....	Vii
SUMMARY.....	Viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	
ÍNDICE DE TABLAS.....	
ÍNDICE DE FIGURAS.....	
ÍNDICE DE FOTOS.....	
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	4
1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA.....	6
1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	7
1.3.1 Problema general.....	7
1.3.2 Problemas derivados.....	7
1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	8
1.6. CAMBIOS ESPERADOS.....	8
1.7. OBJETIVOS.....	9
1.7.1 Objetivo general.....	9
1.7.1 Objetivos específicos.....	9
1.8. HIPÓTESIS.....	9
1.8.1 Hipótesis General.....	9
1.8.2 Hipótesis Específicas.....	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN	
2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL.....	12
2.1.1 Maíz.....	12

2.1.1.1	Origen.....	12
2.1.1.2	Maíz Duro.....	12
2.1.1.3	Variedad de semilla.....	13
2.1.1.4	Maíz duro en Ecuador.....	13
2.1.1.5.	Maíz duro en el cantón Mocache.....	14
2.1.1.6.	Uso de los residuos del cultivo de maíz.....	15
2.1.2.	Biomasa.....	16
2.1.2.1	Origen.....	17
2.1.2.2	La riqueza de la biomasa.....	18
2.1.2.3	La bioma y el Medio Ambiente.....	19
2.1.2.4	Fuentes de generación de biomasa residual.....	19
2.1.2.5	Tipos de Biomasa.....	20
2.1.2.5	Manejo que se le da a la biomasa residual.	23
2.1.2.6	Características energéticas de la biomasa.....	26
2.1.2.7	Ventajas.....	27
2.1.3	Biomasa residual de maíz.....	27
2.1.4	Composición de la biomasa.....	28
2.1.5	Análisis Próximos.....	28
2.1.6.	Potencial Energético.....	30
2.1.7.	Procesos de Valorización Energética.....	31
2.2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	33
2.3	FUDAMENTACIÓN LEGAL.....	34
2.3.1	Marco legal e institucional de las energías renovables en Ecuador...	33
2.4.2	Marco Institucional.....	39
	CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.1.	TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	41
3.1.1	Descriptiva.....	41
3.1.2	Experimental.....	41
3.2	CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN	41
3.2.1.	Técnicas.....	41
3.2.2	Instrumentos de investigación.....	42
3.3.	ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO.....	42
3.4.	RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	43
3.4.1	Población y muestra.....	43

3.4.2	Biomasa residual del cultivo duro en el cantón Mocache.....	45
3.4.2.1	Peso de la biomasa residual.....	46
3.4.2.2	Factor de residuo de la biomasa residual del maíz duro.....	46
3.4.2.3	Masa de residuo de la biomasa residual del maíz duro.....	47
3.4.2.4	Proyección de la demanda de la masa de residuo de maíz duro.....	47
3.4.3	Potencial energético de la biomasa del maíz duro.....	48
3.4.4	Análisis Próximos.....	49
3.4.4.1	Contenido de humedad.....	49
3.4.4.2	Contenido de cenizas.....	51
3.4.4.3	Contenido de material volátil.....	51
3.5.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	53
3.6.	DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	54
3.7.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	54
3.8.	CONSTRUCCIÓN DEL INFORME DE LA INVESTIGACIÓN.....	55
	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	56
4.1.	ENUNCIADO DE LA HIPÓTESIS.....	57
	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA	
4.2.	PERTINENTE A LA HIPÓTESIS.....	57
	Variable Independiente: Biomasa residual del maíz duro.....	
4.2.1.		57
4.2.2.1.	Características de los productores del cantón Mocache.....	57
4.2.1.2	Manejo de residuo del maíz duro en el cantón Mocache.....	59
	Disponibilidad de la biomasa residual del maíz duro en el cantón	
4.2.1.3.	Mocache.....	61
4.2.2.	Variable Dependiente: Potencial energético.....	64
	DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN RELACIÓN A LA	
4.3.	NATURALEZA DE LA HIPÓTESIS.....	68
4.3.1	Variable Independiente: Biomasa residual del maíz duro.....	68
4.3.2	Variable Dependiente: Potencial energético.....	71
4.3.3.	Comprobación / desaprobación de la hipótesis.....	71
	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
	CONCLUSIONES.....	
5.1.		74
	RECOMENDACIÓN.....	
5.2.		74
	CAPÍTULO VI. PRPUESTA ALTERNATIVA	
6.1.	TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	77

6.2.	JUSTIFICACIÓN.....	77
6.3.	FUNDAMENTACIÓN.....	78
6.4.	OBJETIVOS.....	78
6.4.1.	Objetivo general.....	78
6.4.2.	Objetivos específicos.....	79
6.5.	IMPORTANCIA.....	79
6.6.	UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA.....	79
6.7.	FACTIBILIDAD.....	80
6.8.	PLAN DE TRABAJO.....	81
6.9.	ACTIVIDADES.....	83
6.10.	RECURSOS.....	86
	Humanos.....	86
6.10.1.		
	Materiales.....	86
6.10.2.		
	Institucionales.....	86
6.10.3.		
6.11.	IMPACTO.....	87
6.12.	EVALUACIÓN.....	87
6.13.	PRESUPUESTO DE LOS RECURSOS FINANCIEROS.....	88
	BIBLIOGRAFÍA.....	89
	ANEXOS.....	94

ÍNDICE DE TABLAS

DESCRIPCIÓN	Pág.
Tabla 2.1. Dimensión por hectáreas y por propietarios.....	16
Tabla 2.2. Datos históricos de la superficie (ha) sembrada del Cantón Mocache del cultivo de maíz duro	16
Tabla 2.3. Proporción de los diferentes componentes de una planta de maíz	17
Tabla 2.4. Contenido de materia seca (t/ha) de residuos orgánicos.....	21
Tabla 3.1. Número de Unidades de Producción Agropecuarias (UPA's) de maíz Duro en pequeños medianos y grandes productores en el Cantón Mocache.....	42
Tabla 3.2. Muestra del Número de Unidades de Producción Agropecuarias (UPA's) de maíz Duro en pequeños medianos y grandes productores en el Cantón Mocache.....	44
Tabla 3.3. Esquema del Análisis de Varianza.....	52
Tabla 4.1. Peso de la biomasa residual (Panca, Hoja y Tusa) en las variedades de maíz duro (dekalb y tornado) en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014.....	61
Tabla 4.2. Disponibilidad de la biomasa residual del cultivo de maíz duro en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014.....	61
Tabla 4.3 Masa de residuo (panca, tusa y hojas) del maíz duro en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014.....	62
Tabla 4.4 Proyección de área sembrada (ha) y masa de residuo (t/ha) del cultivo de maíz duro en el cantón Mocache, (2015-2020).....	62
Tabla 4.5 Porcentaje de humedad de la biomasa residual (panca, hoja y tusa) en las variedades de maíz duro (dekalb y tornado) y en los sitios (superior, centro e inferior) en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014.....	63
Tabla 4.6 Porcentaje de ceniza de la biomasa residual (panca, hoja y tusa) en las variedades de maíz duro (dekalb y tornado) y en los sitios (superior, centro e inferior) en el cantón Mocache, Provincia de	64

Los Ríos. Año 2014.....	
Tabla 4.7 Porcentaje de material volátil de la biomasa residual (panca, hoja y tusa) en las variedades de maíz duro (dekalb y tornado) y en los sitios (superior, centro e inferior) en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014.....	65
Tabla 4.8 Masa de residuo (panca, tusa y hojas) del maíz duro en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014.....	66
Tabla 6.1. Plan de Manejo para el aprovechamiento de la biomasa en el Cantón Mocache.....	80
Tabla 6.2. Recursos financieros para la ejecución de la propuesta.....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

	DESCRIPCIÓN	Pág.
Figura 1.1.	Mapa del sitio de Estudio.....	5
Figura 1.2.	Proceso de quema de residuos de cosecha de Maíz.....	7
Figura 2.1.	Formas de tenencia de las fincas de los productores de maíz duro en el cantón Mocache.....	15
Figura 2.2.	Flujo de energía solar almacenados en biomasa residual....	20
Figura 2.3.	Tipos de biomasa	23
Figura 3.1.	Unidad de muestreo para determinar la biomasa residual en el cultivo de maíz duro.....	44
Figura 4.1.	Tenencia de la tierra de los productores de maíz duro en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014.....	56
Figura 4.2.	Superficie dedicada al cultivo de maíz duro en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014.....	57
Figura 4.3.	Variedad se maíz duro que utilizan los productores en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014.....	57
Figura 4.4.	Variedad de semillas de maíz duro que utilizan los productores en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014.....	58
Figura 4.5.	Manejo que realizan los productores de maíz duro con la biomasa residual en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014.....	59
Figura 4.6.	Disponibilidad de la biomasa residual del cultivo de maíz duro en el Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014.....	61
Figura 4.7.	Contenido elemental presente en la biomasa residual de maíz duro en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014	66
Figura 4.8	Proyección del Potencial energético (TJ/año) del cultivo de maíz duro en el cantón Mocache, (2015-2020).....	67
Figura 6.1.	Lugar donde se desarrollará el Plan de Manejo para el aprovechamiento de la biomasa en el Cantón Mocache.....	79
Figura 6.2.	Diseño de una central de biomasa para general energía.....	84

INTRODUCCIÓN

El maíz, planta gramínea originaria del continente americano y considerada por la FAO como el cereal de mayor volumen de producción a nivel mundial; alimento característico en la historia de nuestro continente y con una innumerable diversidad de usos, ahora encuentra en sus residuos un gran potencial energético que favorece las posibilidades de energía en el país; ayudando de esta manera en la preservación del ecosistema del planeta (Forero, 2013). Estudios recientes han demostrado que para el año 2050 en los países en desarrollo la biomasa podría proveer cerca de un quinto de la energía eléctrica (Guyat *et al.*, 2005, citado por Best).

En Ecuador, el maíz es uno de los principales cultivos y su importancia radica en su producción y consumo. Los Ríos, Guayas y Manabí, concentran el 75% del total del área sembrada a nivel nacional, donde aproximadamente 10.000 agricultores se dedican a la siembra de este cultivo (INEC, 2013) y el 60% de la superficie se encuentra sembrada con híbridos de maíz de alto rendimiento con un promedio de producción de 5 toneladas métricas por hectárea (Cabascango, 2013).

A nivel de la Provincia de Los Ríos, el cantón Mocache ocupa el tercer lugar de superficie sembrada de maíz, luego de los cantones de Ventanas y Palenque; siendo este uno de los cultivos de mayor importancia socioeconómica para el cantón, ya que involucra en esta actividad a alrededor de nueve mil familias (Mancomunidad de municipios para el manejo sostenible del humedad “Abras de Mantequilla”, 2012).

Cabe destacar que los productores de este cantón en su mayor parte solo aprovechan el grano como recurso; considerándolos a los residuo del cultivo (panca, hoja y tusa) únicamente como basura; razón por la cual no les dan un manejo adecuado a estos residuos; los mismos que en su mayoría son eliminados mediante la quema cielo abierto; actividad que ha venido por muchos años causando deterioro al ambiente, perjudicando de manera especial al suelo afectando a los nutrientes que se encuentran presentes en el mismo.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la disponibilidad de biomasa residual del cultivo de maíz duro y su potencial energético en el Cantón Mocache, con la finalidad de establecer parámetros de predicción que posteriormente pueden ser aplicados a los inventarios de biomasa con destino energético o sistemas de información geográfica y definir las características de esta biomasa obtenida en base a su potencial energético.

El contenido de la tesis se ordena en seis capítulos; el primero aborda al marco contextual del estudio, mediante el análisis de aspectos como la situación actual de la problemática; el problema de investigación y su delimitación; la justificación; el objetivo general y los específicos, así como los cambios esperados después de implementar la propuesta alternativa de la investigación.

El segundo capítulo trata los aspectos relacionados con el marco teórico, donde, a partir de los objetivos específicos y las variables de la investigación, se analizan e interpretan tópicos como los antecedentes del problema; la fundamentación teórica de los objetivos y, el análisis de la hipótesis de investigación, operacionalizándose las variables.

En el tercer capítulo se plantea la metodología del estudio, describiéndose los métodos y técnicas empleados en la medición de las variables. Se construye, metodológicamente el objeto de investigación y se explica la forma en que se construyó el marco teórico. También se describe la recolección, análisis e interpretación de los datos empíricos y, la elaboración del informe de investigación.

En el cuarto capítulo se desarrolla la exposición, el análisis y la interpretación de los resultados, todo con base en la hipótesis de investigación, cuya verificación se realizó mediante la teoría de la estadística multivariada.

El quinto capítulo está dedicado a la elaboración de conclusiones y recomendaciones, tomando como fundamento los resultados obtenidos en el trabajo.

El sexto y último capítulo abarca el diseño de la propuesta que propicia la ejecución de un plan de disminución de quema de residuos agrícolas.

CAPITULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

“Dar respuesta a las amenazas, como por ejemplo la degradación del medio ambiente, supone al mismo tiempo un ejercicio de responsabilidad. Respuesta y responsabilidad tienen la misma raíz”.

Seamus Heaney

1.1 UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

La investigación se realizó en la zona Este del Cantón Mocache (Figura 1.1), ubicado en el centro de la provincia de Los Ríos, al Sur de la línea Equinoccial entre los paralelos 9,853.000; norte y entre los meridianos 6,43.000 hasta el 6,75.00 longitud oeste, tiene una superficie de 567.96 km² y un clima Tropical Megatérmico semi-húmedo, caracterizándose por presentar un pico máximo lluvioso y una estación seca muy marcada, con una temperatura media superior a los 22° C y con precipitaciones entre 500 y 1000 mm. y Megatérmico lluvioso que se caracteriza por presentar lluvias entre 1000 y 2000 mm, las mismas que se concentran en un solo período de diciembre a mayo, siendo el clima seco el resto del año. La temperatura fluctúa entre los 24° C. Limita al Norte con el cantón Quevedo, al Sur con los cantones Ventanas y Vines, al Este con los cantones de Quevedo y Ventanas y al Oeste con los cantones Palenque, El Empalme y Balzar.

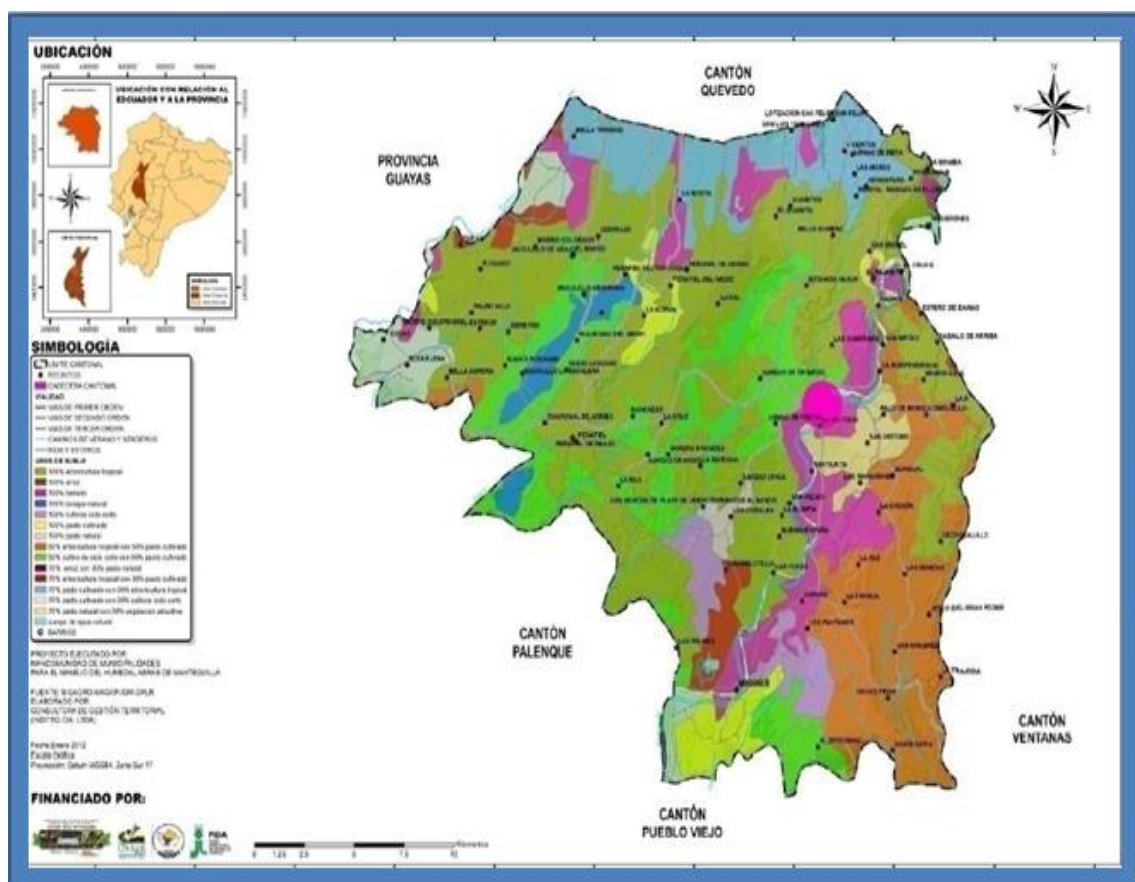


Figura 1.1. Mapa del sitio de la investigación

En el cantón Mocache la agricultura es un pilar fundamental para el desarrollo de la sociedad, siendo la producción de maíz duro el cultivo que abarca la mayor parte de superficie sembrada con un 42,7%, seguido del cultivo de cacao 26,0%, banano y arroz 11,7% y 10,0% en su orden (Mancomunidad de municipios para el manejo sostenible del humedad “Abrás de Mantequilla”, 2012).

Durante el año 2013 el área sembrada de maíz duro en este cantón fue de 16065 ha con un rendimiento de 3,88 t/ha grano que es utilizado como fuente alimenticia para humanos y animales; mientras que la biomasa producida (caña, hojas y tusa) en este cultivo, frecuentemente son mal utilizados por los agricultores de la zona, por medio de la quema de estos residuos; convirtiéndose esta actividad en una práctica común en el sector agrícola, ya que representa una manera fácil de preparar la tierra para la siguiente siembra.

Esta práctica común entre los agricultores del cantón se convierten en un gran problema para el medio ambiente ya que afecta a la calidad del aire; provocando enfermedades respiratorias en niños y ancianos, además disminuye la calidad de los suelos, incrementando la erosión y su infertilidad, disminuyendo la fauna silvestre, así como microorganismos benéficos (Figura 1.2).

Con lo expuesto se requiere encontrar un equilibrio con la naturaleza y la industria, lo cual obliga a pensar en nuevas alternativas y oportunidades, así surge el reto de buscar sistemas integrados y sostenibles que generen una mayor productividad, basada en la utilización de los recursos propios y que, sin provocar la transformación de los ecosistemas por medio de quemados, permitan satisfacer las necesidades de una población en aumento.



Figura 1.2. Proceso de quema de residuos de cosecha de maíz duro en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos

1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA

En el cantón Mocache el maíz duro es un cultivo de gran importancia socioeconómica, ya que representa un importante rubro, involucra alrededor de nueve mil familias (Mancomunidad de municipios para el manejo sostenible del humedal “Abras de Mantequilla”, 2012). Representa el tercer cantón de la Provincia de Los Ríos después de Palenque y Ventanas con la mayor superficie de maíz sembrada a nivel de provincia. La producción de biomasa residual que genera el maíz duro es eliminada en su mayor parte mediante la quema, ocasionando múltiples efectos negativos al medio ambiente. Esta actividad contribuye de manera negativa sobre el medio ambiente ya que deja el suelo descubierto al inicio de la temporada de lluvias y con ello, se facilita el proceso de erosión hídrica de los suelos.

