



CLAVE: 13DIT0001E

## TITULACIÓN INTEGRAL

**Estimación de la degradabilidad de gas *in vitro* en residuos vegetales de consumo humano para elaboración de dietas alimenticias en rumiantes**

**Ingeniería en agronomía**

**Integrantes**

**Carlos Ramón Jonguitud Tirso**

**Benito Gutiérrez Martínez**

**Asesor Interno**

**Dr. Pánfilo Saldaña Campos**

**Asesor Externo**

**Dra. María Magdalena Crosby Galván**

Enero 2019



**A dios:**

Por darme la vida y la oportunidad de realizar mis objetivos y además por brindarme esa fuerza y esa fe de poder lograrlo.

**A mis padres:**

Por haber tenido la voluntad de apoyarme en mis metas, tener esa confianza en mí por lograr mis objetivos y brindarme el apoyo incondicional requerido para lograrlo, se de antemano que, si fuera por su apoyo, educación y animo no hubiera logrado todo lo que eh podido. Gracias por todo ello, Marciano Jonguitud Cruz y Virginia Tirso Antonio.

**A mi pareja:**

Que siempre estuvo conmigo en la buenas y en las malas dándome los ánimos para seguir adelante y contagiándome de esa buena actitud y vibra sin ella no lo hubiera logrado siempre estuvo a mi lado algo que agradezco infinitamente porque a pesar de mi actitud nunca se cansó de decirme que siga adelante y que saque lo mejor de mí. Gracias infinitamente por tu apoya Ana Karen Vázquez Ramírez.

**A mi hija:**

Tú has sido, eres y serás siempre mis ganas de seguir adelante gracias a ti siempre que me encuentre en depresión tendré esa fuerza de levantarme y salir adelante porque se, que todos mis esfuerzos se verán reflejados en ti, eres mi mayor

regalo en esta vida y siempre hare lo mejor para ti. Gracias por ser parte de mi vida  
Itzayana Jezabel Jonguitud Vázquez.

### **A mis amigos:**

Todas aquellas personas que en algún momento tuvieron la voluntad de apoyarme, en esos momentos difíciles y a los que no pudieron hacerlo de igual manera agradezco la intención, en esta vida muchos de los logros son gracias a personas ajenas que a veces ni siquiera tomamos en cuenta cuando nos brindan el apoyo, pero son las que aparecen en los peores momentos de la vida y que brindan la mejor satisfacción. Gracias a todos ellos.

### **A mis maestros:**

Y por último pero no menos importante a todos aquellos profesores que día a día me dieron las herramientas necesarias para poder defenderme en la vida laboral, a ellos que me tuvieron la paciencia requerida para impartir sus conocimientos y compartírmelos sin nada a cambio y que estuvieron ahí dispuestos a dar lo mejor de ellos, animándome a salir adelante, me ayudaron a escalar cada uno de los escalones que tuve que alcanzar, forjaron mi pasado y fortalecieron mi presente para poder lograr un mejor futuro. Mil gracias a todas esas buenas personas que admiraron mi potencial y confiaron en mí y que nunca perdieron la paciencia.

Dedicatoria y agradecimientos de **Carlos Ramón Jonguitud Tirso**

## **Dedicatorias**

### **A dios:**

Por darme fuerza para salir adelante.

### **A mis padres:**

Por darme la oportunidad de seguir estudiando, la confianza que me han brindado siempre y por creer en mí.

### **A mis hermanos:**

Para que vean los resultados y en los esfuerzos que se tienen que hacer a diario para poder salir adelante

### **A mis amigos:**

Que a pesar de todos los esfuerzos que hemos hecho hoy vemos los resultados de ellos.

## **Agradecimientos**

### **A mi papá:**

Gracias por haberme dado el estudio, las ganas de superarme y ser cada día mejor persona, por confiar en mí y tratar de darme todo en este proceso que ha sido.

### **A mi mamá:**

Gracias mami por creer, confiar, darme su confianza y por estar pendiente de todo de lo que soy, gracias por sus esfuerzos que ha hecho por mí y por enseñarme valorar cada una de las personas que nos brinda su amistad y ser el motivo de salir adelante porque la admiro demasiado como mujer.

**A mis hermanos:**

María de Jesús, Pascual, Emmanuel y Josefa, gracias porque en el fondo de cada uno ha dado un motivo por salir adelante y superarme no solo por mi sino para todos.

**A mi amor:**

Por todo el tiempo que hemos estado juntos, porque contigo he construido unos nuevos sueños y te doy gracias por escucharme y gracias por darme fuerzas para superarme, por todo el amor y apoyo incondicional.

**A mi familia:**

Así como mis tíos Miguel y Juana por brindarme el apoyo y darme el cariño de unos padres, primos Miguel por animarme a seguir estudiando y que se convirtió en gran amigo, Celia por ser como una hermana a la que me apoyado en todo y Víctor por ser un gran primo a pesar de todo.

**A mis amigos:**

A todos aquellos que me tuvieron la paciencia y confianza en mí. Irene, Maura, Diana Laura, margarita, Carlos Ramón, y Francisco Noé, porque cada uno tiene algo muy especial para mí. También gracias a mis dos grandes amigas Saraí y Selene que a pesar de todo siempre seremos los mejores amigos

Dedicatorias y agradecimientos de Benito Gutiérrez Martínez

## CONTENIDO

I.- INTRODUCCIÓN	8
II.- JUSTIFICACIÓN	9
III.- OBJETIVOS	10
3.1.- Objetivo general	10
3.2.- Objetivos específicos	10
IV.- HIPÓTESIS	11
V.- REVISIÓN DE LITERATURA	12
5.1.- Situación mundial de los residuos vegetales	12
5.2.- Situación nacional de residuos vegetales	12
5.3.- Perdida y desperdicio de alimentos	13
5.3.1.- Causas del desperdicio	13
5.3.2.- Consecuencias económicas del desperdicio de alimentos	13
5.4.- Descripción de vegetales	14
5.4.1.- Brócoli	14
5.4.1.1.- Origen	14
5.4.1.2.- Importancia del cultivo	14
5.4.2.- Clasificación taxonómica	15
5.5.- Calabaza	16
5.5.1.- Origen	16
5.5.2.- Importancias del cultivo	16
5.5.3.- Clasificación taxonomía	17
5.6.- Col	17
5.6.1.- Origen	17
5.6.2.- Clasificación taxonomía	18
5.7.- Lechuga	18
5.7.1.- Origen	19

5.7.2.- Importancia del cultivo	19
5.7.3.- Clasificación taxonómica	19
5.8.- Zanahoria	20
5.8.1.- Origen	20
5.8.2.- Clasificación taxonómica	20
5.9.- Perspectivas de la producción ganadera	21
5.10.- Rumiantes	22
5.10.1.- El rumen	23
5.11.- Importancia de la degradabilidad de los alimentos	24
VI.- MATERIALES Y MÉTODOS	25
6.1.-Ubicación de la investigación	25
6.1.1.-Mapa de localización	25
6.2.- Recolección de las muestras	26
6.3.-Análisis químico proximal	26
6.4.-Degradabilidad y producción de gas In vitro	26
6.5.-Análisis estadístico	27
VII.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
VIII.-CONCLUSIONES	34
IX.-LITERATURA CITADA	35
X.- ANEXOS	43

## Lista de cuadros gráficas y figuras.

Figura 1.- ubicación_____	25
Cuadro 1.- Análisis químico proximal de desechos vegetales (%)_____	28
Cuadro 2.- Degradabilidad de la materia seca (%)_____	32
Grafica 1.- Cinética de la degradabilidad de la materia seca (%)_____	33
Cuadro 3.- Producción de gas (g gMs <sup>-1</sup> )_____	34
Grafica 2.-Cinetica de producción de gas (g gMs <sup>-1</sup> )_____	35

## I.-INTRODUCCIÓN

Los desperdicios de alimentos de origen vegetal se generan durante la distribución y comercialización de alimentos para consumo humano (FAO 2015) y se incrementan con los niveles de la población y con los cambios en los estándares de vida (Zebek *et al.*, 2015). Estos desperdicios se acumulan en grandes cantidades en mercados y tiendas de autoservicio en todo el mundo, lo que incrementa costos por operación, transporte y deposición (Scano *et al.*, 2014).

