

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

DISEÑO EMPÍRICO DE UN BIODIGESTOR PARA APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROPECUARIOS EN LA REGIÓN ANDINA.

PRESENTADO POR

Mauricio José Esalas Pinto.




Richard Steven Carvajal Gaitán.

DIRECTORES:

Ing. Diana Catalina Moreno Guarín.

UNIVERSIDAD ECCI
DIRECCIÓN DE INGENIERIA INDUSTRIAL
TECNOLOGIA EN GESTION DE PROCESOS INDUSTRIALES
BOGOTA D.C.

2020

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

UTILIZACIÓN DE RESIDUOS AGROPECUARIOS PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

Mauricio José Esalas Pinto.

Richard Steven Carvajal Gaitán.

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

Tecnología en gestión de procesos industriales

Directores:

Ing. Diana Catalina Moreno Guarín.

Línea de investigación: materiales y procesos




-

Universidad ECCI

Facultad de ingeniería industrial

Bogotá D.C., Colombia

2020

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	




Nota de aceptación




Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C.

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Agradecimientos

“Quiero agradecer primero que todo a Dios por darme la oportunidad de cada día estar aprendiendo, de igual forma agradezco a la universidad ECCL por brindarme las herramientas necesarias para crecer como persona y como profesional, también agradezco a la profesora Diana por ser guía y compartir con nosotros el conocimiento sin ella no hubiese sido posible ponerle un rumbo a este proyecto, agradezco a mi compañero y amigo Mauricio por todo el trabajo que hicimos.




Quiero agradecer a mis padres y realizar una dedicatoria muy especial de este proyecto a mis abuelos sin ellos no estaría culminando este trabajo, gracias por todo lo que me han ofrecido y por las enseñanzas que día a día me brindan.

Por último, pero no menos importante agradezco a las personas que me han brindado su apoyo y amistad, sin duda alguna también una dedicatoria muy especial para ellos.”

Richard Steven Carvajal Gaitán.




“Mi agradecimiento a la universidad ECCL. La institución la cual me ha instruido y me ha acompañado para poder llegar a este gran logro, añadiendo a los profesores que la constituyen y que me han dado grandes enseñanzas no solo para mi vida laboral, sino que aplicables en todas las áreas. Dedicarle este Logro a mis padres y a la señora Isabel Arias que me estuvieron conmigo desde lejos, pero apoyándome y motivándome en todo momento a pesar de las circunstancias. Este logro y este proyecto se lo dedico a todas esas personas que me acompañaron porque dejaron un impacto en mí y por eso estoy acá”.

Mauricio Jose Esalas Pinto.

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	




Contenido

LISTA DE TABLAS	7
LISTA DE GRAFICAS	8
LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	9
RESUMEN	10
1. INTRODUCCION	11
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	14
3.1. OBJETIVO GENERAL	14
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
4. HIPOTESIS	15
4.1. ¿Cómo afectará el proyecto a los campesinos?	15
5. MARCO TEORICO	16
5.1. residuos.	16
5.2. Economía circular.	19
5.3. Energía	23
5.4. Biogas	25
5.4.1. Biodigestor	26
6. DISEÑO METODOLOGICO	29
7. RESULTADOS	34
8. CONCLUSIONES	58
Bibliografía	60

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	




LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de Biodigestores construcción propia	32
Tabla 2 Productos más desperdiciados construcción propia	32
Tabla 3 Viabilidad del proyecto según diferentes desperdicios	33
Tabla 4 Tabla resumen, tomado de: (Zuñiga, 2017) (Garcia, 2017) (Medel, 2010) (Almanza)	45

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

LISTA DE GRAFICAS

Ilustración 1 Volúmenes de producción por región (en millones de toneladas), de cada grupo de productos básicos. Fuente: Elaboración propia, a partir del reporte de Pérdidas y desperdicios de alimentos en el mundo - Alcance, causas y prevención (FAO, 2012).	17
Ilustración 2 Modelo de diagnostico	30
Ilustración 3 Diagrama Causa efecto residuos agropecuarios	31
Ilustración 4 Diagrama que muestra el nivel de desperdicios clasificados	38




	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible.

ONU: Organización de Naciones Unidas.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

RESUMEN

La preocupación por el medio ambiente en el correr de los años ha venido aumentando, en especial temas como el cuidado del agua, las emisiones de gases nocivos a la atmósfera, el calentamiento global, la producción de energía por métodos limpios, la contaminación en general, entre otros, han sido temas a los que organizaciones como la ONU buscan una solución y erradicación inmediata, un claro ejemplo son los 17 ODS que buscan entre otras cosas, generar una economía que sea ambientalmente sostenible, de igual forma implementar el uso de energías no convencionales, también reducir al máximo el desperdicio y desechos que a diario se generan.




El objetivo de este proyecto es aprovechar los residuos del sector agropecuario, para la producción de biogás y abono, con el fin de solucionar problemas como: Perdidas en las cosechas que pueden afectar la economía de los pequeños, medianos y grandes productores agropecuarios, de igual forma aportar a la solución del déficit energético existente en el territorio colombiano.

Para darle solución a esta problemática se tuvo en cuenta las principales formas de generar biogás mediante el uso de biodigestores eficientes para el entorno agropecuario, de igual forma está basado en la generación de economía circular buscando que el rumbo del proyecto y su implementación este basado en estas dos componentes.

En la solución de este proyecto se tuvieron en cuenta aquel sector agropecuario que mayor nivel de desperdicios presentara en el país, así como también se diseñó un biodigestor con los requerimientos necesarios para el funcionamiento obteniendo a su vez la producción diaria de biogás con respecto al nivel de desperdicios.

Palabras clave:

Residuos, Economía circular, Energía, Biogás, Biodigestor.

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

1. INTRODUCCION




El presente proyecto se refiere a la utilización de los residuos agropecuarios más abundantes del país para la producción de biogás, esto utilizando el modelo de generación de biogás a través de biodigestores capaces de transformar la materia orgánica en biogás, estos a su vez siendo utilizados en pequeñas y medianas fincas productoras del país, generando así un modelo de economía circular capaz de darle un uso más efectivo a aquellos productos que no podrán ser comercializados así como también aliviar la carga económica de los pequeños y medianos campesinos del país.

La investigación surge tras la gran cantidad de residuos agropecuarios que se generan a diario en el territorio colombiano de igual forma busca proponer una ayuda económica a los campesinos del país, puesto que ellos estarían generando su propio gas que puede ser utilizado para cocinar o de ser necesario para generar electricidad, aportando a su vez a la generación de energías limpias y alternativas que en Colombia cada día se está haciendo más necesario.

En el siguiente documento se mostrará el nivel de desperdicios que existe actualmente de forma tal que será clasificada de mayor a menor nivel de desperdicios esto con el fin de seleccionar aquel producto con mayores índices de desperdicio para trabajar en base a este, de igual forma se mostrara como puede beneficiar o no a los campesinos del país, se podrá evidenciar también los tipos de biodigestores se pondrán en comparación para que el seleccionado se adapte a los requerimientos del nivel de desperdicios y donde estos están siendo generados.

Los resultados del proyecto serán presentados a través de tablas, imágenes, la capacidad instalada y especificaciones técnicas del biodigestor y como este puede demostrar la ley de conservación de la energía mediante el uso del balance de materia mostrando así cual es la producción diaria de biogás, así como también cuales pueden ser los principales usos que se le puede dar a el biogás ya generado.

El desarrollo de este proyecto busca dar una solución viable, a su vez busca cambiar y romper paradigmas del uso que se le está dando a los residuos, de igual forma busca la aceptación de los campesinos, estamos en busca de cambios y los grandes empiezan de poco, es allí donde este proyecto se centra en ayudar a los campesinos buscando que darles la calidad de vida que realmente se merecen, haciéndola de forma efectiva y sobre todo amigable con el medio ambiente.




	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA




Es evidente que el desperdicio de comida es un problema que aqueja a la humanidad desde hace mucho tiempo, alrededor de 1300 millones de toneladas de alimentos se desperdician al año en el mundo (ONU, 2018), se debe tener en cuenta que no es un número despreciable, no es el único problema que este trae consigo, uno de los aspectos más importantes, irónicamente no van de la mano es la desnutrición y la pobreza extrema llegando a cifras exorbitantes como: 690 millones de personas padecen de subalimentación, es decir casi el 9% de la población mundial tiene una alimentación deficiente (ONU, 2018), Colombia al ser un país de tercer mundo no es ajeno a esto, en Colombia se pierde anualmente 9.76 millones de toneladas es decir alrededor del 0.75% de la comida desperdiciada a nivel mundial es de Colombia no es una cifra nada despreciable ya que Colombia es un país con grandes índices de pobreza y desnutrición, además de eso el déficit energético y la gran producción agropecuaria tampoco es de despreciarse (FAO, 2019), irónico que siendo una sociedad en constante “avances” tecnológicos y demás se siga con una mentalidad de desperdicio, de igual forma tener como cultura que hasta que no se acabe no se reaccione, sumado a ello las crisis económicas por las que ha pasado el mundo por la no implementación de nuevos modelos económicos han acarreado consecuencias significativas llevando a personas y sociedades en general a índices de pobreza demasiado altas, haciendo que en lugar de evolucionar demos pasos para atrás, ejemplo claro fue las consecuencias que dejó y dejará el virus Covid-19.

A pesar de los nuevos modelos de generación de energía que es “amigable” con el medio ambiente, alrededor de 1000 millones de personas viven sin electricidad estas son las personas que a nivel mundial viven en pobreza, sumado a esto 3000 millones de personas aún siguen cocinando con leña o combustibles fósiles que generan contaminación a grandes niveles, esto se puede evidenciar por ejemplo en los gases de efecto invernadero que pueden ser perjudiciales tanto para el medio ambiente como para la salud de todos los seres vivos. (Banco mundial, 2018).

Colombia cuenta con unas reservas de gas natural que alcanza para alrededor de 11.7 años estas reservas se encuentran ubicadas en su mayoría en las regiones andina y Orinoquía, a pesar de esta reserva tan grande con la que cuenta Colombia se estima que para los años que van de 2018 a 2027 la demanda de gas natural aumentará de tal forma que muy difícilmente se podrá cubrir, es decir llegará el momento en que una de las mayores reservas de gas de Latinoamérica será explotada, el problema acá recae en que estos yacimientos de gas se encuentran en el mar Caribe, es decir los índices de contaminación aumentarán, el gas natural aunque en Colombia se aplica más que todo en las ciudades y grandes industrias, se olvida de los lugares más recónditos del país, es decir es un hecho que en municipios y veredas del país aún no se cuenta con oferta de gas natural, de igual forma en muchos casos el

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

gas licuado de petróleo o más conocido como gas de pipa o propano ni siquiera no llega a estos lugares, es increíble que en pleno siglo 21 aún se use carbón y leña para cocinar, se estima que el uso de gas natural es mayor cada vez pero la oferta colombiana es menor. (UPME, 2020).

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Este proyecto surge tras la necesidad de cubrir la demanda energética que existe en el país en especial en esta población tan desfavorecida como lo son los pequeños campesinos que siendo siglo 21 aún siguen cocinando a leña o inclusive con combustibles fósiles (Valderrama, 2008), siendo también desfavorecidos por los bajos precios en los que tienen que vender sus productos, además de esto no pueden acceder fácilmente a créditos para poder tener una mejora en sus procesos o producción, cabe resaltar que la producción de estos campesinos no es tan grade, teniendo en cuenta esto, cuando estos campesinos pierden su cosecha es una situación difícil ya que no tiene como recuperarla y también no hay una solución para la cosecha dañada (Semana , 2020), eso era hasta ahora, el proyecto basado en la economía circular donde toma como modelo la naturaleza donde nada se pierde, mediante un biodigestor capaz de producir gas natural para alimentar una cocina familiar, de igual forma capaz de producir abono con una gran cantidad de nutrientes que ayudan a las siembras de estos pequeños y grandes agricultores, tomando como base la ley de conservación de la materia y energía, donde esta no se crea ni se destruye solo se transforma.




Además de eso es un artículo practico capaz de suplir a demanda energética que existe en las veredas del país, teniendo en cuenta las cifras exorbitantes de alimentos desperdiciados en Colombia y el poco apoyo que existe para llevar gas a todas las casas del país es una buena solución, donde no se estaría perdiendo nada y se podría estar cada vez más cerca de ese “sueño” de una gran mayoría, casas, veredas, municipios y ciudades auto sostenibles, donde la conciencia de la gente será cada vez mayor y donde los residuos y/o desperdicios no generarían tanta contaminación y problemas de desecho como los que existen en el relleno de doña Juana se podrían ver solucionados en menor medida (Justicia ET, 2020).

3.1. OBJETIVO GENERAL

Aprovechar los residuos del sector agropecuario, para la producción de gas natural y abono.

3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diagnosticar la situación actual de los residuos agropecuarios.
- Identificar los tipos de desperdicios más óptimos para el funcionamiento del proceso.
- Diseñar un equipo capaz de realizar el aprovechamiento de los residuos.




	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

4. HIPOTESIS

4.1. ¿CÓMO AFECTARÁ EL PROYECTO A LOS CAMPESINOS?

Afectará de forma positiva y muy significativa a los campesinos en especial a aquellos pequeños campesinos del país siendo según cifras casi el 31.8% de la población (DANE, 2019), estas personas también están llegando a una edad a proximidades de la vejes, siendo un proyecto que los principales beneficiados son los campesinos ayudara tanto a la economía de estas personas, como también ayudara para que recuperen un poco más de lo que han invertido para sus pequeñas cosechas.



De igual forma al ser un modelo donde nada se pierde la economía de estos campesinos se verá afectada de manera positiva, , puesto que la economía circular es la acción de “extraer, transformar, distribuir, usar, recuperar” (Vanessa Prieto-Sandoval, 2017) y el modelo de producción de biogás por medio de biodigestores utiliza de modo mínimamente indirecto puesto que este proceso cuenta con un modelo donde nada se pierde y se puede recuperar de forma eficiente ayudando a que estos de a poco tengan una mejor calidad de vida.