Otro de los efectos negativos que se presentan debido a esta práctica es la eliminación de biomasa microbiana presente en los primeros milímetros del suelo, lo cual afecta los procesos naturales de formación y rejuvenecimiento de los suelos, asociados a la sustentabilidad los sistemas productivos y a la posibilidad de aumentar la productividad de los mismos. Además afecta a la fauna y a la microflora del suelo en el momento de

la aplicación del fuego, pero principalmente disminuye los ingresos de materia orgánica (MO) al suelo, que es la principal fuente de alimento y energía para estos organismos.

Por otra parte, también produce emisión de grandes volúmenes de monóxido de carbono y otros compuestos altamente tóxicos para la salud humana, situación que se ve agravada por que la mayor superficie de maíz del cantón se encuentra justamente donde se ubican los habitantes del área rural, los que han estado expuestos por años a los efectos de estos residuos y si no se toman los correctivos del caso la contaminación continuará por largos periodos de tiempos.

1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 Problema general

¿Cuál es el potencial energético de la biomasa residual del cultivo de maíz duro en el cantón Mocache?

1.3.2 Problemas derivados

- ¿Cuáles son las fases del proceso de manejo de residuos del cultivo de maíz duro en el cantón Mocache?
- ¿Cuál es la disponibilidad de biomasa de los residuos de cosecha en el cultivo de maíz duro?
- ¿Cuál es el potencial energético generado con la biomasa residual del cultivo de maíz duro?

1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La presente investigación se realizó en el cantón Mocache, a agricultores que han sembrado maíz y se encontraron en estado de cosecha, lo que permitió cuantificar la biomasa residual existente en este cultivo. Específicamente estará basado en los siguientes ámbitos:

Campo: Ciencias Ambientales
Área: Residuos agrícolas
Aspectos: Bioenergía
Sector: Cantón Mocache

1.5 JUSTIFICACIÓN

Conociendo que la Provincia de los Ríos se sustenta en las bases agrícolas entre ella el cultivo de maíz que se viene produciendo desde sus inicios; en la que solo se aprovecha el grano como recurso y los residuo de cosecha (panca, hoja y tusa) se convierten en basura, deshaciéndose de ellos por medio de quemas; actividad que ha venido causando deterioro al ambiente en época lluviosa y seca.

Este residuo no está siendo utilizado eficientemente por parte de los agricultores, debido a que presentan diferentes dificultades técnicas en su extracción, manipulación y transporte, así como por la carencia de suficiente información sobre la cantidad y calidad de estos residuos. Esta investigación va dirigida a la utilización de esta biomasa como fuente de energía, con la finalidad de darle valor agregado a este recurso contribuyendo al mejoramiento ambiental, evitando la quema indiscriminada de estos residuos, ya que la tendencia actual es la búsqueda de procesos y productos que ayuden a mejorar la calidad del ambiente.

1.6 CAMBIOS ESPERADOS

Se considera que al final de la presente investigación se tendrán los siguientes cambios de la realidad estudiada.

- Obtenidos los parámetros de predicción de la biomasa potencial que se puede extraer en el cultivo de maíz duro, posteriormente estos parámetros pueden ser aplicados a los inventarios agrícolas o sistemas de información geográfica de forma que permita, gestionar o hacer políticas de promoción de uso de esta biomasa.
- Caracterizado el volumen de biomasa resultante de las siembras de maíz duro.

- Para contribuir la producción energética de origen vegetal desarrollando metodología de gestión integral y sostenible.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo general

Evaluar la disponibilidad de biomasa residual del cultivo de maíz duro y su potencial energético en el Cantón Mocache durante el año 2014.

1.7.2 Objetivos específicos

- Determinar las características de los productores y el proceso de manejo de residuos del maíz duro en el cantón Mocache.
- Establecer la disponibilidad de la biomasa residual del maíz duro en el cantón Mocache.
- Estimar el potencial energético de la biomasa residual del maíz duro.
- Diseñar un plan de disminución de quema de residuos agrícolas.

1.8 HIPÓTESIS

1.8.1 Hipótesis General

La biomasa residual del maíz duro disponible en el cantón Mocache, contiene elementos que aportan energía.

Variable Independiente

Biomasa residual del maíz duro

Variable Dependiente

Potencial energético

1.8.2 Hipótesis Específicas

- El manejo de la biomasa residual en el maíz duro se lo realiza mediante la quema a cielo abierto.
- La mayor cantidad de biomasa residual es generado por las pancas del maíz duro.
- La biomasa del maíz duro posee elementos que aportan energía de origen vegetal.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

El gran desafío de hoy en día es salvar el medio ambiente y las condiciones para que se mantenga la vida en la Tierra; para ello necesitamos a los filósofos y a la filosofía.

Jostein Gaarder

2.1 FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

2.1.1 Maíz

Hipp (2004), expresa que la palabra maíz proviene de la palabra mahiz, de la lengua de los indios taínos, pueblo extinguido que habitó en la región de las Antillas. El maíz es una de las plantas gramíneas de mayor tamaño. Las plantas adultas son muchas veces más altas que los seres humanos.

2.1.1.1 Origen

Acosta (2009), manifiesta que aunque se ha dicho y escrito mucho acerca del origen del maíz, todavía hay discrepancias respecto a los detalles de su origen. Generalmente se considera que el maíz fue una de las primeras plantas cultivadas por los agricultores hace entre 7000 y 10000 años. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano proviene de algunos lugares arqueológicos en México donde algunas pequeñas mazorcas de maíz estimadas en más de 5000 años de antigüedad fueron encontradas en cuevas de los habitantes primitivos.

2.1.1.2 Maíz Duro

Ripusudan (2001), Los cultivares locales originales de maíz fueron en general tipos de maíz duro. Los granos de este tipo de maíz son redondos, duros y suaves al tacto. El endospermo está constituido sobre todo de almidón blando en el centro del grano. El maíz duro germina mejor que otros tipos de maíz, particularmente en suelos húmedos y fríos. Es por lo general de madurez temprana y seca más rápidamente una vez que alcanzó la madurez fisiológica. Está menos sujeto a daños de insectos y mohos en el campo y en el almacenamiento.

Los maíces duros son preferidos para alimento humano y para hacer fécula de maíz (maicera). Muchos de los maíces duros cultivados comercialmente tienen granos anaranjado-amarillentos o blanco-cremosos, aunque existen una amplia gama de

colores, por ejemplo, amarillos, anaranjados, blancos, crema, verde, púrpura, rojo, azul y negro.

2.1.1.3 Variedad de semilla

Merizalde (2010), citado por INIAP (2006), mencionan que el productor al usar semillas de calidad está constituyendo la base de una actividad agrícola tecnificada, convirtiéndose en un insumo estratégico, que con manejo adecuado permite al agricultor obtener altos rendimientos; debido a la pureza genética, calidad fisiológica, sanitaria y física de la semilla certificada.

2.1.1.4 Maíz duro en Ecuador

Morejón y Pita (2010), manifiestan que el maíz duro en el Ecuador es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional. Constituye la principal materia prima para la elaboración de alimentos concentrados (balanceados) destinados a la industria animal, especialmente a la avicultura comercial, que es una de las actividades más dinámicas del sector agropecuario. En el año 2011 en el país se sembraron 301.988 hectáreas de maíz duro de las cuales 122393 hectáreas corresponden a la Provincia de Los Ríos, 54865 hectáreas a la Provincia de Manabí y 43367 hectáreas a la Provincia de Guayas (SINAGAP, 2011).

Siendo la provincia de los Ríos la más importante en la producción de maíz duro. Los cantones centrales de la provincia de Los Ríos son los que registran mayor cantidad de superficie sembrada de todo el Ecuador, ellos son en su orden: Palenque, Ventanas, Mocache y Vinces. La cosecha del ciclo de invierno es realizada entre los meses de abril y julio y la cosecha del ciclo de verano es realizada entre los meses de septiembre y octubre (Novoa y Palacios, 2010).

2.1.1.5. Maíz duro en el cantón Mocache

Tenencia de tierra

Para la Mancomunidad de Municipios para el manejo sostenible del Humedad “Abrás de Mantequilla” (2012), En el Cantón Mocache el 51,15% de los productores poseen título propio; el 26,46% se encuentra ocupado sin título; mixto 10,94%; 8,11% otra forma de tenencia y apenas el 3,32% son arrendados (Figura x).

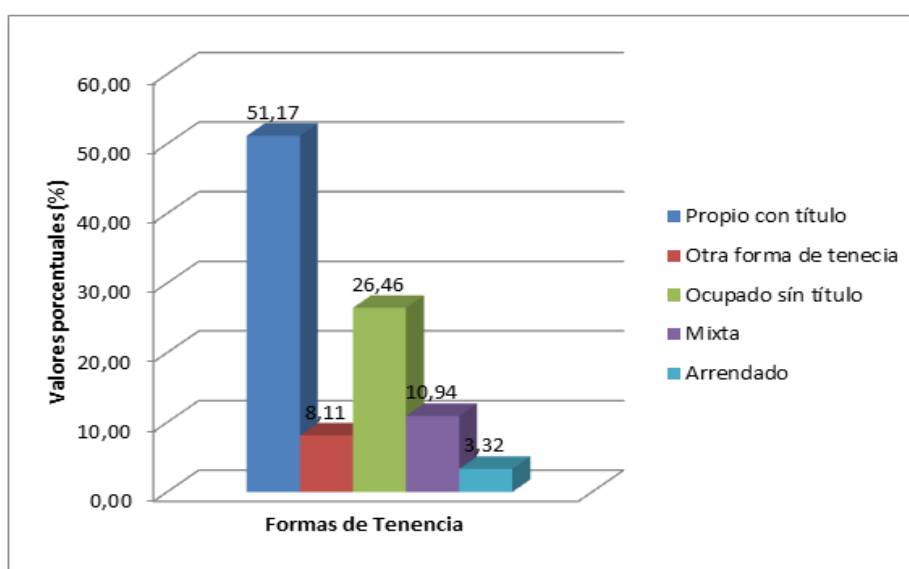


Figura 2.1. Formas de tenencia de las fincas de los productores de maíz duro en el cantón Mocache

Mancomunidad de Municipios para el manejo sostenible del Humedad “Abrás de Mantequilla” (2012), De acuerdo a información de planificación municipal se tienen los siguientes datos, las dimensiones de los predios catastrados tienen el siguiente comportamiento, 0 a 100 ocupan una superficie de 47.482,57 ha; la superficies de 100 a 200 comprenden 2019,71 ha y las 100 y más están integradas por 7.628,85. En cuanto a la propiedad vemos que el 83% está en poder de pequeños y medianos propietarios, el otro 17% en propiedades superiores a 100 ha y podemos deducir que la tendencia actual es la es que aún se mantienen las propiedades pequeñas con tendencias hacia la reconcentración de la propiedad de la tierra (Tabla 2.1.).

Tabla 2.1. Dimensión por hectáreas y por propietarios

Dimensión	Hectáreas	%	N° Propietarios
0-100	47482,57	83	11848
100-200	2019,71	4	14
200 y mas	7628,85	13	12
Total	57131,13		11874

Datos históricos del área sembrada del maíz duro en el cantón Mocache

Para Datos estadísticos del sector agropecuario (2013), los datos históricos de área sembrada del cultivo de maíz duro son (Tabla 2.2.):

Tabla 2.2. Datos históricos de la superficie (ha) sembrada del Cantón Mocache del cultivo de maíz duro

Año	Superficie (ha) sembrada del Cantón Mocache
2004	14558
2005	12664
2006	13441
2007	18514
2008	15005
2009	13630
2010	14475
2011	14687
2012	18788
2013	16065

2.1.1.6. Uso de los residuos del cultivo de maíz

Para Manterola *et al.*, (1999), el cultivo de maíz se distribuye entre las Regiones IV y VIII, concentrándose la mayor superficie en las Regiones Metropolitana y VI con un 75% de la superficie total, que fluctúa entre 100.000 y 105.000 hectáreas. Este cultivo genera una gran cantidad de biomasa aérea (vegetación), la cual el hombre cosecha el 50% en forma de grano. El resto corresponde a diversas estructuras de la planta tales

como caña, hojas, panoja y otras. La producción de biomasa residual que genera el maíz de grano (cañas, hojas, chalas y corontas) fluctúa entre 20 y 25 toneladas por hectárea, por lo que existiría una disponibilidad potencial total entre 2 y 3,5 millones de toneladas.

La proporción entre los componentes del residuo depende de la variedad, nivel de fertilización, tipo de cultivar y otros factores, pero en promedio se ajusta a los porcentajes que se presentan en el Tabla 2.3

Tabla 2.3. Proporción de los diferentes componentes de una planta de maíz

Estructura de la planta	% del peso seco del maíz
Panoja o limbos	12,0
Tallos	17,6
Chalas	8,9
Total caña	38,5
Coronta	11,8
Grano	49,7
Total espiga	61,5

2.1.2 Biomasa

Para Pineda citado por INCA (2014), la biomasa como concepto es la cantidad total de materia viviente, en un momento dado, en un área determinada o en uno de sus niveles tróficos, se expresa en gramos de carbono, o en calorías, por unidad de superficie. Las pirámides de biomasa son muy útiles para mostrar la biomasa en un nivel trófico. El aumento de biomasa en un período determinado recibe el nombre de producción de un sistema o de un área determinada.

2.1.2.1 Origen

Ñesta y García (2002), indican que la medición de cosecha es una medición de biomasa, entendiéndose por biomasa el peso seco de sustancias vivientes en un momento determinado (4). Además, la biomasa puede ser útil directamente como materia orgánica en forma de abono y tratamiento de suelos (por ejemplo, el uso de estiércol o de coberturas vegetales). Y por supuesto no puede olvidarse su utilidad más común: servir de alimento a muy diversos organismos, la humanidad incluida. Otros autores plantean que la biomasa es la cantidad total de materia viviente, que se encuentra en un área determinada o en uno de sus niveles tróficos, y se expresa en gramos de carbono, o en calorías, por unidad de superficie. Las pirámides de biomasa son muy útiles para mostrar la biomasa en un nivel trófico. El aumento de biomasa en un período determinado recibe el nombre de producción de un sistema o de un área determinada, según el Diccionario de la Real Academia Española, la biomasa es la materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen.

ITC (2008), indica que la biomasa es la materia viva presente en una capa muy fina de la superficie terrestre llamada biosfera, la cual representa una fracción muy pequeña de la masa terrestre. Los residuos que se generan a partir de los procesos de transformación natural o artificial de la materia viva, también se constituye en biomasa. La biomasa es un recurso muy variado debido a su producción y origen en los sistemas terrestres y acuáticos, lo que influye directamente sobre sus características físicas y químicas. Se considera que la biomasa es renovable porque forma parte del flujo natural y repetitivo de los procesos en la naturaleza (a escala de tiempo de vida humana) siendo las plantas quienes inician este proceso con la fotosíntesis, para captar la energía del sol. La biomasa es un elemento indispensable para mantener el equilibrio ecológico y permite conservar y enriquecer la diversidad biológica y el suelo.

Martínez y Leyva (2014), expresan que el proceso de creación de biomasa se resume en lo siguiente: las plantas, como organismos autótrofos, tienen la capacidad de sintetizar su propia masa corporal o biomasa a partir de los elementos y compuestos inorgánicos del medio, en presencia de agua como vehículo de las reacciones y con la

intervención de la luz solar como aporte energético para estas. El resultado de esta actividad, es decir los tejidos vegetales, constituyen la producción primaria. Más tarde, los animales comen las plantas y aprovechan esos compuestos orgánicos para crear su propia estructura corporal, que en algunas circunstancias servirá también de alimento a otros animales, por lo tanto la biomasa vegetal es de gran importancia, es el eslabón primario de la cadena trófica, es uno de los atributos más relevantes para caracterizar el estado de un ecosistema. Puede también ser usada como un componente en la dieta. Además la biomasa en el futuro puede ser también considerada como una fuente complementaria de proteína animal para animales terrestres e incluso para el hombre. Por otra parte la biomasa está estrechamente relacionada con los agroecosistemas más productivos ya que una de las plantas que más biomasa produce son las gramíneas y entre ellas la caña de azúcar.

2.1.2.2 La riqueza de la biomasa

Sánchez (2010), manifiesta que la relación carbono/nitrógeno es un valor numérico que determina la proporción de estos dos elementos en un suelo. El carbono y el nitrógeno son indispensables para el desarrollo de la vida ya que afectan directa o indirectamente a todos los procesos biológicos. El carbono fijado por la biomasa proviene del CO₂ atmosférico, reducido durante el proceso de fotosíntesis por las plantas, y suele oscilar en torno a un 50-60 % de la materia orgánica. Sin embargo, el porcentaje de nitrógeno es muchísimo menor que el porcentaje de carbono. Debido a este y a la competencia que ejercen los distintos seres vivos para la obtención del elemento, puede ser un factor limitante. La relación C/N se utiliza para medir la biomasa y la evolución de la materia orgánica en los estudios de fertilidad del suelo (Figura 2.2).

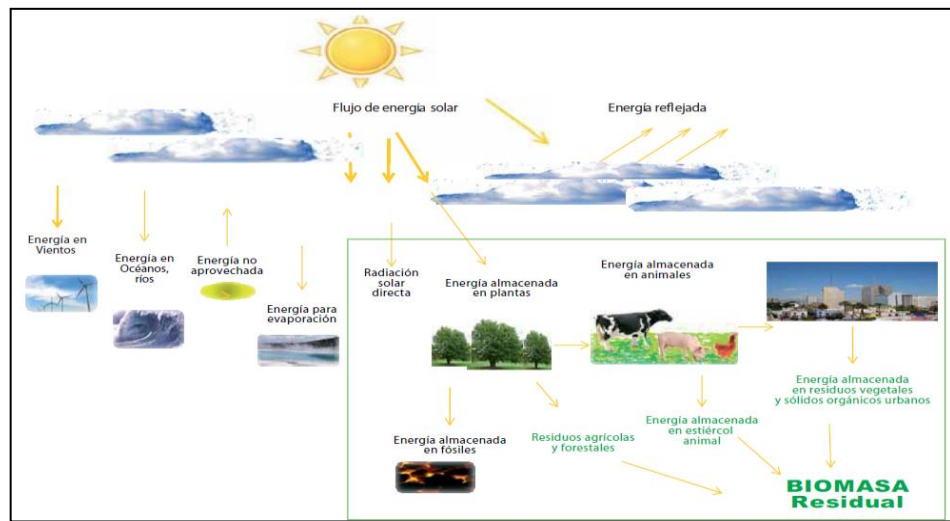


Figura 2.2. Flujo de energía solar almacenados en biomasa residual

Fuente: Loaiza, 2004

2.1.2.3 La bioma y el Medio Ambiente

Para Gómez (2005), cada año se incrementan más las dosis de agroquímicos que son utilizados en la agricultura. La aplicación de mayores dosis de plaguicidas ha aumentado con los años por resistencia a los productos aplicados, lo que desencadena una dependencia de agroquímicos e incremento de la contaminación ambiental. A nivel mundial se generan grandes toneladas de biomasa de cultivos que son desechados y actúan como foco de contaminación ambiental; en muy pocos lugares se les da un uso productivo. Existen varias alternativas mediante las cuales se les podría dar un valor añadido a la biomasa de cultivos convirtiéndolos en subproductos y de esta forma evitar la contaminación ambiental generada por el manejo inadecuado que se les da a los mismos (Gómez, 2008).

2.1.2.4 Fuentes de generación de biomasa residual

Nogués y Royo (2002), manifiestan que la producción de bienes y servicios para la sociedad requiere de la transformación física y química de la materia e involucra en algunos casos biomasa residual. Existen dos fuentes de biomasa residual para la producción de energía: las actividades agroindustriales y las sociales de la comunidad.