En el mundo se producen alrededor 715 millones de desechos de frutas y verduras anuales, los cuales generan contaminación y gases de efecto invernadero. México aporta un 3.91 % de estos, y son de pre cosecha, post cosecha, procesamiento o transformación, distribución y consumo (FAO, 2016).

A la fecha en los establecimientos de abastos como mercados locales y tianguis, existe una gran cantidad de desechos vegetales que son de poco o nulo valor económico para este sector. Sin embargo, estos residuos vegetales son aprovechados para la alimentación en diferentes especies como cerdos, aves de corral, ovinos, caprinos entre otros de manera empírica.

No obstante, al uso que se le dan estos desechos se prevé que pueden tener un mayor potencial nutricional en la alimentación de pequeños rumiantes si se suministra de manera adecuada. Para tal efecto es necesario conocer el aporte nutricional de estos residuos vegetales para hacerlos más eficientes en su aprovechamiento.

## II.-JUSTIFICACIÓN

En México se generan grandes cantidades de residuos vegetales principalmente frutas y verduras entre ellos se encuentran el brócoli, calabaza, col, lechuga y zanahoria los cuales no son aprovechados completamente o se llegan a subutilizar. Además, la digestión anaerobia de estos desperdicios en los vertederos produce una gran cantidad de biogás que contiene de 40 a 70 % de metano (CH<sub>4</sub>) y que se emite a la atmósfera, lo cual, contribuye al calentamiento global (Thi *et al.* 2014).

Considerando que en el sector pecuario la alimentación es uno de los costos de producción más altos, elevándose hasta en un 70% de la inversión total. Asimismo, en este sector las fuentes de alimentación se ven limitadas por diversos factores, esto obliga a los productores e investigadores a buscar alternativas más eficientes, económicas y que no compitan con los productos de alimentación humana contribuyendo así, a la seguridad alimentaria y a una buena producción ganadera.

Debido a lo anterior se pretende analizar la composición nutricional y la degradabilidad *in vitro* (técnica de producción de gas) de estos residuos, para su posible inclusión en dietas de rumiantes. Además, contribuir a la mitigación de los gases de efecto invernadero que a la fecha han generado aspectos perjudiciales para el medio ambiente. Por lo tanto, la inclusión de estos alimentos en la dieta de los animales hará a la producción pecuaria económica, rentable y ecológicamente sustentable.

### III.-OBJETIVOS

#### 3.1.-Objetivo general

Estimar la composición química y la degradabilidad de residuos vegetales brócoli (*brassica oleracea var. italica*), calabaza (*cucúrbita pepo*), col (*brassica oleracea var. Capitata*), lechuga (*lactuca sativa*) y Zanahoria (*daucus carota*), con la técnica de gas *in vitro*.

#### 3.2.-Objetivos específicos

- Analizar la composición química de los residuos vegetales.
- Determinar la degradabilidad de la materia seca y la producción de gas *in vitro* de los residuos vegetales a las 6, 12, 24, 48, 72 h, con la finalidad de utilizarlos en dietas para rumiantes.

#### IV.-HIPÓTESIS

El uso de residuos vegetales es una alternativa viable para la alimentación de rumiantes.

## V.- REVISIÓN DE LITERATURA

### 5.1.- Situación mundial de los residuos de vegetales.

Avilés *et al.* (2009) estimaron que en promedio se consume 29,115.57 ton, de verduras de los cuales 4,367.33 ton son desperdicio. Según la FAO (2016) los desperdicios son “Diminución de la cantidad o calidad de los alimentos”. Sin embargo, cabe mencionar que en los últimos años el nivel de desperdicio ha aumentado considerablemente debido a que no existe conciencia sobre la gran problemática que se está presentando a nivel nacional e internacional siendo así un tema que genera gran impacto no solo en la sociedad sino también a nivel económico.

### 5.2.- Situación Nacional de residuos vegetales

A nivel nacional los frutales son los cultivos que más generan volúmenes de desecho, principalmente: plátano, cítricos, piña, banano, aguacate, mango y papaya con un total de 81%, por otro lado, en los sectores hortícolas los desechos generados principalmente son: la papa, el tomate, cebolla cabezona, zanahoria y repollo que en conjunto equivalen al 93% (CACUA, 2015).

### 5.3.- Pérdida y desperdicio de alimentos

FAO (2015), considera que la pérdida se refiere a la disminución en la cantidad de alimentos de cualquier tipo de la cadena de suministro que se relaciona con los alimentos comestibles disponibles en el consumo humano. Las pérdidas se dan en las siguientes etapas de producción, post cosecha, almacenamiento, procesamiento, es decir, cuando se perdían antes de su llegada a su fase de producto final o a la venta minorista. Por ejemplo, con las hortalizas cosechadas, aptas para el consumo humano las cuales se deterioran por el mal manejo de post cosecha, se considera pérdida de los alimentos.

El desperdicio de alimentos ocurre al final de la cadena alimentaria donde se da la disminución de alimentos aptos para el consumo humano (ventas y consumo), es decir, la relación de los vendedores y consumidores, por ejemplo, cuando las hortalizas se echan a perder, son descartadas por consumidores por que no presenta los estándares de calidad que se busca en ello y al igual por la falta de demanda del producto (FAO, 2015).

#### 5.3.1.- Causas del desperdicio

Basso *et al.* (2016) mencionan que existen diferentes factores que causan el desperdicio como son: aumento de la producción alimentaria, mayor exigencia estética del mercado, ineficiencias en la gestión de almacenes e inventarios, daños al embalaje, estrategias de marketing (2 al precio de uno 1) que causan compras excesivas, falla en la cadena de frío. Según Hudson y Messa (2013); en el hogar, las principales causas de desperdicio alimenticio se tratan de partes de alimentos

de preferencia, la falta de conocimiento del producto y de los envoltorios para su conservación y la falta de planificación de compras.

### 5.3.2.- Consecuencias económicas del desperdicio de alimentos

Según la FAO en 2017 a nivel mundial, se pierde o desperdicia un tercio de las partes comestibles de los alimentos producidos para el consumo humano, esto representa aproximadamente 1.300 millones de toneladas de alimento anuales, las cuales causan pérdidas económicas principalmente en dos sectores, en los países industrializados hay pérdidas económicas de 680 millones de dólares y de 310 millones de dólares en los países en desarrollo (Recabarren, 2017).

### 5.4.- Descripción de vegetales

#### 5.4.1.- Brócoli

##### 5.4.1.1.- Origen

El brócoli (*brassica oleracea var. italica*), tiene un ancestro en una planta silvestre que quizá llegó al Mediterráneo o del Asia menor a las peñas calcáreas de Inglaterra y costas de Dinamarca; su importancia radica en el campo nutricional por su mayor aporte de vitaminas A y C principalmente, proteínas, sales minerales necesarias para la alimentación humana (Cassares, 1980)

#### 5.4.2.- Importancia del cultivo

Las principales características del brócoli en particular es el sabor que tiene al ser ingerido en su preparación y en el contenido de vitamina c, siendo mayor que en otras hortalizas (Lázaro, 1982).

Es una subespecie de las coles la parte comestible de esta está constituida por inflorescencia prematuramente desarrolladas, se forma una pella redonda, tierna y de un color verde generalmente son conocidas o llamadas coliflores de invierno son más rusticas y resistentes al frio (Avilés, 1992).