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

5. MARCO TEORICO

5.1. RESIDUOS.

El tema de la pérdida y desperdicio de alimentos en Colombia recientemente ha venido cobrando cada vez mayor relevancia. Prueba de esto es el proyecto de Ley anti desperdicios contra el hambre en Colombia, que se radicó en el Senado en el 2016, que busca solucionar el problema de alimentación de las personas en situación de vulnerabilidad (Columna, 2016). Pero ¿qué es en realidad esta problemática, y por qué ha empezado a llamar la atención? Cuando se habla de pérdida y desperdicio de alimentos se hace referencia a dos términos que, aunque son diferentes y se dan en situaciones diferentes, al final tienen una misma consecuencia: la disminución en la cantidad de alimentos disponibles para el consumo humano. Según la Dirección Nacional de Planeación (DNP, 2016), la diferencia entre la pérdida y el desperdicio de alimentos está asociada a la etapa de la cadena donde esto ocurre. La pérdida se da en las etapas de producción agropecuaria, pos cosecha y almacenamiento y procesamiento industrial y está asociada a ineficiencias en la cadena de producción. Los desperdicios, en cambio, se dan en las etapas de distribución, retail y consumo, y están asociados a los hábitos de compra y consumo y a la manipulación de alimentos. Esta problemática cobra especial importancia desde el 25 de septiembre del 2015, cuando en la Asamblea General de las Naciones Unidas 193 países aprobaron los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que incluyen 169 metas por las que debían trabajar en los próximos quince años para alcanzarlas en el año 2030 (DNP, 2016). Los objetivos de desarrollo sostenible buscan erradicar la pobreza extrema, combatir la desigualdad y la injusticia y solucionar el cambio climático. Dentro de los 17 ODS que se definieron hay uno que es importante mencionar: el número dos, definido como Hambre Cero: “Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible”. En otras palabras, lo que este objetivo busca es desarrollar alternativas para nutrir a los 925 millones de personas que, según la ONU (, s. f.) hoy en el mundo se encuentran en condición de hambre. A nivel mundial, las cifras sobre la pérdida y desperdicio de alimentos son alarmantes. Aproximadamente una tercera parte de los alimentos aptos para consumo humano se pierden o desperdician, lo que equivale a 1300 millones de toneladas al año, disminuyendo así en la misma proporción la cantidad de alimentos disponibles; además, la pérdida y desperdicio de alimentos implica la pérdida en inversión, de esfuerzos y recursos (tierra, agua, energía, emisiones de CO₂, valor agregado del producto, aumento de los desechos) en cada una de las etapas de producción y distribución de los alimentos (FAO, 2012).

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

La problemática de la pérdida y desperdicio de alimentos tiene diferencias significativas que varían según las regiones del mundo. Mientras en los países subdesarrollados la pérdida se genera principalmente en la etapa de producción, en los países desarrollados, el desperdicio se da principalmente en las etapas de venta minorista y consumo (FAO, 2012). Algunos investigadores como Tristram Stuart señalan a los supermercados como el gran problema del desperdicio de alimentos en el mundo (BBC Mundo, 2009). En cuanto a la participación en la pérdida y desperdicio por regiones, según el reporte Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención, de la FAO (2012), Asia, tanto la industrializada como la subsahariana, es la región que más contribuye, con un 29 %, mientras que América Latina es la que representa las menores cifras a nivel mundial, con un 6 %, seguido de África, con cifras del 7 %.

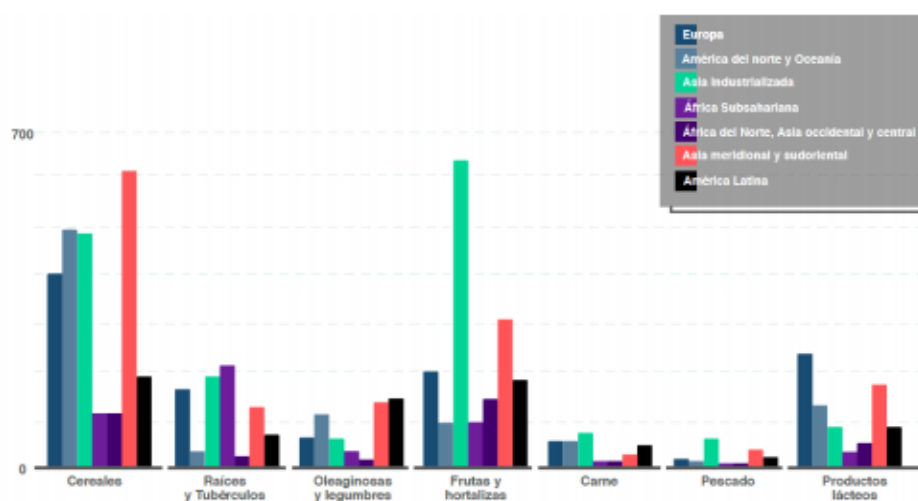





Ilustración 1 Volúmenes de producción por región (en millones de toneladas), de cada grupo de productos básicos. Fuente: Elaboración propia, a partir del reporte de Pérdidas y desperdicios de alimentos en el mundo - Alcance, causas y prevención (FAO, 2012).




En la gráfica anterior se aprecia que las frutas y verduras representan a nivel mundial el 44 % de la pérdida y desperdicio total, del cual, según la gráfica 2, el 20 % de las producciones se pierden en la cosecha y el 19 % se desperdicia en los hogares (FAO, 2012).

En Colombia la situación también es crítica, ya que existe una oferta total de 28,5 millones de toneladas de alimentos, de los cuales se desperdicia casi una tercera parte (34 %); es decir, en Colombia de cada tres toneladas de comida que se producen, hay una que no llega a ser consumida (DNP, 2016). En cuanto al total

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

de la pérdida y desperdicio de alimentos, mientras que el 64 % se pierden en la primera etapa de la cadena, el 36 % se desperdician en la segunda etapa, que corresponde a la distribución, venta y consumo (DNP, 2016). Igualmente, se identificó que en Colombia también las frutas y verduras representan la mayor cantidad de pérdida y desperdicio. De acuerdo con el Ministerio de Salud y Protección Social y con la FAO (2012), en el 2010 esta cifra representaba el 39 % del total nacional producido, casi 1 millón y medio de toneladas, donde el 32 % correspondía a frutas, y el 7 %, a verduras.

Se identificó que en Colombia hay varios factores que influyen negativamente en la pérdida y el desperdicio de alimentos. Las plagas en los cultivos, la falta de acceso a tecnología, las decisiones de producción inadecuadas, el Fenómeno de El Niño y el de La Niña, la carencia de logística y tecnología, las deficiencias en los canales de distribución y los malos hábitos de consumo son solo algunos de los agravantes de esta problemática (DNP, 2016). También se identificó que, aunque en Colombia se producen recursos suficientes para alimentar a toda su población, no se les garantiza la adecuada alimentación a todas las personas (Blu Radio, 2016). Mientras en algunos hogares los alimentos se desperdician por los malos hábitos de consumo, en otros estos escasean debido a la desigualdad en la distribución de los mismos. En Colombia la situación de hambre y desnutrición para las poblaciones más vulnerables es preocupante y está relacionada con el impacto negativo generado por la pérdida y desperdicio de alimentos. La tasa nacional de desnutrición es del 13,2 %, pero hay regiones que tienen niveles mucho más críticos como Vaupés o la Guajira, con cifras del 34,7 % y el 27,9 % respectivamente (Forero, 2014). A nivel nacional, algunas iniciativas demuestran el compromiso adquirido por el sector público y el privado. Como iniciativa de tres senadores y un representante a la Cámara, en el 2016 se radicó un proyecto de ley anti desperdicios (El Espectador, 2016), que fija incentivos y sanciones para quienes respectivamente cumplan o incumplan la norma y desperdicien alimentos cuando aún son aptos para el consumo humano (Colomna, 2017). Aunque a finales de 2017 el proyecto de ley aún no había sido aprobado este es un paso muy importante, y deberá ser aprobado para lograr las metas propuestas y así contribuir al cumplimiento de los ODS a 2030. Igualmente, existen bancos de alimentos como Abaco (s. f.) que están trabajando fuertemente por disminuir la pérdida y el desperdicio. Estos bancos trabajan para recoger los alimentos que de otra manera serían desperdiciados, y para distribuirlos a las personas en condición vulnerable. Aunque han realizado un gran trabajo, este no es suficiente para erradicar dicha problemática, ya que solo están en capacidad de recuperar el 0,19 % del total nacional de alimentos que se pierden o se desperdician.




	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

5.2. ECONOMIA CIRCULAR.

Se entiende por economía: “ciencia que estudia los métodos más eficaces para satisfacer las necesidades humanas materiales, mediante el empleo de bienes” (RAE, 2020), se puede entender también como aquellas técnicas de estudio por el cual se identifican el modo en que la sociedad produce, algo similar es lo que se plantea en el libro “Economía” definen esta ciencia de la siguiente forma: “El estudio de la manera en que las sociedades utilizan los recursos escasos para producir mercancías valiosas y distribuirlas entre los diferentes individuos” (Paul Samuelson; William Nordhaus, 1966), es de resaltar esta frase “recursos escasos”, es un echo que el planeta tierra cuenta con amplios recursos pero que son muy limitados, a estos recursos limitados se debe sumar ahora en cambio el despifarro y mal uso de los mismos, una postura similar es la siguiente: “Estudio de como los individuos transforman recursos naturales en productos y servicios finales que pueden usar las personas” (Skousen).

En el libro: “historia de la economía” se plantea que la economía ha existido desde que los primeros humanos existieron y surge tras una necesidad, se plantea que desde la prehistoria se presenta economía cuando los antiguos humanos cazaban e intercambiaban, es aquí donde se presenta un primer modelo económico, luego de esta época y a raíz de varias desigualdades al momento de hacer el intercambio, se da un cambio trascendental que se ve reflejado hoy en día, es en este punto es donde surgen los nuevos modos de pago, donde surgen las primeras expresiones de dinero, en la edad antigua se pagaba con metales , considerados valiosos en aquellas culturas o primeras naciones «desarrolladas» como lo son los romanos, los españoles, los griegos, los chinos etc., algo que no se presentó en culturas como maya, aztecas o incas, que para ellos el oro, la esmeralda y la plata no se consideraba valioso, pero presentaron algo similar, su pagos se hacían con sal o tabaco (Galbraith, 1987) principal consejero de John F. Kennedy.




Actualmente la economía internacional en su gran mayoría se encuentra bajo el modelo capitalista, que ha venido evolucionando a una globalización, con la llegada de las nuevas tecnología y la gran escalada de crecimiento que estas han tenido en el mundo, es un hecho que cada vez el mundo está más conectado, para poder hacer referencia a la situación actual de la economía en el mundo, primero se debe tener en cuenta el comercio internacional, en el texto “incertidumbre” se deben tener en cuenta siete (7) aspectos básicos para llegar a conclusiones como: “ Comercio mundial, Productividad del trabajo, distribución de la renta, recursos y comercio, modelo estándar del comercio, economías

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

alternas, globalización ” se utilizan estas siete variables para dar de un modo más específico la situación actual de la economía, en el texto se plantea, como la empresas y organizaciones están produciendo, de igual forma analiza cómo están vendiendo y como estas empresas logran llegar a más sitios del planeta mediante la globalización y ciertos modelos como el estándar, de igual forma plantea lo necesario que lleguen economías alternas, esto porque el despilfarro de muchos años atrás se verá en unos cuantos años, en este momento se hace referencia a una incertidumbre, que surge producto de la no proyección, alianzas y desprendimiento de los antiguos modelos económicos (Marin, 2013).




Una de las variables que mas afectan a la economía son las variables que trae consigo el macroentorno económico, estas variables afectan drasticamente a la economía, son aquellas variables que no se pueden controlar tales como: medio ambiente, todo lo relacionado a bioseguridad higiene y salud etc. Al no poderse controlar se genera incertidumbre económica, algo muy claro en la “nueva pandemia” causada por el virus SARS-CoV-2 o bien conocido COVID-19, afecto de forma negativa la economía mundial, un reciente informe hace la siguiente anotación: “Aun es demasiado pronto para determinar los costos que traerá para los países, pero hay pocas dudas del que el impacto económico será considerable, la caída de los precios podría afectar a la finanzas publicas” (Banco mundial , 2020), es importante resaltar que los países mas pequeños o subdesarrollados serán los países que tendrán una mayor afectación frente a lo que deje la crisis sanitaria, es un echo que nada volverá a ser lo de antes.

“El crecimiento de producto interno bruto de colombia en el año 2019 fue del 3.3% consecuencia del fortalecimiento de la demanda interna, la inflación en el año 2019 cerro a razon de 3.80%, resultado de choques transitorios en la oferta debido a cambios climaticos presionando la alza en los precios de los alimentos, La tasa de desempleo cerro con un indice de 10.5% siendo las actividades economicas del primer sector las que generaron el 16% de empleo en el pais” (Banco de la republica , 2020), a pesar de esto la profundidad y duración de la epidemia de Covid - 19 y la recesión económica son aún inciertas, basta con ver las estimaciones que tiene acerca del PIB y tasa de pobreza con respecto a Colombia y se ve que no son de las mejores a comparación del año 2019, las estimaciones son las siguientes : “ el crecimiento del PIB real es del - 2% y la tasa de pobreza es del 4.3 % producto del desempleo y la pandemia ” (Banco mundial , 2020), es claro que la pandemia ha traído mucho consigo, pero sobre todo ha dejado aprendizajes, es claro que a nivel personal y humano es mucho mayor, pero la sociedad en si no está preparada para una nueva crisis económica, es momento de buscar nuevas alternativas, nuevos modelos económicos, se puede decir que es necesaria una nueva revolución económica donde se aparte del uso lineal a la economía a un modelo que sea tal vez el “salvador ” en muchos casos.