En el caso de la cadena agrícola se distinguen los residuos agrícolas de cosecha (RAC) (Tabla 2.4), y los residuos agrícolas industriales (RAI). Ejemplos de estos tipos de biomasa son los residuos de cuescos y raquis en las plantaciones de palma, los frutos, hojas y tallos de descarte de las cosechas y las excretas de cerdos, aves de corral y reses; en el segundo caso las actividades domésticas y las cadenas comerciales o de industrias de alimentos o de productos vegetales originan los grandes volúmenes de residuos orgánicos urbanos. Estos residuos pueden utilizarse para la generación de energía a gran escala y la sustitución de combustibles, de acuerdo con la disponibilidad de tecnologías de segunda y tercera generación.

Tabla 2.4. Contenido de materia seca (t/ha) de residuos agrícolas

Cultivo	Materia seca (ton/ha)	Tipo de cultivo
Banano	27,5-31,3	Perenne
Frijol	9,41-9,51	Anual
Maíz	11,18	Anual
Café (sin sombra)	38,0	Perenne
Café (sombra)	39,06-41,53	Perenne
Cacao	104,8	Perenne
Arroz	16,0-17,5	Anual
Naranja	8,4**	Perenne
Palma aceitera	41,8-73,6	Perenne
Caña de azúcar	35,0	Anual

Fuente: Imbach *et al.*, 2005. Valoración de los residuos biomásicos en Costa Rica usando Sistemas de Información Geográfica

2.1.2.5 Tipos de Biomasa

De acuerdo Nogués y Royo (2002), indican que existen diferentes tipos o fuentes de biomasa que pueden ser utilizados para suministrar la demanda de energía de una instalación, una de las clasificaciones más generalmente aceptada es la siguiente (Figura 2.3):

Biomasa natural.- Es la que se produce espontáneamente en la naturaleza sin ningún tipo de intervención humana. Los recursos generados en las podas naturales de un bosque constituyen un ejemplo de este tipo de biomasa. La utilización de estos recursos requiere de la gestión de su adquisición y transporte hasta la empresa lo que puede provocar que su uso sea inviable económicamente.

Biomasa residual.- La biomasa residual es el subproducto o residuo generado en las actividades agrícolas (poda, rastrojos, etc.), silvícolas y ganaderas, así como residuos de la industria agroalimentaria (alpechines, bagazos, cáscaras, vinazas, etc.), en la industria de transformación de la madera (aserraderos, fábricas de papel, muebles, etc.), y otros residuos como los procedentes de depuradoras y del reciclado de aceites.

La biomasa residual se puede clasificar según su estado en:

Biomasa residual seca:

- Residuos forestales. Son los residuos generados en los tratamientos y aprovechamientos de las masas vegetales, tanto para la defensa y mejora de éstas como para la obtención de materias primas para el sector forestal. Los residuos derivados de la poda o mantenimiento de los montes tienen excelentes características como combustibles. Además, se puede astillar para facilitar su transporte. Sus desventajas son la dispersión, la ubicación en terrenos de difícil acceso, las impurezas (piedras, arena) y su grado de humedad.
- Residuos agrícolas herbáceos. Son los que se obtienen durante la cosecha de algunos cultivos como cereales (paja) o maíz (cañote). Su inconveniente más característico es la estacionalidad, esto significa que su disponibilidad no es igual en todas las épocas del año, por lo que podrían darse discontinuidades en el suministro.

- Residuos agrícolas leñosos. Se puede resumir, principalmente en las podas de olivos, viñedos y árboles frutales. También necesitan astillado para su transporte. Nuevamente, su principal desventaja es la estacionalidad.
- Residuos de industrias forestales y agrícolas. Son los desechados por las industrias de primera y segunda transformación de la madera (astillas, cortezas y serrín), y los residuos de la industria agroalimentaria (cáscaras, huesos).

Biomasa residual húmeda

Se denominan así los vertidos biodegradables, es decir, las aguas residuales urbanas e industriales y los residuos ganadero (principalmente purines).

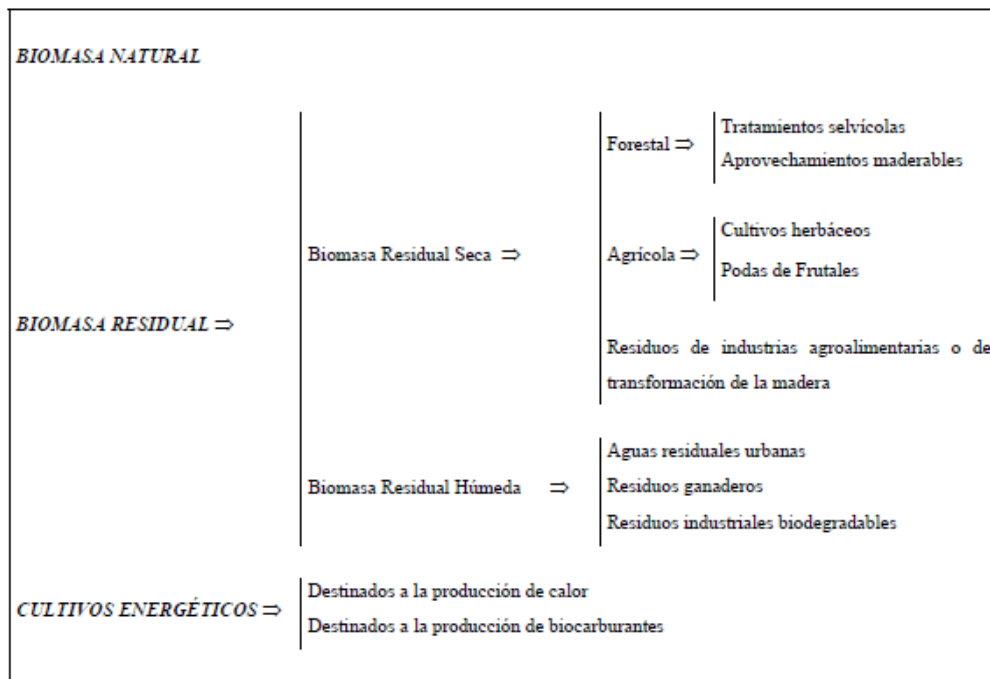


Figura 2.3. Tipos de biomasa

Fuente: Nogués y Royo (2002)

Cultivos energéticos.- Son cultivos de especies vegetales destinados, específicamente, a la producción de biomasa para el uso energético. Las principales ventajas de los cultivos energéticos residen, en primer lugar, en la predictibilidad de su disposición, fundamental para cualquier industria, y, en segundo lugar, en la posibilidad

de su concentración espacial, lo que permite una gestión mecanizada y un abaratamiento de los costes (Nava y Doldán, 2014).

Los cultivos energéticos pueden clasificarse, según su aprovechamiento final en tres tipos:

- Cultivos oleaginosos. Son los que se emplean en la producción de aceites transformables en biodiesel.
- Cultivos alcoholígenos. Se utilizan para producir bioetanol a partir de procesos de fermentación de azúcares.
- Cultivos lignocelulósicos. Son los usados para la generación de biomasa sólida susceptible de emplearse en aplicaciones térmicas, cogeneración u obtención de combustibles de segunda generación, es decir, más elaborados. Éstos son los cultivos en los que se centrará este proyecto.

2.1.2.5 Manejo que se le da a la biomasa residual

Quema de residuos agrícolas

Para la Comisión para la Cooperación Ambiental (2014), en muchos países, quemar residuos agrícolas tallos, pastos, hojas, cáscaras, entre otros continúa siendo la manera más económica y fácil de deshacerse o reducir el volumen de materiales combustibles producto de las actividades agrícolas. Este tipo de quema a cielo abierto se realiza a fin de eliminar de manera rápida los restos de cosechas anteriores, así como limpiar, podar y despejar la zona de cultivo.

También se lleva a cabo con el objetivo de liberar nutrientes para el siguiente ciclo productivo, así como eliminar moscos y otras plagas de los campos de cultivo. La caña de azúcar se quema antes de la cosecha con el propósito de disminuir la cantidad de hoja (sin uso) y facilitar así la zafra y el transporte del producto al ingenio azucarero.

También se considera que al quemar la caña se reduce el riesgo de cortaduras y picaduras de insectos para los trabajadores Comisión para la Cooperación Ambiental (2014).

Se estima que la quema de biomasa, como madera, hojas, árboles y pastos —incluidos los residuos agrícolas, produce 40% del dióxido de carbono (CO₂), 32% del monóxido de carbono (CO), 20% de la materia particulada o partículas de materia suspendidas (PM) y 50% de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) emitidos al ambiente a escala mundial.² Las quemas de residuos agrícolas son muy utilizadas a pesar de que no se trata de un manejo ambientalmente aceptable Comisión para la Cooperación Ambiental (2014).

Además, desde el punto de vista de la salud pública, resultan preocupantes por una serie de razones:

- El humo de las quemas agrícolas se libera a nivel —o muy cerca— del suelo en áreas generalmente pobladas, lo que conlleva una exposición a los contaminantes directa y elevada de la población aledaña.
- Estas quemas se realizan generalmente por etapas, en temporadas específicas del año, y pueden dar lugar a concentraciones muy elevadas de contaminantes.
- Son fuentes no puntuales de contaminantes atmosféricos y se realizan en áreas muy extensas, por lo que resulta difícil medir y regular este tipo de emisiones.
- Las condiciones de la combustión y los combustibles varían e incluyen la posible presencia de plaguicidas.
- Contribuyen al cambio climático, ya que entre los compuestos emitidos se encuentran gases de efecto invernadero y contaminantes climáticos de vida corta, como el carbono negro.
- Afectan la visibilidad en zonas y carreteras aledañas.

Además, en estos procesos de combustión incompletos se producen dioxinas, contaminantes altamente tóxicos y cancerígenos.

Moreno y Moral (2008), indican que la quema de residuos agrícolas es una práctica voluntaria y programada por los productores, para liberar el terreno de residuos y así facilitar las labores de siembra del cultivo siguiente. La quema de rastrojos es una práctica que se realiza para facilitar las posteriores labores agrícolas, y tiene por finalidad que no existan residuos en descomposición del cultivo anterior durante el crecimiento del cultivo subsiguiente. Además de ser una fuente de emisiones de metano (CH₄), monóxido de carbono (CO), óxidos del nitrógeno (NO_x), y óxido nitroso (N₂O) hacia la atmósfera, la quema de rastrojos genera inmovilización de nutrientes (nitrógeno, principalmente) por la flora bacteriana encargada de descomponer los rastrojos del cultivo previo.

La quema de residuos agrícolas tiene como aspectos favorables de la destrucción de propágulos de malas hierbas, la reducción de parásitos y patógenos, la restitución de minerales al suelo, la eliminación rápida del residuo, entre otras.

Labranza de conservación

Galeana *et al.*, (2000), expresan que desde hace siete mil años las tierras se han estado labrando con instrumentos que deterioran el suelo. El deterioro es la pérdida de la productividad actual o potencial de la tierra como resultado de la acción de factores naturales y antropogénicos. Este proceso se inicia con la erosión y el abatimiento de la materia orgánica (MO) por el uso continuo y sin prácticas de sostenibilidad del recurso suelo.

Los factores que dan origen a la erosión del suelo son: el impacto de las gotas de lluvia al golpear el suelo, la falta de cubierta vegetal, la desintegración de los agregados del suelo, y la abrasión y transporte de las partículas por escurrimiento del agua. Se han propuesto diferentes alternativas para conservar y proteger el suelo. Una de ellas es el empleo de la labranza de conservación, cuyo estudio se inició en la década de los treinta. La práctica consiste en dejar los residuos de las cosechas anteriores en la superficie del terreno, sin roturar o voltear el suelo, como se hace tradicionalmente. La

cobertura del suelo con rastrojo disminuye el efecto de la erosión e incrementa el contenido de la MO, mejorando con ello las propiedades físicas, químicas, biológicas, y la fertilidad del suelo. El uso de leguminosas como cobertura con baja relación C/N es mejor que el de las gramíneas, por la rápida descomposición y liberación de nutrimentos. Sin embargo, la cobertura de gramíneas incrementa el contenido de MO y, además, mejora la estructura del suelo por el tipo de desarrollo de su sistema radical observó que la cobertura de veza (*Vicia villosa* Roth) y de trébol (*Trifolium incarnatum* L.), incorporados o dejados como cobertura, contribuyen en el aumento de rendimiento del maíz (*Zea mays* L.). El uso de estos residuos como abono en cobertura produjo un rendimiento promedio equivalente a la aplicación de 117 kg/ha de nitrógeno en dos ciclos de cultivo. Además demostró que la cobertura de leguminosas verdes o secas beneficia al suelo con el aporte de nitrógeno y actúa como conservadoras de éste encontrando que los rastrojos de diferentes cereales mejoran las condiciones físicas y evitan la pérdida de la fertilidad del suelo.

La biomasa como alimento animal

Martínez *et al.*, (2007), indica que la escasas pluviométrica, inviernos suaves y veranos muy calurosos, hace que los pastos sean escasos y de mala calidad. Esto permite que los ganaderos de rumiantes puedan optar por la incorporación de diferentes subproductos agroindustriales en las dietas de sus animales. En este sentido, el aceptable valor nutritivo y bajo precio de los subproductos en general y, del maíz, hacen que se utilicen en la ración de rumiantes como alimento con fibra y suplemento energético, respectivamente, sobretodo en áreas cercanas a sus centros de producción, como son las fábricas de conservas. Sin embargo, estos materiales aparecen en una época de año calurosa y de rápida descomposición. En esta situación, el ensilaje aparece como un método de conservación para este tipo de materiales que se pueden usar en la nutrición animal. En contraposición, poco se sabe del comportamiento de los subproductos ensilados a nivel ruminal, si bien hay una alta correlación entre la digestibilidad in vivo y la producción de gas, en el caso de la valoración del maíz fresco o ensilado (García Rodríguez *et al.* 2005). Diversos trabajos reflejan que el principal tipo de pérdidas de esta clase de subproductos se deben,

probablemente, a la producción de gas que realizan las levaduras sobre estos substratos (Megías et al. 2002).

2.1.2.6 Características energéticas de la biomasa

Nogués y Royo (2002), manifiestan que en muchas ocasiones, la biomasa se elimina por ser molesta para la instalación que la produce o porque entorpece las labores agrarias o ganaderas que la generan. Cuando esto ocurre, se está desperdiciando una fuente de energía importante, basta recordar que considerando que, por término medio, un kilogramo de biomasa permite obtener 3.500 kcal y que un litro de gasolina tiene aproximadamente 10.000 kcal, por cada tres kilogramos que desperdiciamos de biomasa, se desaprovecha el equivalente a un litro de gasolina.

Cabrera *et al.*, (2014), indica que habitualmente, el contenido energético de la biomasa se mide en función del poder calorífico del recurso, aunque para algunos de ellos, como es el caso de la biomasa residual húmeda o de los biocarburantes, se determina en función del poder calorífico del producto energético obtenido en su tratamiento.

2.1.2.7 Ventajas

Hernández (2011), expresa que Algunos de los elementos positivos que aporta la biomasa son compartidos con otras fuentes de energía renovable, como son, por ejemplo, la seguridad de suministro o la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, la biomasa tiene otras ventajas específicas, como el potencial de creación de empleo, el desarrollo económico de zonas rurales o la disminución de riesgo de incendios forestales.

Además, existe un potencial significativo en cuanto a la reducción total de los costes de producción de energía a partir de biomasa, que se estima entre un 15% y un 40% del coste actual para el año 2020, lo que prueba que es todavía una tecnología con importante margen de mejora de su competitividad, más que una tecnología madura.

2.1.3 Biomasa residual de maíz

CEDAF (1998), expresa que este cultivo genera una gran cantidad de biomasa aérea (vegetación), la cual el hombre cosecha el 50% en forma de grano. El resto corresponde a diversas estructuras de la planta tales como caña, hojas, panoja y otras. La producción de biomasa residual que genera el maíz de grano (cañas, hojas, chalas y corontas) fluctúa entre 20 y 25 toneladas por hectárea, por lo que existiría una disponibilidad potencial total entre 2 y 3,5 millones de toneladas.

2.1.4 Composición de la biomasa

Escalante *et al.*, (2009), indica que La biomasa es un material formado principalmente por carbono, hidrógeno y oxígeno; estos compuestos son los que reaccionan exotérmicamente cuando el residuo cede energía. Conocer la composición de un residuo es importante al momento seleccionar una tecnología para su aprovechamiento energético; por consiguiente la caracterización de la biomasa involucra conocer los siguientes parámetros:

- Composición física: Involucra determinar en la sustancia su densidad aparente y real, la humedad y el color
- El análisis último ó elemental: Reporta el porcentaje en peso de oxígeno (O₂), carbono (C), hidrogeno (H), azufre (S) y nitrógeno (N)
- El análisis próximo: Contempla evaluar el contenido de carbono fijo, el material volátil y las cenizas.

2.1.5 Análisis Próximos

2.1.5.1. Humedad residual

Es la humedad que pierde un carbón seco al aire cuando se le somete a una temperatura de 106°C. Por ejemplo, una humedad superficial entre 1,5 y 3% evita la generación de polvo. El exceso de la humedad superficial causa problemas de manejo tal como atascamiento en tolvas y reducción en el rendimiento de los trituradores,

especialmente si va acompañado de un alto contenido de finos. Igualmente la presencia de una humedad muy alta retrasa el encendido del carbón dando lugar a que no exista el suficiente tiempo, para su consumo total siendo evacuado parte de él en las cenizas (ASTM, 2015).

2.1.5.2. Humedad superficial

Es la humedad que pierde el carbón cuando se le seca al aire del medio ambiente del laboratorio (ASTM, 2015).

2.1.5.3. Humedad total

Es la suma de la humedad superficial y la humedad residual. Es necesario conocerla en los contratos de compra y venta, en la evaluación y construcción de procesos industriales, manejo y pulverización del carbón (ASTM, 2015).

2.1.5.4. Cenizas

Corresponden a la cantidad de materia sólida no combustible presente en un material. Es usual expresar la cantidad de ceniza por kilogramo de muestra. El poder calórico de un material se reduce de acuerdo a su contenido de cenizas. Un alto contenido de cenizas en un residuo biológico es perjudicial para su aprovechamiento energético por vías térmicas ya que reduce su poder calorífico.

Las cenizas tienden a depositarse en las tuberías de las calderas e intercambiadores, ocasionando dificultad en la transmisión del calor. Sin embargo, la eliminación de las cenizas presentes en un compuesto, implica el uso de tecnologías complejas y costosas (Escalante *et al.*, 2010 citado por Castells *et al.*).

2.1.5.5. Material Volátil

Está constituido por combinaciones de carbono, hidrógeno y otros elementos. El material volátil se determina calentando la muestra en un crisol tapado durante siete

minutos a 950 °C; a esta temperatura se lleva a cabo un proceso de descomposición de la materia orgánica por ruptura de enlaces químicos (pirólisis). La pérdida en peso que sufre la muestra, una vez descontada su humedad, indica la cantidad de compuestos gaseosos producidos en la descomposición de la sustancia carbonosa (Castells *et al.*, 2005). El contenido de material volátil da una idea de la longitud de la llama, en el caso que esta biomasa se utilice en un proceso de incineración (Escalante *et al.*, 2010).

2.1.5.6. Carbono Fijo

Es la fracción de carbono residual que permanece luego de retirar de la muestra la humedad, las cenizas y el material volátil. Por consiguiente se puede calcular el porcentaje de carbono fijo = 100 – porcentaje de humedad – porcentaje de material volátil – porcentaje de ceniza. El carbono fijo es el compuesto que no destila cuando se calienta un combustible (Escalante *et al.*, 2010).

Desde el punto de vista energético, no todos los volátiles presentes en el material aportan energía. La cantidad de material volátil y carbono fijo presentes en la biomasa, permiten establecer la facilidad con la cual el residuo reacciona, se oxida y se gasifica. La ocurrencia de uno u otro tipo de reacción depende del tipo de proceso utilizado para el aprovechamiento energético de la biomasa (Escalante *et al.*, 2010).