Posee propiedades medicinales por su alto contenido de hierro este puede controlar la diabetes, actúa beneficiosamente sobre los riñones, vesícula e intestinos y ayuda a fortalecer las defensas del organismo (Unterladstatter, 2000).

#### 5.4.3.- Clasificación taxonómica

Nuez *et al* (1999), mencionan que el brócoli está clasificado dentro del grupo de especies cuyo consumo o uso está en las flores e inflorescencias.

Cassares (1984), menciona que según el uso que se le da el brócoli está comprendido en el segundo grupo del cultivo de tallos y flores.

<b>Taxón</b>	<b>Clasificación</b>
Familia	Brassicaceae
Género	Brassica
Especie	Brsassica oleracea
Variedad botánica	Itálica
Nombre común	Brócoli
Autor	Valadez, 1998

## 5.5.- Calabaza

### 5.5.1.- Origen

La calabaza (*Cucúrbita pepo*) se considera originaria de México y América Central, la cual fue distribuida a América del Norte y del Sur. Son plantas anuales, tiene vellosidades tanto en el tallo y hojas, son tipo arbustivos y los frutos son cilíndricos. Lo que se consume de la planta es tanto el fruto tierno como el maduro, flores y brotes tiernos (SAKATA, 2017).

### 5.5.2.- Importancias del cultivo

En el centro de México se le atribuye el origen y domesticación de cuatro especies de calabaza (*C. pepo*, *C. argyrosperma*, *C. moschata* y *C. ficifolia*), con una gran biodiversidad intraespecífica (Méndez *et al.*, 2010).

*C. pepo* es la única especie que se cultiva a nivel comercial en este país, en el ciclo agrícola 2008 se registró casi 26,165 ha sembradas en condiciones de temporal y riego, con un rendimiento promedio de 14.3 ton·ha<sup>-1</sup>. Las de tipo criollo sólo registraron 2,144 ha sembradas, con un rendimiento promedio de 14 ton·ha<sup>-1</sup> (SAGARPA, 2010).

La diversidad genética y taxonómica de la calabaza en México es muy amplia principalmente, tamaño, color del fruto, número y tamaño de semillas, calidad, color y grosor de la pulpa del fruto. Resistente a plagas y enfermedades, y tienen buena precocidad de fruto. Los agricultores mexicanos se han mantenido sus poblaciones locales de calabaza mediante el intercambio de la semilla con agricultores cercanos a la población a nivel local (Ángel *et al.*, 2014).

### 5.5.3.- Clasificación taxonómica

<b>Taxón</b>	<b>Clasificación</b>
Reino	Plantae
Phylum	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Violales
Familia	Cucurbita
Epitelio específico	Pepo
Autor	Barriga (2007)

### 5.6.- Col

#### 5.6.1.- Origen

Origen del cultivo Casseres, (1984), afirma que la Col Repollo tiene ancestro común en una planta silvestre que quizá llegó del Mediterráneo o del Asia menor a las Peñas Calareas de Inglaterra a las Costas de Dinamarca, Francia y España.

Babilonia y Reátegui (1994), manifiestan que la Col Repollo es una hortaliza originaria de Asia menor y su cultivo se encuentra difundido por todo el mundo. La col se ha cultivado para poder aprovechar las hojas que conforman la cabeza, que se consumen en estado fresco, cocinado y curtido. Contienen una gran fuente de vitaminas C, y hierro. También son reductores del colesterol sanguíneo (Fuentes y Pérez, 2003).

## 5.6.2.- Clasificación taxonómica

<b>Taxón</b>	<b>Clasificación</b>
Nombre común	Col morada o col lombarda
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Brassicales
Familia	Brassicaceae
Género	Brássica
Especie	B. oleracea
Variedad	Capitata
Forma	Rubra
Autor	Sisalima (2009)

## 5.7.- Lechuga

### 5.7.1.- Origen

La lechuga (*lactuca sativa* L.) es una planta herbácea anual, dicotiledónea y autógama, perteneciente a la familia Compositae (Asteraceae), una de las más grandes y diversas familias de las plantas con flores, comprendiendo una décima parte de todas las especies conocidas de angiospermas (Romani *et al.*, 2002). Su nombre latino (*lactuca*) deriva de la palabra latina “lac” que significa “leche”,

mientras que el término “sativa” hace referencia a la semilla, que crece de una semilla.

Las hojas pueden ser de forma y texturas diversas y con borde liso, ondulada o aserrado, dependiendo de la variedad. En estadios vegetativos avanzados (próximos a la floración), la cabeza o el manojito de hojas central se abre para que avance un tallo cilíndrico y ramificado portador de hojas, así como de capítulos foliares (Di Benetto, 2005).

### 5.7.2.- Importancia del cultivo

La lechuga es una planta de cultivo anual con un ciclo de producción que puede oscilar entre 35 y 120 días, según los cultivares, la estación y el sistema de cultivo empleado. El periodo de crecimiento relativamente corto de la lechuga permite generar más de un turno de cosecha por ciclo anual de producción (Victoria, 2011).

### 5.7.3.- Clasificación taxonómica

<b>Taxón</b>	<b>Clasificación</b>
Reino plantae	Plantas
Subreino	Plantas
tracheobionta	vasculares
Superdivision sper	Plantas con semilla
División magnoliophyta	Plantas con flor
Clase magnoliopsida	Dicotiledóneas
Subclase	Asteridae

Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Genero	Lactuca L.
Especie	Lactuca sativa L.
Autor	USDA (2006)

## 5.8.- Zanahoria

### 5.8.1.- Origen

La zanahoria (*Daucus carota* L.) ha sido consumida por los griegos y los romanos desde la antigüedad y es originaria del centro asiático y del Mediterráneo. Cuando se empezó a cultivar la hortaliza, los primeros años del cultivo las raíces eran de color violáceo, sin en cambio su color tornaría a un color naranja a que las atribuye a las selecciones ocurridas a mediados de los años 1700 en Holanda, por su gran contenido de carotenos (Sani, 2012).

Se menciona que pertenece a la familia umbeliferae, la planta es bianual, presenta una raíz napiforme, la cual contiene formas y colores variables, cuenta con una estructura compuesta por una xilema que se encuentra el centro y el floema está en la parte exterior. La xilema no debe sobre pasar a un diámetro de 1.5 cm, ya que es leñoso, por lo consiguiente es más duro y sin sabor (García, 2002)

### 5.8.2.- clasificación taxonómica

<b>Taxón</b>	<b>Clasificación</b>
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida

Orden:	Apiales
Familia:	Apiaceae
Género:	Daucus
Especie:	Carota
Autor	García (2002)

#### 5.9.- Perspectivas de la producción ganadera

La FAO prevé para el año 2050 un aumento en el consumo de carne y leche de 73% y 58% respectivamente, mientras que para países en desarrollo este aumento será de 109 % y 116 % (FAO, 2011). Por lo que para cubrir con la demanda requerirá de una gran cantidad de recursos alimentarios y esto se vuelve un obstáculo considerando la escasez de disponibilidad de alimento para la mayoría de los países en desarrollo.

La ganadería desempeña un papel integral en el sustento de los agricultores al proporcionar seguridad social y alimentaria. Sin embargo, el área de trabajo para la producción de forraje se encuentra más limitada, debido al aumento de la población humana, la urbanización y la industria, trayendo consigo un aumento desconsiderado de costos que pueden llegar hasta 160%, 118%, 186% y 108% para maíz, trigo, harina de pescado y harina de soya respectivamente, como se mostró en la última década, mientras que para los productos pecuarios como la carne de ave, cerdo y cordero fue tan solo de 59, 32 y 37 % respectivamente a diferencia de la carne de res que alcanzo el 142 % (Índex Mundi, 2013).

