



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como
requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

"Efectos de la digestibilidad in vitro de la panca de arroz amonificada
con urea como suplemento alimenticio en vacas lecheras del cantón
Baba, Los Ríos"

AUTOR:

Manuel Antonio Cedeño Rojas

TUTOR:

Dr. Willian Adolfo Filian Hurtado, MSc.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2020



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Efectos de la digestibilidad in vitro de la panca de arroz amonificada como suplemento alimenticio en vacas lecheras del cantón Baba, Los Ríos”

TRIBUNAL DE SUSTENTACION

Ing. Flora del Carmen Vásconez Montufar, MSc.

PRESIDENTA

Ing. Julio Salinas Lozada, MSc.

PRIMER VOCAL

Dr. Ricardo Zambrano Moreira, MSc.

SEGUNDO VOCAL

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mi Dios padre todopoderoso y a las personas que me han inspirado a seguir y no desmayar en mis metas propuestas.

A MI ABUELITO:

Samuel Augusto Cedeño Alvarado

A LA MEMORIA DE MI BENDECIDA MADRE:

Graciela Marisol Rojas Anchundia

Y a una mujer luchadora, valiente, y hermosa cual sol resplandeciente, quien uno de sus últimos consejos fue “Estudie hijo, que donde sea que me encuentre me sentiré orgullosa de usted”. Mi abuelita:

Francisca Argentina Cedeño Alvarado

AGRADECIMIENTOS

Yo, Manuel Cedeño quiero dejar constancia de mi agradecimiento eterno con mi padre Dios creador de todo lo maravilloso que existe, por permitirme formar parte de su creación y dotarme de sabiduría para poder enfrentar los retos de la vida.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, por acogerme en su templo y prepárame como profesional de bien, así mismo, al Instituto de Fomento al Talento Humano (IFTH) por el aporte económico dado a través de la beca.

A mis padres Marisol Rojas (+) y Luis Cedeño, a mis abuelos, en especial a mis abuelitos Samuel y Francisca (+), por ser mi apoyo constante, consejeros de vida y ejemplo a seguir. De igual manera a mi tío Pedro y esposa, a mis hermanos Luis, Rosa y Melissa Cedeño Rojas, a mis sobrinos Yulia, Brithany y Gael que son mi tesoro más preciado y el motivo de buscar ser mejor cada día.

A mi amigo, decano y tutor de esta tesis Dr. Willian Adolfo Filian Hurtado, por su apoyo, predisposición y compromiso brindado para llevar a cabo la realización de este trabajo, por ello, me tomo estas líneas para dejar plasmado mi agradecimiento para con él.

A mis docentes, compañeros de carrera, de dirigencia estudiantil. En especial a mis hermanos de otra madre Pedro Molina y Dustin Cedeño, con los cuales la vida me ha permitido coincidir creando lazos de amistad que trascienden en el tiempo.

De igual manera, agradezco al Ing. Camilo Salinas por la ayuda brindada. A mis amigos, Ing. Carmen Vásconez y Dr. Jorge Tobar por darme ánimos de seguir y no desmayar. Gracias por ayudarme a entender que los límites son imaginarios y que todo es posible si uno está convencido de que lo puede lograr.

AUTORIA

Las investigaciones, resultados, conclusiones, y recomendaciones del presente trabajo experimental son de exclusiva responsabilidad del autor:

MANUEL ANTONIO CEDEÑO ROJAS

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
1.2. Objetivo General	2
1.2.1 Objetivo Especifico	2
2.1 Situación de la ganadería del Ecuador y la provincia de Los Ríos.	3
2.2 Mestizaje	4
2.3 Evolución	5
2.4 Alternativas nutricionales empleadas en la alimentación bovina.	8
2.4.1 Banco de proteínas	9
2.4.2 Rastrojo mejorado	9
2.4.5 Bloques multinutricionales	10
2.5 Subproductos usados en la alimentación bovina	11
2.5.1 Caña de azúcar integral como subproducto	12
2.5.2 Uso de la yuca	13
2.5.3 Empleo de maíz (rastros, ensilajes) como alternativa alimenticia.	14
2.5.3 Panca de arroz, afrechos y cascarillas.	14
2.6. Amonificación	16
2.6.1 Proceso de amonificado	16
2.6.2 Beneficios de la amonificación con urea	17
2.6.3 Efecto de la amonificación en la panca de arroz y subproductos fibrosos	17
2.7 Digestibilidad de suplementos alimenticios para el ganado bovino	18
2.7.1 Diversos métodos empleados para determinar la digestibilidad	19
2.7.2 Digestibilidad in vitro	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 Ubicación y descripción del sitio experimental	21
3.3 Métodos	21
3.4 Factores de estudio	22
3.5 Tratamientos	23
3.6 Diseño experimental	23
3.7 Modelo del diseño	23
3.8 Manejo del ensayo	23
IV. RESULTADOS	25
4.1 Digestibilidad in vitro de panca de arroz con y sin amonificación	25
4.1.1 Primer periodo	25

VI. RECOMENDACIONES	30
VII. RESUMEN.....	31
VIII. SUMMARY	32
IX. LITERATURA CITADA	33
APÉNDICE.....	1

ÍNDICE DE FIGURAS

Gráfica 1: Cronología de la producción bovina a nivel local (2000 – 2019) (ESPAC, 2019).....	¡Error! Marcador no definido.
Gráfica 2: Ejemplo de mestizaje en bovinos (JICA, s.f). ¡Error! Marcador no definido.	
Gráfica 3: Sistema de Nutrientes Digestibles Totales (NDT) definido por Wolff (Sainz, 2018).....	7
Gráfica 4: Resumen esquemático de la utilización del nitrógeno por vacas lecheras y otros rumiantes (Satter & Roffler, 1975)	¡Error! Marcador no definido.
Gráfica 5: Panca amonificada (primer periodo)	¡Error! Marcador no definido.
Gráfica 6: Panca sin amonificar (primer periodo)...	¡Error! Marcador no definido.
Gráfica 7: Panca amonificada (primer periodo)	¡Error! Marcador no definido.
Gráfica 8: Panca amonificada (segundo periodo)..	¡Error! Marcador no definido.
Gráfica 9: Cronograma de actividades realizadas para la realización de este proyecto	2
Gráfica 10: Reporte de Análisis Bromatológico (Digestibilidad In Vitro) de la Panca de Arroz del Segundo Periodo	2
Gráfica 11: Construcción y adecuación de un espacio para el almacenamiento de la panca de arroz.	2
Gráfica 12: <i>Recolección y almacenamiento de la materia seca</i>	2
Gráfica 13: Materiales necesarios para amonificar la panca (pesa en kg, urea, pesa gramera, balde con agua, fundas y cinta adhesiva para fijar un identificativo a cada bolsa preparadas.	2
Gráfica 14: Identificación de las bolsas de acuerdo al número de días iniciado el experimento	2
Gráfica 15: preparación y llenado de la panca amonificado.	2
Gráfica 16: Almacenamiento de material amonificado durante un periodo de 21 días.....	2
Gráfica 17: Visita por parte del docente tutor	2
Gráfica 18: Procesamiento de panca de arroz sin amonificar, tallos.	2
Gráfica 19: Procesamiento de panca de arroz sin amonificar, fracción hojas.	2
Gráfica 20: Procesamiento de panca de arroz amonificada.....	2