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

En este punto puede aparecer un posible salvavidas muy potencial y simple de utilizar y fue en el año 1987 donde se mencionó por primera vez el término desarrollo sostenible siendo definido como: “satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender sus propias necesidades” (Brundtland, 1987), la economía circular no es más que aquella rama de la economía que surge tras la necesidad de hacer las cosas de un modo más sostenible, en el artículo “Economía circular: relación con la evolución del concepto de sostenibilidad” (Vanessa Prieto-Sandoval, 2017), se pone en evidencia que desde hace mucho tiempo se vivió en un entorno económico social y ambiental, desde la revolución industrial no volvió a hacer lo mismo, hasta que la sobreexplotación de los recursos naturales afectó el crecimiento económico, a esto se le debe sumar la llegada de la guerras afectando drásticamente la economía, en la búsqueda de una solución para todo esto, siendo la guerra fría la que más apoyo para que estos nuevos modelos económicos tomaran más fuerza y algunos como la economía circular empezaran a surgir, es una economía que cuenta con una leve aplicación en el mundo, la economía circular es un término aun nuevo, se viene planteando desde el siglo XX a nuestros días y “el desarrollo de la economía circular se ha presentado en 3 fases importantes, siendo la primera un modelo de economía lineal donde se produce, se utiliza y se desecha” (Brundtland, 1987), pasando por dos nuevos términos el reciclaje y uno especial planteado en el libro “Naturalizing capitalism: The next Great Transformation” donde se explica cómo es posible crear una economía que sea ambientalmente sostenible, en este momento surge el término capitalismo natural, general ingresos y cuidar el medio ambiente es un término altamente efectivo, en estos dos modelos que se vienen presentando a partir del año 1970 se produce, se utiliza, se recicla y algunos desperdicios se desechan, a partir del año de 1990 aparece la tercera fase, siendo esta la que traería el término economía circular, donde todo lo que se produce y se utiliza se puede volver a aprovechar, mostrando un modelo económico donde nada se desperdicia (A, 2011).




En el artículo “Economía circular: relación con la evolución del concepto de sostenibilidad” se plantea que la economía circular se da en cinco campos de acción cada uno llevando al otro, mencionando que los campos de acción son los siguientes: “extraer, transformar, distribuir, usar, recuperar”, en este caso ningún paso es más importante que otro y tienen una correlación entre todos, de igual forma se plantea que el primer campo es la forma en que las empresas toman recursos de su entorno, entendiéndose como entorno la relación entre industria y medio ambiente, de igual forma en el momento de transformar se debe realizar de una forma eco-innovadora, haciendo referencia a que con la llegada de nuevas tecnologías los pueden mejorar y realizar de forma muy eficiente, también impulsan a el uso de nuevas tecnologías, en el tercer campo se lleva a cabo la forma en el que el producto o servicio llega a los clientes, utilizando

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

nuevos modelos de logística como lo pueden ser la logística inversa, uno de los campos más importantes en este modelo económico es el uso, es donde se ratifica que el modelo de negocio se hizo de la mejor forma, no se pueden presentar fallas ni mucho menos algo que afecte al entorno ni al medio ambiente, en el último ciclo, siendo el más importante de la cadena es recuperar, que se puede hacer mediante ciclos biológicos donde es devuelto a la biosfera, muy similar al ciclo del agua o por medio de ciclos técnicos, que puede ser un proceso industrial como el reciclaje, cabe resaltar que este modelo económico está basado en la naturaleza es aquí donde nada se desperdicia (Vanessa Prieto-Sandoval, 2017).

En los ámbitos de aplicación se plantean tres tales como: “Basura=alimento, uso de energía renovables, diversidad”, es claro que los usos de la economía circular estarían basados en ayudar al planeta, ya sea con alguna deficiencia o carencia o con algo que es muy cotidiano, es necesario que este modelo economía sea utilizado, en este proyecto se planteara el uso de la economía y economía circular en la producción de energías renovables.




A nivel general en Colombia y en el mundo el uso de la economía circular no se ha realizado en gran medida, puede ser producto de la desinformación, de igual forma se debe a que los modelos económicos anteriormente mencionados cuentan con una amplia aceptación debido a que llevan implantadas mucho tiempo, en el caso de la economía circular al no ser tan utilizadas existen diferentes entidades que promueven el uso de esta economía, mediante incentivos y premios, tal es el caso de la entidad que lo hace a nivel mundial llamada (The Circlars , 2020), esta entidad tiene como objetivo: “Catalizar la innovación circular” de igual forma otorga a la diferentes organizaciones o personas un reconocimiento por su labor en el desarrollo e implementación de la economía circular, las empresas que más utilizan y que más participación tiene son 12, resaltando por sobre todo a las tres primeras las cuales son: “La empresa británica Winnow, se le otorga el premio por la creación de un modelo capaz de reducir a la mitad los desperdicios en las cocinas de los restaurantes en más de 40 países; la organización DeyCoo por su parte, se le otorga el premio por crear un proceso de teñido en la industria textil que no utiliza las grandes cantidades de agua que se acostumbra tradicionalmente, se recicla la mayor cantidad de las materias primas además el 98% de la tintura queda en la tela, además de esto en este momento cuenta como socio un gigante de la industria le empresa NIKE; la empresa australiana Close the Loop, por su parte siendo de la más experimentadas en este entorno económico y que más ha tenido impacto, utiliza los cartuchos de las impresoras que mezclan con asfalto y vidrio para constituir una superficie de un 65% mejor y más resistente que asfalto tradicional” (The Circlars , 2020).

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Colombia en el uso de la economía circular le da un manejo muy similar a el manejo que le está dando el mundo cuenta con una organización publica que se encarga de incentivar el uso de esta economía por medio de la “Estrategia nacional de economía circular” (ANDI, MIN Ambiente, MIN comercio , 2019) muestran un plan de acción bajo el plan de desarrollo colombiano, plantea que las empresas que cuentan con cadenas asociadas al primer sector económico, de igual forma aquellos exportadores, importadores, gremios y universidades para que utilicen y generen economía circular en sus organizaciones, de igual forma tiene como objetivo: “Promover la transformación productiva para maximizar el valor agregado de los sistemas industriales y agropecuarios y las ciudades sostenibles en términos económicos, ambientales y sociales, a partir de la circularidad, innovación tecnológica, colaboración en nuevos modelos de negocio”, para gestionar este modelo lo realizara mediante innovación en mecanismos normativos, generando un marco legal propicio para el desarrollo de la innovación y de la investigación, de igual forma utilizara incentivos que pueden ser económicos para la implementación de la misma, utilizando también capacitación e investigación, para la gestión se utilizara de igual forma alianzas estratégicas internacionales, por ultimo incentivara la participación y cultura ciudadana, tiene como prioridad actuar en campos como flujo de materiales industriales, flujo de desechos y desperdicios, flujos de empaques y materiales de un solo uso, flujo de biomasa y energía, es importante recalcar que la economía circular es algo que en estos tiempos es urgente utilizar, esto porque cada vez hay menos recursos disponibles, de igual forma es un modelo sumamente beneficiosos en costos, inversión y productividad, en este proyecto se utilizara la economía circular haciendo uso en la producción de energía, que puede ser aprovechado en los hogares colombianos.




5.3. ENERGÍA

“Es un algo abstracto en el sentido que no nos dice el mecanismo o las razones para las diversas fórmulas” (Feynman, 1961), a pesar de este “inconveniente” cabe recalcar que a lo largo de la historia se ha tratado de darle una definición o concepto sobre que es la energía, en la revista iberoamericana de la educación en un informe de Arnaldo Gonzales y en el libro “ historia del tiempo ” de (Hawking, 1988) se muestran las diferentes definiciones que se le ha dado a la anergia, empezando con la definición que le dio Newton: “La energía de un cuerpo puede ser definida como la capacidad de realizar trabajo” demostrándolo con su ecuación de energía cinética y potencial gravitatorio, posteriormente kelvin le dio una definición llevada después a la termodinámica refiriéndose de la siguiente forma : “ Suelo repetir con frecuencia que sólo cuando es posible medir y expresar en forma numérica la materia de que se habla, se sabe algo acerca de ella ; nuestro saber será deficiente e insatisfactorio mientras no seamos capaces de traducirlo en números.

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

La ley de conservación ofrece una definición ampliamente conocida: “La energía no se crea ni se destruye solo se trasforma” gracias a esta ley y tras procesos físicos y químicos se pudo generar ciertos tipos de energía convencionales y no convencionales como:

- 5.3.1. **Energía Térmica:** Es también conocida como energía calorífica, cumpliendo la segunda ley de la termodinámica, de igual forma ocurre producto del aumento de la entropía de un sistema, es la base de las diferentes formas de generar energía, una de las más conocidas, donde Los átomos que forman sus moléculas están en continuo movimiento o vibración generando calor, este cambio puede ocurrir por transferencia de energía o por trabajo (Chavez, 2007).
- 5.3.2. **Energía Química:** Es aquella energía que se produce por reacciones entre moléculas de uno o más compuestos, es una energía potencial contenida en las diferentes sustancias químicas, un ejemplo de esto es el carbón cuando entra en contacto con el fuego o los combustibles fósiles, es una energía medianamente eficiente, pero pilar fundamental en la historia de la humanidad. (Raffino, 2020)
- 5.3.3. **Energía Eléctrica:** es la energía ocurre por el flujo de electrones, esta puede transformarse en energía lumínica, una de las energías que más ha traído desarrollo para la humanidad, puesto que ha ayudado a entender de forma indirecta los fenómenos del universo, ayudando a generar teorías y leyes como las de coulomb y las leyes de Maxwell, de igual forma gracias a esta y a personalidades como Thomas Edison y Nikola Tesla con la “guerra de corrientes” trayendo desarrollo a la humanidad llegando casi al punto de que gran parte de los avances de la historia se deba a esta energía. (BBVA, 2019)
- 5.3.4. **Energía Nuclear:** Es la energía interna en el núcleo atómico, es decir la parte central de un átomo, una de las energías más eficientes puesto que se aprovecha al máximo en el proceso de generación, a pesar de esto cuenta con varios inconvenientes, como el manejo que se le da a sus residuos, la seguridad de las instalaciones, los diferentes mitos que se le da acerca de la contaminación que puede o no generar, de igual forma la gran trascendencia que trajo su descubrimiento, esto porque su funcionamiento se basa en una reacción en cadena que ocurre en el reactor, lo que ocurre es que si se hace de manera controlada se genera energía, pero si se hace de forma descontrolada se tiene una bomba atómica, de ahí su peligro y los incidentes que ocurrieron en Chernóbil. (García., 2020)
- 5.3.5. **Energía Eólica:** Es una fuente de energía renovable que mayor aceptación genera en la sociedad y en el mundo, de igual forma en la que mayor apuesta tienen los gobiernos viéndose reflejado en uno de los 17 ODS que se tienen propuestos para darle cumplimiento como




	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

máximo en el año 2030, de igual forma porque es una energía que es de fácil aplicación, esto porque se necesita un aerogenerador que es el encargado de transformar la energía cinética del aire en mecánica y esta a su vez en eléctrica, no necesita de grandes corrientes de aire, pero si necesita de una gran área para poder utilizarlo. (ENEL , 2019)

5.4. BIOGAS

Es una mezcla entre metano dióxido de carbono y ácido sulfhídrico. En el libro “Biogás” se muestra cómo surge este modelo de generación de energía, el cual es producto de la búsqueda de reducción de los gases de efecto invernadero, que son los que provocan el uso de combustibles fósiles y derivados del carbono, produciendo lo que se conoce como lluvia ácida que corroe y daña los cultivos, el biogás es la energía que se produce mediante residuos orgánicos, los principales modelos de biogás que aparecieron los que generaban los residuos de los animales, esto porque de los desperdicios de animales como vacas y marranos producen gases nocivos para la atmósfera (Hélène Métivier, 2020), el biogás surge tras la necesidad de que la humanidad se separe de los combustibles fósiles, esto ocurre mediante el uso de las energías renovables, de igual forma el biogás es un modelo energético en la que se puede utilizar la fermentación seca o húmeda, estos son utilizados principalmente en pequeñas granjas, en centrales eléctricas y térmicas, a nivel de hogares su uso es muy limitado pero por lo general se usa como gas de cocina, a nivel automotriz se evidencia el bioetanol y biodiesel, estos ofrecen una menor emisión de gases de efecto invernadero, la mejor forma de aprovechar el biogás y su proceso de producción es la búsqueda de que este entre a la red de gas natural generando energía térmica, aprovechando al máximo la capacidad calorífica de este que es comparado o incluso mejor a la capacidad del gas que se obtiene mediante destilación del petróleo, de igual forma se recomienda utilizar el biogás en el proceso de generación de electricidad, por medio de un motor, el único inconveniente es que tiene que ser un motor sumamente eficiente puesto que la corriente de gas tendría que moverlo y este tiene que aprovechar al máximo cada movimiento, para que todo este procedimiento ocurra es necesario un biodigestor (Weiland, 2009).

En Colombia y en el mundo el uso de biogas está muy ligado al desprendimiento de los combustibles fósiles, en el mundo existen regulaciones para concentraciones de mezclas de biocombustibles, de igual forma es un hecho que a nivel Colombia se depende mucho de carbón, petróleo y gas natural, en un informe se muestra el uso y ligamiento del país a estos combustibles, el uso del petróleo y derivados para producir energía es del 44%, el uso de gas es 24%, por su parte el carbón cuenta con un 10% y hidroeléctricas y fuentes orgánicas cuentan con un 12 y 10% respectivamente, es claro la gran ligadura que tiene el




	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

país, el plan de desarrollo nacional tiene por su parte el objetivo de trasladarse a energías no convencionales, una de ellas el biogás, buscando apartar el uso de carbón de las cocinas y veredas colombiana, esto porque según cifras se necesitan 485000 de hectáreas para poder utilizar efectivamente bioetanol y biodiesel (DANE, 2017), es claro que la cifra es muy grande, esto ocurrió producto del conflicto armado y como siempre de la corrupción, a pesar de ello Colombia quiere apartarse de eso, se demuestra que a nivel latinoamérica Colombia cuenta con las mayores reservas de carbón de igual forma cuenta con grandes yacimientos de petróleo, gracias a la pandemia se hizo más necesario el desligamiento de las energías convencionales, en este proyecto se busca un pequeño cambio, teniendo en cuenta siempre que los grandes cambios empiezan de a poco, lo que se busca es generar una economía circular que ayude al primer sector económico, mediante la producción de biogás por medio de un biodigestor, tratando de llevar gas a aquellas personas que aún no lo tienen (ANDI, MIN Ambiente, MIN Comercio, 2019).