2.1.6. Potencial Energético

Según el Programa energía Río Vivas (2014), es la cantidad total de energía presente en la naturaleza, independiente de cuál sea la fuente de energía, posible de ser aprovechada mediante el uso de tecnología.

2.1.6.1. Poder Calorífico Superior

Garcés y Martínez (2007), manifiesta que es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de una unidad de volumen de combustible cuando el vapor de

agua originado en la combustión está condensado y, por consiguiente, se tiene en cuenta el calor desprendido en este cambio de fase.

El poder calorífico de una muestra de combustible se mide en una bomba calorimétrica. La muestra de combustible y un exceso de oxígeno se inflama en la bomba y tras la combustión, se mide la cantidad de calor. La bomba se enfría con este fin a temperatura ambiente. Durante dicho enfriamiento, el vapor de agua se condensa y este calor de condensación del agua está incluido en el calor resultante Garcés y Martínez (2007).

2.1.6.2. Poder Calorífico Inferior

Para Garcés y Martínez (2007), es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de una unidad de volumen de combustible sin contar la parte correspondiente al calor latente del vapor de agua generado en la combustión, ya que no se produce cambio de fase, y se expulsa como vapor. Es el valor que interesa en los usos industriales, por ejemplo hornos o turbinas, en los que los gases de combustión que salen por la chimenea o escape están a temperaturas elevadas, y el agua en fase vapor no condensa.

2.1.7. Procesos de Valorización Energética

Fernández (2010), indica que existen gran variedad de procesos de valorización energética cuya finalidad es la transformación de un residuo en un producto útil (calor, electricidad o biocombustible). Fundamentalmente, estos procesos se clasifican en dos grandes grupos reflejados en la Figura 2.3.

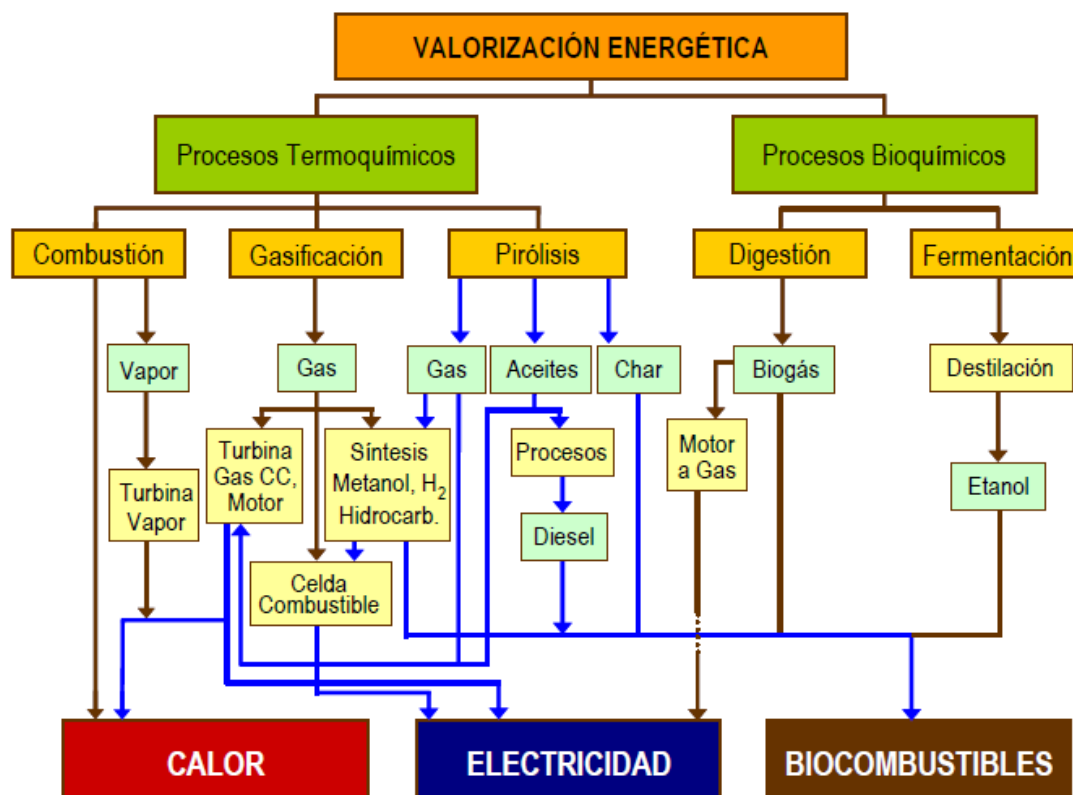


Figura 2.3. Clasificación general de los procesos de valorización energética de residuos Fernández (2010)

2.1.7.1. Procesos Termoquímicos

Para Fernández (2010), los procesos termoquímicos se basan en la utilización del calor como fuente de transformación de la biomasa, implicando reacciones químicas irreversibles a alta temperatura y pudiendo trabajar con la acción de catalizadores. También aportan la ventaja de que se puede emplear un amplio rango de materias primas; de hecho, cualquier material con contenido en carbono puede ser transformado mediante procesos termoquímicos, asimismo, estos procesos generan productos de distinta naturaleza. Están muy desarrollados para la biomasa seca, sobre todo para la paja y la madera. Dependiendo de la cantidad de oxígeno presente, se distinguen tres tipos de procesos termoquímicos: combustión, gasificación y pirólisis.

2.1.7.1. Procesos Bioquímicos

Según Fernández (2010), los métodos bioquímicos o biológicos se basan en la utilización de diversos tipos de microorganismos para degradar las moléculas a compuestos más simples de alta densidad energética. Los más conocidos son la fermentación alcohólica para producir etanol, y la digestión anaerobia para producir biogás. Este último adecuado para la biomasa de alto contenido en humedad, como puede ser la procedente de explotaciones de ganadería intensiva (purines).

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Bastías *et al.*, (2011), indica que la investigación sobre la Caracterización del maíz “Lluteño” (*Zea mays L. tipo amylacea*) proveniente del norte de Chile, tolerante a NaCl y de bioenergía exceso de boro, como una alternativa para la producción, el objetivo consistió en estudiar la composición química y bioquímica de los tejidos vegetales y evaluar los parámetros de crecimiento del maíz “Lluteño” (*Zea mays L. tipo amylacea*), para considerar otra alternativa productiva de este cultivo, la producción de bioetanol, a partir de la biomasa de desecho obtenido de la “chala” de maíz, después de la cosecha en el valle de Lluta (Arica-Chile). La totalidad de la producción de este maíz se orienta, principalmente, al consumo fresco; la biomasa aérea seca o “chala”, actualmente, no tiene un uso productivo, por el contrario, este material es quemado y muy pocas veces incorporado al suelo y pocos agricultores lo ocupan como forraje, desaprovechando, así, grandes volúmenes de biomasa. Para determinar la factibilidad de utilizar la biomasa o chala seca de maíz “Lluteño”, como una alternativa para obtener etanol, la estimación de la concentración de etanol fue a partir de los azúcares solubles totales presentes en la materia seca de las hojas; este cálculo, de una muestra compuesta, mostró un valor de 95,3 gal./t de materia seca de rastrojo. Cabe destacar que los galones de etanol, calculados a partir de la chala, no se consideraron en la materia seca, la mazorca o los granos.

Pérez *et al.*, (2010) sostiene que la situación energética y medioambiental mundial hace que la generación de energía mediante sistemas basados en energías renovables tome cada vez una mayor relevancia. Estos sistemas tienen una doble

ventaja ya que posibilitan la diversificación energética y reducen la dependencia del petróleo a la vez que se disminuyen las emisiones globales de CO₂. La biomasa es uno de los recursos energéticos con mayor potencial tanto en países desarrollados como emergentes pero sigue sin sufrir el desarrollo esperado. La gasificación de biomasa es uno de los sistemas con gran potencial ya que permite la generación tanto de energía térmica como eléctrica, mediante tecnologías de bajo costo como los gasificadores de lecho fijo (potencias medias – bajas), o reactores de lecho fluidizado con tecnología más exigente y con mayor capacidad de generación. La transformación de la biomasa en un combustible gaseoso, aprovechable en motores de combustión interna alternativos o en turbinas de gas como combustible, exige que la biomasa atraviese varios procesos termoquímicos, compuestos por reacciones endotérmicas (secado, devolatilización y reducción) y exotérmicas (oxidación de volátiles y carbón). La selección de un gasificador requiere conocer las propiedades de la biomasa, mientras que el diseño del mismo exige conocer el fenómeno termoquímico por completo.

Escalante et al., (2010), indica que La biomasa residual agrícola de Colombia presenta niveles de humedad muy variados. Los residuos de Capacho de maíz, cascarilla de arroz y las hojas secas de la caña panelera poseen valores de humedad cercanos al 7,55% y energéticamente se pueden aprovechar por vías térmicas o bioquímicas.

2.3 FUDAMENTACIÓN LEGAL

2.3.1 Marco legal e institucional de las energías renovables en Ecuador

Para establecer el marco legal e institucional de las energías renovables en el Ecuador es necesario mencionar la política nacional bajo la cual se desarrollan estos energéticos, que tiene como su origen la Constitución de la República, que entre sus articulados considera la promoción y uso de las energías renovables, mismos que se transcriben a continuación:

Artículo 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.”

Artículo 313.- El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia.”

Artículo 413.- El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua”.

Artículo 415.- El Estado Central y los Gobiernos Autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano de uso del suelo Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional de agua y de reducción, reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos.”

También es necesario destacar que el Plan Nacional de Desarrollo del Gobierno Nacional, denominado: “Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2019”, establece algunos objetivos y políticas sobre el desarrollo de las energías renovables, como:

Objetivo 4: Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable”.

Política 4.3: Diversificar la matriz energética nacional, promoviendo la eficiencia y una mayor participación de energías renovables sostenibles”

Adicionalmente, el MEER (2008) elaboró el documento denominado “Políticas Energéticas del Ecuador 2008 - 2020”, donde se destacan las siguientes políticas de Estado para el desarrollo sustentable del sector energético, relacionadas con las energías renovables:

- c) Impulsar un modelo de desarrollo energético con tecnologías ambientalmente amigables;”
- d) Formular y llevar adelante un Plan Energético Nacional, que defina la expansión optimizada del sector en el marco de un desarrollo sostenible.
- f) Promover el desarrollo sustentable de los recursos energéticos e impulsar proyectos con fuentes de generación renovable (hidroeléctrica, geotérmica, solar y eólica) y de nueva generación eléctrica eficiente, incluyendo la nuclear, excluyendo la generación con base en el uso del diésel.
- n) Reducir el consumo de combustibles en el transporte mediante la sustitución por gas natural comprimido – GNC, electricidad y la introducción de tecnologías híbridas.

Igualmente, se detallan las políticas para el desarrollo de biocombustibles, fomento del biogás, e impulso y desarrollo de la energía geotérmica.

En lo referente a leyes específicas vigentes para la promoción y desarrollo de las energías renovables en el sector eléctrico, se tienen las siguientes disposiciones legales:

- Ley de Régimen del Sector Eléctrico (LRSE) R.O.S. 43 del 10 de Octubre de 1996 Capítulo IX, Artículo 63, donde el Estado se compromete a fomentar el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales. En el Capítulo XI, Artículo 67 de la misma ley, se incluyen ciertas ventajas arancelarias, así como exoneraciones del Impuesto a la Renta para incentivar la producción energética basada en energía renovable como solar, eólica, geotérmica, biomasa, etc.

Art. 67.- Exonerase el pago de aranceles, demás impuestos adicionales y gravámenes que afecten a la importación de materiales y equipos no producidos en el país, para la investigación, producción, fabricación e instalación de sistemas destinados a la utilización de energía solar, eólica, geotérmica, biomasa y otras previo el informe favorable del CONELEC.

Exonerase del pago de impuesto sobre la renta, durante cinco años a partir de su instalación a las empresas que, con su inversión, instalen y operen centrales de producción de electricidad usando los recursos energéticos no convencionales señalados en el inciso anterior.

- Reglamento General de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, Art. 53, 77, que establece entre otras disposiciones las siguientes:
- La operación de centrales de generación que utilicen fuentes no convencionales se sujetarán a regulaciones específicas del CONELEC”; y, “el Estado fomentará el uso de recursos energéticos renovables, no convencionales, con asignación prioritaria de fondos del Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal (FERUM).
- Reglamento para Administración del FERUM, que define el destino de los fondos para nuevas obras, ampliación y mejoramiento de sistemas de distribución en sectores rurales o urbano-marginales; o, para sistemas de generación que utilicen energías renovables no convencionales, en sectores rurales.
- Reglamento de Despacho y Operación del Sistema Interconectado Nacional (SIN), que determina que los generadores mayores a 1MW sincronizados al SIN deben realizar sus transacciones en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). Esto es una dificultad para las mini y micro centrales hidroeléctricas, pues se conectan al nivel de voltaje de distribución. Igual, para los sistemas fotovoltaicos aislados o conectados a red, la reglamentación no es aplicable obliga a la instalación de medidores costosos.
- Regulación 008/08 del CONELEC, que fija los procedimientos para calificar los proyectos del FERUM, determina una reserva de 7,5% del presupuesto FERUM para las provincias fronterizas, Amazonía y Galápagos. Además, incluye que los proyectos con energías renovables podrán ser presentados por organismos de desarrollo ante el CONELEC, cuando dicho proyecto no pueda ser atendido

mediante redes, ni ha sido considerado por la Empresa Distribuidora de Electricidad de la zona como un proyecto de energías no renovables.

- Regulación del CONELEC 003/11, sobre determinación de la metodología para el cálculo del plazo y de los precios referenciales de los proyectos de generación y autogeneración desarrollados por la iniciativa privada, incluyendo aquellos que usen energías renovables. o El CONELEC determina los plazos a ser considerados en los Títulos Habilitantes para los siguientes casos: Proyectos de generación delegados a la iniciativa privada; Proyectos de generación que usen energías renovables y que se acojan a la Regulación para el incentivo a este tipo de proyectos; Proyectos de autogeneración desarrollados por la iniciativa privada.

El CONELEC determinará los precios para los siguientes casos:

- a) para cada proceso público de selección de los proyectos de generación delegados a la iniciativa privada que consten en el Plan Maestro de Electrificación (PME).
 - b) para cada proceso de negociación de los proyectos de generación propuestos y delegados a la iniciativa privada.
 - c) para los proyectos de generación que usen energías renovables y que se acojan a la Regulación para el incentivo a este tipo de proyectos.
 - d) para la comercialización de los excedentes de energía de los proyectos de autogeneración.
- Regulación del CONELEC 004/11, sobre el tratamiento para la energía producida con tecnologías basadas en recursos energéticos renovables no convencionales: eólica, biomasa, biogás, fotovoltaica, geotermia y centrales hidroeléctricas de hasta 50 MW de capacidad instalada. Cualquier interesado en desarrollar un proyecto que utilice fuentes renovables podrá solicitar el tratamiento preferente como generador no convencional, para lo cual tendrá que presentar al CONELEC los requisitos respectivos.

•

El marco legal de los biocombustibles está dado por varios Decretos Ejecutivos: No. 1831 (10/07/2009); No. 1495 (19 /12/2008); y, No. 1879 (5/08/2009), que establecen el precio del etanol anhidro, biodiesel y aceite vegetal; fijan el precio del etanol anhidro en 0,76 USD\$/litro sin considerar IVA; y transfieren todo lo referente al tema de biocombustibles al Ministerio de Coordinación de la Producción, Empleo y Competitividad (MCPEC).

2.4.2 Marco Institucional

En el año 2007, el Estado creó un Ministerio especializado en el sector de la energía renovable, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), responsable de diseñar y ejecutar políticas y programas de desarrollo de las fuentes renovables en el país a través de la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética.

Adicionalmente, el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) es el encargado de la regulación del sector eléctrico (incluida la energía renovable). Esta institución aprueba las concesiones para el aprovechamiento de los recursos energéticos renovables y establece el precio de estas energías.

En el tema de biocombustibles la entidad rectora es el Ministerio de Coordinación de la Producción, Empleo y Competitividad (MCPEC), que preside el Consejo Nacional de Biocombustibles, un ente multisectorial conformado por varios Ministerios afines a los biocombustibles, por empresas estatales y representantes del sector privado.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Ahora que finalmente nos hemos dado cuenta del terrible daño que hemos ocasionado al medio ambiente, estamos extremando nuestro ingenio para hallar soluciones tecnológicas.

Jane Goodall

3.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Para este trabajo investigativo se utilizó los siguientes tipos de investigación:

3.1.1 Descriptiva

Esta investigación caracterizó el proceso de manejo que le dan los agricultores a los residuos del cultivo de maíz duro en el Cantón Mocache.

3.1.2 Experimental

La investigación plantió aspectos experimentales al evaluar la disponibilidad de biomasa residual del cultivo de maíz duro y su potencial energético en el Cantón Mocache.

3.2 CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 Técnicas

Observación directa

Estuvo basada en el registro de la información a través de las observaciones del fenómeno, las misas que fueron analizadas posteriormente. Es necesario manifestar que la observación fue un elemento importante que permitió obtener el mayor número de datos posibles, necesarios para incrementar el conocimiento, y comprensión de lo que sucede en el campo donde se desarrolló la investigación.

Entrevistas

Se aplicaron entrevistas a los agricultores de la zona a fin de conocer el manejo de la biomasa residual del cultivo de maíz duro (Anexo 1).

3.2.2 Instrumentos de investigación

Registro de observación

Se realizó recorridos y visitas a la zona maicera del cantón Mocache para identificar las fincas seleccionadas para el estudio.

Diario de Campo y Laboratorio

Se registraron los datos del trabajo de campo y de laboratorio.

Mapas

Se utilizaron la ayuda de cartografía necesaria para la ubicación de la zona en estudio.

GPSs

Este instrumento ayudó a establecer las coordenadas del área de estudio.

Cámara fotográfica

Instrumento que permitió registrar todos los eventos que se encontraron durante la ejecución de la investigación.

3.3. ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO

Se sustentó en base a trabajos, realizados en otros sitios del país o del mundo, que guardaron relación con la temática investigada para evitar errores en el proceso de la investigación de una mejor manera.

A través del marco teórico se buscó desarrollar un grupo de contenidos teóricos y científicos que describieron y reforzaron de forma significativa la investigación de

campo, dando valor agregado a la propuesta, y así interrelacionar la teoría y la realidad encontrada con el desarrollo.

Se estableció el ordenamiento práctico de la información primaria mediante visitas in situ en el cantón Mocache, se recurrió al análisis del tema de investigación con los problemas y subproblemas establecidos en el análisis previo y la fundamentación teórica de las variables.

3.4. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.4.1 Población y muestra

Para determinar el proceso de manejo de los residuos del cultivo de maíz duro en el cantón Mocache se consideró el número de Unidades de Producción Agropecuarias (UPA's) de maíz duro en pequeños, medianos y grandes productores que de acuerdo al III Censo Nacional Agropecuario corresponde a 2718 UPA's (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Número de Unidades de Producción Agropecuarias (UPA's) de maíz Duro en pequeños medianos y grandes productores en el Cantón Mocache

Productores	Número de UPA's
Pequeños (Hasta 20 ha)	2410
Medianos (20-50 ha)	221
Grandes (Más de 50 ha)	87
Total	2718

Fuente: Vinuesa (2009)

Se aplicó el muestreo probabilístico aleatorio simple para la cual se utilizó la ecuación de Brito (2006).

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q \times N}{(N - 1) \times e^2 + Z^2 \times p \times q}$$

Dónde:

n =Tamaño de la muestra

Z =Nivel de confianza (90%)

P =Probabilidad que ocurra el evento (0,5)

Q =Probabilidad de que no ocurra el evento (0,5)

e =Error máximo admisible (10%)

N =Tamaño de la población o universo objeto

Aplicando esta ecuación se determinó que el tamaño de la muestra es de 66 Unidades de Producción Agropecuarias (UPA's). Para determinar el número de encuestas a aplicar en cada grupo de productores de maíz se utilizó la ecuación del estrato de acuerdo a Brito (2006).

$$n_i = N_i \left(\frac{n}{N} \right)$$

Dónde:

n_i =Tamaño de la muestra de cada estrato

N_i =Población de cada estrato

n =Tamaño de la muestra

N =Población

Aplicando esta ecuación se obtuvo el total de encuestas a realizar en cada grupo de productores (Tabla 3. 2).