Gráfica 21: Pesaje de muestras previamente procesadas.....	2
Gráfica 22: Hoja guía donde consta la descripción de las muestras.	2
Gráfica 23: Etiquetado de las muestras.....	2
Gráfica 24: Embalaje de las muestras para envío a el laboratorio de análisis.	2
Gráfica 25: Muestras pesadas y etiquetadas	2

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Tratamientos con los cuales se trabajó.....	22
Cuadro 2: Cuadro de Análisis de la Varianza (Primer periodo).	25
Cuadro 3: Digestibilidad de fracciones de la panca de arroz con y sin amonificación (Primer periodo).....	25
Cuadro 4: Cuadro de Análisis de la Varianza (Segundo periodo).....	27
Cuadro 5: Digestibilidad de fracciones de la panca de arroz con y sin amonificación (Segundo periodo).	27

I. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción animal en el trópico ecuatoriano se basan principalmente en el consumo de gramíneas naturales y/o mejoradas, sin embargo, en ciertas épocas del año, debido a las condiciones medioambientales que prevalecen, sobre todo en la región costa (dos épocas bien marcadas, (lluviosa y seca), se reduce significativamente la disponibilidad y calidad de forraje verde, haciéndose necesario la complementación de la dieta con otros alimentos.

La panca de arroz es el residuo de la cosecha de cada ciclo productivo de este cereal, siendo un problema constante su eliminación, por lo que el agricultor tradicionalmente recurre a la quema. La misma puede provocar una combustión incompleta que libera una gran cantidad de contaminantes atmosféricos como compuestos orgánicos volátiles, monóxido de carbono, partículas finas/ inhalables e hidrocarburos aromáticos policíclicos cancerígenos (Oladosu, y otros, 2016).

El arroz (*Oryza sativa*) es uno de los cultivos que ocupa mayor área sembrada en el Ecuador, siendo la provincia de Los Ríos uno de los principales productores de este cereal; en el año 2019 la superficie cultivada de arroz fue de 67.218 ha, alcanzando una cosecha de 65.737 ha (INEC, 2019).

La panca de arroz representa una importante fuente de energía para el ganado vacuno. Por ello, el conocimiento de la digestibilidad de este tipo de alimento es algo básico para establecer el valor nutritivo y, por lo tanto, la formulación de raciones para animales rumiantes. La digestibilidad es la cantidad de nutrientes que el animal puede absorber mediante la desintegración y fermentación que lleva a cabo a lo largo del sistema digestivo y especialmente en el rumen de los rumiantes.

Esto es posible gracias a la presencia de gran cantidad y variedad de microorganismos en ese receptáculo, que con sus enzimas fermentan los

alimentos; de esta manera los nutrientes se conviertan en un estado asimilable y puedan ser usados en funciones vitales como crecimiento, mantenimiento y reproducción, etc. (Rosales y col, 2013).

Según Lachmann & Araujo Febres, (2000), las pruebas de digestibilidad admiten valorar la cantidad de nutrientes presentes en una ración, que pueden ser absorbidos por el sistema digestivo. De esta manera se recurren a dos tipos de pruebas: in vivo o in vitro, teniendo esta primera un proceso muy laborioso y costoso, de forma que requieren el empleo de grandes cantidades de materia prima, por lo que se ha propuesto distintos métodos in vitro para su estimación, ya que las posibilidades de imitar las reacciones que ocurren a nivel ruminal son la base de las técnicas in vitro

1.2. Objetivo General

Determinar la digestibilidad in vitro de fracciones de la panca de arroz tratada con urea.

1.2.1 Objetivo Especifico

Evaluar la digestibilidad in vitro de la panca de arroz tratada con urea al cuatro por ciento.

Valorar la digestibilidad in vitro de fracciones de panca de arroz sin urea

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Situación de la ganadería del Ecuador y la provincia de Los Ríos.

Las actividades ganaderas predominantes en el Ecuador son de leche, carne y doble propósito, la región costa tiene una población bovina estimada de 1.7 millones cuyo principal destino es la producción cárnica y doble propósito (La ESPAC, 2017, citado por Zapata Cando, 2018). En la provincia de los Los Ríos, la actividad agropecuaria representa el 14,18% de la producción nacional siendo de vital importancia para el dinamismo económico del país, donde se incluye la actividad ganadera. Esta se sustenta en 41, 712 productores, de ellos el 47% producen en lotes de hasta 5 ha, y el 53% restante en áreas que varían desde las 5 hasta las 50 ha y más (Filián Hurtado y col, 2019).

En la línea de tiempo, según datos del INEC, (2000-2019), el número de cabezas de ganado en nuestro país (últimos 5 años) y provincia (últimos 9 años) ha sufrido cambios, resumido por diferentes problemáticas que atraviesa el sector ganadero, que va desde lo político hasta el cambio climático.

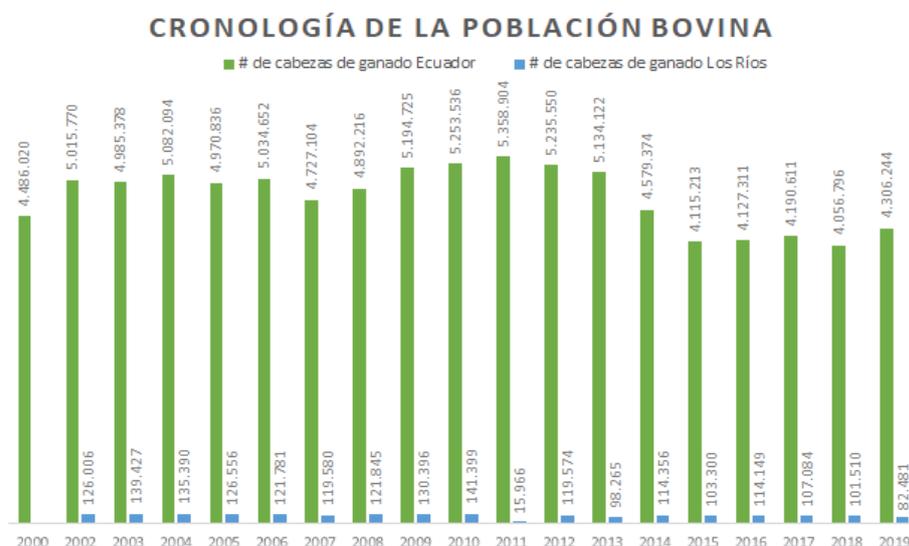


Gráfico 1: Cronología de la producción bovina a nivel local (2000 – 2019) (ESPAC, 2019).

El tipo de ganadería que es aprovechada para leche por productores pequeños, medianos y grandes en nuestro país es la del uso de animales con especialización en dicha aptitud (Holstein, Jersey y Pardo suizo) y las de doble propósito (Brown Swiss, Simmental, Gyr y Girolando).