5.4.1. BIODIGESTOR

Se puede decir que un biodigestor es aquel contenedor cerrado, hermético e impermeable donde se deposita la materia orgánica a fermentar con el fin de producir biogás, en un biodigestor se añaden por lo general excrementos animales o humanos, de igual forma desechos vegetales, cabe resaltar que por acidificación no se pueden añadir cítricos, este fenómeno ocurre por lo general, puesto que los microorganismos bacterianos anaerobios actúan sobre los desechos orgánicos, produciendo biogás. En el artículo "Producción de Biogás y compost a partir de Residuos Orgánicos" se resalta que la importancia de los biodigestores recae en que la mayoría de los residuos son depositados en vertederos no controlados, donde el tiempo de recuperación es muy largo, algo que es corroborado por un informe: "Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes" (Banco mundial, 2018), de igual forma es un nuevo método de reciclaje y de economía limpia basada en un modelo circular. El proceso que ocurre dentro del biodigestor ocurre en tres etapas (Alejandro W. Padilla Sevillano, José F. Rivero Méndez, 2015):

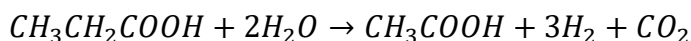
- 5.4.1.1. Primera etapa: en esta etapa ocurre dos de los procesos más críticos por un lado se tiene la hidrólisis, su criticidad recae en que todo está dado por el tiempo de degradación de los residuos, utilizando como catalizador los nutrientes existentes en el agua, por otra parte los compuestos pasan al proceso de fermentación donde estos pasan a ser ácidos grasos, alcoholes, hidrógeno y carbonos, este proceso ocurre gracias a que bacterias fermentativas como la de los procesos lácteos generan enzimas que son secretadas y funcionan fuera de la célula, estas bacterias a nivel químico hacen

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

que una molécula de glucosa y dos moléculas de agua reaccionen formando dos moléculas de ácido acético, cuatro moléculas de hidrógeno y dos moléculas de dióxido de carbono, se puede decir que este proceso está dado por la reacción:






- 5.4.1.2.** Segunda etapa: En esta etapa ocurre el proceso de acetogénesis, donde bacterias acetogénicas generan ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono, estas bacterias son capaces de consumir compuestos aromáticos como fenoles pero no puede consumir hidrocarburos aromáticos como tolueno, en este proceso una molécula de ácido propanoico y dos de agua reaccionan para formar una molécula de ácido acético, tres moléculas de hidrógeno y una de dióxido de carbono, se representa con la siguiente reacción:






- 5.4.1.3.** Tercera etapa: En esta etapa ocurre el proceso más importante de la biodigestión ocurre la metanogénesis aquí es donde se genera el metano uno de los principales compuestos del biogás, este proceso ocurre gracias a las bacterias metanoicas y sulfato-reductoras, donde las sulfato-reductoras y hidrogenolíticas convierten el hidrógeno y dióxido de carbono en metano, mientras las metanogénicas y acetogénicas convierten ácido sulfhídrico y dióxido de carbono, obteniendo así el biogás, esta etapa y en general las tres están dadas por la reacción:

La norma API 650 establece 8 parámetros importantes para el diseño de los biodigestores (API 650, 2016), estos son:

1. Temperatura: La temperatura dentro de los biodigestores es mesofílica, es decir tiene un crecimiento óptimo entre 12° y 35°C se recomienda que sea un material resistente a estas temperaturas, de igual forma la disminución o aumento de la medida interna de la energía debe ser controlada.
2. Concentración de sólidos: La concentración de sólidos que recomienda la norma es no mayor de 60% en suspensión de agua.
3. pH: Debe ser una concentración alcalina ya que este constituye una buena base y un buen tratamiento, este debe estar entre 7 y 8.
4. Mezclado homogéneo: La norma recomienda que el mezclado homogéneo se puede realizar, esto se realiza con el fin de reducir tiempos de producción de gas, implanta ejemplos como mezclado por medio de bombas o un mezclado producto del trabajo mecánico.

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

5. Tiempo con respecto a la temperatura: lo que quiere hacer énfasis la norma en este punto es que se debe tener un sistema donde las bacterias estén el mayor proceso posible, sin que se eleve la temperatura, esto porque las bacterias que se encuentran en el biodigestor mueren a temperaturas mayores a 50°C.
6. Ácidos volátiles: Aparte de tener cuidado con el manejo de estos, son parte fundamental en el proceso de fermentación pero deben estar en un rango mínimo de 500mg/l siendo este óptimo casi perfecto, de igual forma acotado por un rango máximo de 2000mg/l siendo este el límite de aceptación.
7. Diseño del estanque: en este punto la norma es clara, se debe escoger un material resistente a altas temperaturas a la alcalinidad y acidez, de igual forma toma variables como: la profundidad, el lago, distancia entre el largo y línea tangencial, ancho, radio interno y externo (si cuenta), ángulo de inclinación con respecto al soporte, capacidad máxima y mínima.
8. Carga volumétrica: Se debe tener en cuenta para saber la capacidad de rendimiento del biodigestor, se toma en cuenta el flujo de materia orgánica, por lo general la norma afirma que por 3.5kg de flujo de materia se utiliza 1m³.




	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

6. DISEÑO METODOLOGICO

6.1. Diagnóstico de la situación actual de los residuos agropecuarios.

6.1.1. Revisar cuales son los residuos más abundantes por clasificación, vegetales, tubérculos, cítricos y demás.

La información indagada en las plataformas, fuentes primarias y secundarias previamente seleccionada, será presentada por medio de tablas y graficas que reflejen el comportamiento de los diferentes desperdicios y residuos por clasificación, haciendo especial énfasis en los sectores agropecuarios que más los están generando, permitiendo al proyecto escoger el o los desperdicios potenciales que mejor se pueden adaptar al proceso de Biodigestión, de igual forma permitirá hacer una primera selección de los residuos que más puedan favorecer en el proceso, según sus componentes y en qué nivel se están desechando.

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

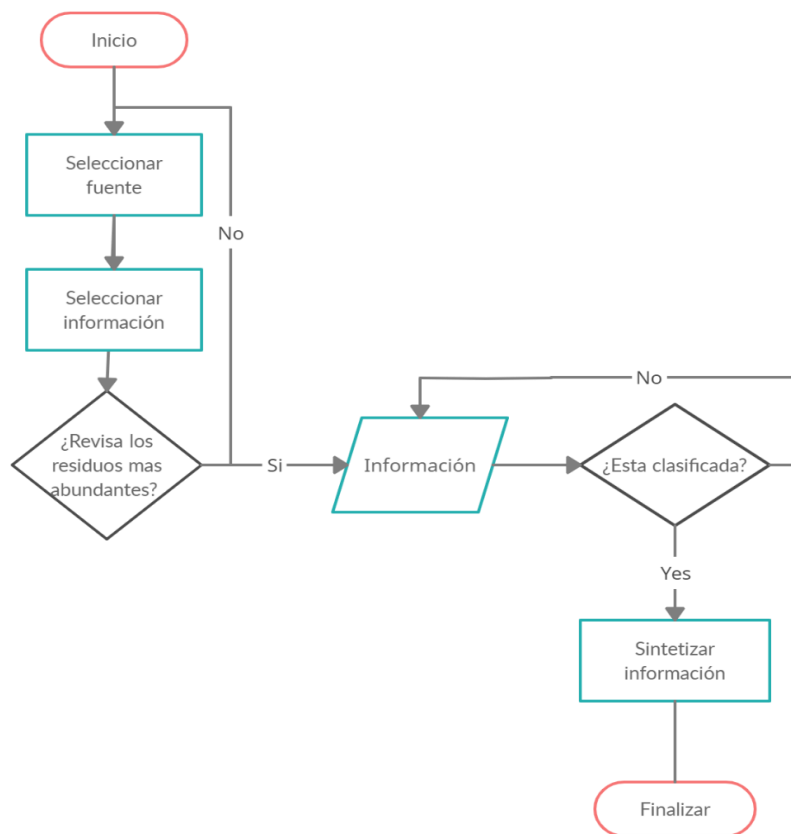





Ilustración 2 Modelo de diagnostico

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

6.1.2. Examinar porque se generan los diferentes residuos agropecuarios

Con la información de las fuentes, por medio de un diagrama de Ishikawa, con el fin de conocer las causas y consecuencias más relevantes de la generación de residuos agropecuarios, esto con el fin de dar solución a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál sector agropecuario y en qué región se genera mayores desperdicios?
- ¿Los principales desperdicios se debe a la etapa de la cosecha?
- ¿Cómo afectan las diferentes temporadas del año a las cosechas y a la generación de desperdicios?

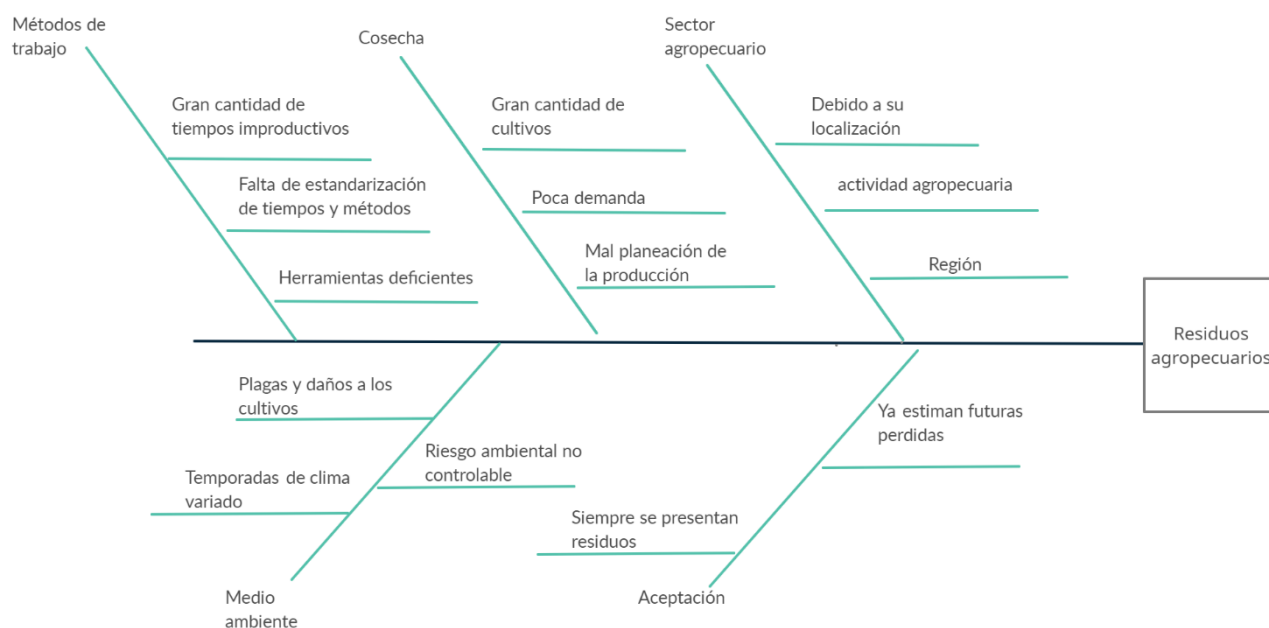


Ilustración 3 Diagrama Causa efecto residuos agropecuarios

6.2. Identificar los tipos de desperdicios más óptimos para el funcionamiento del proceso.

6.2.1. Indagar y seleccionar el tipo de biodigestor que mejor se adapte a los residuos más abundantes del país.

Para la selección del biodigestor se indagará en páginas como:

- Repositorio Universidad nacional.
- Repositorio Universidad del rosario.
- Biblioteca digital de la Universidad ECCI.
- Revista Internacional Science.

Con la información obtenida y con el fin de seleccionar el biodigestor que mejor se adapte se llenara la siguiente tabla.




	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Tabla tipos de Biodigestores.				
Biodigestor	Descripción	Materiales que procesa	Ventajas	Desventajas
Tipo 1				
Tipo 2				
Tipo 3				
Tipo 4				

Tabla 1 Tipos de Biodigestores construcción propia

Para selección del biodigestor que será diseñado se tomaran en cuenta los siguientes criterios.

- La descripción que mejor se adapte a las necesidades de los campesinos colombianos, de igual forma se buscara seleccionar aquel biodigestor que tenga mayores ventajas y que de cierta forma su forma de construcción se haga de forma fácil y económica.
- Los tipos de materiales que procese y que se adapten mejor a los residuos que más abundan en el país, de esta forma seleccionar en que parte del territorio se van a poner los biodigestores.

6.2.2. Seleccionar el residuo o residuos que mejor se adapte al biodigestor seleccionado.

Con la información obtenida en el primer objetivo acerca de los productos que más se desperdician en el país se tomara también criterios que se mostraran en la siguiente tabla:

Producto	pH	Composición Química	Desperdicios




	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Tabla 2 Productos más desperdiciados construcción propia

Para seleccionar el producto o los productos más eficientes se tendrán en cuenta los criterios del biodigestor seleccionado tales como:

- Los tipos de componentes químicos que puede procesar.
- El pH que este pueda procesar.
- El nivel de desperdicios deberá ser una cifra realmente significativa para ser seleccionado.

6.3. Diseñar un equipo capaz de realizar el aprovechamiento de los residuos.

Para poder diseñar el equipo, se van a tomar los siguientes pasos y parámetros:

- 6.3.1. Definir los parámetros necesarios para el buen funcionamiento, tales como, temperatura, pH, presión.
- 6.3.2. Realizar los cálculos para poder saber las dimensiones del biodigestor, dependiendo el nivel de desperdicios previamente mencionados, tomando para ello parámetros resultado de una relación empírica dada por la siguiente ecuación.

$$V_b = (Kg_D + Kg_A)T$$

Donde:

V_b = Volumen Biodigestor.



Kg_D = Kilogramos de desechos o desperdicios agropecuarios.