Tabla 3.2. Muestra del Número de Unidades de Producción Agropecuarias (UPA's) de maíz duro en pequeños medianos y grandes productores en el Cantón Mocache

Productores	Número de UPA's	Muestra
Pequeños (Hasta 20 ha)	2410	59
Medianos (20-50 ha)	221	5
Grandes (Más de 50 ha)	87	2
Total	2718	66

3.4.2 Biomasa residual del cultivo de maíz duro en el cantón Mocache

Con el fin de establecer la disponibilidad de la biomasa residual en el cultivo de maíz duro en el cantón Mocache se utilizó la metodología de Brown (1996), tomando como base la ubicación (superior, centro e inferior) del cantón, donde se seleccionaron cuatro niveles, considerando varios factores como son: variedad de maíz, condiciones climáticas, manejo del cultivo, entre otros). Luego se consideraron cuatro fincas en cada sitio, y dentro de estas se tomaran 4 muestra por metro cuadrado (Figura 3.1).

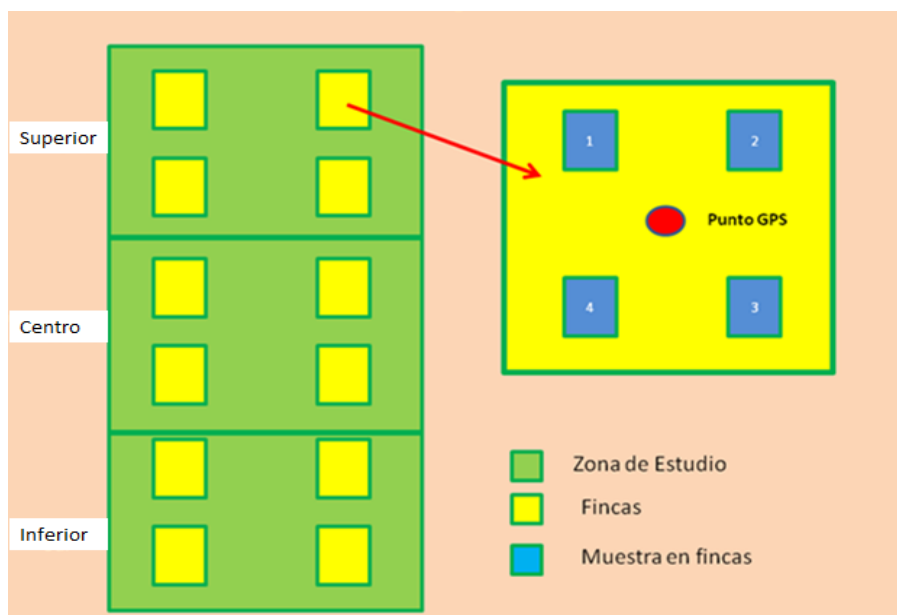


Figura 3.1. Unidad de muestreo para determinar la biomasa residual en el cultivo de maíz duro en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos (Brown, 2006, modificado por Cervantes, 2014)

3.4.2.1 Peso de la Biomasa residual

Luego se procedió a tomar el peso de los residuos (panca, hojas y tusa) en gramos, para lo cual se utilizó una balanza y de esta manera determinar el promedio de peso de la biomasa residual del cultivo de maíz (Foto 3.1).



Foto 3.1 Biomasa residual del cultivo de maíz duro en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos

3.4.2.2 Factor de residuo de la biomasa residual del maíz duro

Una vez que se obtuvieron los pesos promedios en gramos de los residuos de la biomasa (panca, tusa y hoja), se procedió a estimar el factor de residuo de la biomasa de maíz duro, para la cual se aplicó el modelo matemático reportado por Escalante *et al.*, (2010).

$$F_r = \frac{t_{\text{residuo}}}{t_{\text{producto principal}}}$$

Donde:

F_r	=Factor de residuo de la biomasa residual de maíz duro
$t_{residuo}$	=Cantidad de residuo de la biomasa de maíz duro
$t_{producto\ principal}$	:Producción del cultivo de maíz

3.4.2.3 Masa de residuo de la biomasa residual del maíz duro

Toda vez que se ha determinado el factor de residuo de la biomasa de maíz duro se procedió a establecer la masa de residuo (t/año), donde se utilizó el modelo matemático reportado por Escalante *et al.*, (2010).

$$M_{rg} = \text{Producción (t/año)} * \text{factor de residuo}$$

Donde:

M_{rg}	=Masa de residuo
$t_{residuo}$	=Cantidad de residuo de la biomasa de maíz
$t_{producto\ principal}$	=Producción del cultivo de maíz

3.4.2.4 Proyección de la demanda de la masa de residuo de maíz duro

Para proyectar la demanda de la masa residual del maíz duro, se consideró datos históricos del área sembrada de este cultivo (2004 al 2014), se efectuó una regresión, la misma que se ajustó a una recta por el método de mínimos cuadrados, representada por la siguiente ecuación (Sapag, 2007).

$$Y = a + bx$$

Donde:

Y	= variable dependiente (demanda)
x	= variable independiente (año que se va a proyectar)
a y b	=parámetros de la función (a es el coeficiente de posición y b es la pendiente de la recta)

3.4.3 Potencial energético de la biomasa del maíz duro

Para calcular el potencial energético (TJ/año), se utilizó el Poder Calorífico Inferior (PCI) de la biomasa de maíz para la panca fue de 3.429 Kcal/kg ; para la tusa de 3.390 Kcal/kg y para la hoja 4.274 Kcal/kg; valores reportados en la investigación Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia Escalante *et al.*, (2010).

Para establecer el potencial energético se requirió calcular la energía del residuo, para lo cual se utilizó la conversión de toneladas métricas a Tera Joules:

$$\frac{Kcal}{kg} \times \frac{1000 cal}{Kcal} \times \frac{41868 J}{1 cal} \times \frac{1 TJ}{10^{12} J} \times \frac{1000 Kg}{t} = \frac{TJ}{t}$$

Donde:

t =Toneladas métricas

Kg =Kilo Gramos

T =Tera

J =Joule

Kcal =Kilo caloría

Una vez que se ha calculado la energía en la biomasa residual de maíz duro (panca, hoja y tusa), se procedió a determinar el potencial energético para lo cual se utilizó el modelo matemático reportado por Escalante *et al.*, (2010).

$$PE = (M_{rs}) * (E)$$

Donde:

PE =Potencial energético (TJ/año)

M_{rs} =Masa de residuo seco (t/año)

E =Energía del residuo por unidad de masa (TJ/t)

La energía del residuo es equivalente al llamado Poder Calorífico (PCI), cuyas unidades son TJ/t de residuo seco.

3.4.4 Análisis Próximos

Con el fin de determinar el análisis próximo en la biomasa residual del cultivo de maíz duro, se procedió a establecer el contenido de humedad, ceniza y material volátil. Cabe indicar que para garantizar el correcto procedimiento en la toma, preservación, transporte y análisis de las muestras se siguieron los protocolos establecidos por el laboratorio de Bromatología y Servicios Básicos de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

3.4.4.1 Contenido de Humedad

Para conocer el porcentaje de humedad que existe en la biomasa residual del cultivo de maíz duro; se procedió a pesar las muestras con los residuos de maíz, las mismas que fueron colocadas en fundas de papel debidamente identificadas; el peso que se consideró fue de 250 gr (pesó húmedo); se procedió a ingresar las muestras en la estufa marca Memmert con circulación forzada de aire por 48 horas a 60°C (Laboratorio de Servicios Básicos). Una vez seco el material se dejó enfriar por 30 minutos y después se procedió a registrar el peso seco. (Foto 3.2).



Foto 3.2. Proceso para la obtención de humedad en biomasa residual de maíz duro

Para calcular la humedad se aplicó la siguiente fórmula:

$$H = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100$$

Dónde:

W_0 =Peso de la muestra (gr)

W_1 =Peso de la funda más la muestra después del secado

W_2 =Peso de la funda más la muestra antes del secado

3.4.4.2 Contenido de Cenizas

Para determinar el porcentaje de ceniza presente en la biomasa de maíz duro se utilizó los siguientes equipos: balanza analítica, mufla con regulador de temperatura, ajustada a 600°C, estufa con regulador de temperatura, desecador, crisoles de porcelana espátulas y pinza.

El protocolo a seguir en esta investigación fue la siguiente:

Se procedió a lavar y secar el crisol de porcelana cuidadosamente en la estufa ajustada a 100°C, durante 30 minutos, una vez realizado este procedimiento se dejó enfriar en el desecador el crisol. Una vez enfriado el crisol, se procedió a pesar 2 gr de muestra en una balanza analítica, se introdujo el crisol en la mufla a $600^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$, hasta obtener cenizas libres de partículas de carbón al cabo de 3 horas.

Toda vez que el tiempo ha transcurrido se procedió a retirar el crisol con las cenizas, se deja enfriar en el desecador y se toma el peso final (Foto 3.3).



Foto 3.3. Proceso para la obtención de ceniza en biomasa residual de maíz duro

Para conocer el porcentaje de ceniza se aplicó la siguiente ecuación:

$$C = \frac{W_2 - W_1}{W_o} \times 100$$

Dónde:

W_o =Peso de la muestra (gr)

W_1 =Peso del crisol vacío

W_2 =Peso del crisol más la muestra calcinada

3.4.4.3 Contenido de Material Volátil

Para determinar el porcentaje de material volátil presente en la biomasa de maíz duro se utilizó los siguientes equipos: balanza analítica, mufla con regulador de temperatura, ajustada a 600°C, estufa con regulador de temperatura, desecador, crisoles de porcelana espátulas y pinza.

El protocolo a seguir en esta investigación fue la siguiente:

Se procedió a lavar y secar el crisol de porcelana cuidadosamente en la estufa ajustada a 100°C, durante 30 minutos, una vez realizado este procedimiento se dejó enfriar en el desecador el crisol.

Una vez enfriado el crisol, se procedió a pesar 2 gr de muestra en una balanza analítica, se introdujo el crisol en la mufla a 950°C, durante siete minutos, a esta temperatura se lleva a cabo un proceso de descomposición de la materia orgánica por ruptura de enlaces químicos (pilórisis) (Foto 3.4)

Una vez que el tiempo ha transcurrido se procedió a retirar el crisol con las cenizas, se deja enfriar en el desecador y se toma el peso final.



Foto 3.4. Proceso para la obtención de material volátil en biomasa residual de maíz duro

Para establecer el porcentaje de humedad se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

Dónde:

m_1 =Peso del crisol

W_1 =Peso del crisol y muestra antes de calentar

W_2 =Peso del crisol y muestra después de calentar

$$Mv = \% \text{ de pérdida de peso} - \% \text{ de humedad}$$

3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Para medir el efecto entre sitio y tipo de maíz se empleó un bloque al azar con arreglo factorial de 2 variedades de maíz (dekalb y tornado) x 3 niveles (superior, centro, inferior) y, los mismos que estuvieron dispuestos en cuatro repeticiones (Tabla 3.3).

El esquema del análisis de varianza se muestra a continuación:

Tabla 3.3. Esquema del Análisis de Varianza

Fuente de Variación		Grados de Libertad	
Bloque	(r-1)	2	
Tratamientos	(ab-1)	7	
Factor A	(a-1)		1
Factor B	(b-1)		3
Interacción A x B	(a-1) (b-1)		3
Error experimental	(ab-1) (r-1)	14	
Total	(rab-1)	23	

El modelo matemático se muestra a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} =Observación de la unidad experimental para el tratamiento i en el bloque j

μ =Efecto medio global

α_i =Efecto debido al tratamiento i

β_j =Efecto debido al bloque j

ε_{ij} =Error aleatorio asociado a la observación Y_{ij}

3.6. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se recopiló la información obtenida a través de las técnicas e instrumentos para el respectivo análisis y estudio, para finalmente interpretarla en tablas y gráficos que permitieron llegar a las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

3.7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Para determinar el proceso de manejo de los residuos del maíz duro en el cantón Mocache, se realizaron encuestas a los productores de maíz duro en el cantón Mocache, para lo cual se aplicó un formulario de preguntas cerradas, con el fin de que la información obtenida sea de mayor confiabilidad. Una vez obtenidos los datos, se procedió a procesar la información en el paquete estadístico SPSS, para obtener una información clara y precisa.

Para establecer la disponibilidad de la biomasa residual del maíz duro en el cantón Mocache, se aplicó un diseño completamente al azar (DCA), con arreglo bifactorial de 2 (variedades) por 3 niveles, cada una con cuatro repeticiones. Se procedió a visitar las fincas de los productores de maíz, donde se obtuvo la biomasa residual del maíz duro (panca, tusa y hojas); donde se tomó el peso seco en gramos de la biomasa, una vez registrados los datos se sacaron los promedios de peso la panca, tusa y hojas para lo cual se utilizó tablas de Excel; después de obtener los promedios en pesos la información se la tabuló en el programa estadístico Infostat, para conocer medias, significancias y coeficiente de variación.

Con el fin de conocer los análisis próximos (humedad, ceniza y material volátil) presentes en la biomasa residual del maíz duro, una vez obtenidos datos se procedió a analizarlos en Microsoft Excel, donde se obtuvo los valores porcentuales de los elementos en estudio.

3.8. CONSTRUCCIÓN DEL INFORME DE LA INVESTIGACIÓN

El análisis e interpretación de los resultados permitió realizar un análisis cuantitativo y cualitativo de los datos mediante las técnicas y herramientas investigativas propuestas para cada etapa de la investigación, lo que nos llevó a obtener los resultados.

Durante la construcción del informe se describió todo los procesos de la investigación, se realizó la presentación de todos los resultados alcanzados en forma gráfica y se efectuó la discusión en función de la hipótesis planteada, la comprobación de las mismas, para así definir las conclusiones y recomendaciones parciales y finales. Finalmente se describe la propuesta alternativa en forma detallada con indicaciones para su aplicación.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

“La tierra provee lo suficiente para satisfacer las necesidades de cada hombre, pero no la avaricia de cada hombre”.

Mahatma Gandhi

4.1. ENUNCIADO DE LA HIPÓTESIS

La biomasa residual del maíz duro disponible en el cantón Mocache, contiene elementos que aportan energía.

4.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA PERTINENTE A LA HIPÓTESIS

4.2.1. Variable Independiente: Biomasa residual del maíz duro

4.2.1.1. Características de los productores del cantón Mocache

La investigación se ejecutó en el cantón Mocache; provincia de Los Ríos, a los productores de maíz duro, en la cual se determinó que el 53,03% de los encuestados son propietarios de sus predios (Figura 4.1).

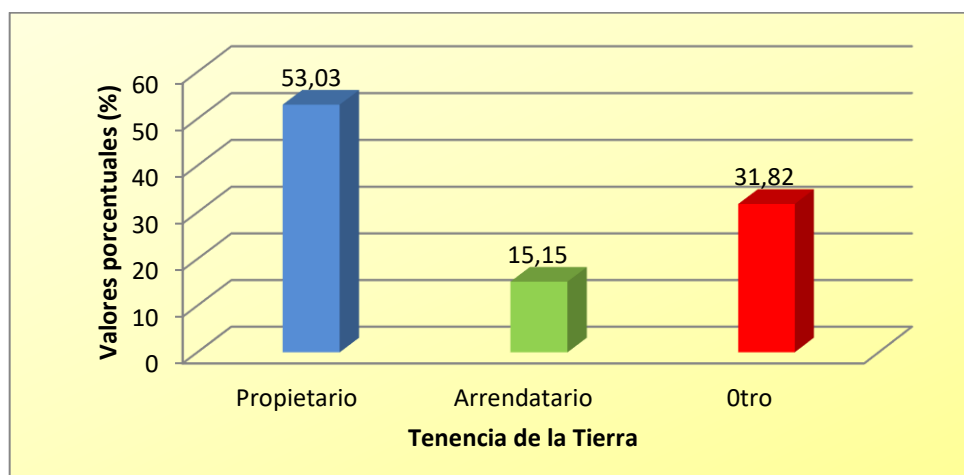


Figura 4.1. Tenencia de la tierra de los productores de maíz duro en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014

Las superficies de terreno dedicada al cultivo de maíz duro corresponde a un promedio de 9,58 ha; siendo el rango inferior 1,00 ha y el rango superior 80 ha (Figura 4.2), esta información permite identificarlos como pequeños productores debido a que su sistema de producción está circunscrito a pequeñas propiedades generalmente terrenos escarpados.

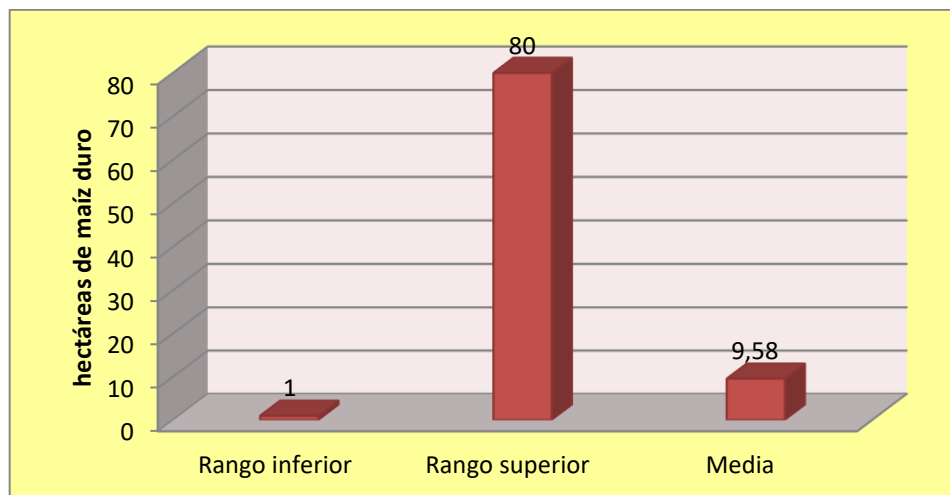


Figura 4.2. Superficie dedicada al cultivo de maíz duro en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014

Referente al tipo de semilla que utilizan los productores de maíz duro se determinó que el 62,12% cultivan la semilla dekalb el 28,79% cultivan la semilla tornado y el porcentaje restante corresponde a las semillas pioner, triunfo e iniap en un 4,55%, 3,03% y 1,52% respectivamente (Figura 4.3).

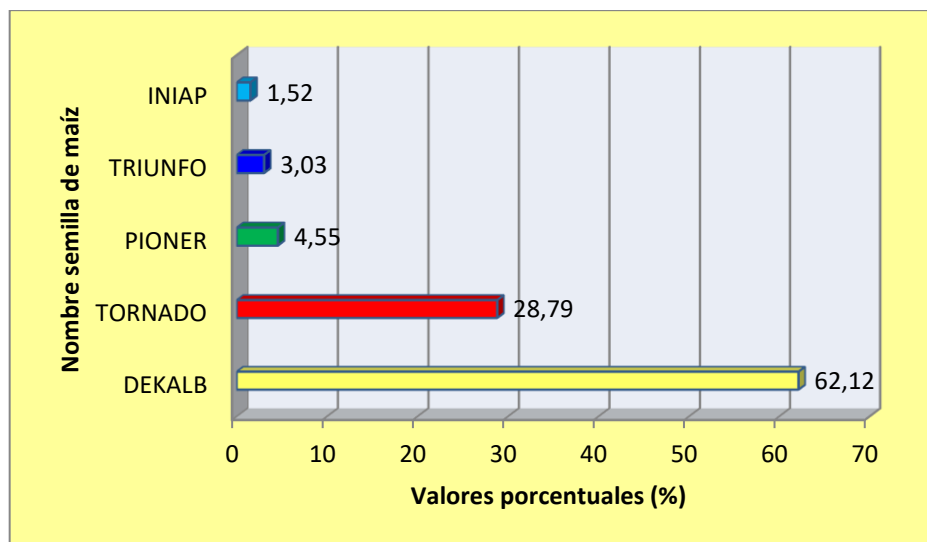


Figura 4.3. Variedad de maíz duro que utilizan los productores en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014

Los rendimientos promedios por hectárea es de 6058,31 kg/ha con rangos que van de 4536 kg/ha a 9072 kg/ha. además se conoció que la mejor semilla es dekal con rendimientos promedios por hectárea de 6306,15 kg/ha seguida de la semilla tornado con rendimientos promedios por hectárea de 5825,18 kg/ha (Figura 4.4).