En las regiones tropicales los hatos bovinos en su mayoría están conformados por animales producto de cruzamientos entre razas taurinas (*Bos taurus*) y cebuínas (*Bos indicus*), obedeciendo a una limitación de tipo ambiental, esto se da como una respuesta por parte de los ganaderos para obtener animales más productivos y rentables adaptados a estas condiciones medioambientales (Madalena, 2002, citado por Aranguren-Méndez y col, 2007). En estas zonas las razas puras de origen europeo son muy susceptibles al estrés por calor lo que incapacita a estos animales e impide expresar todo su potencial genético característico de sus descendientes. (JICA, s.f).

Con el fin obtener animales mucho más productivos, resistentes al calor y a las enfermedades, se puede recurrir al mestizaje entre razas.

2.2 Mestizaje

El mestizaje es un método al cual se ha recurrido para poder aprovechar ciertas características de los bovinos que son deseables para los tipos de producciones, ya sean estos; capacidad de adaptación, resistencia a condiciones adversas y aptitudes productivas (Marizancén & Artunduaga, 2017).

Para llevar a cabo el mestizaje lo recomendado es realizar el cruce de las matrices cebú con toros puros de origen europeo, como los de raza lechera Holando o Pardo Suizo. Es importante utilizar toros de raza lechera, puros de origen europeo y no animales mestizos que solamente tengan algún porcentaje de sangre de raza pura lechera europea, como ocurre comúnmente en nuestro medio (JICA, s.f).

Al cruzarse dos individuos de diferentes razas, el mestizo que nace es superior a sus padres, es decir, los individuos resultantes de estos cruces van a ser superiores que sus padres alcanzando una heterosis alta (Contexto Ganadero, 2016).

Tampoco se deben utilizar toros de raza de carne con el fin de obtener vacas destinadas a la ordeña, este cruce producirá animales mestizos que nunca serán buenos productores de leche (JICA, s.f).

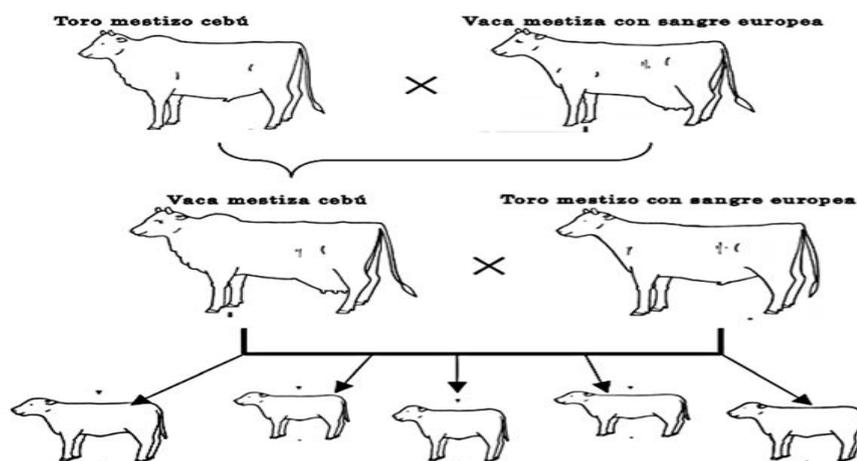


Gráfico 2: Ejemplo de mestizaje en bovinos (JICA, s.f).

El empleo de animales de razas exóticas, tales como la Holstein, Pardo Suizo y cebuínas como la Brahmán, principalmente, ha permitido lograr 1) animales mejor adaptados a través de cruces alternos junto a estrategias de selección, y 2) que superan su producción a medida que progresa el manejo. Por otro lado, también se incrementan sus necesidades nutricionales que, de no ser cubiertas adecuadamente, afectarán en forma severa su eficiencia reproductiva y el comportamiento en general (Aranguren-Méndez, 1995, citado por Aranguren-Méndez y col, 2007).

2.3 Evolución

Los primeros rumiantes evolucionaron hace unos 50 millones de años y eran pequeños omnívoros que vivían en los bosques (<5 kg). Hoy en día hay casi 200 especies de rumiantes en 6 familias. Los rumiantes salvajes ascienden a

unos 75 millones, oscilan entre 2 y más de 800 kg y, por lo general, prefieren al menos algo de ramoneo en su dieta. Se han domesticado nueve especies en los últimos 10.000 años. Su población combinada asciende actualmente a 3.600 millones. A diferencia de los rumiantes salvajes, las especies domésticas naturalmente prefieren al menos algo de pasto en sus dietas, tienen un gran peso corporal (peso corporal; aproximadamente de 35 a 800 kg).

Sainz, (2018) en su escrito sobre las Mejoras actuales y tendencias en la nutrición de Rumiantes, menciona algunos momentos históricos claves en la nutrición:

- » Desde 400 A.C., Hipócrates había recomendado, “que tu alimento sea tu medicina y tu medicina sea tu alimento “.
- » 200 años después, Antoine Lavoisier describió la combinación de alimento con oxígeno en el cuerpo, con la producción de calor y agua en 1770.
- » En el siglo XIX, ya los avances en la química permitieron el descubrimiento de los principales elementos de los alimentos y de todos los cuerpos vivos: carbono, nitrógeno, hidrógeno, y oxígeno.
- » Albert Thaer (1752 – 1828), define el valor nutricional de los piensos en relación a una muestra de heno estándar.
- » En 1840, Justus Liebig pudo describir la composición química de los carbohidratos, grasas, y proteínas.
- » Ya en 1864, Henneberg y Stohmann desarrollaron el sistema Weende de análisis de alimentos, con los componentes de fibra bruta, proteína bruta, extracto libre de nitrógeno, y extracto etéreo.
- » En ese mismo año, Wolff define a los “nutrientes digestibles”, el precursor del sistema de Nutrientes Digestibles Totales (NDT), en el “Manual of Cattle Feeding”, publicado por Armsby en 1880. El sistema NDT se perpetúa en el libro “Feeds and Feeding” de Henry en 1898, y se sigue utilizando en la actualidad.