Kg_A = Kilogramos de agua.

T = Tiempo que tardan las bacterias en procesar la materia orgánica.

Para ello se utilizará el caso de la papa tomando sus residuos al año por hectárea de finca papera, de igual forma por medio de la siguiente tabla se mostrará como el biodigestor diseñado puede servir o no para otros productos desperdiciados en el país:

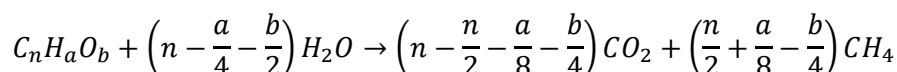
Producto	Residuos (kg/día)	Volumen necesario	Volumen instalado	Viable	Inviabile

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

--	--	--	--	--	--

Tabla 3 Viabilidad del proyecto según diferentes desperdicios

6.3.3. Realizar balance de materia para describir y obtener teóricamente cuanto puede biogás puede producir el biodigestor, por medio del modelo Buswell y Müller:



6.3.4. Diseñar el biodigestor con las especificaciones requeridas, por medio de la herramienta AutoCAD.

7. RESULTADOS

7.1. Residuos más abundantes en Colombia.

Anteriormente se especificaba que se desperdiciaban 9.76M de Toneladas de alimentos en Colombia esto es una cifra alarmante puesto que 1 de cada 3 Ton de alimentos se pierden al año en Colombia (DNP, 2017), dichas perdidas se ven reflejadas de la siguiente forma:

7.1.1. Vegetales y Frutas:




De la producción total de vegetales y frutas se están perdiendo un total de 58% de lo que se está produciendo siendo de los productos más desperdiciados de frutas y verduras los siguientes:

7.1.1.1. Aguacate:

Uno de los productos más abundantes del país, con casi 84587 hectáreas sembradas representando un 38% de la producción total agrícola del país representando 596814 toneladas de aguacates producidos al año, una fruta rica en vitaminas E, A, C, rico en ácido fosfórico, calcio, potasio y fósforo, de esta fruta por cosecha se pierden alrededor de 10 a 15%, siendo una cifra muy significativa puesto que Colombia está en el rankign que más exporta aguacate (SAC, 2020).

7.1.1.2. Banano:

Con un total de 51227 hectáreas sembradas y con 2.1M de toneladas de las cuales el 14.3% de las toneladas se destinan para el consumo de los colombianos, siendo que es famosa por ser rica en potasio, pero de igual forma contiene grandes cantidades de

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

fibra, al ser un fruto que su tiempo de maduración es relativamente corto, su desperdicio por cosecha es considerable las pérdidas de este fruto es considerable y depende del manejo que se le está dando siendo 14.4% del banano que se queda en el país (MinAgricultura , 2020).

7.1.1.3. **Zanahoria:**

A pesar de no ser un vegetal tan popular en el consumo de los colombianos, a pesar de esto existen un total de 312077 hectáreas sembradas en el país, llegando en regiones como la andina a una producción de casi 56.6 ton/hectárea, un vegetal que es de los que más beneficios traen al consumir, puesto que es rico en vitaminas como A, C, E, B3, rica en yodo, potasio, calcio la hace un candidato fuerte para el proceso de biodigestión, puesto que se pierden alrededor de un 14,9% de índice de perdida (FAO, 2019).

7.1.1.4. **Berenjena:**

Una fruta que de nuevo no es muy demanda en Colombia pero que en regiones como la pacifica o caribe su consumo es relativamente elevado puesto que sus compuestos proporcionan vitaminas al cuerpo humano como, Vitamina A, D, B12 de igual forma rica en calcio, sodio y potasio, pero que sus índices de desperdicio son muy altos con respecto a su área sembrada, puesto que de 969 hectáreas sembradas se pierden alrededor de 35.7% (MinAgricultura , 2020).




7.1.1.5. **Piña:**

Una fruta que en algunas zonas del país es muy representativa e importante, puesto que es altamente consumida, siendo una fruta rica en vitamina A y D, rica en calcio y bajo en calorías, donde se tiene un área de casi 131576 hectáreas, pero con índice de perdida relativamente alto a su producción, esto porque la cifra redondea casi el 30% (MinAgricultura , 2020).

7.1.1.6. **Tomate de árbol:**

Un fruto que se puede decir que es símbolo de departamentos como Boyacá e inclusive Cundinamarca, un fruto rico en hierro, magnesio, potasio, fosforo, vitaminas A, C y B12 con una producción de 18000 hectáreas y que tiene un índice de perdida pos cosecha de 20% que es muy significativa por el área que es relativamente pequeña para su alto nivel de pérdidas (MinAgricultura , 2020).

7.1.2. **Tubérculos:**

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

En el país el consumo de tubérculos en especial de la papa está ligado en gran medida a la cultura colombiana puesto que es muy raro que por lo menos una vez en el día no se consuma este producto, llegado al punto de que hay comidas típicas que se basan en el uso de este tubérculo, pero entre más se consume, más se produce y más se desperdicia, la cifra de desperdicios de la producción total de tubérculos es del 49% siendo la segunda categoría que más desperdicios se tiene en el país, de los productos que más se desperdician son:

7.1.2.1. **Papa:**

Sin duda alguna uno de los alimentos más consumidos del país se iba a encontrar entre los más desperdiciados, además de esto las crisis que el sector papero ha tenido a lo largo de los años ha hecho que se pierdan aún más, siendo un tubérculo con gran predominación de almidón lo hace un súper alimento, de igual forma tiene una de las áreas más cultivadas del país con 274000 hectáreas cultivadas, donde se están desechando casi el 36.5% de la producción una cifra muy alta que lo hace un candidato para poner en uso el proceso de biodigestión en sus residuos (MinAgricultura , 2020).

7.1.2.2. **Papa Criolla:**




Un producto que es muy utilizado y aunque no lo parezca es un utilizado en la cocina y en el consumo colombiano, con un alto contenido de vitaminas, carbohidratos, potasio, lo hace un producto muy nutritivo con cualidades antioxidantes, un producto que tiene un área total cultivada de 10294 hectáreas con cultivadas pero con un índice de perdida extremadamente alta siendo del producto donde se pierde una gran cantidad con un 82.6% de perdida, acá es donde recae el relativamente precio alto (MinAgricultura , 2020).

7.1.3. **Cítricos:**

La producción de cítricos del país es muy abundante puesto que la gran variedad de climas lo hace un sitio óptimo para la siembra de productos que son muy apetecidos como los cítricos a pesar de esto su nivel de desperdicio es relativamente bajo llegando a un 22% de la producción total, entre los más desperdiciados se encuentran:

7.1.3.1. **Naranja:**

Un producto insignia de los cítricos, una de las frutas más ricas en vitamina C, un nutriente esencial para la generación de defensas del cuerpo, lo hace uno de los productos más consumidos con

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

58000 hectáreas cultivas y un índice de desperdicio de 10% (MinAgricultura , 2020).

7.1.3.2. **Mandarina:**

Una fruta muy rica en vitamina C, vitamina A, potasio, magnesio, calcio que cuenta con un área 42021 hectáreas cultivadas y que tiene uno de los índices más altos de los cítricos contando con un 11.9% (MinAgricultura , 2020).

7.1.4. **Granos y Cereales:**

Uno de los productos que en ocasiones necesitan de un proceso industrial para poder ser consumidos, gracias a esta transformación el nivel de desperdicios es relativamente bajo contando con un nivel de 13% para granos y tan solo 8% para los cereales haciendo de los productos agropecuarios menos desperdiciados en el país.

A pesar de ser de los productos que menos peso tienen en el porcentaje total de desperdicios, son de los productos que tiene un nivel relativamente alto de desperdicios por área cultivada:

7.1.4.1. **Arroz:**




Un alimento esencial en los hogares colombianos cuenta con un área cultivada de 600000 hectáreas y cuenta con un nivel de desperdicios de 21.3%.

7.1.4.2. **Maíz:**

En Colombia se encuentran variedades de maíz, en las que más se encuentran producción y desperdicios es el maíz blanco y amarillo muy utilizado en productos como las arepas, siendo uno de los productos insignias del país con una gran variedad que depende de la región a pesar de esto se cuenta con casi 900000 hectáreas de maíz cultivado en Colombia con un índice que va desde 41 a 46% de pérdidas.

7.1.4.3. **Trigo:**

La materia prima principal de productos como el pan se encuentra entre la lista de los productos más desperdiciados, el trigo que más se desperdicia es el que aún no ha pasado por ningún proceso industrial contando con un índice de casi el 60% de lo que se produce haciéndolo un candidato potencial para la aplicación del proceso de Biodigestión.

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

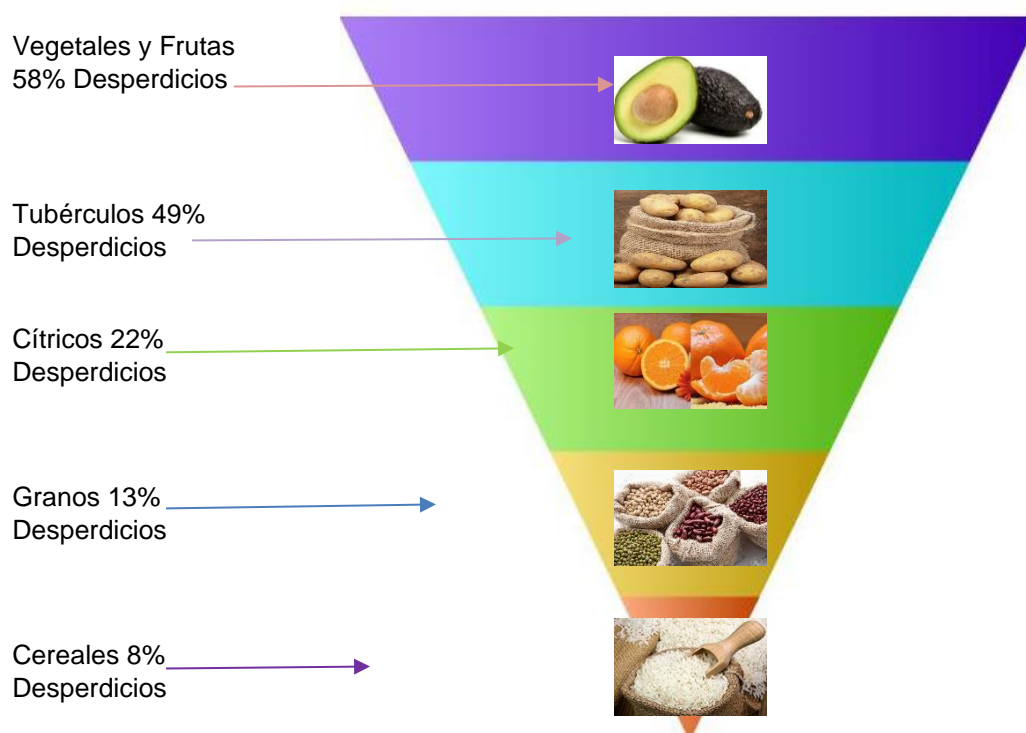


Ilustración 4 Diagrama que muestra el nivel de desperdicios clasificados

7.2. Generación de desperdicios agropecuarios.

Con la información obtenida acerca de los residuos agropecuarios que más se están generando el territorio colombiano, se puede tener conocimiento del porque se están generando, esto con el fin de resolver las preguntas planteadas en la metodología:




7.2.1. ¿Cuál sector agropecuario y en qué región se generan mayores desperdicios?

Como se pudo evidenciar el sector agropecuario en el que más se generan desperdicios es el sector agrícola, en especial todo lo que tiene que ver con frutas, vegetales, tubérculos, raíces, granos y cereales.

En cuanto a la región o regiones que más desperdicios generan en el país son:

7.2.1.1. Región Centro Oriente:

Era de esperarse que de las regiones que más tenían desperdicios eran aquellas que más producían puesto que en estas se encuentran departamentos como Boyacá, Cundinamarca, Santander y Norte de Santander, que son departamentos que producen la mayor cantidad de alimentos y en el caso de Boyacá y Cundinamarca se produce gran cantidad de papa y zanahoria

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

haciendo que en esta región se produzca el 48.3% del total de los desperdicios del país.

7.2.1.2. Eje Cafetero:

Al ser una de las regiones donde más se produce aguacate y este a su vez es de los que más se desperdician por hectárea cultivada, el Eje Cafetero es la segunda región que más genera desperdicio con un índice de 18.3% del total de los desperdicios del país.

7.2.1.3. Región Pacífico:

Siendo de las que más produce granos y arroz puesto que en esta región se encuentran departamentos como Cauca y Valle del Cauca es la tercera región en producir más desperdicios reflejando un 13.8% de los residuos del país.

7.2.1.4. Región Caribe:

Es una de las regiones que más produce banano y plátano del país, siendo este también uno de los alimentos que es de los más exportados también es de los más desperdiciados, esta región cuenta con 13.4% de los desperdicios totales del país.




7.2.1.5. Las regiones que menos generan desperdicio del país son la región centro sur con departamentos como Tolima, Huila y Amazonia con un 4.2% y la región de los llanos con un 2% de nivel de desperdicios (Min Agricultura , 2017).

7.2.2. ¿Los principales desperdicios se debe a la etapa de la cosecha?

En productos como la papa donde su área de cultivo es aproximadamente 273000 hectáreas solo se alcanzan a cosechar 173824 hectáreas haciendo que estos cultivos que son muy grandes no puedan ser recolectados todos en el menor tiempo posible haciendo que se estos se pierdan.

De igual forma el 64% de las perdidas y desperdicios se los alimentos ocurren en las etapas de producción, cosecha, pos cosecha y almacenamiento (Min Agricultura , 2017), esto puede ser ocasionado por una baja demanda y debido a esto los campesinos en especial los pequeños productores no pueden almacenar las mayor parte de la cosecha haciendo que se generen perdidas tanto monetarias, como de alimentos, puesto que productos como el banano pueden echarse a perder en poco tiempo y pequeños campesinos no cuentan con la herramientas o implementos necesarios para poder darles un óptimo almacenamiento.