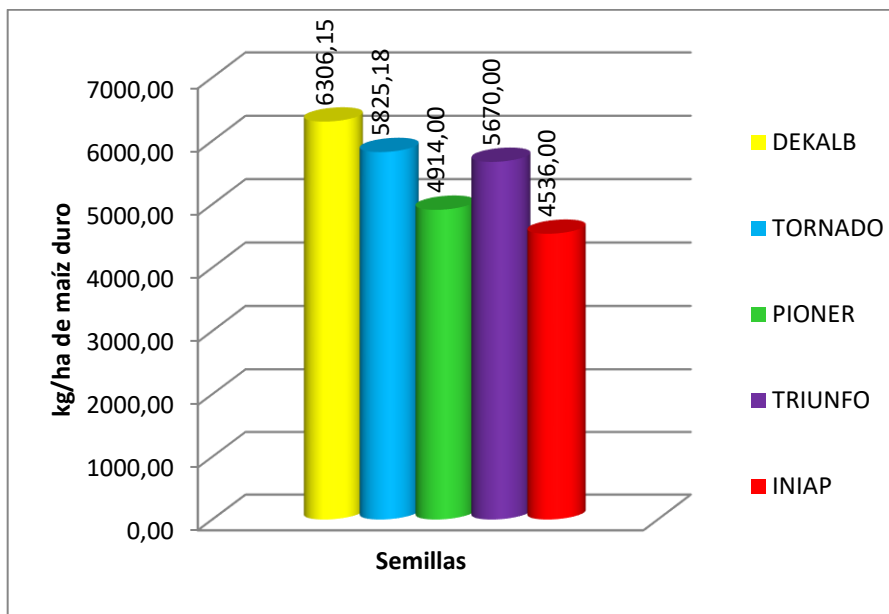


Figura 4.4. Variedad de semillas de maíz duro que utilizan los productores en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014

4.2.1.2. Manejo de residuos del maíz duro en el cantón Mocache

Referente al manejo que le dan a la biomasa residual del cultivo de maíz duro; se estableció que el 80,30% realiza una quema controlada y el resto del porcentaje lo distribuyen en labranza de conservación con el 10,61% y el 9,09% utilizan para alimentar a los animales (Figura 4.5).

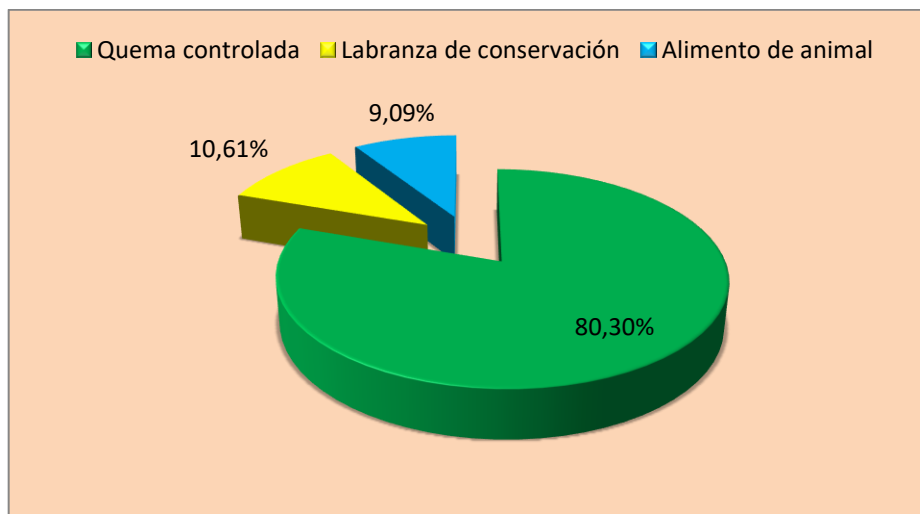


Figura 4.5. Manejo que realizan los productores de maíz duro con la biomasa residual en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014

Concerniente a los productores que realizan una quema controlada de la biomasa (panca, tuza y hojas) se conoció que el 64,81% practican esta labor para preparar el terreno para la próxima siembra y el 35,19% lo hacen para la reducción de costo y la manera que tienen para realizar esta actividad en varios montones con el 53,71% y en lagarto con el 46,30%, siendo el terreno con el 77,78% el lugar donde practican esta labor.

Respecto a la actividad de la labranza de conservación que practican los productores con los residuos de la biomasa residual se conoció que el 100% de los productores practican esta labor para abonar el terreno y lo hacen por medio repique.

Pertinente al uso de la biomasa residual del cultivo de maíz para la alimentación de animales se estableció que el 66,77% de los productores utilizan la biomasa para llenar el animal utilizando en un 83,33% la maleza como aditivo para incrementar el valor nutritivo de la biomasa residual siendo el ganado bovino la principal especie pecuaria que ellos alimentan.

Además se conoció que el 74,24% de los productores encuestados desconocen que la biomasa residual del cultivo de maíz duro sirve para generar energía, así mismo se

pudo determinar que el 90,91% de los productores de maíz duro les gustaría que existiera algún organismo que se encargara de procesar los residuos de cosecha de maíz duro.

4.2.1.3. Disponibilidad de la biomasa residual del maíz duro en el cantón Mocache

Peso de la biomasa residual del cultivo maíz

En la tabla 4.1, se detalla la variable peso de los residuos de panca, hojas y tusa en gramos, registrados por las variedades de maíz y por los niveles. En las variedades, el análisis de varianza estableció que si hubo significancia estadística tanto para la panca, hoja y tusa; los valores registraron que la variedad dekal alcanzó los mayores pesos; para la panca 1468,24 gr; para la hoja 198,55 gr y para la tusa 256,00 gr. El promedio para la panca fue de 1229,11 gr con un coeficiente de variación de 14,11%; el promedio para la hoja fue de 197,29 gr con un coeficiente de variación de 1,03% y el promedio para la tusa fue de 254,00 gr con un coeficiente de variación de 1,39 por ciento (Tabla 4.1).

En la misma tabla también se aprecian los promedios de peso de los residuos de panca, hojas y tusa en los niveles; a través de los datos se observa que no existe significancia estadística entre los niveles; el mejor peso para la panca se registró en el sitio inferior con 1281,42 gr en la panca; 200,05 gr de hoja y 261,00 gr en la tusa.

El análisis de la variancia del porcentaje de peso determinó que si existe significancia estadística entre la interacción variedades * niveles.

Además se conoció que este cultivo aporta un promedio de 16,80 t/ha siendo la panca que aporta mayor cantidad con el 73,16% y en menor proporción se encuentra el residuo generado por la tusa con el 2,54% y apenas el 1,97% son residuos de las hojas (Tabla 4.2 y Figura 4.6.)

Tabla 4.1. Peso de la biomasa residual (panca, hoja y tusa) en las variedades de maíz duro (dekalb y tornado) y en los niveles (superior, centro e inferior) en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014

Factores	Peso (gr)		
	Panca	Hoja	Tusa
Dekalb	1468,24 a	198,55 a	256,00 a
Tornado	989,98 b	196,02 b	252,00 b
Promedio	1229,11	197,29	254,00
CV(%)	14,11	1,03	1,39
Superior	1178,10 a	196,65 a	245,00 B
Centro	1227,81 a	195,15 a	255,00 A
Inferior	1281,42 a	200,05 a	261,00 a
Promedio	1229,11	197,29	254,00
CV(%)	14,11	1,03	1,39

Promedios con letras distintas son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Tabla 4.2. Disponibilidad de la biomasa residual del cultivo de maíz duro en el Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014

Tipo de Residuo	Peso T/ha
Panca	12,29
hoja seca	1,97
Tusa	2,54
Total	16,80

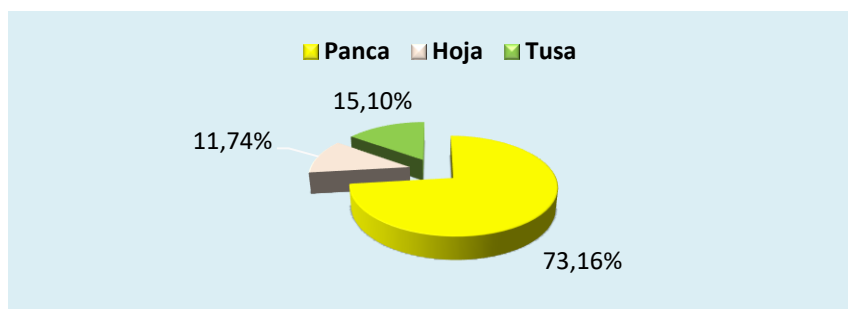


Figura 4.6. Disponibilidad de la biomasa residual del cultivo de maíz duro en el Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014

Masa de residuo de la biomasa residual de maíz duro

Por otra parte se estableció que la panca de maíz duro aporta mayor masa de residuo con 231 429,12 t/año; la tusa con 47 767,29 t/año y la hoja con 37 146,48 t/año; de lo anterior se determina que los residuos de cosecha de maíz duro aportan una cantidad de masa de residuo de 316 342,89 t/año en el cantón Mocache (Tabla 4.3).

Tabla 4.3. Masa de residuo (panca, tusa y hojas) del maíz duro en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014

Tipo de residuo	Producción¹(t/año)	Factor de residuo	Masa de residuo (t/año)
Panca	48409,20	4,78	231429,12
Tusa		0,99	47767,29
Hoja		0,77	37146,48
Total		6,53	316342,89

¹Ministerio de Agricultura, caza y Pesca MAGAP (2014) Anuario Estadístico

Proyección de la Masa de Residuo del maíz duro

Se estimó que para el año 2020 existirá 20976 Hectáreas sembradas de maíz duro en el cantón Mocache, las mismas que aportaran 352 390,92 t/ha de masa de residuo (Tabla 4.4).

Tabla 4.4. Proyección de área sembrada (ha) y masa de residuo (t/ha) del cultivo de maíz duro en el cantón Mocache, (2015-2020)

Años	Área Sembrada (ha)	Masa de residuo t/ha
2015	19187	322341,60
2016	19545	328351,46
2017	19902	334361,33
2018	20260	340371,19
2019	20618	346381,06
2020	20976	352390,92

4.2.2. Variable Dependiente: Potencial energético

4.2.2.1 Potencial energético de la biomasa residual del maíz duro

Contenido de Humedad de la biomasa del maíz duro

En la tabla 4.5, se detalla la variable humedad de los residuos de panca, hojas y tusa en valores porcentuales, registrados por las variedades de maíz y por los niveles. En las variedades, el análisis de varianza estableció que no hubo significancia estadística para la panca; no obstante en los residuos de tusa-hoja si existió significancia estadística. El promedio para la panca fue de 9,58% con un coeficiente de variación de 6,84%; el promedio para la hoja-tusa fue de 8,88% con un coeficiente de variación de 4,03 por ciento.

En la misma tabla también se aprecian los promedios de humedad en los residuos de panca, hojas y tusa en los niveles; a través de los datos se observa que no existe significancia estadística entre los niveles.

El análisis de la variancia del porcentaje de humedad determinó que si existe significancia estadística entre la interacción variedades * niveles.

Tabla 4.5. Porcentaje de humedad de la biomasa residual (panca, hoja y tusa) en las variedades de maíz duro (dekalb y tornado) y en los niveles (superior, centro e inferior) en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014

Factores	Porcentaje de humedad (%)	
	Panca	Hoja-Tusa
Variedades		
Dekalb	9,33 a	9,30 a
Tornado	9,84 a	8,45 B
Promedio	9,58	8,88
CV(%)	6,84	4,03
Niveles		
Superior	9,35 a	8,83 A
Centro	9,78 a	9,00 A
Inferior	9,61 a	8,80 A
Promedio	9,58	8,88
CV(%)	6,84	4,03

Promedios con letras distintas son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Contenido de cenizas de la biomasa del maíz duro

En la tabla 4.6, se detalla la variable ceniza de los residuos de panca, hojas y tusa en valores porcentuales, registrados por las variedades de maíz y por los niveles. En las variedades, el análisis de varianza estableció que hubo significancia estadística para los residuos de panca; no obstante en los residuos de tusa-hoja no existió significancia estadística. El promedio para la panca fue de 17,30% con un coeficiente de variación de 6,08%; el promedio para la hoja-tusa fue de 3,40% con un coeficiente de variación de 10,97 por ciento.

En la misma tabla también se aprecian los promedios de ceniza en los residuos de panca, hojas y tusa en los niveles; a través de los datos se observa que si existió significancia estadística en los residuos de panca entre los niveles; no obstante en los residuos de tusa-hoja no existió significancia estadística.

El análisis de la variancia del porcentaje de ceniza determinó que si existe significancia estadística entre la interacción variedades * niveles.

Tabla 4.6. Porcentaje de ceniza de la biomasa residual (panca, hoja y tusa) en las variedades de maíz duro (dekalb y tornado) y en los niveles (superior, centro e inferior) en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014

Factores	Porcentaje de cenizas (%)	
	Panca	Tusa-Hojas
Variedades		
Dekalb	20,08 a	3,38 a
Tornado	14,51 b	3,41 a
Promedio	17,30	3,40
CV(%)	6,08	10,97
Niveles		
Superior	16,76 b	3,34 A
Centro	18,18 a	3,33 A
Inferior	16,95 b	3,51 A
Promedio	17,30	3,40
CV(%)	6,08	10,97

Promedios con letras distintas son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Contenido de Material Volátil de la biomasa del maíz duro

En la tabla 4.7, se detalla la variable material volátil de los residuos de panca, hojas y tusa en valores porcentuales, registrados por las variedades de maíz y por los niveles. En las variedades, el análisis de varianza estableció que hubo significancia estadística para los residuos de panca; no obstante en los residuos de tusa-hoja no existió significancia estadística. El promedio para la panca fue de 74,49% con un coeficiente de variación de 3,44%; el promedio para la hoja-tusa fue de 84,67% con un coeficiente de variación de 0,86 por ciento.

En la misma tabla también se aprecian los promedios de material volátil en los residuos de panca, hojas y tusa en los niveles; a través de los datos se observa que si existió significancia estadística en los residuos de panca entre los niveles; no obstante en los residuos de tusa-hoja no existió significancia estadística.

El análisis de la variancia del porcentaje de material volátil determinó que si existe significancia estadística entre la interacción variedades * niveles.

Tabla 4.7. Porcentaje de material volátil de la biomasa residual (panca, hoja y tusa) en las variedades de maíz duro (dekalb y tornado) y en los niveles (superior, centro e inferior) en el cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. Año 2014

Factores	Porcentaje de material volátil	
	Panca	Tusa-Hojas
Variedades		
Dekalb	73,30 a	84,82 a
Tornado	75,67 b	84,51 a
Promedio	74,49	84,67
CV(%)	3,44	0,86
Niveles		
Superior	75,99 a	84,60 a
Centro	75,29 a	84,47 a
Inferior	72,18 b	84,91 a
Promedio	74,49	84,67
CV(%)	3,44	0,86

Promedios con letras distintas son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

Contenido de Análisis Próximos de la biomasa residual del maíz duro

Se estableció que en los residuos de maíz poseen un promedio de humedad de 9,23%; de ceniza de 10,35% y material volátil de 79,58% (Figura 4.7).

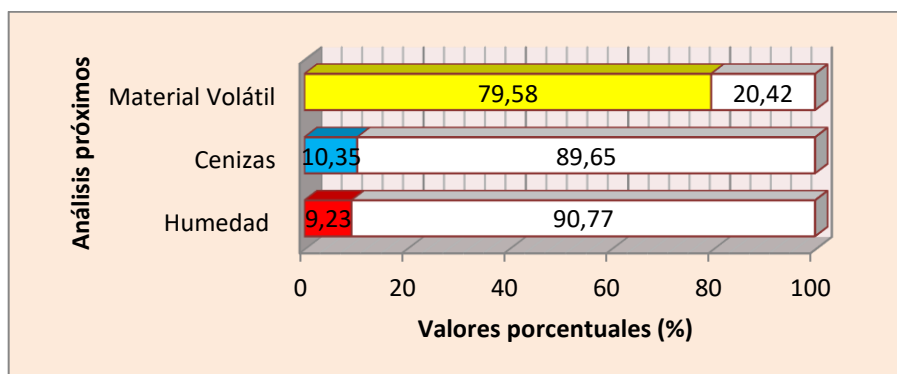


Figura 4.7. Análisis próximos en la biomasa residual del maíz duro (panca, tusa y hojas) en el cantón Mocache. Año 2014

Potencial energético de la biomasa residual del maíz duro

Por otra parte se conoció que la biomasa residual del cultivo de maíz duro genera 4675,80 TJ/año de Potencial energético, donde la panca fue el residuo que aportó con mayor poder energético 3332,58 TJ/año; y en menor escala se encuentra la tusa y hoja con 678,30 TJ/año y 664,92 TJ/año de potencial energético (Tabla 4.8)

Tabla 4.8. Masa de residuo (panca, tusa y hojas) del maíz duro en el cantón Mocache

Tipo de residuo	Energía ¹ TJ/Tn	Masa de residuo (t/año)	Potencial energético (TJ/año)
Panca	0,0144	231429,12	3332,58
Tusa	0,0142	47767,29	678,30
Hoja	0,0179	37146,48	664,92
Total	0,0465	316342,89	4675,80

¹Datos obtenidos de la investigación Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia (2010)

Proyección del Potencial energético del maíz duro

El cantón Mocache cuenta con un área sembrada de maíz duro de 18829 ha; con una tasa de crecimiento de 1,77%; al relacionarla con la masa de residuo t/ha de este cultivo, muestra una tendencia lineal positiva creciente de 4990.30 TJ/año de potencial energético para el año 2015 a 5455,50 TJ/año de Potencial energético para el año 2020 (Figura 4.8).