Gráfica 1: Sistema de Nutrientes Digestibles Totales (NDT) definido por Wolff (Sainz, 2018)

- » En 1905, Kellner define a los equivalentes de almidón, el cual es precursor de los sistemas de energía neta de Escandinavia y Francia de hoy.
- » Blaxter, en 1962, introduce las necesidades de energía por el método factorial, es decir, separándolas en diversas funciones tales como el mantenimiento, la actividad física, la lactancia, el crecimiento, etc.
- » El concepto de necesidades factoriales empieza con la primera publicación de “Recommended Nutrient Allowances for Beef Cattle” por el Consejo Nacional de Investigación (NRC) de los Estados Unidos en 1945, el cual se utiliza para expresar las necesidades de proteína. Esa publicación ha sido revisada 8 veces, en 1950, 1958, 1963, 1970, 1976, 1984, 1996 (y 2000), y 2016.
- » En cada edición, se revisa la literatura científica sobre nutrición del ganado de carne para todas las fases de la vida y diversos sistemas de producción, y se introducen nuevos conceptos, datos, y ecuaciones.
- » En 1970, se incluyen las necesidades nutricionales de los microorganismos en el rumen, y en 1984 se introduce el Sistema California de Energía Neta publicado por Bill Garrett y Glen Lofgreen en 1968.
- » En la sexta revisión de 1984, hay cambios importantes en los cálculos de las necesidades energéticas y de proteína degradable en el rumen y proteína bypass.
- » Ya en 1996 y 2000 (la séptima revisión), se incluyen modelos nutricionales más complejos y mecanísticos.
- » La octava revisión (2016) de “Nutrient Requirements of Beef Cattle” agrega varias secciones nuevas, que incluyen:

- › Sistemas de producción de ganado vacuno
- › Calidad de los alimentos y seguridad
- › Anatomía y digestión de los rumiantes
- › Carbohidratos
- › Lípidos
- › Modificadores de la digestión y del metabolismo
- › Nutrición y el medio ambiente, con ecuaciones de predicción para la excreción de nutrientes y la producción de metano entérico
- › Utilización de subproductos, basada en datos de composición de laboratorios comerciales.

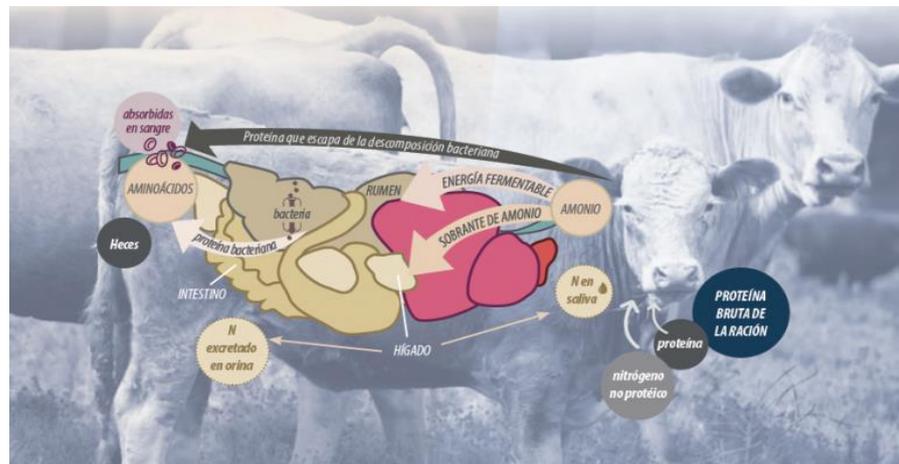


Gráfico 3: Resumen esquemático de la utilización del nitrógeno por vacas lecheras y otros rumiantes (Satter & Roffler, 1975).

2.4 Alternativas nutricionales empleadas en la alimentación bovina.

Uno de los factores que condiciona la productividad de los bovinos en el trópico está estrechamente relacionado con la cantidad y calidad de nutrientes aportados por las especies forrajeras establecidas en estas áreas, mismas que han tenido una adaptación previa a las condiciones medioambientales propias de esta región. Varias son las características que de cierta manera nos exponen realidades propias de estos forrajes, tales como: baja producción de biomasa y una paupérrima calidad nutricional en muchos casos, esto se ocasiona por las malas prácticas de manejo (González & Tapia, 2017).

La actividad ganadera juega un papel muy importante en la producción de alimentos para humanos y materia prima para la agroindustria, debido a que el ganado vacuno es un animal eficaz, por el hecho de tener la capacidad de aprovechar y transformar diversos recursos como rastrojos de cosechas, pastos, forrajes y subproductos de finca (Porras Restrepo, 2018). Este último recurso juega un papel fundamental en las fincas ganaderas, ya que se pueden introducir a la ración de acuerdo a las condiciones existentes y el valor nutritivo de los mismos.

2.4.1 Banco de proteínas

Los bancos de proteínas son lotes sembrados en altas densidades de leguminosas arbustivas de tipo forrajeras que se emplean para corte o ramoneo del ganado bovino (Condo, 2012). Se caracteriza por la asociación de varias especies en un mismo sistema, a fin de producir gran cantidad de biomasa, permitiendo la suplementación de los requerimientos nutricionales de los bovinos de acuerdo a su etapa de producción (Jiménez, 2015).

Es posible una asociación de gramíneas con leguminosas (matarratón, leucaena, morera, gandul, entre otras) tomando en cuenta el hecho de la preservación de estas últimas se recomienda que se establezcan aparte en lugares donde no se vaya a realizar pastoreo. (Martinez Vilorio, 2020).

Determinar el momento propicio para introducir el ganado en pastura es una de las principales consideraciones que se deben tener en mente, para esto, deben tener al menos 1.5 m de altura y un diámetro del tallo que sobrepase los 3 cm a una altura de corte de 30 cm del suelo, por lo general, esta altura la alcanza en alrededor de un año. Por ello, se recomienda que el ganado ingrese por primera vez al lote transcurrido este lapso de tiempo (Condo, 2012).

2.4.2 Rastrojo mejorado

Otra alternativa nutricional que nos puede dar una respuesta viable a los problemas de alimentación existentes, es el uso de rastrojo mejorados, usualmente este término es usado para referirse a los restos de tallos y hojas que quedan en la parcela una vez efectuada la cosecha.

El valor nutritivo contenido por los rastrojos o residuos de cosecha de cultivos agrícolas constituyen un insumo para la alimentación de rumiantes, ya sea en pastoreo directo; o bien, cortado, picado y empacado, suministrado como suplemento en la dieta de los animales (Reyes-Muro., et al, 2013).

(Arellano & col, 2016) señala que la abundancia de rastrojos, es aprovechado por el sector ganadero para proveer alimento a sus animales en épocas críticas cuando hay una marcada disminución de pasturas. El uso de esta alternativa alimentaria es imprescindible, indiferente a los resultados que los productores perciban de esto, ya que la misma necesidad o la costumbre preponderan al momento de optar por ello.

2.4.5 Bloques multinutricionales

Los animales se alimentan de forrajes con un alto contenido de fibra durante la época críticas (sequías e inundaciones), que en ocasiones son de baja calidad y por ende van a aportar muy pocos nutrientes al animal, siendo esto un posible causante de problemas productivos y reproductivos (Rivero, Gómez Ayala , & Salcedo Carrascal, 2013).

Una forma de poder suplementar estas deficiencias es mediante el uso de bloques multinutricionales formulado a base de melaza, urea y otros ingredientes que facilitan la digestibilidad de los forrajes y garantizan aporte proteico, energético y minerales (Díaz Botello, 2016).

Es común que los bloques tengan una consistencia sólida que no puede ser consumida en grandes cantidades por su dureza, debido a un material cementante (cemento) que se agrega en su preparación. Esta presentación es la que más se recomienda, ya que es considerada una de las formas más seguras para suministrar urea al organismo del animal, sin causar una

intoxicación al animal por el consumo excesivo de urea, incrementando de esta forma la eficiencia ruminal (Esquivel Valverde, 2011). El proceso para la fabricación de los bloques consta de cuatro pasos básicos (molienda, pesaje, mezclado y prensado), lo que significa que no se necesita tener equipos ni instalaciones especiales, además de que se emplea productos y recursos locales que por lo general son de bajo costo o inclusive se producen en la misma finca (Rivero, Gómez Ayala , & Salcedo Carrascal, 2013).