De igual forma en empresas un poco más grandes se ven perdidas por no tener un buen control de la producción, ya sea bien porque no cuentan con buenos parámetros de transporte y almacenamiento, es

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

decir que los principales desperdicios que se generan en el país más que ser por la etapa de la cosecha se debe a la etapa de la pos cosecha.

Sumado a esto la cultura de improductividad de los muchos colombianos, donde sin juzgar a nadie por lo general trabajan cuando los están viendo y en ocasiones los métodos de trabajos no son los más efectivos, existen muchas pérdidas de tiempo y al manejar productos que se pueden perder en un par de días, estas pérdidas de tiempo se van a ver reflejadas en las etapas de cosecha y pos cosecha, puesto que se ven casos donde se tienen que transportar los alimentos a centrales como abastos en un día ya seleccionando ya se bien porque el pequeño campesino no cuenta con el transporte propio o bien sea por que ya está pactado, haciendo que aparte de generar residuos agropecuarios se generen perdidas monterías.




La falta de herramientas que hagan el trabajo un poco más fácil es evidente en muchos cultivos aún se tienen métodos de trabajos muy tradicionales, donde se utiliza solo la mano de obra y en muchas ocasiones no se cuenta ni con una maquina como un tractor para poder trasportar la cosecha haciendo que de nuevo se generen desperdicios, pero también se generan molestias futuras para los obreros o trabajadores.

Cabe resaltar que existen pérdidas que por experiencia de los campesinos se sabe que se van a producir, bien sea por qué algún producto tiene un índice muy bajo de salir un poco defectuoso ya sea, por ejemplo, picada o simplemente se madura muy rápido.

7.2.3. ¿Cómo afectan las diferentes temporadas del año a las cosechas y a la generación de desperdicios?

El clima y el medio ambiente al ser algo que no se puede controlar y en ocasiones no se puede predecir lo que va a suceder es uno de los factores que más está afectando a los campesinos, en temporadas como las heladas donde la temperatura puede llegar hasta casi los 0°C han hecho que se pierdan alrededor de 10000 hectáreas de cultivos solo en Cundinamarca y Boyacá, afectando sobre todo a los pequeños campesinos (El Tiempo, 2021), para poder darle una solución este tipo de cosas como se especificaba anteriormente es necesario más ayudas y sobre todo cambiar la forma en que se están realizando el trabajo.

En épocas como invierno afecta a los productores especialmente porque se pierden cultivos porque esto se “ahogan” y no permite la buena germinación de los productos de igual forma donde más recae las consecuencias de la fuertes lluvias es porque el estado de las vías alternas no son las más óptimas haciendo que se produzcan




	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

deslizamientos impidiendo la salida de los productos haciendo que una gran cantidad de estos se pierdan y hasta el momento lo único que queda es tirarlos a la basura o por mucho hacer abono con estos (El Tiempo, 2021).




De igual forma se suma a esto las plagas que se pueden ver en las cosechas y que en ocasiones no se les da buen manejo, esto porque existen pesticidas como el glifosato que hacen un buen control de plagas pero de igual forma afecta a la fauna y flora de la regiones haciendo que se dañe la tierra impiendo que los campesinos puedan usar dicho químico es una idea inviable para ellos, tiendo que hacer un control manual con productos que pueden dañar la cosecha, como se pudo evidenciar que por culpa de una plaga se perdieran una cosecha entera de plátano tipo exportación en el año 2020 (ICA, 2021)

7.3. Selección del biodigestor.




Tabla tipos de Biodigestores.				
Biodigestor	Descripción	Materiales que procesa	Ventajas	Desventajas
Biodigestor de globo, tipo bolsa o balón.	Su fácil construcción lo hacen un digestor de bajo costo, con capacidad de soportar altas temperaturas, longitudes aproximadas entre 20 y 30 metros, digestor hermético, digestor en forma cilíndrica y/o elíptica, que se superpone en la tierra, entre sus ventajas se encuentran su fácil instalación,	Residuos inorgánicos ricos en potasio, no puede procesar cítricos pues que las bacterias que no se cuentan con las condiciones necesarias para procesarlas, de igual forma residuos orgánicos producto de los animales.	Económico en el proceso de su construcción. Su nivel de eficiencia es alto.	Sus materiales son frágiles, haciendo que necesiten de un espacio especial para su funcionamiento Requiere de un mantenimiento preventivo que se realiza cada tres años, en ocasiones requiere de un mantenimiento correctivo debido a las condiciones de sus materiales.

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	




	<p>pero en contra parte su tiempo de vida es corto, de igual forma sus materiales aunque son económicos, cuando el biodigestor acaba su vida útil no se pueden aprovechar y su reciclaje es complicado, de igual si se ubica en zonas rurales se debe tener un muy buen cuidado debido a que sus materiales son frágiles, Principalmente elaborado en polietileno, PVC, madera.</p>			
<p>Biodigestor de domo flotante</p>	<p>Es un biodigestor subterráneo y de recipiente móvil para gas, este recipiente por lo general es flotante lo que permite que se pueda movilizar el gas contenido de un lugar a otro es el</p>	<p>Principalmente residuos ricos en proteínas, aquellos residuos graso o ricos en grasas, de igual forma aquellos ricos en hidrato de carbono.</p>	<p>Presiones de gas constante, su construcción y uso es muy intuitivo</p>	<p>La vida media del domo es muy corta, requiere, altos costos de materiales y mano de obra, Cuando el tambor cumple su vida útil requiere un cambio que en ocasiones</p>

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	




	<p>biodigestor que trabaja a presiones reguladas dependiendo de la necesidad del productor, de igual forma este parámetro de producción induce en la selección de entrada continua o semi continua a través de las tuberías de entrada, un biodigestor de forma cilíndrica, donde el gas se acumula en la parte superior del reactor, construido principalmente con Acero, fibra de vidrio reforzada en plástico, ladrillo, hormigón, hierro, cemento.</p>			<p>suele ser excesivo.</p>
<p>Biodigestor de domo fijo</p>	<p>Biodigestor fijo e inmóvil, es un biodigestor echo en su mayoría en concreto,</p>	<p>Residuos ricos en potasio, vitaminas, proteínas, residuos ricos</p>	<p>Su vida útil sobrepasa los 20 años, materiales y</p>	<p>Al momento de su construcción se debe hacer con cuidado,</p>

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

	<p>especialmente enterrado en la tierra, este biodigestor cuenta con las características de trabajar a presiones reguladas, es un biodigestor de proceso continuo, es decir todo lo que ocurre dentro de este se encuentra conectado, es un biodigestor que necesita de materiales de buena calidad, este biodigestor cuenta con cuatro componentes principales, un primer contenedor donde ingresa la mezcla, de igual forma cuenta también con una cámara de combustión allí es donde se obtiene el biogás, de igual forma cuenta con una válvula de salida y un segundo contenedor</p>	<p>en agua, pero no procesa cítricos, residuos ricos en glicerina, aminoácidos, ácidos grasos, alimentos y residuos ricos en almidón.</p>	<p>construcción económica. Al ser un biodigestor completamente hermético tiene la capacidad de realizar una producción continua, de igual forma tiene la capacidad de almacenar el biogás producido. Al ser construido bajo tierra sus especificaciones pueden variar según la necesidad o espacio requerida por los campesinos.</p>	<p>puesto que una fractura o procedimiento mal hecho resultaría desfavorable para la producción de biogás.</p>
--	---	---	--	--

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	




	<p>que es donde se obtiene el digestato, construido con materiales relativamente económicos como una Válvula, ladrillo, cemento, piedra u hormigón.</p>			
<p>Biodigestor con tanque de almacenamiento tradicional y cúpula de polietileno</p>	<p>Uno de los biodigestores más económicos, puesto que según cifras ha logrado disminuir hasta un 30% los costos, cuenta con una campana, domo o cúpula de polietileno, que sustituye las anteriores de hierro, hormigón o acero, es un biodigestor de alimentación continua, puede llegar a ser altamente eficiente, esto porque los materiales son económicos de igual permite que el</p>	<p>Toda clase de desechos orgánicos e inorgánicos a excepción de los cítricos</p>	<p>Es de fácil construcción, sus materiales son económicos, no requiere de especificaciones técnicas para su construcción.</p>	<p>Su vida útil no supera los 5 años, no es completamente hermético. Cuando este supera su vida útil requiere de un cambio total de todos sus componentes. El volumen de abono producido es mucho menor que la de los demás biodigestores.</p>

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

	<p>proceso de producción de bigas sea la mejor, es un biodigestor practico y de dimensiones muy pequeñas en comparación a los ya mencionados, haciéndolo uno de los biodigestores más tules y rentables, sus materiales suelen ser Caneca de polietileno, polietileno, válvulas.</p>			
--	--	--	--	--

Tabla 4 Tabla resumen, tomado de: Fuente especificada no válida.Fuente especificada no válida.Fuente especificada no válida.Fuente especificada no válida.




El biodigestor seleccionado es el de tipo lomo fijo, esto porque el modelo se adapta mejor a la necesidad por la cual surgió, de igual forma porque es un biodigestor inmóvil, con unos materiales de construcción y que en departamentos como Boyacá y Cundinamarca son de un precio muy accesibles, existen ladrilleras alrededor de toda esta zona; también es una buena opción por su construcción, porque a pesar de que se debe realizar con cuidado y con ciertos requerimientos técnicos no deja de ser una buena opción, de igual forma porque no ocupa tanto espacio y se puede construir según los desperdicios que produzcan los pequeños productores así como también porque a diferencia de los otros modelos de los biodigestores es el que puede procesar una mayor variedad de residuos, también porque este tiene la capacidad de tener una reserva tanto para la entrada como para la salida del biogás, es decir este puede generar un flujo continuo de generación de biogás, permitiendo que en las casas de los campesinos puedan tener gas sin preocupación, otra de las razones por las cuales se seleccionó el biodigestor de domo fijo es por su larga vida útil y a comparación de los otros no requiere de mantenimientos

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

seguidos y de cambio de partes o en ocasiones casi todo el sistema de generación de biogás, es por ello y buscando que la inversión sea la menor y que los campesinos puedan adquirir un sistema de generación de biogás eficiente, económico y sobre todo un sistema que pueda utilizarlo durante varias cosechas y que a la primera no tendrá sobre costos haciendo un sistema prácticamente inútil para implementarlo en un país como Colombia donde los egresos son mayores que los ingresos.

7.4. Selección de productos.




Producto	pH	Composición Química	Desperdicios
Aguacate	7.14	Ácido oleico, magnesio, vitaminas, ácido fosfórico, calcio, potasio y fósforo.	con casi 28000 hectáreas sembradas, se pierden alrededor de 10 a 15% de la cosecha sembrada.
Banano	5.2	20% hidratos de carbono, almidón proteínas, lípidos, sacarosa, glucosa, fructosa y potasio.	El 14.4% del banano que se queda en el país se desperdicia al año
Zanahoria	5	Hidrato de carbono, potasio, calcio, vitamina A, E, C.	Se pierde un 14.9% de la producción total.
Papa	6	75% almidón, glucosa, fructuosa, sacarosa, carbohidratos.	Se desecha un total de 36.5% de la producción de

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

			papa en el país.
Papa criolla	6.4	Rica en potasio, carbohidratos y glucosa	Se pierde un total de 82.6% de la cosecha
Arroz	6	Ácido fólico, tiamina, niacina, almidón, zinc y fibra.	En Colombia se desperdician un 26.6% del arroz cultivado
Maíz	7.2	73% de almidón, glucosa, sacarosa y fructosa.	Del 40 al 46 de lo que se cultiva se pierde o se desperdicia
Trigo	7	Compuesto por 70% Carbohidratos, 10% humedad, 16 proteínas, 2% de lípidos y minerales.	Tiene un nivel de desperdicio de 60% del total producido.
Naranja	3	Ácido cítrico, glucosa, fructosa, sacarosa, agua, vitamina C, A	Se desperdicia un 10% de lo que se produce.

Para este proyecto se tomarán tres de los desperdicios que se muestran en la tabla, aclarando que estos son los de mayor recurrencia en el país y estos son:

- Aguacate: se selecciona este producto por su alta concentración de ácidos y grasos siendo estos compuestos los que mejor procesa el biodigestor de lomo fijo, de igual forma porque al ser un producto insignia del país también porque su nivel de desperdicio es muy significativo en relación con la gran cantidad de área cultivada.
- Papa: Al ser uno de los productos más ricos en almidón la hace un producto perfecto para el proceso de biodigestión, de igual forma es un producto con grandes cantidades de cultivos, así como también con grandes índices de desperdicio.

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

- Trigo: su alta concentración de carbohidratos y humedad, sumado a ello el gran desperdicio que se presenta en el país, la hace un candidato casi perfecto para el proceso de biodigestión, siendo uno de los productos que mejor se adapta a las necesidades del proyecto.

Se descartaron productos como la zanahoria, naranja y demás mencionados en este apartado de resultados puesto que a pesar de que se adapta a los productos que procesa el biodigestor seleccionado, la cifra de desperdicio no es significativa para que los resultados de los niveles de producción de residuos agropecuarios disminuyan de manera significativa.

7.5. Biodigestor Domo Fijo.

Consisten en un recipiente fijo e inmóvil para gas, que se coloca en la parte superior del digestor. Cuando comienza la producción de gas, la mezcla se desplaza hacia el tanque de compensación. La presión del gas aumenta, el aumento de volumen del gas almacenado y con la diferencia de altura entre el nivel de la mezcla en el digestor y el nivel de la mezcla en el tanque de compensación. (Corona Zuñiga, 2007).




Consiste en una firme cámara de gas construida de ladrillos, piedra u hormigón. La tapa y la base son semiesferas y son unidos por lados rectos. La superficie interior es sellada por muchas capas delgadas para hacerlo firme. Hay un tapón de inspección en la cima del digestor que facilita el limpiado. Se guarda el gas producido durante la digestión bajo el domo con presiones entre 1[m] y 1.5 [m] de columna de agua. Esto crea fuerzas estructurales bastante altas y es la razón para la forma semiesférica (Perez Medel, 2010)

Ventajas: costos de construcción relativamente bajos, larga vida útil. La construcción subterránea ahorra espacio y protege al digestor de cambios de temperatura; además su construcción implica la creación de fuentes de empleo.