## 5.10.- Rumiantes

Según Cobos y Shimada, (2015) los rumiantes se caracterizan por tener la capacidad de regurgitar el alimento ingerido lo que le permite tener una mayor absorción de nutrientes, y su clasificación taxonómica se compone de dos subórdenes: *Tylopoda*, y *Ruminantia*. El último se encuentra dentro de la familia Bovidae; mientras que (Wilson y DeeAnn, 2005) consideran a dos subfamilias de mayor importancia zootécnica que son Bovinae y Caprinae.

Históricamente los rumiantes han sido importante para la humanidad debido a que proporcionan una gran fuente de alimentación que son carne y leche y además han sido empleados en labores de campo y como animales de tiro (Hotman 1989), sin embargo, por su fisiología digestiva también han sido criticados por la emisión de gases de efecto invernadero (Henderson *et al.*, 2015), por lo que el estudio de estos animales tienen mayor interés científico debido a la interacción entre su fisiología el medio ambiente. De acuerdo con su tipo de digestión son considerados animales herbívoros que no pueden producir enzimas necesarias para degradar los polisacáridos complejos como la hemicelulosa y celulosa de las paredes celulares de los vegetales (Relling and Mattioli, 2003).

### 5.10.1.- El rumen

Es uno de los cuatro compartimentos que conforman el estómago del rumiante, este es una cámara anaeróbica que realiza movimientos contráctiles facilitando la mezcla del alimento ingerido con el líquido ruminal y la asimilación de los microorganismos que éste contiene. Así como también facilita la expulsión de gases tales como metano y bióxido de carbono producto de la fermentación de los alimentos y la regurgitación (Relling and Mattioli 2003). El proceso de la rumia permite que las partículas grandes del alimento sean re ensalivadas, re masticadas y re deglutidas por medio de la regurgitación antes de la acción de la microbiota (Cobos y Shimada 2015; Rellin and Mattioli 2003).

El rumen contiene gran variedad de microorganismos los cuales se encargan de la bioconversión de nutrientes produciendo energía para los rumiantes (Das y Qin 2012). Estos microorganismos no sobreviven al exponerse al oxígeno debido a que poseen características anaerobias por lo tanto las condiciones normales del rumen para su mejor desarrollo son un potencial de óxido-reducción (redox) de 250 a 450 mili voltios (Yokoyama y Jhonson, 1988) un potencial de hidrógeno (pH) de 5.5 a 7.0 (Krause y Oetzel, 2006), una presión osmótica de 280 mOsm (Church, 1974; Owens y Goetsch 1988; Castro –Montoya 2011), y una temperatura de 39-40 °C (Church 1974; Relling y Mattioli 2003). Esta microbiota ruminal está compuesta por bacterias, arqueas, protozoarios y hongos (Hobson y Stewart, 1997) los cuales puede degradar los carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa) haciéndolos asimilables para el rumiante (Cheng *et al.*, 1991)

### 5.1.1.- Importancia de la degradabilidad de los alimentos

En el rumiante la degradabilidad de los nutrientes y las tasas de degradación, caracterizan propiedades intrínsecas de cada componente de la dieta. La tasa de degradación es la cantidad del alimento que se degrada en el rumen que compite simultáneamente con la tasa de pasaje, estas determinan la proporción de nutrientes consumidos que serán aprovechados por el rumiante (Mertens, 1993; Van Soest, 1994). La degradación de los nutrientes está ligada a factores como la tasa de reducción de partículas, a través de la actividad ruminal, microbiana y a las condiciones de este órgano digestivo (López *et al.*, 2000). El potencial de consumo de la materia seca y disponibilidad de energía de los alimentos de origen vegetal está relacionado con la concentración y digestibilidad de la pared celular (Jungjallen, 1995). Esta digestibilidad puede estimarse mediante diferentes técnicas o métodos como medición de gas por desplazamiento de líquido y con métodos más sofisticados como Daysi Ankom entre otros, mismas que se realizan *in vitro*.

## VI.- MATERIALES Y MÉTODOS.

### 6.1.- Ubicación de la investigación

El presente proyecto se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, ubicado en Montecillo, Texcoco, Estado de México, localizado al oriente del estado, en el Km 36.5 de la Carretera México- Texcoco. Ubicado geográficamente a 19° 29" 27" latitud Norte, a 98° 53" 27" longitud Oeste, a una altitud de 2, 241 msnm. La temperatura promedio anual es de 15.2 °C. El clima es templado semi seco y con una precipitación de 632.5 mm/añual. (koppen modificado por García *et al.*, 2004.

#### 6.1.1.- Mapa de localización

Figura 1.- ubicación



**Carretera México – Texcoco km 36.5, Montecillo, municipio de Texcoco, Estado de México. C. P.**

**Fuente:** <https://www.colpos.mx/wb/index.php/campus/ubicacion-montecillo>

## 6.2.- Recolección de las muestras

Las muestras de residuos vegetales se recolectaron en tianguis de la localidad de Montecillo situado en el municipio de Texcoco (Estado de México). Los cuales se llevaron al laboratorio de nutrición animal del colegio de postgraduados Campus Montecillo para secarlas a 55°C en una estufa de aire forzado, posteriormente se molieron en un molino (marca Willey) con malla de 1 mm.

## 6.3.- Análisis químico proximal

La composición química: de los residuos vegetales (brócoli, calabaza, col, lechuga y zanahoria) se realizó por duplicado, para determinar la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína total (PT), extracto etéreo (EE) y cenizas (CE) de acuerdo a la metodología del AOAC 2005. Fracciones de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) se determinó con la técnica de Van Soest (1994).

## 6.4.- Degradabilidad y producción de gas In vitro

Se usaron viales de vidrio transparente de 120 mL de capacidad, a los cuales se les colocó 0.5 g de muestra (residuos vegetales) por duplicado, se incubaron a las 0, 6, 12, 24, 48 y 72 h. Se preparó el buffer de acuerdo a la técnica de Theodreau *et al.*, (1994). El líquido ruminal se obtuvo de una vaca de raza Jersey fistulada de rumen con un peso aproximado de 450 kg de PV.

## 6.5.- Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con mediciones repetidas, donde se utilizaron cinco tratamientos (T1.-Brocoli, T2.- Calabaza, T3.- Col, T4.-Lechuga y T5.- Zanahoria) y con seis horarios (0, 6, 12, 24, 48 y 72), para analizar la degradabilidad de la materia seca y producción de gas. A los datos obtenidos se les realizó un análisis estadístico con el programa SAS® versión 9.0 (SAS, 2002), con un procedimiento de PROC MIXED, obteniendo ANOVAS y comparaciones múltiples de medias mediante la prueba de Tukey con  $p \leq 0.05$  (Steel y Torrie, 1992).

### Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \delta_{j(i)} + (\tau P)_{ik} + \varepsilon_{ijk} \quad i = 1, \dots, t, j = 1, \dots, r, k = 1, \dots, n$$

Donde:

$Y_{ij}$  = variable respuesta en observación  $k$ , repetición  $j$ , tratamiento  $i$ .,  $\mu$  = media general,  $T_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento,  $\delta_{j(i)}$  = error aleatorio asociado con  $j$ -ésimo animal (sujeto) dentro del  $i$ -ésimo tratamiento,  $p_k$  = efecto del  $k$ -ésimo periodo  $(\tau P)_{ik}$  = interesante tratamiento x periodo,  $\varepsilon_{ijk}$  = error aleatorio asociado con  $k$ -ésima medida repetida dentro de  $j$ -ésimo animal.