El uso de los bloques no se debe hacer sino hasta que estos estén bien duros y sólidos con el fin de garantizar el consumo limitado. Además, se le debe ofrecer de manera paulatina para que el animal de a poco vaya adaptándose, ya que, si llegasen a consumir cantidades excesivas de bloques (blandos) o urea corren el riesgo de sufrir intoxicación (Gutierrez Vásquez & Ayala Burgos , 2016).

2.5 Subproductos usados en la alimentación bovina

La sinergia existente entre las actividades agrícolas y ganaderas, permiten que estas converjan de forma más natural en las zonas tropicales y subtropicales, las cuales muestran ventajas de poder recurrir a residuos o subproductos de las agroindustrias de producción de aceite, almidones y etanol, entre otros, para la alimentación del ganado. Citando lo anterior, se puede decir que los diferentes cultivos que se dan en estas regiones, puedan ser utilizados con gran eficiencia en las cadenas productivas y, de esta manera puedan ofrecer mejores resultados en la expresión de las aptitudes de producción bovinas; carne, leche y doble propósito (Arias Torres, 2019).

(Núñez Torres & Rodríguez Barro, 2019) mencionan que el aprovechamiento de residuos postcosecha de cultivos agrícolas de origen vegetal, se presentan como una alternativa rentable y que se puede emplear para una producción ganadera sostenible, por la gran cantidad y calidad de biomasa forrajera aprovechable, durante todo el año, inclusive en épocas secas. Una vez dado los procesos de industrialización los residuos o subproductos generados, por lo general no son utilizados posteriormente como materia prima para las cadenas de producción (Rosas, Ortiz, Herrera, & Leyva, 2016).

Según (Núñez Torres & Rodríguez Barro, 2019), la masa foliar de los árboles, arbustos y residuos postcosecha comparten una característica, la cual es, que alimentos; de esta manera los nutrientes se conviertan en un estado asimilable y puedan ser usados en funciones vitales como crecimiento, mantenimiento y reproducción, etc. (Rosales y col, 2013).

Según Lachmann & Araujo Febres, (2000), las pruebas de digestibilidad admiten valorar la cantidad de nutrientes presentes en una ración, que pueden ser absorbidos por el sistema digestivo. De esta manera se recurren a dos tipos de pruebas: in vivo o in vitro, teniendo esta primera un proceso muy laborioso y costoso, de forma que requieren el empleo de grandes cantidades de materia prima, por lo que se ha propuesto distintos métodos in vitro para su estimación, ya que las posibilidades de imitar las reacciones que ocurren a nivel ruminal son la base de las técnicas in vitro concentran gran cantidad en nutrientes en su composición estructural, no obstante, este uso es regulado, por la presencia de metabolitos secundarios, especialmente taninos, que disminuyen el consumo voluntario, la digestibilidad de los nutrientes y la producción de los animales, efectos que están asociados a la concentración en la dieta y la cantidad de alimento, así como el estado de salud del animal. Estudios realizados indican que el uso de forrajes en proporciones moderadas, dan como resultado una mejora significativa en el rendimiento productivo de los animales al reducir la metanogénesis (generación de metano) ruminal y la degradación de la proteína del forraje en el rumen.

La caña de azúcar integral, subproductos de la yuca, coco, cítricos, entre otros, pueden presentar desventajas al momento de usarlo debido a que presentan baja digestibilidad, contenido elevado de taninos y de agua. Sin embargo, el uso de estos subproductos puede abaratar costos de producción y generar incrementos productivos considerables.

2.5.1 Caña de azúcar integral como subproducto

(Aranda I, Ramos J, Mendoza M, & Salgado G, 2018), menciona que, en los periodos de escasez de forraje, la caña de azúcar integral, los subproductos en campo o en fábrica y los coproductos de la caña, son una alternativa para corregir la escasez de forraje. La cantidad de biomasa producida suele ser superior a la de otros cultivos, además, si se le da un correcto manejo al cultivo este puede mantenerse por un periodo de hasta diez años.

Según (Fernández Mayer A. , 2014) los subproductos de la caña de azúcar pueden ser utilizados para la elaboración de harinas, bloques y ensilajes, haciendo posible un sistema de producción sostenible y amigable con el ambiente. El uso integral de planta de caña de azúcar permite aprovechar prácticamente todo, residuos de cosecha en campo y los subproductos de fábrica (bagacillo, bagazo, miel fina, entre otros).

2.5.2 Uso de la yuca

La yuca es un tubérculo que puede ser utilizada en la alimentación de los animales, especialmente rumiantes, debido a su alto contenido en fibra. Las bondades de la planta pueden ser aprovechadas en su totalidad: la rama se destina a la reproducción por varetas y semillas, y el resto puede ser emplearse en la industria y alimentación humana y animal (Perulactea, 2017).

Los rumiantes presentan menos limitaciones en cuanto a la cantidad de yuca que pueden consumir, pudiendo incluso llegar a niveles de inclusión del 80% del total de la dieta. Sin embargo, debido al alto contenido de almidón de las raíces, es necesario someter a los animales a un periodo de adaptación de al menos 15 días, en los cuales se les va a ir aumentado de manera gradual la cantidad de yuca.

Se puede usar el follaje de la yuca y suminístraselo de diferentes maneras, por ejemplo: fresco con un oreo previo de 12 horas, se puede picar y adicionar con otros forrajes (NutriNews, 2020). Otra manera de ofertarle es en ensilaje; para esto se recomienda cosechar el producto y dejarlo a campo abierto un aproximado de 5 horas, picar y, al momento de ensilar, adicionarle melaza a

razón del 8% como fuente de carbohidratos o en mezcla con otros productos que aporten energía. (CIAT , 2006). Además, de poder usarlo en forma seca como relleno en la elaboración de bloques multinutricionales.

2.5.3 Empleo de maíz (rastrosos, ensilajes) como alternativa alimenticia.

El maíz (*Zea mays* L.) es una gramínea, cuyos orígenes se establecieron en la zona de los trópicos de América Latina. Las bondades que nos ofrece este tipo de cultivos son tantas, que se adaptan a los diferentes pisos climáticos que tiene el Ecuador, su importancia no solo radica en el uso de sus granos para alimentación y la industria sino también en aprovechar la caña de maíz para la elaboración de ensilaje.

El productor obtiene de los rastrosos un gran volumen de forraje, en una época en que conviene dar a las praderas un descanso para poder acumular forraje que se utilizará más adelante, entrado el invierno. Con un rendimiento en materia seca de 3.000 a 5.000 kg entre parte aérea de la planta, tallo, hojas, además del mazorco, chala de las espigas, etc., gran cantidad de elementos minerales de las plantas de maíz están presentes en el material vegetal que queda en el campo.