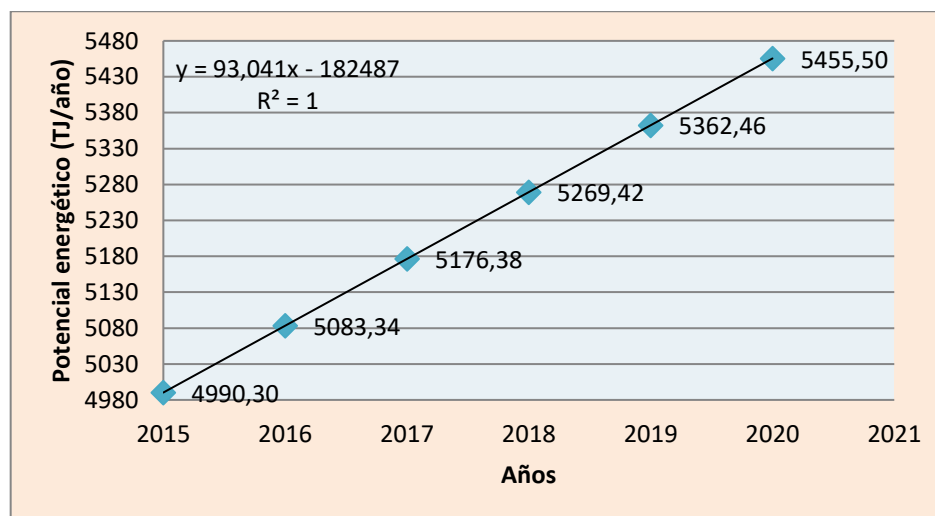


Figura 4.8. Proyección del Potencial energético (TJ/año) del cultivo de maíz duro en el cantón Mocache, (2015-2020)

4.3. DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN RELACIÓN A LA NATURALEZA DE LA HIPÓTESIS

4.3.1. Variable Independiente: Biomasa residual del maíz duro

La investigación se ejecutó en el cantón Mocache; provincia de Los Ríos, a los productores de maíz duro, en la cual se determinó que el 53,03% son propietarios de sus predios y en un menor orden corresponde a 31,82% y 15,15% son otros y arrendatarios respectivamente; además las superficies de terreno dedicada al cultivo de maíz duro corresponde a un promedio de 9,58 ha, siendo el rango inferior 1,00 ha y el rango superior 80 ha, siendo estos resultados similares con los estudios realizados

por la Mancomunidad de Municipios para el manejo sostenible del Humedad “Abrás de Mantequilla” (2012); donde indican que el 51,15% de los productores poseen título propio y el 83% de sus superficies se encuentran en poder de pequeños y medianos propietarios, esta información permite identificarlos como pequeños productores debido a que su sistema de producción está circunscrito a pequeñas propiedades generalmente terrenos escarpados.

Referente al tipo de semilla que utilizan los productores de maíz duro se determinó que el 62,12% cultivan la semilla dekalb el 28,79% cultivan la semilla tornado y el porcentaje restante corresponde a las semillas pioner, triunfo e iniap en un 4,55%, 3,03% y 1,52% respectivamente; con rendimientos promedios por hectárea de 6058,31 kg/ha con rangos que van de 4536 kg/ha a 9072 kg/ha. Además se conoció que la mejor semilla es dekal con rendimientos promedios por hectárea de 6306,15 kg/ha seguida de la semilla tornado con rendimientos promedios por hectárea de 5825,18 kg/ha; estos resultados guardan relación con lo reportado por Merizalde (2010), citado por INIAP (2006), Quienes mencionan que el productor al usar semillas de calidad se está tecnificando su cultivo, convirtiéndose en un insumo estratégico, que con manejo adecuado le permite obtener altos rendimientos; debido a la pureza genética, calidad fisiológica, sanitaria y física de las semillas certificadas.

Referente al manejo que le dan a la biomasa residual del cultivo de maíz duro; se estableció que el 80,30% realiza una quema controlada y el resto del porcentaje lo distribuyen en labranza de conservación con el 10,61% y el 9,09% utilizan para alimentar a los animales; estos resultados guardan relación con lo reportado por la Comisión para la Cooperación Ambiental (2014), quien manifiesta que quemar residuos agrícolas continúa siendo la manera más económica y fácil de deshacerse o reducir el volumen de materiales combustibles producto de las actividades agrícolas.

Concerniente a los productores que realizan una quema controlada de la biomasa (panca, tuza y hojas) se conoció que el 64,81% practican esta labor para preparar el terreno para la próxima siembra y el 35,19% lo hacen para la reducción de costo y la manera que tienen para realizar esta actividad en varios montones con el 53,71% y en lagarto con el 46,30%, siendo el terreno con el 77,78% el lugar donde practican esta labor, estos resultados concuerdan con lo reportado por la Comisión para la

Cooperación Ambiental (2014), quien indica que este tipo de quema a cielo abierto se realiza a fin de eliminar de manera rápida los restos de cosechas anteriores, así como limpiar, podar y despejar la zona de cultivo.

Respecto a la actividad de la labranza de conservación que practican los productores con los residuos de la biomasa residual se conoció que el 100% de los productores practican esta labor para abonar el terreno y lo hacen por medio repique, resultados que guardan relación con lo reportado por Galeana *et al.*, (2000), quien dice que una de las mejores alternativas para conservar y proteger el suelo es el empleo de la labranza de conservación; la misma que consiste en dejar los residuos de las cosechas anteriores en la superficie del terreno, sin roturar o voltear el suelo, como se hace tradicionalmente. La cobertura del suelo con rastrojo disminuye el efecto de la erosión mejorando con ello las propiedades físicas, químicas, biológicas, y la fertilidad del suelo.

Pertinente al uso de la biomasa residual del cultivo de maíz duro para la alimentación de animales se estableció que el 66,77% de los productores utilizan la biomasa para llenar el animal utilizando en un 83,33% la maleza como aditivo para incrementar el valor nutritivo de la biomasa residual siendo el ganado bovino la principal especie pecuaria que ellos alimentan, resultados que concuerdan con lo reportado por Monterola (1999), quien expresa que el rastrojo de maíz puede utilizarse en casi todas las categorías de vacunos de carne, a excepción de los terneros recién destetados. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que es un recurso fibroso, con bajo contenido de proteínas y aportes limitados de energía. Al ser utilizado en pastoreo directo y por razones de rotación de cultivos, podrá usarse durante un corto período de tiempo antes de roturar el suelo para el siguiente cultivo.

Concerniente a la disponibilidad de biomasa residual de maíz duro se conoció que este cultivo aporta un promedio de 16,80 t/ha; resultados que tienen relación con lo reportado por Sánchez (2009) citado por Monterola *et al.*, e Imbach *et al.*, (2005) ; donde indica que el cultivo de maíz produce una gran cantidad de biomasa fluctuando entre 16 a 25 t/ha, donde la proporción entre los componentes del residuo depende principalmente de la variedad, nivel de fertilización, tipo de cultivar y otros factores;

Además se pudo establecer que la panca aporta con la mayor cantidad de biomasa residual con el 73,16% y en menor proporción se encuentra el residuo generado por la tusa con el 15,10% y apenas el 11,74% son residuos de las hojas; Estos resultados presentaron similitud con los estudios realizados por Escalante *et al.*, (2006), en su investigación Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia, donde se conoció que la panca de maíz aporta con el 66,01% de la biomasa residual y en menor orden se encuentra la biomasa de la tusa con el 19,08% y las hojas con el 14,91 por ciento.

4.3.2. Variable Dependiente: Potencial energético

Relacionado al contenido elemental se estableció que el promedio de porcentaje de humedad es de 9,23%, de ceniza es de 10,35% y material volátil de 79,58 por ciento; resultados que concuerdan con los reportados por Escalante *et al.*, (2006) al evaluar la biomasa residual agrícola en este país; ya que en los niveles de humedad reportaron valores cercanos al 7,55%; con contenidos de ceniza con promedios de 8,64%. Por otra parte la biomasa residual analizada reportaron niveles elevados de material volátil con promedios de 70,00%. Según Cuiping (2004), un bajo porcentaje de humedad, cenizas y un alto contenido de material volátil, son las ventajas que tiene la biomasa sobre los combustibles fósiles como el carbón. Por lo anterior, y dado su contenido de humedad, cenizas y material volátil, la biomasa residual de maíz duro es ideal para ser aprovechada energéticamente mediante procesos como la pirolisis o la gasificación.

Los resultados obtenidos permiten determinar que el potencial energético de la biomasa residual del cultivo de maíz duro es aproximadamente de 4675,80 TJ/año, resultados que concuerdan lo expresado por Escalante *et al.*, (2006), quien manifiesta que es importante evaluar el potencial energético en las biomasas residuales, ya que la misma puede ser transformada para su aprovechamiento energético.

4.3.3. Comprobación / desaprobación de la hipótesis

Se determinó que el 80,30% de los productores realiza una quema controlada de la biomasa residual del maíz duro a cielo abierto en el cantón Mocache de los cuales el

64,81% practica esta actividad para preparar el terreno para la próxima siembra y el 35,19% lo hacen para reducir costos; estos resultados permiten aprobar la hipótesis específica: **“El manejo de la biomasa residual en el maíz duro se lo realiza mediante la quema a cielo abierto”**.

Además se pudo establecer que la panca aporta la mayor cantidad de biomasa residual con el 73,16% y en menor proporción se encuentra el residuo generado por la tusa con el 15,10% y apenas el 11,74% son residuos de las hojas; estos resultados permiten aceptar la hipótesis específica: **“La mayor cantidad de biomasa residual es generado por las pancas del maíz duro”**.

Relacionado al potencial energético se estableció que el promedio de porcentaje de humedad es de 9,23%; el promedio de porcentaje de ceniza es de 10,35% y el promedio de porcentaje de material volátil de 79,58 por ciento; estos resultados permiten aprobar la hipótesis específica: **“La biomasa del maíz duro posee elementos que aportan energía de origen vegetal”** y la hipótesis general: **“La biomasa residual del maíz duro disponible en el cantón Mocache, contiene elementos que aportan energía”**.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

*“La tierra ama nuestras pisadas, y teme
nuestras manos”.*

Joaquín Araújo

5.1. CONCLUSIONES

- El 80,30% de los productores de maíz duro del cantón Mocache quema a cielo abierto la biomasa residual de este cultivo.
- En el cantón Mocache la biomasa residual del cultivo de maíz duro genera anualmente un promedio de 316342,89 t/ha de residuos susceptibles de ser aprovechados energéticamente.
- La valoración energética de la biomasa residual del cultivo de maíz duro indica un potencial aproximadamente de 4675,80 TJ/año.

5.2. RECOMENDACIÓN

- A través de esta investigación buscamos apoyar el cambio de la matriz energética, incentivando a realizar investigaciones para conocer la energía que existe en los residuos agrícolas, pecuarios e industriales y de esta manera cuantificar el Potencial Energético a nivel Nacional.
- Es necesario que las Universidades y centros de Investigación generen el conocimiento suficiente para el uso de tecnologías nuevas y más eficientes en el uso de la biomasa para producción energética.

CAPÍTULO VI.

PROPUESTA ALTERNATIVA

“Las futuras generaciones no nos perdonarán por haber malgastado su última oportunidad y su última oportunidad es hoy”.

ÍTULO DE LA PROPUESTA

6.1. PLAN DE DISMINUCIÓN DE QUEMA DE BIOMASA RESIDUAL DE COSECHA DE MAÍZ DURO EN EL CANTÓN MOCACHE.

6.2. JUSTIFICACIÓN

El presente Plan para la disminución de quema de biomasa residual de cosecha de maíz duro en el cantón Mocache, pretende fomentar, desarrollar e impulsar un adecuado manejo para la biomasa residual de este cultivo, ya que por muchos años los agricultores han venido desarrollando esta actividad como normal, y que muchos de ellos la realizan para abaratar costos y preparar el terreno para la próxima cosecha; sin concientizar que es una práctica poco amigable con el ambiente.

Es por ello que este plan pretende capacitar a la población sobre los daños que genera llevar en práctica, y de esta manera incentivar a los productores a involucrarse en el buen manejo que se le puede dar a los desecho de cosecha, entre estos tenemos generación de energía a partir de la biomasa residual del cultivo de maíz duro.

El aprovechamiento energético de la biomasa residual del cultivo de maíz duro debe ser una oportunidad para el sector maicero de la zona, sin que ello repercuta negativamente en otros aprovechamientos existentes.

El aprovechamiento energético de la biomasa residual del cultivo de maíz, puede generar múltiples beneficios destacando, por ejemplo, los ingresos para los propietarios, la generación de puestos de trabajo y estabilidad de los mismos, reducción del riesgo de incendios.

Por ello, en el caso del cantón Mocache, se entiende como prioritario, el fomento del aprovechamiento de la biomasa residual, estableciendo objetivos y acciones específicas a desarrollar para lograr un impulso definitivo del sector de la bioenergía en el cantón.

6.3. FUNDAMENTACIÓN

La presente propuesta se fundamenta, principalmente, en el inadecuado manejo que los productores de maíz le dan a los residuos de cosecha (quema a cielo abierto); esta actividad previa a la cosecha de maíz duro es una práctica frecuente utilizada por muchos productores en el cantón Mocache; para muchos agricultores constituye un mal necesario, ya que por medio de dicha práctica se elimina follaje seco, a la vez que acaba con plagas indeseables, con lo cual se facilita la posterior recolección.

La quema de los residuos de cosecha del maíz duro en este cantón ha ido creciendo conforme asciende la demanda del maíz; por lo anterior la práctica de la quema de estos residuos agrícolas en la zona se vuelve extensiva y generalizada, constituye una costumbre arraigada. Se ha observado por muchos años que la quema tiene como consecuencia la degradación del suelo. El fuego destruye la materia orgánica que existe en la capa superficial, incidiendo negativamente en varios aspectos, razón por la cual no se recomienda emplear esa técnica.

La desaparición de la cobertura vegetal del suelo por medio de la quema deja libre a la acción de la erosión de los vientos. El desmonte es una intervención radical sobre el sistema ecológico. Con la transformación de montes en pasturas u otro sistema de uso, teniendo así que el ecosistema natural con diversas especies de plantas y animales se reemplaza por un ecosistema simplificado, con pocas especies.

6.4. OBJETIVOS

6.4.1. Objetivo general

Elaborar un plan de disminución de quema de residuos del cultivo de maíz duro en el cantón Mocache.

6.4.2. Objetivos específicos

- Elaborar plan de capacitación para el adecuado manejo y aprovechamiento de la biomasa residual de maíz duro en el cantón Mocache.
- Establecer actividades que impulsen el uso de energía generada a partir de la biomasa residual de maíz duro.

6.5. IMPORTANCIA

El cantón Mocache es conocido por ser el tercer cantón de la Provincia de Los Ríos que cultiva maíz duro, cuenta con alrededor de 21487,07 hectáreas cultivadas (MAGAP, 2013), siendo esto un 18% del total de la Provincia. Es por ello, que cabe destacar la importancia que puede tener la producción y uso de la biomasa residual de este cultivo como fuente de energía en la Provincia.

Es por eso, que el presente Plan de disminución de quema de biomasa residual de cosecha de maíz duro en el cantón Mocache, tiene como fin concienciar a los productores de maíz a darles un mejor manejo a estos residuos, y así poder fomentar e impulsar el desarrollo local, mejorando el uso de la biomasa como materia para la producción de energía. De este modo se puede resumir que mediante este documento se pretende desarrollar y mejorar una producción, comercialización y uso sostenible de la biomasa en el cantón en estudio con el fin de aprovechar esta biomasa sólida para la producción de calor o electricidad.

6.6. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA

La presente propuesta se la desarrollará en el cantón Mocache, ubicado en el centro de la provincia de Los Ríos. Limita al Norte con el cantón Quevedo, al Sur con los cantones Ventanas y Vinces, al Este con los cantones de Quevedo y Ventanas y al Oeste con los cantones Palenque, El Empalme y Balzar (Figura 6.1).

acreditadas como universidades e institutos de investigación del país y sus alrededores.

Con las entrevistas utilizadas se pudo ver que desde el punto de vista social, existe conciencia de que se debería realizar el plan de disminución de quema de biomasa residual de cosecha de maíz duro en el cantón Mocache, ya que la gran mayoría de ellos están dándole un mal uso a los residuos de cosecha, como lo es la quema de estos subproductos a campo abierto; cabe indicar que en su mayor parte están de acuerdo a que se crearan espacio, donde poder almacenar esta biomasa y así poder darle un valor agregado a estos subproductos y de esta manera poder aportar también con un desarrollo sustentable.

6.8. PLAN DE TRABAJO

A continuación se detalla el plan que se realizará para llevar a cabo la propuesta (Tabla 6.1):

Tabla 6.1 Plan de trabajo de la propuesta

Actividades	Objetivos	Fechas		Estrategias	Responsables
		Inicio	fin		
Elaboración de un plan de capacitación para el manejo y aprovechamiento de la biomasa residual de maíz duro en el cantón Mocache.	Elaborar plan de capacitación para el manejo y aprovechamiento de la biomasa residual de maíz duro en el cantón Mocache.	01/06/2015	30/06/2015	Implementar cursos, para que los productores asuman una actitud adecuada ante su ambiente en relación al manejo de los residuos de cosecha de maíz duro.	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mocache Equipo facilitador

				Elaborar manual sobre el adecuado manejo que se da a los residuos agrícolas del cultivo de maíz.	
Establecimiento de actividades que impulsen el uso de energía generada a partir de la biomasa residual de maíz duro.	Establecer actividades que impulsen el uso de energía generada a partir de la biomasa residual de maíz duro.	01/10/2015	31/12/2016	Fomentar la producción del cultivo de maíz duro a través del establecimiento de programas plurianuales de ayudas específicas a los productores de maíz duro Fomentar la creación de una central de biomasa para la recepción, preparada, almacenada y transformación a través del diseño de una Central de Biomasa. Establecer ayudas específicas para las	Equipo facilitador del proceso, a través de los gobiernos locales y/o municipio. Empresas Privadas Ministerio de Electricidad y Energía Renovable Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad Universidades

				administraciones locales para fomentar el uso de la biomasa residual como energía para las necesidades de energía en la pequeña industria rural. Realizar Investigaciones, Desarrollo e Innovación	
--	--	--	--	--	--

6.9. ACTIVIDADES

6.9.1. Proceso cronológico de actividades

Elaborar plan de capacitación para el manejo y aprovechamiento de la biomasa residual de maíz duro en el cantón Mocache, para lo cual se implementarán cursos, para que los productores asuman una actitud adecuada ante su ambiente en relación al manejo de los residuos de cosecha de maíz duro.

- **Contenido de los temas de la capacitación**

Tema 1. Quema de residuos agrícolas

- ✓ Consecuencias de la quema
- ✓ Ventajas del manejo de rastrojo
- ✓ Limitantes
- ✓ Definición del manejo de rastrojo a partir de la no quema

- ✓ Cómo se realiza la práctica del manejo de rastrojo a partir de la no quema

Tema 2. Transición de la quema a la no quema

- ✓ ¿Por qué se utiliza la quema?
- ✓ Factores que incidieron en la aceptación y apropiación de la práctica
- ✓ El ejemplo en los centros de enseñanza y aprendizaje
- ✓ Capacitación y acompañamiento técnico
- ✓ Mayor conciencia sobre la pérdida de fertilidad del suelo
- ✓ Posibilidad de desarrollar prácticas complementarias de conservación de suelo

Tema 3. Beneficios del manejo de rastrojo a partir de la no quema

- ✓ Beneficios ambientales
- ✓ Beneficios sociales
- ✓ Beneficios institucionales
- ✓ Beneficios económicos
- ✓ Limitaciones y medidas de solución aplicadas

Tema 4. Oportunidades y retos

- ✓ Elementos para políticas
 - ✓ Elementos para la masificación de la práctica
- Elaborar un manual sobre el adecuado manejo que se da a los residuos agrícolas del cultivo de maíz.

Establecer actividades que impulsen el uso de energía generada a partir de la biomasa residual de maíz duro.

- ✓ **Fomentar la producción del cultivo de maíz duro**

- Establecer programas plurianuales de ayudas específicas a los productores de maíz duro, cuya producción vaya destinada a la aplicación energética contribuyendo a su vez a lograr una mejor situación de los productores.
- Fomentar la creación de una central de biomasa para la recepción, preparada, almacenada y transformación a través del diseño de una Central de Biomasa. Deberán ser empresas con la capacidad financiera suficiente para disponer de la maquinaria e instalaciones adecuadas, que permitan transformar la biomasa residual en energía. Cabe indicar que es necesaria la activa colaboración de diversas instituciones pública y privadas y de la sociedad en general, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mocache, tendrá una especial responsabilidad, al recaer sobre el las competencias en cuyo ámbito se enmarcan estas medidas.



Figura 6.2. Diseño de una central de biomasa para general energía

Esquema del funcionamiento de una central de biomasa

Básicamente el funcionamiento de una central es el siguiente (Figura 6.2).