## VII.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los análisis químicos proximales realizados a los residuos vegetales, podemos observar en el Cuadro 1 que el brócoli (*Brassica oleracea var. italica*) y col (*Brassica oleracea var. capitata*) presentaron mayor cantidad de proteína total 28 y 26.78% respectivamente en comparación con lo demás vegetales, también podemos observar que la zanahoria presentó los valores más bajos en cuanto a proteína total, % FDN, % FDA, y % Cenizas (5 %, 18 %, 16 % y 8 % respectivamente). Sin embargo, tuvo el mayor contenido de materia orgánica 91.61 % respecto al resto. Para el contenido de extracto etéreo se muestra que el valor más alto lo obtuvo la col (2.68%) mientras que la zanahoria tuvo el más bajo (0.73%). También se muestra que el brócoli y la lechuga mostraron los porcentajes más altos en FDN y FDA con 37.95 y 39.5% correspondientemente, y los porcentajes, más bajos los presento la zanahoria con 18.2 y 16.7%.

**Cuadro 1.-** Análisis químico proximal de desechos vegetales (%)

Muestra	Hum	MS	MO	CENIZAS	PT	EE	FDN	FDA
Lechuga	93.43	6.57	79.93	20.07	17.47	2.55	33.94	39.5
Brócoli	95.32	4.68	85.82	14.18	28.03	2.11	37.95	31.98
Col	92.86	7.14	81.89	18.11	26.78	2.68	31.21	29.82
Calabaza	93.47	6.53	86.79	13.21	20.84	1.57	22.43	18.73
Zanahoria	94.68	5.32	91.61	8.39	5.96	0.73	18.2	16.72

Hum: humedad; MO: materia orgánica; MS: Materia seca; PT: Proteína total; FDN: Fibra detergente neutro; FDA: Fibra detergente ácido; EE: Extracto etéreo.

Se observa que los porcentajes de humedad son altos lo que facilita la descomposición de los vegetales tal como lo menciona (EPA, 2012) el exceso de humedad de las verduras es benéfico ante la escasez de agua en áreas urbanas y áridas, pero a su vez dificulta su traslado y favorece la descomposición.

El brócoli presenta el mayor porcentaje de humedad con 95.32 % sin embargo, difiere a lo que reportó Vigiola (1992) del 89.9%. Mientras que el porcentaje más bajo lo presentó la col con 92.86 % similar a lo que reportó Vigiola (1992) 92.4 %.

El valor más alto del porcentaje de materia seca se obtuvo en la lechuga con 6.57% el cual difiere con lo que presenta Tobías (2010) con 5.7% y Arias (2003) con 7.9%. El brócoli presentó el valor más bajo (4.68%) por lo que difiere con lo reportado con Tobías (2010) del 12.6%. esto puede atribuirse a que son desechos del brócoli lo que se está analizando y además la muestra colectada del brócoli consistía en mayor cantidad de tallo que de hoja.

La zanahoria también presentó el contenido más alto de materia orgánica de 91.61 % lo que es similar a lo reportado por Marino (2010) 92.9% y Fernández *et al.*, (2006), 90.1 %. Mientras que el contenido más bajo lo presentó la lechuga con 79.93% diferente de lo que presenta (Tobías, 2010) siendo del 90.8%.

La lechuga mostró el dato más alto de ceniza 20.07 % similar al que reportó Fernández (2006) 18.14 % pero distinto al que reportaron (Arias, 2003) 28.5 % y Klan y Artreja, (2001) 14.74 %; y el dato menor fue de la zanahoria 8.39 % mismo

que fue diferente a lo que mostraron Fernández *et al* (2006) 9.90% y Wadhwa *et al.*, (2013) 8.2 %.

Para PT y FDN los resultados más sobresalientes son los del brócoli con 28.03 y 37.95 respectivamente diferente a lo que reportan (Molina *et al.*, 2017) 31.7 y 32.5. Mientras que los más bajos los mostró la zanahoria 5.96 % y 18.2 % correspondientemente diferente de lo que mencionan Wadhwa *et al.*, (2013) 9.9 % y 9 %.

El porcentaje más elevado de EE se observó en la col, obteniendo 2.6 %, cantidad que fue inferior a los reportados por Fernández, (2006) de 4.01, por otra parte, la cantidad más reducida en EE. Fue expresada por la zanahoria con 1.40 la cual se mostró muy similar a los datos publicados por (Molina *et al.*, 2017) en este mismo vegetal con 1.54 %.

La cantidad más alta (%) de FDN se le atribuye a la lechuga 39.5 lo que fue superior a lo que analizaron Fernández, (2006) 25.58 y (Osma *et al.*, 2018) 28.67. y la más baja fue la zanahoria 16.72 diferente de lo analizado por (Molina *et al.*, 2017) 14.0

En el cuadro 2 se muestra la degradabilidad de materia seca de los diferentes tratamientos en este trabajo tomando los horarios 6, 12, 24, 48 y 72. Donde se muestran que los tratamientos 1, 3 y 5 se mostraron significativamente iguales de acuerdo con la comparación de medias repetidas por SAS 9.0, sin embargo, entre los tratamientos 2 y 3 solo mostro diferencia el tratamiento 3 en sus horarios 12 y 24.

Se puede denotar que el tratamiento que presento la mayor degradabilidad al máximo horario siendo la zanahoria seguida del brócoli, Siendo esto diferente a lo que reporta marino *et al.*,(2010) tomando en cuenta de que este trabajo se trata de desechos y que la muestra a analizar no presentaba características optimas en el consumo.

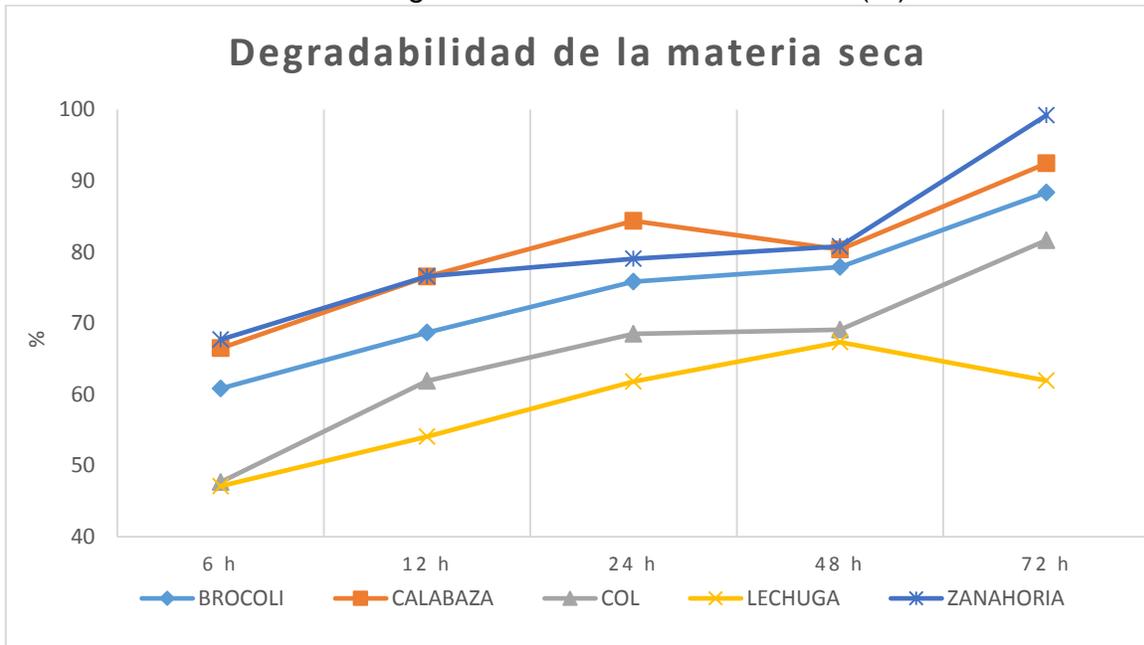
También se observa que la menor degradabilidad al máximo horario fue la lechuga a esto se le puede atribuir a los altos niveles de humedad que contiene y considerando que alcanza una oxidación al menor tiempo.