2.5.3 Panca de arroz, afrechos y cascarillas.

Nuestra zona es agrícola por excelencia, y uno de sus productos insignia o de mayor producción es el cultivo de arroz. La producción de esta gramínea genera gran cantidad de residuos posterior a la cosecha, siendo la panca de arroz una fuente de forraje que se puede usar para alimentar al ganado bovino.

Una de las principales ventajas que presenta la panca de arroz es la disponibilidad. Sin embargo, contiene valores altos de FDN (fibra detergente neutra), además de un alto contenido de sílice, lo que afecta negativamente la digestibilidad de la panca y por ende el consumo por parte del animal. Por tanto, debido a las características deficientes que presenta la panca, está más que claro que como tal no puede asegurar el mantenimiento de los animales (Bartaburu, Montes, & Pereira, s.f).

Por lo anterior descrito es necesario emplear métodos correctivos o tratamientos a la panca para mejorar su eficiencia. El mejoramiento de este forraje se debe realizar con fuentes de nitrógeno no proteico, con lo que se logra mejorar considerablemente la dieta de los animales y su comportamiento productivo (Bartaburu, Montes, & Pereira, s.f).

Una vez que el arroz cáscara llega al molino para el secado, pasa por etapas de limpieza y descascarillado y posteriormente se somete al pulido para separar el arroz blanco del afrecho o salvado. En este proceso, el arroz blanco representa alrededor del 60 %, la cascara el 20 %, los granos partidos el 10 % y el afrecho el 10 % (Aapresid, 2015).

El afrecho de arroz es el principal subproducto de la industria arrocera el cual cuenta con alto valor nutritivo, disponibilidad y una favorable relación de precios con respecto a otros suplementos. Es un componente considerado de gran importancia, en la formulación de raciones para la alimentación de vacunos en recría y engorde (Aapresid, 2015).

Investigaciones llevadas a cabo por (Cazzuli, Clarige, Larratea, Porcile , & Chalkling, 2017) indican que, utilizando un método de auto suministro de afrechillo de arroz, con frecuencia de reposición entre una y dos veces por semana, según el caso se lograron ganancias positivas y moderadas durante los meses invernales.

(Aapresid, 2015) indica que la cáscara o cascarilla de arroz es un residuo lignocelulósico, con una proporción muy alta de cenizas ricas en sílice. Las cascarillas pueden ser incluidas en la dieta alimenticia del animal, convirtiéndose en una alternativa al utilizarla como un suplemento, una vez que haya sido mejorada mediante un proceso de amonificación en un periodo determinado.

La cascarilla como tal no representa ninguna ventaja en su uso, pero si se le da un tratamiento con urea sus características tienden a mejorar. Además,

este es un subproducto agrícola muy voluminoso, disponible durante casi todo el año (La Prensa , 2001).

2.6. Amonificación

(Martínez et al., 2016 citado por Bravo Vargas & Velez Saeteros, 2019) mencionan que, el proceso de amonificación es la transformación del amoníaco a amonio, esto por intervención de bacterias como: Serratia, Bacillus, Clostridium y hongos tales como Penicillium, Alternaria y Aspergillus. Es la estrategia que aprovecha el efecto hidrolizante del amoníaco en los enlaces que existen entre la lignina y los polisacáridos estructurales como son celulosa, hemicelulosa, pectinas, aumentando la disponibilidad de materia orgánica potencialmente utilizable por los microorganismos ruminales. De toda esta interacción de microorganismos depende que los rumiantes puedan sintetizar los nutrientes contenidos en forrajes con alto contenidos de taninos y de baja digestibilidad que son muy abundantes en el trópico.

2.6.1 Proceso de amonificado

Según (Mancilla, 2011) de entre los tratamientos químicos empleados para mejorar la digestibilidad de los forrajes, la amonificación es la estrategia sobre la cual se han generado mayores investigaciones en los últimos años. Es de criterio propio el usar los forrajes picados o no, no se requiere un previo proceso de deshidratación o secado, ni extraer el aire mediante compactación mecánica, condiciones, que generan gastos y son difíciles de cumplir a nivel de finca, y de las cuales depende el éxito o fracaso de obtener, conservar y almacenar un ensilaje o heno.

El éxito de la amonificación va a estar determinado por diferentes condiciones entre ellas están los factores climáticos (temperatura ambiental, humedad y las características químicas del material tratado). Con el proceso de amonificación se busca conseguir que las fibras de estos forrajes mejoren su digestibilidad e incrementen su contenido de nitrógeno, permitiendo una mejor sintetización de los aminoácidos en el rumen por acción de los microorganismos (Bravo Vargas & Velez Saeteros , 2019).

2.6.2 Beneficios de la amonificación con urea

(Martínez et al., 2016) indica que el uso de urea en la amonificación de materiales fibrosos constituye un método efectivo para elevar el valor nutritivo de pastos secos y materiales fibrosos. La urea depende de la hidrólisis que realizan las ureasas microbianas y/o vegetales, además de la presencia de agua para su conversión en amoníaco, esta a su vez reacciona con el agua para formar hidróxido de amonio y cierta cantidad de gas amoniacal. Adicional a esto la urea es un producto de fácil adquisición que no implica riesgos en su uso o preparación y el efecto que causa en los forrajes hace que aumente la digestibilidad y por lo tanto también va a permitir que el alimento sea aprovechado por el animal de una manera más eficiente.

2.6.3 Efecto de la amonificación en la panca de arroz y subproductos fibrosos.

La panca de arroz corresponde a un forraje que tiene una baja digestibilidad por ello debe someterse a un proceso en el que se mejore esta cualidad y sea más beneficioso al momento de incluirla en la alimentación de los rumiantes.

(Gane, Flores , & Sampedro, 2009) en su investigación realizada para evaluar el efecto de la urea sobre la calidad nutricional de la panca de arroz a través de análisis in vitro de la materia seca, pudo determinar que el tratamiento con urea produjo una variación en la calidad nutricional de la paja de arroz observándose un aumento de la digestibilidad y un incremento de la proteína bruta de la materia seca, posterior a la amonificación.

Estas alteraciones en la composición química en la paja de arroz originaron un aumento de hasta un 65% en el consumo voluntario por parte de los animales, expresado en kg de MS/día. Aquello determina una mejora considerable en la calidad del subproducto de la cosecha de arroz, favoreciendo su empleo en la alimentación animal, siendo posible emplear este tipo de material vegetal fibroso en el mantenimiento de vacunos adultos en situaciones de escasos forrajes o como una vía de ahorro de suplementos a suministrar en un planteo de destete hasta la faena del animal (Gane, Flores , & Sampedro, 2009).

La caña de azúcar contiene un alto contenido de azúcares combinada con fibra altamente lignificada, es por esto que la digestibilidad que tiene este material fibroso es considerablemente baja, situándose en un valor aproximado al 20%; además bajo contenido de proteínas menor al 1% y minerales, siendo las grasas y almidones casi ausentes. (Vilaboa Arroniz, Juarez Lagunez , & Díaz Rivera, 2009).