- La biomasa recogida se prepara para transformarla en combustible líquido.
- Este combustible se quema y se calienta agua.
- Se produce vapor a alta presión que mueve la turbina y esta a su vez mueve el generador que producirá energía eléctrica.
- La energía eléctrica producida es transportada por el tendido eléctrica.
- El calor producido por el vapor se transmite en forma de agua caliente.

✓ **Consumir el recurso**

Establecer ayudas específicas para las administraciones locales para fomentar el uso de la biomasa residual como energía para las necesidades de energía en la pequeña industria rural.

Establecer intercambios de experiencia con otros países de la América Latina donde se esté utilizando ya la biomasa residual con fines energéticos.

✓ **Realizar Investigaciones, Desarrollo e Innovación**

Impulsar proyectos de I+D+I para mejorar y abaratar la recogida y transporte del residuo, a través de la modernización y mejora de la maquinaria existente.

Fomentar proyectos de I+D+I que busquen el aumento de la eficiencia energética de las centrales de biomasa residual.

6.10. RECURSOS

Para llevar a cabo el Plan de Manejo para el aprovechamiento de la biomasa en el Cantón Mocache.

6.10.1. Humanos

- Capacitador, facilitador del proceso.
- Participantes en el proceso.

6.10.2. Materiales

- Material didáctico
- Material de oficina

6.10.3. Institucionales

- Universidades
- Institutos y centros de Investigación
- Municipios
- Juntas Parroquiales
- Instituto Nacional de Preinversión (INP),
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER)
- Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad (MCPEC)

6.11. IMPACTO

El impacto de esta Propuesta será positivo en lo que respecta a la parte, ambiental, social.

- **Social:**

Está orientada a los productores de maíz duro del cantón Mocache que se beneficiarán con la capacitación en temas relacionados con el manejo de los residuos de cosecha.

- **Ambiental:**

La propuesta está orientada al seguimiento para proteger el medio ambiente debido a la quema de los residuos de cosecha que realizan los productores de maíz al iniciar un nuevo ciclo productivo.

6.12. EVALUACIÓN

La evaluación del proceso será permanente y estará a cargo del equipo técnico facilitador. Este plan se orientará hacia el cumplimiento de los objetivos y resultados planteados y en pos de realizar los ajustes necesarios; para ello se utilizará la matriz FODA para conocer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas presentadas en el cumplimiento del plan.

6.13. PRESUPUESTO DE LOS RECURSOS FINANCIEROS

Para ejecutar la propuesta se requiere de 12560,00USD los mismos que serán financiados por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mocache (Tabla 6.2).

Tabla 6.2. Recursos financieros para la ejecución de la propuesta

Detalle	Cantidad	Unidad	Valor	
			UNITARIO (USD)	TOTAL (USD)
Plan de capacitación para el adecuado manejo y aprovechamiento de la biomasa residual de maíz duro en el cantón Mocache.				
Talleres de capacitación a los productores	3	técnico	1000	3000
Manual divulgativo	2000	unidad	1	2000
Diseño de un centro de acopio para la biomasa residual del cultivo de maíz duro				
Honorarios del Ingeniero que Diseñe el centro de acopio donde estará almacenada la biomasa	1	técnico	4000	4000
Equipos y materiales de oficina				
Computador portátil	1	unidad	1200	1200
Cámara filmadora	1	unidad	750	750
Cámara fotográfica	1	unidad	560	560
Infocus	1	unidad	700	700
Materiales de Oficina		varios		350
TOTAL				12560

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. 2009. Reseña. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. Cultivos tropicales. 30(2):113-120
- Brown, S. 1996. A primer for Estimating Biomass Change in Tropical Forestal. FAO, Oregón 97333, USA. 33p.
- Cabascango, R. 2011. Evaluación del comportamiento agronómico de cinco híbridos triples promisorios de maíz amarillo duro (zea mays .l) y tres híbridos comerciales en la época lluviosa en la zona de Quevedo y Balzar. Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. UTC. Latacunga. 125 p.
- Cabrera, A.; Tozzini, C.; Espinoza, S.; Santelices, R.; Bonari, E. 2014. Cálculo del balance energético de una plantación de Populus deltoides clon Lux con fines energéticos en un sitio con ambiente mediterráneo o Bosque, 35 (2):pp. 133-139.
- Centro para el desarrollo Agropecuario y Forestal, INC. 1998. Cultivo de Maíz. Guía Técnica N° 33. 1era Edición. Santo Domingo República Dominicana. 51 p.
- Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA). 2014, La quema de residuos agrícolas: fuente de dioxinas, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, 6 pp.
- Datos estadísticos del sector agropecuario (2013). Datos históricos del cultivo de maíz duro. (en línea). Consultado 19 de abril del 2015. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- Escalante, H.; Orduz, J.; Zapata, H.; Cardona, M.; Duarte, M. 2010. Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia. Colombia. 180 p.
- Fernández, Y. 2010. Tratamientos térmicos asistidos con microondas en procesos de Valorización energética, Tesis Doctoral. Departamento de Ingeniería Química y Tecnología del Medio Ambiente. Universidad de Oviedo. Madrid. 349 p.

- Forero, J. 2013. Tusa del maíz: una fuente de energía renovable. Revista Universitas Científica.62-65 p.
- García, A.; Mandaluniz, N.; Oregui, L. 2005. A gas production technique as a tool to predict organic matter digestibility of grass and maize silage. Anim. Feed Sci. Technol. 123: 267
- Garcés, R., Martínez, S. 2007. Estudio del poder Calorífico del bagazo de caña de azúcar en la industria azucarera de la zona Risaralda. Tesis. 57 p.
- Galeana, M.; Trinidad, A.; García, N y Flores, D. 2000. Labranza de conservación y fertilización en el rendimiento de maíz y su efecto en el suelo. Terra 17(4):325-335 p.
- González, M. Producción de bioenergía en el norte de México: tan lejos y tan cerca Frontera del Norte. 21(41):177-183 p.
- Gómez, D. 2005. A la Tierra no se le engaña: Conserva lo que tienes. En: El campo y el Medio Ambiente. Madrid: Banco Central Hispano, 84 p.
- Gómez, O. 2008. Evaluación de Impacto Ambiental. INIA. Revista Investigación Agraria, 2008, vol. 1. 74-76 p.
- Guyat, M.; Velázquez, D.; Capote, V.; Manzanares, K. 2005. Valoración energética de algunos residuos en un aserradero de la Provincia de Pinar del Río. Revista Forestal Baracoa vol. 24(2): 51-55 p.
- Hernández, S. 2011. Evaluación de la viabilidad energética y medioambiental de la producción de biomasa Lignocelulósica de cultivos energéticos para la generación de energía eléctrica en España. Tesis. Ingeniería Industrial. Universidad Pontificia Comillas. Madrid. 129 p.

- Hipp, A. 2004. Explora la naturaleza. El maíz por dentro y por fuera. First Edition. The Rosen Publishing Group, Inc. 32 p.
- Imbach, P.; Coto, O.; y Salinas, Z. 2005. Valoración de los residuos biomásicos en Costa Rica usando Sistemas de Información Geográfica. Turrialba, C.R.: CATIE. Serie técnica. Informe técnico. N° 34. 52 p.
- Instituto Nacional de Ciencias Agrarias (INCA). 2014. Revisión Bibliográfica La Biomasa de los cultivos en el Agroecosistemas. Sus beneficios Agroecológicos. Revista Cultivos Tropicales. 35(1): 11-20 p.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). 2013. Estadísticas agropecuarias. (en línea). Consultado el 05 Mayo 2015. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/>
- Instituto Tecnológico Canarias. 2008. Energías renovables y eficiencia energética. Primera edición. 148 p.
- Iñesta, J.; García, P. 2002. Biomasa el recorrido de la energía. Primera Edición. Domenech. S.A. Madrid. 12 p.
- Loaiza, S. 2004. Utilización de la biomasa como fuente de autoabastecimiento energético en una comunidad rural. Tesis. Ingeniería en Energía. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 75 p.
- Martínez, A. y Leyva, A. 2014. La biomasa de los cultivos en el agroecosistema. Sus beneficios agroecológicos. Revista Cultivos Tropicales, 35(1) 11-20.
- Martínez, A.; Hernández, F.; Madrid, J.; Megías, M. 2007. Valor nutritivo in vitro y ensilabilidad de los ensilados de los subproductos agroindustriales de alcachofa y maíz dulce. Revista Cubana de Ciencia Agrícola: 41 (1): 42-48 p.

Mancomunidad de Municipios para el manejo sostenible del Humedad “Abrás de Mantequilla” .2012. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Mocache 2012-2020. 229 p.

Manterola, H.; Cerda y Mira, J. 1999. Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes. Fundación para la Innovación Agraria (Ministerio de Agricultura). Santiago de Chile. 222 pp.

Megías, M., Hernández, F., Madrid, J. y Martínez, A. 2002. Feeding value, in vitro digestibility and in vitro gas production of different by-products for ruminant nutrition, J. Sci. Food Agric. 82:567 p.

Merizalde, D. 2010. Impacto económico de la calidad de la semilla en el cultivo de maíz (Zea mays) en la cuenca alta del Ríos Guayas. Tesis en Administración de Empresas Agropecuarias. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 243 p.

Morejón, M.; Pita, P. 2010. Estrategias de mercadeo para la comercialización del maíz duro en el cantón Ventanas, Provincia de Los Ríos, Año 2010. Tesis. Ingeniería en Comercio y Administración. Universidad Estatal de Bolívar. 116 p.

Moreno, J, y Moral, R. 2008. Residuo agrícola. Edt. S.A. Mundi Prensa Libros. 570 p.

Nava, F.; y Doldán, X. 2014. Cultivos energéticos. Revista Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 11(1) 25-34p.

Nogués, F.; y Royo, J. 2002. Ciclo energías renovables jornadas de biomasa. Generalidades. La biomasa como fuente de energía renovable. (en línea). Consultado 22 Mayo 2013. Disponible en http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random4991a1ff1b986/1234281334_Gralidades_biomasa.pdf

Novoa, W.; Palacios, J. 2010. Diseño de dos sistemas de secado de maíz para el sector agrícola del cantón Ventanas provincia de Los Ríos, proyecto SENACYT-

EPN- PETROCOMERCIAL. Tesis. Ingeniería Mecánica. Escuela Politécnica Nacional. 223p.

Ripusudan, L. 2001. El maíz en los trópicos mejoramiento y producción. Colección FAO. Producción y protección vegetal N° 28. Roma. 377p.

Sánchez, A. 2010. Leguminosas como potencial forrajero en la alimentación bovina, Revista de difusión de tecnología agrícola y pesquera del FONAIAP. 4(1): 83-89 p.

Sánchez, C. 2010. Diseño de un índice de sustentabilidad en agrosistemas de producción de bioenergía. Caso de estudio en el Valle de Mexicali. Tesis. Maestría en Administración integral del ambiente .México. El colegio de la frontera del Norte. 150 p.

Sapag, José.2007. Evaluación de proyectos. Guía de ejercicios problemas y soluciones. Tercera Edición. Editorial. Mc Graw Hill. Bogotá 343 p.

Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. 2011. Maíz Duro. Superficie, producción y rendimiento. (en línea). Consultado 07 Mayo del 2013. Disponible en <http://servicios.agricultura.gob.ec/sinagap/index.php/maiz-duro-seco-2>

ANEXOS

FOTOS

FASE DE CAMPO



Foto 1. Biomasa residual de maíz duro



Foto 2. Entrevista a productor de maíz duro



Foto 3. Recolección de la biomasa de maíz duro en fincas



Foto 4. Muestras de biomasa de maíz de las fincas en estudio



Foto 5. Peso de panca de maíz



Foto 6. Molienda de la biomasa de maíz duro

FASE DE LABORATORIO



Foto 7. Muestras de biomasa de maíz



Foto 8. Peso de las muestras de biomasa de maíz



Foto 9. Muestras de Biomasa de maíz en estufa para determinar la humedad



Foto 10. Muestra de biomasa de maíz pesadas en crisoles de porcelana

Muestras de Material Volátil

**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE POSGRADO
MAESTRIA EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE**

BIOMASA RESIDUAL DEL CULTIVO DE MAÍZ DURO Y SU POTENCIAL ENERGÉTICO EN EL CANTÓN MOCACHE AÑO 2013. PLAN DE APROVECHAMIENTO BIOENERGÉTICO

CUESTIONARIO PARA PRODUCTORES

El objetivo de la investigación es evaluar la disponibilidad de biomasa residual del cultivo de maíz duro y su potencial energético en el Cantón Mocache Año 2013.

Encuesta No_____

Fecha de la encuesta_____

El entrevistado es:

Dueño _____; Administrador _____; Otro_____

A. IDENTIFICACIÓN DE LA PROPIEDAD

1. Nombre del productor_____

2. Nombre de la propiedad_____

3. Ubicación:

Cantón_____

Sitio o recinto_____

4. Tenencia de la tierra

Propietario_____ Arrendatario_____ Posesionario_____ Otro_____

B. DATOS SOBRE EL CULTIVO DE MAÍZ DURO

1. Superficie del predio_____has

2. Distribución de Lotes Sembrados

Lotes (nombre)	Semilla (nombre)	Superficie (ha)	Rendimiento (qq)

C. DATOS SOBRE DESTINO DE LOS DESECHO O RESIDUOS DE COSECHA

1. Indique el uso que le da a los residuos de cosecha de los rubros que existen en su finca

Producto	Uso: 1. Quema; 2. Labranza de conservación; 3. Alimento animal; 4. Regala; 5. otro
-----------------	---

Panca de maíz	
Tuza de maíz	
Hoja de maíz	

D. MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Actividades:	Invierno	Verano
Quema Controlada		
¿Por qué quema lo residuos? 1. Eliminar residuos de cosecha para preparar siembra 2. Reducción de costos 3. Otros_____		
¿Cómo quema los residuos? 1. Montón 2. Varios montones 3. Lagarto 4. Superficialmente 5. Otros_____		
¿Dónde quema los residuos? 1. Carretera 2. Mismo terreno 3. Otros_____		
Labranza de conservación		
¿Por qué incorpora al suelo los residuos de cosecha de maíz? 1. Abono al terreno 2. Eliminar residuos de cosecha para preparar siembras 3. Otros_____		
¿Cómo incorpora los residuos de cultivo en el terreno?		

1. Roza 2. Lagartillo 3. Labranza Cero 4. Otros_____		
Alimento animal		
¿Por qué utiliza los residuos de cosecha de maíz como alimento animal? 1. Costo bajo 2. Aceptado por los animales 3. Se puede almacenar por períodos prolongados 4. Llenar al animal 5. Utilizarlo como suplemento 6. Otro_____		
¿Qué aditivos utiliza para incrementar el valor nutritivo a los residuos? 1. Urea 2. Melaza 3. Otros_____		
¿Cuáles son los animales que alimenta con residuos de cosecha? 1. Ovinos 2. Bovinos 3. Caprinos 4. Otros_____		
Regala los residuos de cosecha		
1. Eliminar residuos de cosecha para preparar la siembra 2. Evitar la quema de residuos 3. Otros_____		

E. DESTINO FUTURO DE LA BIOMASA

1. ¿Conoce usted que los residuos de la cosecha de maíz sirven para elaborar energía?

Si _____ No _____

2. ¿Le gustaría que existiera algún organismo que procesara los residuos de cosecha de maíz duro para convertirlos en energía?

Si _____ No _____

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente

Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador	Técnica	Ítem
Biomasa residual del cultivo de maíz	Es la fracción biodegradable de productos, deshechos y residuos de la agricultura (incluyendo sustancias vegetales y animales), silvicultura e industrias relacionadas, así como la fracción biodegradable de los residuos municipales e industriales.	Agrícola	Panca por ha	Parcelas experimentales	Se tomará en cuenta: Número de pancas por m ² Peso de pancas
			Hojas por ha	Parcelas experimentales	Peso de hojas
			Tuza por ha	Parcelas experimentales	Peso de tuza

Variable Dependiente

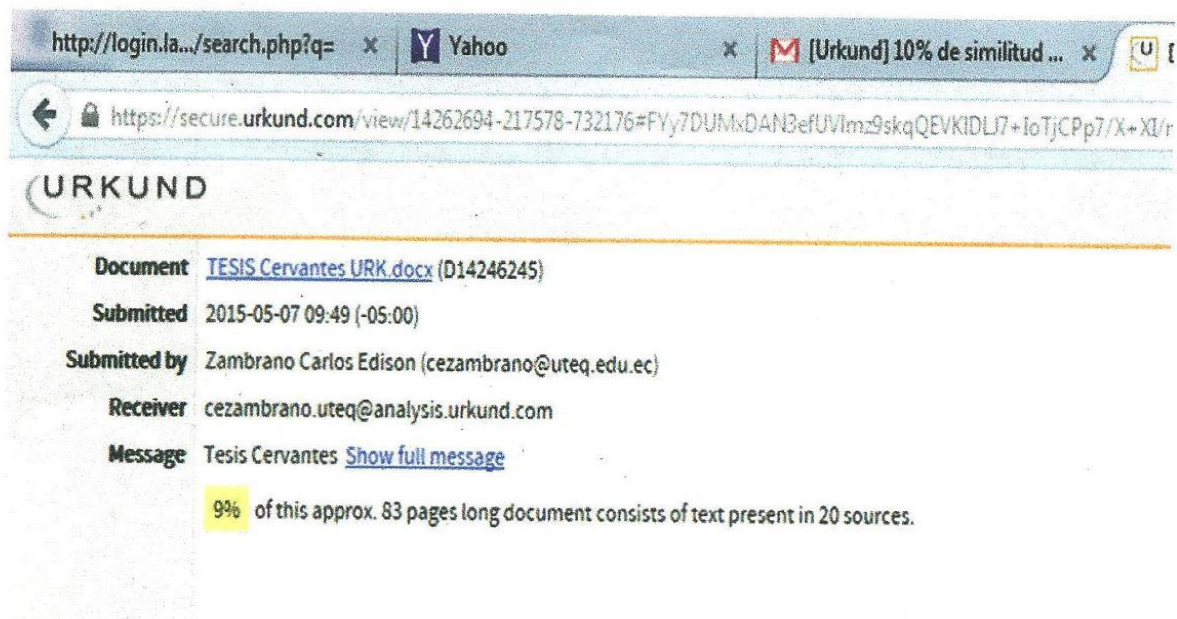
Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador	Técnica	Ítem
Potencial energético	Son elementos que tienen las propiedades de realización de energía, los mismos que están presentes en la biomasa	Químicos	% Humedad	Laboratorio	Se tomara en cuenta: humedad
			% Cenizas	Laboratorio	Se tomara en cuenta: cenizas
			% Materia volátiles	Laboratorio	Se tomara en cuenta: contenidos en volátiles

Quevedo, 07 de mayo del 2015

Ingeniero M.Sc.
Roque Vivas Moreira
DIRECTOR UNIDAD DE POSGRADO
En su despacho.

De mi consideración:

Informo a usted que la tesis de la Ing. **XIMENA PAOLA CERVANTES MOLINA**, Postgradista de la Maestría en Desarrollo y Medio Ambiente cuyo tema es: **BIOMASA RESIDUAL DEL CULTIVO DE MAÍZ DURO Y SU POTENCIAL ENERGÉTICO EN EL CANTON MOCACHE. AÑO 2014. PLAN DE DISMINUCIÓN DE QUEMA DE RESIDUOS AGRICOLAS.**, fue analizada mediante la herramienta antiplagio URKUND, la misma que emitió un porcentaje del 9% por lo cual se presenta imagen de resultados.



Document [TESIS Cervantes URK.docx \(D14246245\)](#)

Submitted 2015-05-07 09:49 (-05:00)

Submitted by Zambrano Carlos Edison (cezambrano@uteq.edu.ec)

Receiver cezambrano.uteq@analysis.orkund.com

Message Tesis Cervantes [Show full message](#)

9% of this approx. 83 pages long document consists of text present in 20 sources.

Atentamente,


Dr. Carlos Edison Zambrano
DIRECTOR DE TESIS