**Cuadro 2.-** Degradabilidad de la materia seca (%).

<b>Trat</b>	<b>6 h</b>	<b>12 h</b>	<b>24 h</b>	<b>48 h</b>	<b>72 h</b>	<b>Pr &gt;  t </b>
<b>1</b>	66.4752 <sup>a</sup>	76.5439 <sup>a</sup>	84.3728 <sup>a</sup>	80.3683 <sup>a</sup>	92.4435 <sup>a</sup>	0.0001
<b>2</b>	47.676 <sup>b</sup>	61.9102 <sup>bc</sup>	68.5028 <sup>b</sup>	69.0761 <sup>b</sup>	81.6574 <sup>b</sup>	0.0001
<b>3</b>	60.8234 <sup>a</sup>	68.6722 <sup>ab</sup>	75.8453 <sup>a</sup>	77.875 <sup>ab</sup>	88.3614 <sup>ab</sup>	0.0001
<b>4</b>	47.1152 <sup>b</sup>	54.0771 <sup>c</sup>	61.7875 <sup>c</sup>	67.335 <sup>b</sup>	61.9111 <sup>b</sup>	0.0001
<b>5</b>	67.688 <sup>a</sup>	76.5967 <sup>a</sup>	79.0497 <sup>a</sup>	80.7979 <sup>a</sup>	99.2084 <sup>a</sup>	0.0001
<b>EEM</b>	2.2284	2.2502	2.2502	2.2284	2.2284	

**T1:** Brócoli; **T2:**Calabaza; **T3:**Col; **T4:**Lechuga; **T5:**Zanahoria; **EEM:** Error estándar de la media; **Pr > |t|:** Probabilidad; <sup>a,b,c,d</sup> medias con distinta literal en una columna indican diferencias ( $p \leq 0.05$ ).

**Grafica 1.-** Cinética de la degradabilidad de la materia seca (%)



En cuadro 3 se observan los contenidos de producción de los diferentes tratamientos analizados, tomando en cuenta los mismos horarios que la degradabilidad, donde se puede observar que casi todos los tratamientos fueron significativamente diferentes respecto a cada horario.

Se observa que el tratamiento que obtuvo el mayor volumen desde la hora 6 hasta la 72 h fue la zanahoria, seguida de la calabaza y col.

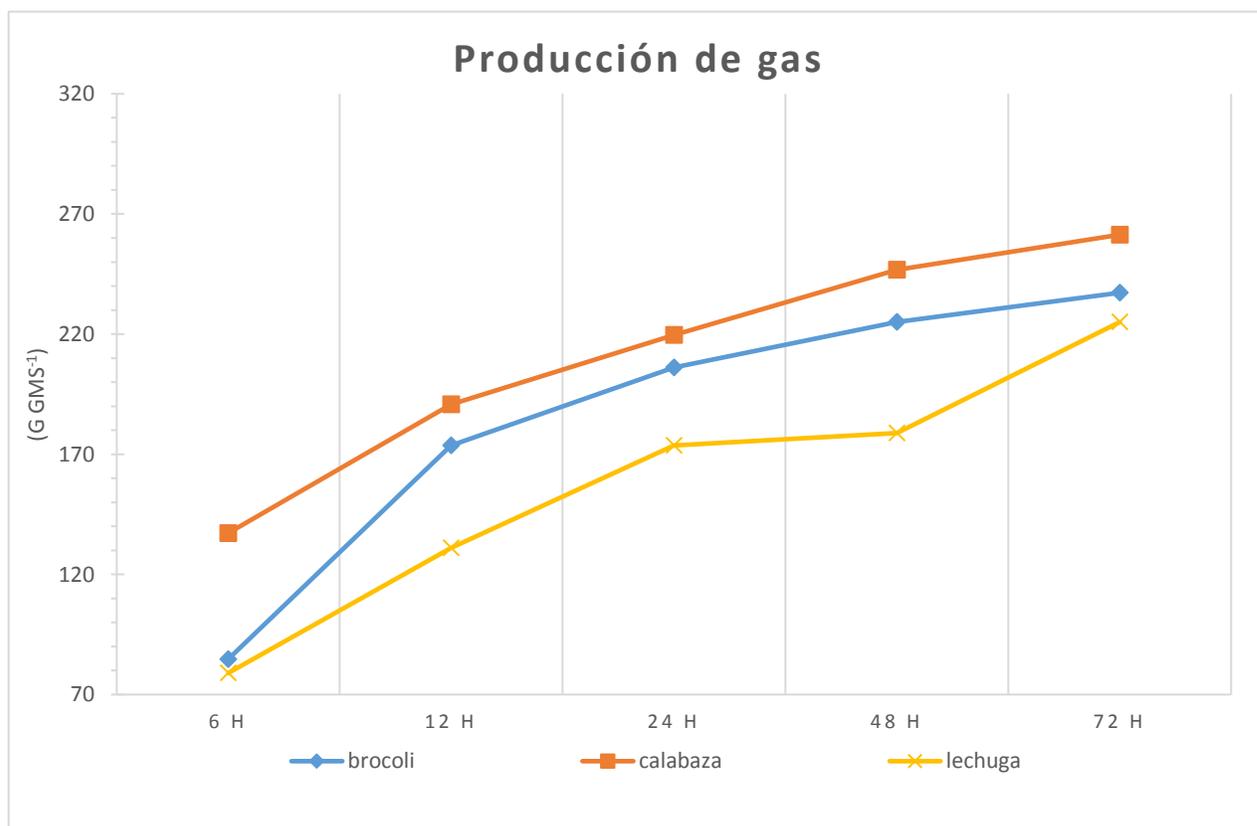
También se puede analizar que los tratamientos 2 y 3 fueron significativamente iguales en sus horarios 24,48 y 72 como se muestra en la gráfica 2.

**Cuadro 3.- Producción de gas (g gMs<sup>-1</sup>)**

TRAT	6 h	12 h	24 h	48 h	72 h	Pr >  t
1	84.747 <sup>cb</sup>	173.615 <sup>ab</sup>	206.149 <sup>a</sup>	225.097 <sup>a</sup>	237.214 <sup>b</sup>	0.0001
2	137.189 <sup>a</sup>	190.687 <sup>a</sup>	219.654 <sup>a</sup>	246.728 <sup>a</sup>	261.363 <sup>a</sup>	0.0001
3	100.323 <sup>b</sup>	165.102 <sup>b</sup>	221.13 <sup>a</sup>	245.091 <sup>a</sup>	260.647 <sup>a</sup>	0.0001
4	78.945 <sup>db</sup>	131.039 <sup>c</sup>	173.726 <sup>b</sup>	178.769 <sup>b</sup>	224.99 <sup>cb</sup>	0.0001
5	157.418 <sup>a</sup>	245.104 <sup>d</sup>	267.152 <sup>c</sup>	291.851 <sup>c</sup>	314.14 <sup>d</sup>	0.0001
<b>EEM</b>	5.1965	5.1965	5.1965	5.1965	5.1965	

**T1:** Brócoli; **T2:** Calabaza; **T3:** Col; **T4:** Lechuga; **T5:** Zanahoria; **EEM:** Error estándar de la media; **Pr > |t|:** Probabilidad; <sup>a,b,c,d</sup> medias con distinta literal en una columna indican diferencias ( $P \leq 0.05$ ). Grafica

**Grafica 2.-Cinetica de producción de gas (g gMs<sup>-1</sup>)**



## VIII.- CONCLUSIONES.

De acuerdo con los datos obtenidos en este trabajo se puede concluir que:

1. La humedad es un factor determinante en el tipo de fermentación de alimentos. Los diferentes residuos evaluados en este estudio presentaron diferentes contenidos de materia seca, materia orgánica, cenizas, proteína total, extracto etéreo, y fracciones de fibra, por lo que deberían considerarse estos niveles nutricionales de incursionarlos en dietas para rumiantes.
2. los mejores tratamientos para la inclusión de dietas en rumiantes son la zanahoria, brócoli y col debido a que presentaron los mayores índices de degradabilidad de la materia seca al máximo horario.
3. Los tratamientos que se mostraron superiores en la producción de gas fueron zanahoria, calabaza y col. Sin embargo, se desconoce aún la fracción de gases contenidos

## IX.- LITERATURA CITADA

A.O.A.C. 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. Published by the Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.