Una manera de mejorar estos inconvenientes ha sido mediante el uso de urea como sustituto de proteínas en la dieta para los bovinos, para aumentar la digestibilidad del gabazo, la complementación proporcionada del jugo de caña con urea y proteína para evitar la fermentación alcohólica o acética, el ensilaje de la caña de azúcar con amoníaco para aumentar la digestibilidad de la fibra y de esta manera se dé un incremento el consumo de caña picada (Vilaboa Arroniz, Juarez Lagunez , & Díaz Rivera, 2009).

Otra parte que se puede aprovechar de la caña de azúcar es el bagazo, subproducto de la molienda que presenta un bajo nivel de proteínas y una alta cantidad de fibra, presentan limitantes físicas y químicas que impulsan buscar alternativas para mejorar su utilidad, por esto, no es recomendable suministrarlo como alimento único.

2.7 Digestibilidad de suplementos alimenticios para el ganado bovino

La digestibilidad de un alimento determina la cantidad que es realmente absorbida por un animal y por lo tanto la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento, mantenimiento y la reproducción (Kassa Zewdie, 2018).

La digestibilidad de un alimento debe determinarse originalmente en ensayos con animales. Cuando se obtienen así los valores básicos de solubilidad y digestibilidad, se pueden realizar más pruebas en los laboratorios. Las pruebas de laboratorio nunca son equivalentes a las pruebas realizadas en animales vivos, pero sobre la base del bienestar animal, la velocidad, la repetibilidad y la rentabilidad, se utilizan ampliamente (Animal Science, 2012).

Las pruebas de digestibilidad se realizan con varios propósitos (Tobal, s.f):

- Evaluar la utilización por el animal de un determinado nutriente, o de una ración.
- Establecer cuantitativamente el aporte de sustancia nutritivas digestibles.
- Utilización de la digestibilidad en estudios experimentales.

El punto 3 hace referencia al estudio del efecto de los distintos métodos de preparación de los alimentos, del empleo de aditivos, combinaciones óptimas de los ingredientes de una ración, de la edad, de las diferencias entre las distintas especies, etc.

2.7.1 Diversos métodos empleados para determinar la digestibilidad

Para la determinación del coeficiente de digestibilidad se han empleado diversos métodos in vivo e in vitro. Entre los procedimientos in vivo, la colección total de heces es el método más confiable por involucrar directamente factores del alimento y del animal que afectan el aprovechamiento nutricional, no obstante, es laborioso, costoso, demanda tiempo e infraestructura e implica algunas restricciones al manejo ordinario de animales en producción (Lachmann & Araujo-Febres, 2000).

Dadas estas restricciones, los métodos de digestibilidad in vitro representan una alternativa de trabajo por su rapidez y confiabilidad, siempre que se simulen adecuadamente los procesos de digestión (Alcalde y col, 2001). Métodos de estimación de la energía disponible que integran el análisis químico de los alimentos con modelos matemáticos unicompartmentales y multicompartmentales también han sido reportados por la literatura (Posada y col, 2012).

2.7.2 Digestibilidad in vitro

Las posibilidades de imitar las reacciones que ocurren a nivel ruminal son la base de las técnicas in vitro desarrolladas por los científicos desde los años sesenta. El método de digestibilidad in vitro con licor ruminal inicialmente pretendió simular las condiciones del rumen, al fermentarse una muestra de alimento de composición conocida en un recipiente con una cantidad determinada de fluido ruminal y, posteriormente a un período de incubación, se decantaba la muestra y se determinaba por diferencia la degradabilidad de la materia seca, corrigiendo por el residuo obtenido con el inóculo del rumen. Las correlaciones con respecto a digestibilidad in vivo no eran altas, debido a que en el animal la digestión ruminal es seguida por una digestión enzimática en abomaso e intestino (Posada & Noguera, 2005, citado por Tobar, 2018).

Por lo tanto, estas técnicas fueron reemplazadas por la digestibilidad in vitro en dos etapas, que agrega a esta fermentación inicial una digestión enzimática, simulando así las condiciones encontradas en el abomaso e intestino delgado del rumiante. Esta técnica, como la mayoría de los métodos utilizados para determinar digestibilidad in vitro de los forrajes, está diseñada para lograr un resultado que permita predecir los parámetros in vivo (Cone, A, Visscher, & Oudshoorn, 1996, citado por Tobar, 2018).

Las pruebas de digestibilidad in vitro han sido desarrolladas desde los años sesenta (Tilley & Terry, 1963), y simulan la digestibilidad del tracto digestivo de los rumiantes. El método descrito por estos autores, fue el precursor del método de fermentación in vitro en dos etapas, generalmente los métodos desarrollados posteriormente son en su mayoría modificaciones de este, que incorpora "buffer" como fuente de nitrógeno. Otra modificación al método Tilley y Terry es la que sustituye la pepsina de la segunda etapa por solución detergente neutro para determinar FDA, es decir, solubiliza la pared celular bacteriana y los productos endógenos, además de la proteína. (Grant & Mertens, 1992, citado por Tobar, 2018).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y descripción del sitio experimental

La presente investigación se efectuó en la Hacienda la Delia, ubicada en el cantón Baba, Los Ríos- Ecuador con coordenadas geográficas: 79° 32´ de longitud occidental, 0. 1° 49´ de longitud sur, se encuentra a una altitud de 7 m.s.n.m., con una temperatura y humedad promedio de 25.5°C y 75-80%. La zona posee un clima tropical húmedo, humedad relativa de 75-80% y temperatura media anual de 25.5°C. El suelo es de topografía plana, textura franco arcillosa y drenaje regular.

3.2 Materiales

Para llevar a cabo las pruebas de digestibilidad in vitro se necesita de los siguientes materiales:

- Panca de arroz amonificada con urea por 21 días. 1 kg.
- Panca de arroz sin amonificar. 1kg.
- Fundas de polietileno.
- Balanza gramera.
- Libreta de campo.
- Etiquetas.

3.3 Métodos

El metodo utilizado para determinar la de digestibilidad in vitro fue la de Tilley and Terry la misma que consistía:

1. Se pesan por duplicado muestras de 0.5 g de forraje secado en la estufa a 100 grados centígrados.
2. Se agregan a cada tubo 40ml de solución tampón de fosfato bicarbonato. Saturados con CO₂ y a una temperatura de 38 grados centígrados.

3. Saliva artificial más líquido ruminal, en cada tubo se burbujea con CO₂ para desplazar el aire y se tapona.
4. Mantener en incubación a 38 grados Celsius. En ambiente oscuro por 48 horas. Agitando varias veces.
5. Determinar el pH a las 6 y 24 horas, ajustando a valores de 6.9 con solución normal de carbonato de calcio.
6. Burbujear las muestras con CO₂. Para que luego de paralizada la acción bacteriana, adicionar un ml de cloruro de mercurio al 5% y guardar a un grado centígrado. hasta el momento de centrifugar.
7. Continúa el proceso hasta centrifugando y obtener los residuos indigeridos, se lavan y se pasan por crisoles, van a la estufa y determina el peso restando el peso del recipiente.