Desventajas: son los frecuentes problemas con la permeabilidad para gases del recipiente de ladrillos para el gas (una pequeña fractura en el recipiente superior puede causar altas pérdidas de biogás). Por lo tanto, las plantas de domo fijo sólo son recomendables cuando la construcción puede ser supervisada por técnicos experimentados de biogás. La presión del gas fluctúa dependiendo sustancialmente del volumen del gas almacenado.

7.5.1. Parámetros

Parámetro	Hidrólisis/acidogénesis	Formación de metano
Temperatura	(32 - 42 °C)	(50 - 58 °C)
Valor del pH	5,2-6,3	(6,7-7,5)
Razón C/N	(10 – 45)	(20 – 30)

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Potencial redox	(+400 a -300 mV)	<-250mV
Trazas de elementos.	N/a	Ni, Co, Mo, Se

Tabla 5 Parámetros de construcción biodigestor domo fijo

7.5.2. PH

Dependiendo del tipo de bacteria elegida para el metano génesis se debe cuidar el valor del pH desde 5.2 hasta 7.5.

El pH en los digestores anaerobios se relaciona con la actividad realizada por las bacterias, el pH normalmente se encuentra entre 6-8, con un valor próximo a 7 para la actividad óptima. Los ácidos grasos disminuyen la alcalinidad a menos que la alcalinidad bicarbonatada sea suficiente para neutralizar dichos ácidos.

7.5.3. Potencial Redox

En el biorreactor son necesarios potenciales redox bajos, por ejemplo, para un monocultivo de bacteria metano génica se necesita un potencial redox entre [-300, 330] mV como óptimo. Para controlar este parámetro se pueden agregar agentes oxidantes por ejemplo sulfatos, nitritos o nitratos.

7.5.4. Nutrientes

La razón entre los nutrientes C/n debe estar en el orden 16:1-25:1, el carbono contenido en el estiércol es lo que dará paso al metano y el nitrógeno aporta a la multiplicación bacteriana y a catalizar el proceso de producción de biogás.

7.6. Calculo dimensiones del biodigestor.




Para poder realizar los cálculos del volumen del biodigestor se tomará el producto que más se está desperdiciando en el país en este caso se tomará la papa, sabiendo que se pierde de un 35% de la producción de igual forma porque es de los productos más sembrados en la región andina sembradas con respecto a los demás alimentos, de igual forma porque a pesar de que no es la que más hectáreas tiene sembrada a nivel nacional es aquella que por producción se pierde más. (MinAgricultura , 2020).

Para iniciar con el cálculo primero se debe tener en cuenta que existe una relación 1kg de residuos requiere 2/3 de agua (MinAgricultura, 2020).

Una finca papera por lo general tiene una proyección de 18.9Ton por hectárea al año, que de estos 18900 Kg producidos se perderían alrededor de 18.1Kg de papa al día esto en una sola finca (Fedepapa, 2018). Al momento de realizar los cálculos se debe realizar de la siguiente manera:

7.6.1. Volumen biodigestor:

$$V_b = (Kg_D + Kg_A)T$$

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Donde:

V_b = Volumen Biodigestor.

Kg_D = Kilogramos de desechos o desperdicios agropecuarios.

Kg_A = Kilogramos de agua.

T = Tiempo que tardan las bacterias en procesar la materia orgánica.

Reemplazando en la fórmula:

$Kg_D = 18.1\text{kg}$

$$Kg_A = 18.1Kg_D \left(\frac{\frac{3}{2Kg_{H_2O}}}{1Kg_D} \right) = 12.1Kg_{H_2O}$$

T = Las bacterias en general tardan 4 semanas en procesar la materia orgánica para ello tomaremos entonces 28 días. $V_b = (18.1Kg + 12.1Kg)28$

$$V_b = 845.6 L$$

7.6.2. Volumen Cámara de fermentación.

La cámara de fermentación es la parte que más volumen ocupa dentro del biodigestor ocupando un 75 a 80% del volumen total del biodigestor (FAO, 2011).

$$V_{cf} = V_b(0.75 \sim 0.8)$$

$$V_{cf} = 845.6L(0.75 \sim 0.8)$$

$$V_{cf} = (634.2L \sim 676.5L)$$

7.6.3. Volumen Cúpula.

El volumen de cúpula es el restante de lo que ocupa la cámara de fermentación es decir de un 20 a 25% (FAO, 2011).

$$V_{cu} = V_b(0.2 \sim 0.25)$$

$$V_{cu} = 845.6L(0.2 \sim 0.25)$$

$$V_{cu} = (169.12L \sim 211.4)$$




7.6.3.1. Radio de la Cúpula.

Para ello se asume que la cúpula es una semiesfera y sabiendo que el volumen de una esfera es la siguiente:

$$V = \frac{2}{3}\pi r^3$$

Entonces el volumen de una semiesfera es:

$$V = \left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{2}{3}\right)\pi r^3$$

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

$$V = \frac{2}{3}\pi r^3$$

Despejando el radio que es el mismo radio de la cámara de fermentación:

Para un volumen de 211.4 L

$$0.2114m^3 = \frac{2}{3}\pi r^3$$

$$0.2114\left(\frac{3}{2}\right) = \pi r^3$$

$$\frac{0.3171}{\pi} = r^3$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{0.3171}{\pi}}$$

$$r = 0.466m = 46.6cm$$

Para un volumen de 169.12 L

$$0.16912 = \frac{2}{3}\pi r^3$$

$$0.16912\left(\frac{3}{2}\right) = \pi r^3$$

$$\frac{0.25368}{\pi} = \pi r^3$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{0.25368}{\pi}}$$

$$r = 0.432m = 43.2cm$$

7.6.3.2. Altura de la cúpula



Al ser una semiesfera la altura de la cúpula es directamente proporcional al radio de la cúpula.

7.6.4. Altura cámara de fermentación:

Asumiendo que la cámara de fermentación tiene una forma cilíndrica se realizaran los siguientes cálculos para determinar la altura requerida.

$$Vc = \pi r^2 h$$

$$h = \frac{Vc}{\pi r^2}$$

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Para 634.2L:

$$h = \frac{0.6342m^3}{\pi(0.466m)^2}$$

$$h = 0.929m = 92.9cm$$

Para 676.5L:

$$h = \frac{0.6765m^3}{\pi 0.432m^2}$$

$$h = 1.15m$$

7.6.5. Tabla de productos viables o inviables con las dimensiones del biodigestor construido.

Producto	Residuos (kg/día)	Volumen necesario (L)	Volumen instalado (L)	Viable	Inviable
Banano	2.41	112.4	845.6	X	
Aguacate	4.1	191.3	845.6	X	
Arroz	5.39	251.5	845.6	X	
Maíz	6.81	317.8	845.6	X	
Trigo	11.17	521.2	845.6	X	
Zanahoria	11.63	542.7	845.6	X	

7.7. Balance de materia modelo Buswell y Müller

Para iniciar con el balance de materia se debe conocer la siguiente información:

Papa que ingresa al biodigestor: 18.1 Kg/día




Agua que ingresa al biodigestor: 12.1 Kg/día

Composición de la papa:

75% Almidón

2% Fibra

0.1% Azúcar

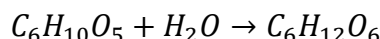
	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

15% Compuesto nitrogenado

7.9% Proteínas

Hidrolisis:

En el proceso de hidrolisis los carbohidratos en este caso el almidón se vuelve azúcar de esta forma se puede aplicar el modelo Buswell Müller:



Realizando balance de batería con reacción química se puede conocer cuánto se obtiene de glucosa para utilizar la relación de que por cada mol de glucosa se obtiene una mol de metano:

$$18.1Kg (0.75) = 13.575kg C_6H_{10}O_5 = 13575g C_6H_{10}O_5$$

$$13575g C_6H_{10}O_5 \left(\frac{1mol C_6H_{10}O_5}{162.14g C_6H_{10}O_5} \right) \left(\frac{1mol C_6H_{12}O_6}{1mol C_6H_{10}O_5} \right) \left(\frac{180.156g C_6H_{12}O_6}{1mol C_6H_{12}O_6} \right)$$

$$= 15083.37g C_6H_{12}O_6$$

$$12100g H_2O \left(\frac{1mol H_2O}{18g H_2O} \right) \left(\frac{1mol C_6H_{12}O_6}{1mol H_2O} \right) \left(\frac{180.156g C_6H_{12}O_6}{1mol C_6H_{12}O_6} \right)$$

$$= 121104.86g C_6H_{12}O_6$$

$$TTC_6H_{12}O_6 = 1361188.23g C_6H_{12}O_6$$

$$1361188.23g C_6H_{12}O_6 \left(\frac{1mol C_6H_{12}O_6}{180.156g C_6H_{12}O_6} \right) \left(\frac{1mol CH_4}{1mol C_6H_{12}O_6} \right) \left(\frac{16g CH_4}{1mol CH_4} \right)$$

$$= 12095.13g CH_4 = 12.095kg CH_4$$

$$\rho_{CH_4} = 0.647 \frac{kg}{m^3}$$



$$v = \frac{12.095kg CH_4}{0.647 \frac{kg}{m^3}}$$

$$v = 18.41m^3 CH_4$$

$$v_{biogas} = (18.41m^3 CH_4)(0.65)$$

$$v_{biogas} = \frac{11.96m^3}{dia}; v_{biogas} = 0.49m^3 hora$$

7.8. Diseño, Materiales y Construcción

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Utilizando la herramienta AutoCAD para el diseño del biodigestor se obtuvieron las siguientes vistas y especificaciones:

7.8.1. Vista superior:

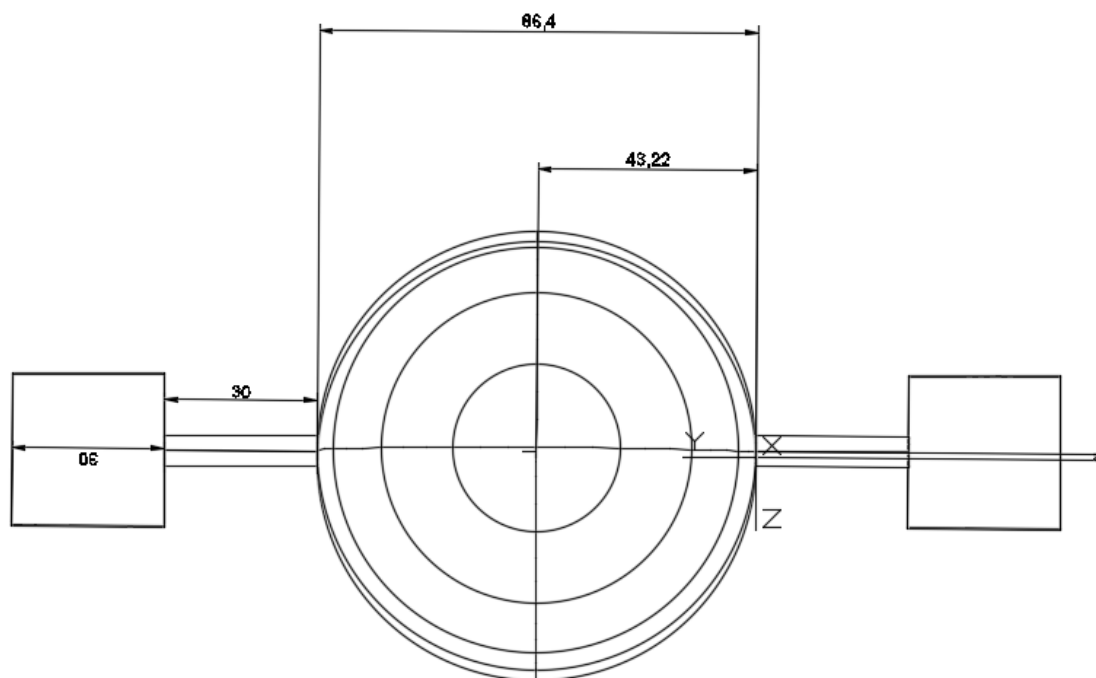





Ilustración 5 Vista superior Biodigestor

Para iniciar con la descripción de la construcción la escala del biodigestor está dada de la siguiente forma: 1:15 es decir 1cm en el plano representaría 15cm en la vida real, para la parte de cúpula se tiene que su radio y su altura es de 43.22 cm y su diámetro es de 86.4cm es de forma semiesférica, que puede estar construida de concreto, acero inoxidable, fibra de vidrio o polietileno, es acá donde se reserva parte del biogás construido, puesto que este biodigestor funciona a partir de un flujo y gasto continuo, de igual forma en la parte superior de la cúpula se encuentra la válvula que es la que permite el flujo de gas y que podrá ser conectada al sistema de gas de las casas o de ser necesario a un sistema eléctrico, a los costados se encuentran las cajas receptora y de obtención de abono, construidas principalmente de concreto y ladrillo, que a su vez están conectados al biodigestor mediante tubos de PVC sanitario para alargar la vida útil del biodigestor