Ankom technology, operator's manual Daisy II incubator disponible en: <https://ankom.com/instrument-manuals.aspx>. 10 de de enero del 2019.

Angel S. H. M., Villanueva, V. C., Sanchez, H. C., Sahagún, C. J. Villanueva, S. E. 2014. Respuesta a la selección participativa de las variedades de calabaza de la Sierra del Norte de Puebla, México. Revista chapingo serie horticultura. 20(1): 41-56. Doi:10.5154/r.rchsh.2011.10.058.

Almaraz I. Lozada . h., cortés j., Bargas J., Miranda L., y Sánchez . 2012. Producción de gas in vitro de desechos de verduras usados `para alimentar vacas lecheras. Área de sistemas de producción agorpecuarias, departamento de biología de la reproducción, universidad autónoma metropolitana itztapalapa. Mexico df. Zootecnia, universidad autónoma chapingo, agroindustrias, universidad de la cañada.

Aviles, E. D., Espinosa J. A., Rentería J. A., Mejía C. A., Mariscal G., Cuarón J. A., Disponibilidad de ingredientes no tradicionales con potencial de ser usados en la alimentación de cerdas gestantes en el Bajío mexicano. 2009. México,. 40(4).P 364.

Babilonia, A. y Reategui J. 1994. El cultivo de hortalizas en la selva baja del Perú. Impresión CETA-Iquitos- Perú.187pág.

- Barriga H.,G, (2007) cucubirbita pepo L- cucurbitaceae. UNAL. Colombia.1p.
- Basso, N. Brkic, M. Moreno, C. Pouiller, P. Romero, A. 2016. Valoremos los alimentos, evitemos pérdidas y desperdicios. dieta. Buenos Aires.pp(155):25-32.
- Cacua, L. F. 2015. Análisis del manejo de residuos sólidos agrícolas en la nueva sexta, Cúcuta, norte de Santander: una propuesta de mejoramiento ambiental. Universidad de Manizales, Colombia. Pp 111 (53-58).
- Cassares, E.1980. Producción de hortalizas. Editorial IICA. 3ra Edicion. San José, CR. pp 170 – 173.
- Casseres E. 1984. Producción de hortalizas. Instituto Interamericano Ciencias Agrícolas. San José – Costa Rica. 387 Pág.
- Cheng, K. J., Forsberg, C. W., Minato, H., and Costerton, J. W. 1991. Microbial ecology and physiology of feed degradation within the rumen. En: Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants. Academic Press, San Diego, California, EEUU.
- Church, D. C. 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Pág. 632.
- Cobos M. A. and Shimada, A. 2015. Digestión y metabolismo ruminal. Nutrición animal. Tercera Edición. Editorial TRILLAS, pp. 67-105.
- Das, K. and Qin, W. 2012. Isolation and characterization of superior rumen bacteria of cattle (*Bos taurus*) and potential application in animal feedstuff. Open Journal of Animal Sciences. 2: 224-228. doi: 10.4236/ojas.2012.24031.

Di Benedetto A. 2005. Manejo de cultivos hortícolas: bases ecológicas y tecnológicas. Primera edición Buenos Aires, Orientadora grafica Editora, 384 p.

EPA 2012 (Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.) Food waste. Revisado en Abril del 2012

<http://www.epa.gov/epawaste/conservation/materials/organics/food/index.htm>.

FAO. 2011. *World Livestock 2011 – Livestock in food security*. Rome, FAO.

FAO 2015. Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe. Boletín 2, Oficina regional de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura para América Latina y el Caribe. Food and Agriculture Organization, Santiago de Chile, 30 pp.

FAO. 2016. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. Pérdidas y desperdicios de alimentos en América latina y el Caribe. Reducir las pérdidas y desperdicios de alimentos percapita en 2015, un compromiso de la región. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. <http://www.fao.org/3/a-i5504s.pdf>

Fernández k., murrillo, e., 2006. Evaluación de la calidad nutricional y desarrollo vegetativo de zanahoria (*daucus caerota L*) y lechuga (*lactuca sativa L*) Cultivadas con técnicas de agricultura limpia en la región de Chapetón municipio de IBAGUÉ pp. 135-144.

- Fuentes, F, y Pérez, J. 2003, Cultivo del Repollo (en línea). Guía Técnica No. 16. Consultado el 7 de octubre de 2018 Disponible en: <http://centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Repollo%202003.pdf>
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad nacional autónoma de México. Geografía, ed. Quinta edición. Ing. Juan B. Puig. [https://doi.org/ISBN- UNAM: serie de libros \(obra general\)](https://doi.org/ISBN-UNAM:serie%20de%20libros%20(obra%20general)).
- García, P. L. 2002. Unidad Académica De Ciencias Agropecuarias De Machala (UTMACH). Obtenido de [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/3015/1/CD00008 TRABAJODETITULACION.pdf](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/3015/1/CD00008_TRABAJODETITULACION.pdf)
- Henderson, G., Cox, F. and Ganesh, S. 2015. Rumen microbial community composition varies with diet and host, but a core microbiome is found across a wide geographical range. *Scientific Reports*. 5:14567. doi:10.1038/srep14567.
- Hudson, U., y Messa, M. 2010. Documento de posición sobre las pérdidas de desperdicios alimentarios. Europa: Slowfood.
- Hobson, P. N. and Stewart, C. S. 1997. The Rumen Microbial Ecosystem , 2nd edn. Blackie Academic and Professional, New York. <http://www.bookmetrix.com/detail/book/35531141-dda1-4ce8-89e6>.
- Hofmann R. R. 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia* 78: 443–457.
- Index Mundi. 2013. *Commodity Price Indices*. [www.indexmundi.com/commodity](http://www.indexmundi.com/commodity).

- Krause, K. M., and G. R. Oetzel. 2006. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal Feed Science and Technology* 126: 215-236.
- Marino T. C., Hector B. Mazza R. P. H., Oliveira I. M., Marques M. P., Alves Da Silva E. J., Ørskov E. R. 2010. Characterization of vegetables and fruits potential as ruminant feed by *in vitro* gas production technique. Department of animal nutrition and production FMVZ/USP, Av, duque de caxias norte, 225, postcode: 13630.000, parissunanga, brazil. Pag
- Mahgoub, O., Kadim, I. T., Eltahir, Y., Al-lawatia, S., Abdulrahim, M., Sciences, V., Sciences, M. (2018). Nutritional Value of Vegetable Wastes as Livestock Feed, *23(2)*, 78–84.
- Mendez, L. A., Villanueva, V. C., Sahagun, C. J., Avitia, G. H., Colimas, L. T., Jamilena, Q. M y Roja, M. R. I. 2010. Obtención, caracterización y agrupamiento de genotipos partenocarpicos de Calabaza (*Cucurbita pepo* L.) tipo "round zucchini". *Revista Chapingo serie horticultura*. Vol (2): 123-131.
- Molina A. Romero H. M. Carro M. D. 2017. Estación experimental del zaidin (csic). Composición química y fermentación ruminal invitro de subproductos de invernadero. Departamento de producción agraria ETSIAAB universidad Politécnica de Madrid Ciudad Universitaria 28040 Madrid, España .Pag 153-155.
- Nuez. F.; Gomez, C.; Fernandea, P.; Solar, S. Y Valcarcel, V 1999. Colección de semillas de coliflor y brócoli. Editorial Mundi Prensa. Madrid, ES.pp 13-15.

SAGARPA 2010. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Centro de Estadística Agropecuaria. Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural. Tomo II. 765 p.

SAKATA 2017. Producción de calabacita Disponible en: [http://horticultivos .com/Producción de-calabacita/](http://horticultivos.com/Producción-de-calabacita/).consultado el día 6 de octubre de 2018.

Sani, M. B. 2012. Obtenido de Repositorio Institucional de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo : <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1828#sthash.x53iK7N1.dpuf>

Scano E.A., Asquer C., Pistis A., Ortu L., Demontis V. y Cocco D. 2014. Biogas from anaerobic digestion of fruit and vegetable wastes: Experimental results on pilot-scale and preliminary performance evaluation of a full-scale power plant. *Energ. Convers. Manage.* 77, 22-30.

Sisalima Soria, F. 2009. Estudio técnico de caracterización física, química y funcional con aplicación al proyecto de norma técnica INEN de col morada (Brássica olerácea var. capitata f. rubra). (en línea). Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Industrialización de Alimentos, Universidad Tecnológica Equinoccial, EC. Consultado: 07 de octubre 2018. Disponible en: <http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5292/1/379461.pdf>.

Recabarren, P. E. 2017. Pérdida y desperdicios de alimentos : diciembre de 2017. Oficina de Estudios Y Políticas Agrarias. Retrieved from <https://www.odepa.gob.cl/wpcontent/uploads/2017/12/reciduosFinal-1.pdf>Reling, A.

E., G. Mattioli. 2003. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. Editorial EDULP.

Relling, A. E., G. Mattioli. 2003. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. Editorial EDULP.

Romani A., Pinelli P., Galardi., Cimato A., Heimler D. 2002. Polyphenols in greenhouse and open- air- grown lettuce. Food Chemistry, 79; 337-342.

Theodorou, M.K., WILLIAMS, B.A., DHANOA, M.S., MCALLAN, A.B.; FRANCE, J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology. 48:185-197.

Thi B.D., Biswarup S., Chin-Chao C., Gopalakrishnan K. y Chiu-Yue L. 2014. Food waste to bioenergy via anaerobic processes. Energy Proceed. 61, 307-312. DOI: 10.1016/j.egypro.2014.11.1113

USDA. 2006. Plants Profile. [En línea] disponible en: <http://plants.usda.gov/java/nameSearch?keywordQuery=lactuca+sativa&mode=science&submit.x=0&submit.y=0>.(revisado 1 de marzo del 2013).

Valdez-López A. 1998. Producción de hortalizas. Editorial. UTHEA, Noriega Editores. Pp 28, 1-37.

Van Soest P. 1994. Nutritional ecology of the ruminants. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press.

Victoria A.M. modelado de la evaluación de índices de calidad integral de la lechuga mantecosa desde la precosecha hasta el consumidor. Facultad de ingeniería de la universidad de la plata. p. 14.

Vigliola, M. 1992. Manual de Horticultura Editorial Hemisferio del sur SA. Buenos Aires, AR. Pp. 19, 72-73.

Wilson, D. D., y Deem, E. 2005. Mammal Species of the World (en inglés) (3ª edición). Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2 vols. (2142 pp.). ISBN 978-0-8018-8221-0.

Yokoyama, M. T. y Johnson, K. A. 1988. Microbiología del rumen e intestino. En: El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición. C. D. Church (Ed.). Editorial Acribia.

Wadhwa, M., Angad, G., Veterinary, D., Bakshi, M., Angad, G., Veterinary, D., & Makkar, H. (2013). *Utilization of fruit and vegetable wastes as livestock feed and as substrates for generation of other value-added products.*

Zebek E., Szwejkowska M. y Raczkowski M. 2015. Legal and organisational solutions of municipal waste management in Poland in compliance with waste directive 2008/98/EC. J. Environ. Prot. Ecol. 16 (2), 652-658.

## X.- ANEXOS

Figura 1



En la figura 1 se muestra el pesado de las muestras, las cuales se fueron depositando en los viales correspondientes debidamente Identificados.

Figura 2



En la figura 2 se demuestra el titulado de muestras para determinar proteina mismas fueron destiladas anteriormente.

Figura 3.



En la figura 3 se observa los tubos con las Muestras colocados en el bloque digestor Para la determinacion de fibras.

Figura 4.



Figura 5.



En las figuras 4 y 5 se muestran las muestras colocadas en el Aparato de Goldfish para la determinación de extracto etéreo.

Figura 4.



Figura 5.



En las figuras 4 y 5 se muestran las muestras colocadas en el Aparato de Goldfish para la determinación de extracto etéreo.

Figura 6.



Figura 7.



En las figuras 6 y 7 se observa cómo se realizó la extracción del líquido ruminal de una vaca que contaba con una cánula debidamente colocada en la cavidad del rumen, permitiendo la introducción de la mano para extraer los bolos, siendo exprimidos obteniendo así el líquido ruminal.

Figura 8.



Figura 9.



En las figuras 8 y 9 se observa el preparado del buffer y el llenado de los viales para posteriormente meterlos a incubación en las estufa de aire forzado a 39°C.

Figura 10.



Figura 11.



En la figura 10 se demuestra el sellado de los viales para que no exista fuga alguna de gas, mientras que en la figura 11 se observa el equipo que se utilizo para el filtrado de las muestras, las cuales posteriormente se secaron en la estufa de aire forzado a 50°C.



Instituto Tecnológico de Huejutla  
 Departamento: Ingenierías  
 Huejutla de Reyes, Hgo. 27/02/2019  
 No. de Oficio; IAGR 1927  
 Asunto: **Liberación de Proyecto  
 para Titulación Integral**

**ING. BLANCA FLOR ARGUELLES ARGUELLES**  
**JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES**  
**P R E S E N T E.**

Por medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral.

a) Nombre del Egresado:	CARLOS RAMON JONGUITUD TIRSO BENITO GUTIERREZ MARTINEZ
b) Carrera	INGENIERÍA EN AGRONOMÍA
c) No. de Control	14840049 14840171
d) Nombre del proyecto	ESTIMACIÓN DE LA DEGRADABILIDAD DE GAS IN VITRO EN RESIDUOS VEGETALES DE CONSUMO HUMANO PARA ELABORACIÓN DE DIETAS ALIMENTICIAS EN RUMIANTES.
e) Producto	INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

El Vocal Suplente para la presentación del Acto de recepción profesional será:

Vocal Suplente:	ING. ROBERTO JIMENEZ SAN JUAN
-----------------	-------------------------------

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

**ATENTAMENTE**



**S.E.P.**  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HUEJUTLA  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS

 DR. PÁNFILO SALDAÑA CAMPOS Nombre y Firma del Asesor Presidente	 ING. BLAS HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ Nombre y Firma del Revisor Secretario	 M.C. PEDRO AZUÁRA BAUTISTA Nombre y Firma del Revisor Vocal
---	---	---



Km. 5.5 Carretera Huejutla-Chalahuiyapa, C. P. 43000  
 Huejutla de Reyes, Hgo. Tel./Fax: 789 89 60648  
 Email: dir\_huejutla@tecnm.mx  
 www.tecnm.mx | www.ithuejutla.edu.mx



RSGC-582 Alcance de la Certificación: Servicio educativo que comprende desde la inscripción hasta la entrega del Título y Cédula Profesional de licenciatura  
 Fecha de Actualización: 2018.09.13  
 Fecha de Terminación: 2021.08.30