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

7.8.2. Vista frontal:

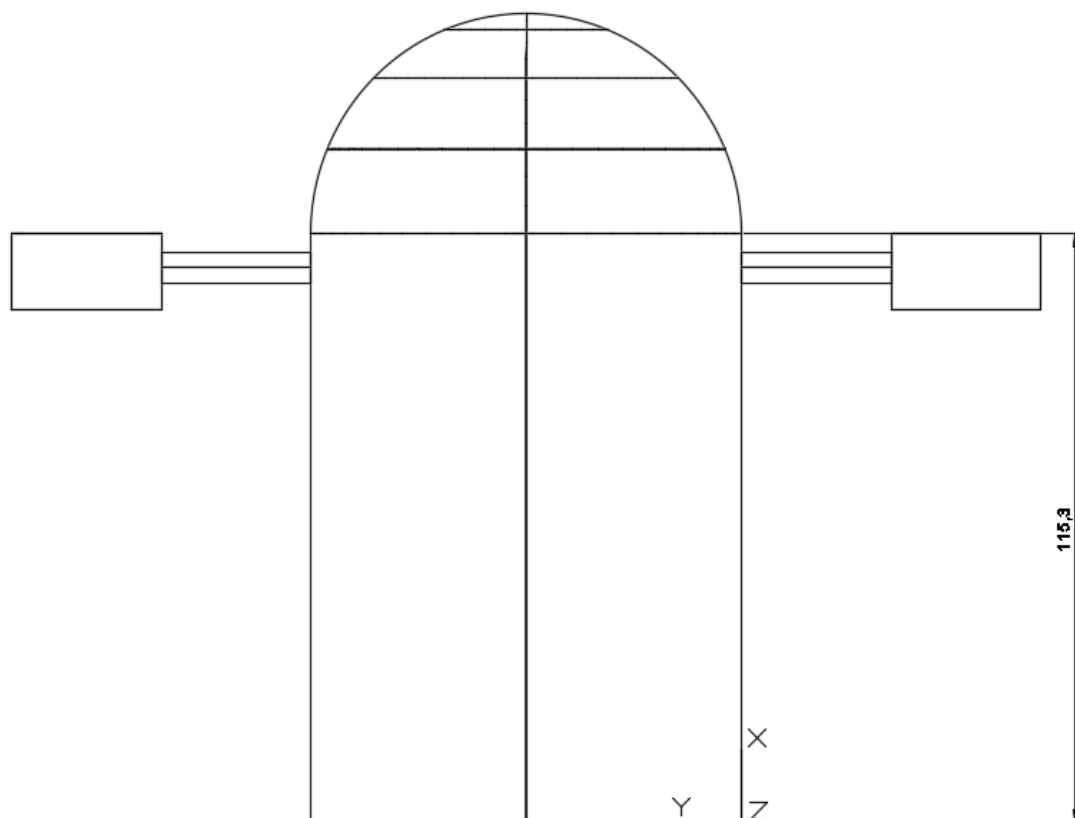





Ilustración 6 Vista Frontal Biodigestor

El cuerpo del biodigestor que principalmente estará bajo tierra comparte las especificaciones del radio de la cúpula puesto que este es de forma cilíndrica con una altura de 115.3 cm construido principalmente con materiales como ladrillo o concreto, es la parte más importante del biodigestor aquí es donde ocurren todos los procesos que permiten la obtención del biogás y es muy necesario que su construcción se realice con el mayor cuidado posible, el proceso no puede ocurrir si el cuerpo no es completamente hermético

7.8.3. Vista Lateral:

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

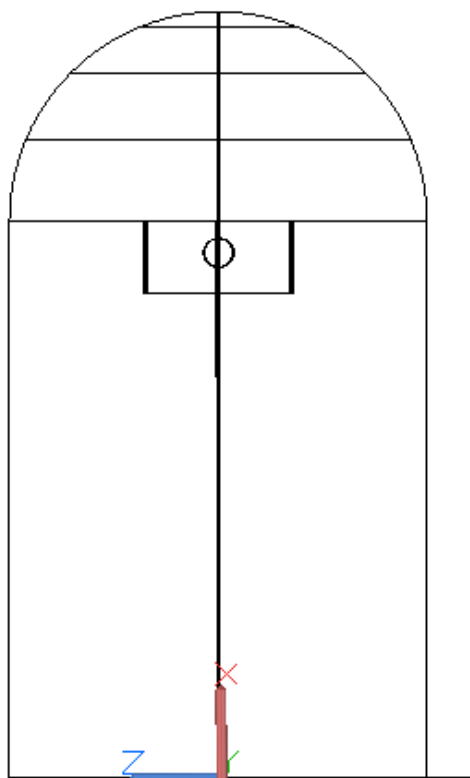





Ilustración 6 Vista lateral biodigestor




7.9. Recomendaciones:

- 7.9.1. El mantenimiento de este biodigestor debe ser preventivo, de igual forma es fundamental que los residuos agropecuarios estén mezclados con agua para un buen fruncimiento, el mantenimiento debe ir dirigido a la tubería y a la válvula de salida, puesto que al estar construido con materiales duraderos su vida está dada entre 15-20 años.
- 7.9.2. No se recomienda el uso de cítricos o productos con pH mayores a las especificaciones previamente mencionadas, el uso de este tipo de residuos haría que el proceso no se efectivo las bacterias que están dentro del biodigestor no podrían degradar este tipo de residuos echando todo el proceso e inversión a perder.
- 7.9.3. El terreno de construcción debe ser un terreno firme, ligeramente alejado de la casa, donde no se puedan presentar fracturas o daños por cuestiones climáticas como lo pueden ser deslizamientos en épocas de lluvia, afectando gravemente a la construcción del biodigestor.




	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

8. CONCLUSIONES

- 8.1. La producción de biogás por medio de uso de residuos agropecuarios utilizando biodigestores lo hace una excelente herramienta para el aporte de generación de energías y combustibles limpios, alternativos y sobre todo gratuitos, que en Colombia al ser un país por excelencia de producción agropecuaria y que tanto necesita de la separación de combustibles fósiles, así como también tiene mucha demanda y poca oferta el uso de este modelo de generación puede suponer un salvavidas para todo esto que tanto está aquejando al país y al mundo.
- 8.2. Los residuos más abundantes en el país son aquellos que curiosamente más se consume, se comercializan y se exportan, siendo los que más se obtienen la papa, aguacate, banano, trigo y arroz los que más se desperdician por hectárea sembrada.
- 8.3. Se evidencia que algunos productos como la berenjena, piña y tomate de árbol tienen un índice de crecimiento hacia los desperdicios, siendo estos los que tienen menor cantidad de hectárea sembrada y mayor cantidad de desperdicio.
- 8.4. Entre las regiones que más desperdicios y residuos agropecuarios generan se encuentra la región andina más específicamente la parte centro oriental donde departamentos como Cundinamarca, Boyacá y Santander llegan a representar casi el 50% de los residuos que se generan al año en el país.
- 8.5. Los principales residuos agropecuarios se generan por una mala planeación de la producción, de igual forma por la mala cultura que existe en el país de improductividad, así como también el uso de modelos de recolección de cosecha antiguos y convencionales, representado grandes pérdidas económicas.
- 8.6. Los biodigestores que mejores se adaptan a los requerimientos del país, son el tradicional de tanque y el biodigestor de domo fijo por sus bajos costos de materiales y de producción.
- 8.7. El biodigestor de domo fijo es a que sobrepasa en la selección de biodigestores por su larga vida útil, por su adaptabilidad al terreno, de igual forma porque a pesar de que sus costos son un poco más elevados que el convencional se ve compensado por ser más duradero, resistente y sobre todo porque este puede ser diseñado a partir del nivel de desperdicio que puede presentar cada finca productora.
- 8.8. El biodigestor diseñado está basado en uno de tipo domo fijo, adaptándose a uno de los productos que más residuos generan en este caso la papa, teniendo una forma semiesférica en la cúpula y una forma cilíndrica en su cuerpo haciéndolo de fácil construcción y cumpliendo con los requerimientos técnicos como los son la presión, temperatura y la capacidad volumétrica.




	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

- 8.9.** Un cilindro de gas propano de 40 lb sirve para alimentar una casa de 4 personas, con un contenido que equivale a 59.25 m³ y cuesta alrededor de 50000\$ colombianos.
 EL biodigestor produce teóricamente 11.96 m³ al día sugiriendo de esta forma que alcanza a cubrir el consumo de gas de una finca agropecuaria con obreros y demás personas que puedan habitar la vivienda.
- 8.10.** El uso de biodigestores se hace cada vez más necesario en todo el país, se hace urgente dejar el uso de métodos convencionales de producción, para futuras investigaciones se sugiere primero pensar en el campesino como prioridad y por último se sugiere que se lleve a practica el diseño mostrado en este proyecto, para proponer mejoras de innovación y de a poco se logren los cambios que tanto necesita el país.

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

BIBLIOGRAFÍA

- A, M. J. (2011). *Naturalizing capitalism: The next Great Transformation*.
- Alejandro W. Padilla Sevillano, José F. Rivero Méndez. (2015). *Producción de Biogás y compost a partir de Residuos*. Ciudad de Mexico.
- ANDI, MIN Ambiente, MIN comercio . (2019). *Estrategia nacional de economía circular* . Bogota
- API 650. (2016). *Tanques de almacenamiento* .
- Arniza, M. Z., Hoong, S. S., Idris, Z., Yeong, S. K., Hassan, H. A., Din, A. K., & Choo, Y. M. (2015). Synthesis of Transesterified Palm Olein-Based Polyol and Rigid Polyurethanes from this Polyol. *J am oil Chem Soc*, 92, 243-255.
- Aung, M. M., Yaakob, Z., Kamarudin, S., & Abdullah, L. C. (2014). Synthesis and characterization of Jatropha (*Jatropha curcas* L.) oil-based polyurethane wood adhesive. *Industrial Crops and Products*, 60, 177-185.
- Banco de la republica . (2020). *Informe congreso 3/2020*. Bogotá.
- Banco mundial . (2018). *Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes*. Washinton DC.
- Banco mundial . (2020). *La economía en los tiempos de covid-19*.
- Banco mundial. (2018). *Enrgía*. Washington D.C. Retrieved from <https://www.bancomundial.org/es/topic/energy/overview>
- BBVA. (2019). *El olimpo de la electricidad: los genios de la elctricidad*. OpenMind.
- Brundtland, H. (1987). *Informe de Brundtland*. Noruega : Oxford University Press.
- Chavez, E. O. (2007). *Los conceptos de calor, trabajo, energia y teorema de carnot* . Caracas: Universidad Simón Bolívar.
- Corona Zuñiga, I. (2007, 12). *Universidad autonoma del estado de Hidalgo*. Retrieved from <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/362/Biodig estores.pdf?sequence=1>
- Cuellar S., M., & Rivas C., A. I. (2004). El uso del aceite de palma en la producción de poliuretanos. *Palmas*, 25, 422-427.
- DANE. (2017). *Cuenta ambiental y económica de*. Bogota.
- DANE. (2019). *Censo poblacional* . Bogotá: DANE.

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

DNP. (2017). *Colombianos botan 9.6M de toneladas de alimentos*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación .

El Tiempo. (2021, Marzo 19). En el pueblo de Aguacate, la cosecha está a punto de perderse. *El Tiempo* .

El Tiempo. (2021, Febrero 7). Perdiadas de cultivos por heladas y sequia. *El Tiempo*.

Electricidad . (2014). *Gas natural por red es hasta 18% mas caro que GLP*.

ENEL . (2019). *¿Que es energia eolica y como funciona?* Bogotá.

FAO. (2011). *Manual del Biogas* . Santiago de Chile .

FAO. (2019). *Desperdicio en america latina y caribe*. Santiago de Chile .

Fedepapa. (2018). *Boletin Mensual Regional* . Tunja : Fedepapa.

Feynman, R. (1961). *The Feynman Lectures on Physics*. The new millenium.

Hélène Métivier, H. B. (2020). *Biogas* . Springer, Jamón.

ICA. (2021). *EL ICA Y FEDEPLACOL PRESENTARON PLAN DE ACCIÓN PARA LA ERRADICACIÓN DEL MOKO DE PLÁTANO*. Bogotá.

International Organization for Standarization ISO. (2009). Rigid cellular plastics — Determination of tensile properties. *ISO*, 1-12.

Justicia ET. (2020, Mayo 4). Relleno Doña Juana no reportó su información geotécnica. *El Tiempo* .

MACLA. (2009, Septiembre 22). *MACLA*. Retrieved Enero 25, 2017, from www.jq.com.ar/Imagenes/Productos/Poliuretano/Poliurprop/dtecnicos.ht

Marcano Serrano, M. B. (2008). Obtencion de polioles a partir de aceites vegetales para la fabricacion de poliuretano. *Universidad Simon Bolivar*, 1-71.

Marin, M. d. (2013). *Economia mundial* . *Revista de fomento social* , 273-252.




Min Agricultura . (2017). *Colombianos botan 9.76M de Ton de comida al año* . Bogotá: Min Agricultura .

MinAgricultura . (2020). *Potencial de la industria de banano* . Bogotá : MinAgricultura .

MinAgricultura. (2020). *Biodigestor produciría gas metano con material de poda*. Manizales : MinAgricultura .

Ocampo Gonzalez, J. (2012). Criterios de formulacion de espumas flexibles de poliuretano MDI basados en la evaluacion cualitativa de propiedades finales realizadas a nivel laboratorio. *Universidad Nacional de Colombia*, 1-87.

ONU. (2018). *El desperdicio de comida, una oportunidad para acabar con el hambre*. ONU.

	GUIA PARA PRESENTACION Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFIA, SEMINARIO DE INVESTIGACION, PASANTIA)		Código: IF-IN-002 Versión: 04	 
	Proceso: Investigación:	Fecha de emisión: 16-Jun-2009	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Paul Samuelson; William Nordhaus. (1966). *Economía* .

Perez Medel, J. A. (2010, 3). *UNIVERSIDAD DE CHILE*. Retrieved from http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103926/cf-perez_jm.pdf?sequence=3

Quintero , M. W., Gomez D., J. R., & Boyaca , A. (2007). Los polimeros de poliuretano y la industria colombiana: una oportunidad para el aceite de palma. *Palmas*, 28, 35-42.

RAE. (2020). *Diccionario de lengua española*. Madrid.

Raffino, M. E. (2020). *Energía Química*. Buenos Aires .

SAC. (2020). Aguacate Hass un fenomeno de agricultura colombiana . *Revista Nacional de agricultura* , 23-41.

Semana . (2020). La triste crisis de los pequeños paperos boyacenses. *Semana* .

The Circlars . (2020). Retrieved from <https://thecirculars.org/>

UPME. (2020). *Entorno BECOENEGETICO de colombia* . Bogotá.

Valderrama, E. &. (2008). *USO Y MANEJO DE LEÑA POR LA COMUNIDAD CAMPESINA*. Bogotá: UNAN.

Vanessa Prieto-Sandoval, C. J. (2017). *Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad*. España.

Weiland, P. (2009). *Producción de biogas: estado actual y perspectiva* .