El % Materia seca (MS) y cenizas se determinan previamente. Si la muestra a la que se le mide la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) ha sido previamente secada para su conservación, el % Ms será el que se determine como materia seca residual. En cualquier caso, la materia seca será determinada a 105 °C hasta peso constante. Producto analítico con características nutricionales (CINA, 2018)

3.4 Factores de estudio

Se trabajó con 2 factores y 3 niveles como se detallan a continuación:

Cuadro 1: *Tratamientos con los cuales se trabajó.*

AMONIFICACIÓN	FRACCIONES
AMONIFICADO	Tallos
SIN AMONIFICAR	Hojas
	Mezcla de tallos y hojas

3.5 Tratamientos

Los tratamientos que se emplearon en esta investigación fueron:

Paja de arroz tratada con urea (4 %)

Paja de arroz sin tratar

Variable respuesta: digestibilidad de la MO en panca y de las fracciones hojas y tallos.

3.6 Diseño experimental

Para este estudio se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial de 2x3

3.7 Modelo del diseño

$$Y_{ij} = \mu + \alpha + \beta + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ij} : Representa a la variable respuesta o dependiente

μ : Representa a la media general de la variable respuesta

α : Representa al factor 1

β : Representa al factor 2

$(\alpha\beta)_{ij}$: Representa la interacción de los factores 1 y 2

ϵ_{ijk} : Representa al error experimental

3.8 Manejo del ensayo

De cada tratamiento se procederá a tomar una muestra significativa (1 kg) de la panca de arroz ofertada y del rechazo diario (esto durante los tres días de registro), homogeneizando el material para separar las submuestras para el análisis de las fracciones hoja y tallo. Se separarán ambas fracciones y se pesarán para calcular la proporción en base al peso de la muestra total.

Cada análisis se replicará tres veces y se repetirá en cada periodo experimental (2).

IV. RESULTADOS

4.1 Digestibilidad in vitro de panca de arroz con y sin amonificación

4.1.1 Primer periodo

Según el análisis de varianza ANOVA se pudo evidenciar que existe una alta significancia estadística ($P < 0,0001$) en el primer factor amonificación, para el segundo factor fracciones de la planta y para su interacción, con una variabilidad de 1,16% (Cuadro 2).

Cuadro 2: Cuadro de Análisis de la Varianza (Primer periodo).

F.V	Sc	Gl	Cm	F	P-valor
Modelo.	387,59	5	77,52	287,11	<0,0001
Amonificación (Amonif)	271,21	1	271,21	1004,49	<0,0001
Fracciones (Frac)	110,95	2	55,48	205,47	<0,0001
Amonif*Frac	5,43	2	2,71	10,05	0,0027
Error	3,24	12	0,27		
Total	390,83	17			

Los datos de la digestibilidad de las fracciones de la panca de arroz con el tratamiento de urea para el primer periodo se muestran en el Cuadro 3. Aplicando el método de comparación de media Tukey al 5%, se pudo comprobar que existió diferencia entre las medias de los tratamientos. La panca de arroz amonificada alcanzó un promedio general de 48,05%, la fracción tallo obtuvo la mejor digestibilidad con 52,96%, el menor porcentaje lo registró la fracción hojas (45,96%). Por otra parte, valores inferiores a los antes mencionados se presentaron para el tratamiento de panca sin amonificación, especialmente para la fracción de las hojas con una digestibilidad in vitro de 38,88%.

Cuadro 3: Digestibilidad de fracciones de la panca de arroz con y sin amonificación (Primer periodo).

Fracción de la planta	Tratamientos	
	Amonificada	Sin amonificar
Tallo	52,96	43,65
Tallo y hojas	47,7	40,7
Hojas	45,86	38,88
Promedio general	48,84	41,08
Significancia estadística	**	**
Coeficiente de variación (%)	1,16	

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 1,42507
Error: 0,2700 gl: 12

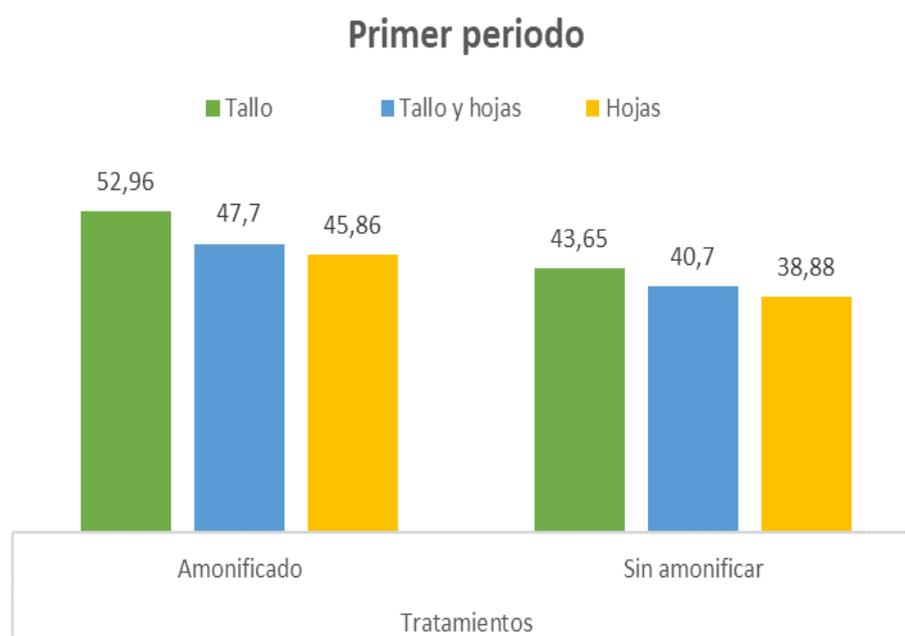


Gráfico 4: Porcentaje de digestibilidad in vitro de la panca de arroz pura y amonificada (Primer periodo).

3.1.2 Segundo periodo

Según el análisis de varianza ANOVA se pudo demostrar una alta significancia estadística ($P < 0,0001$) en el primer factor Amonificación, para el segundo factor correspondiente a las fracciones de la planta y para su interacción, con un coeficiente de variación de 1,06% (Cuadro 4).

Cuadro 4: Cuadro de Análisis de la Varianza (Segundo periodo).

F.V	Sc	Gl	Cm	F	P-valor
Modelo.	322,35	5	64,47	290,51	<0,0001
Amonificación (Amonif)	235,37	1	235,37	1060,64	<0,0001
Fracciones (Frac)	80,57	2	40,28	181,52	<0,0001
Amonif*Frac	6,41	2	3,2	14,44	0,0006
Error	2,66	12	0,22		
Total	325,01	17			

Aplicando el método de comparación de media Tukey al 5% se pudo evidenciar que existió diferencia entre las medias de los tratamientos (Cuadro 5). El tratamiento de panca de arroz amonificada fue el más destacado con un promedio general de 48,25%. La fracción del tallo del mismo tratamiento alcanzó el mejor promedio con 51,51%, mientras que el menor porcentaje lo registró la fracción hojas (46,17%). Por lo tanto, el tratamiento con menor valor lo registra la panca de arroz sin amonificar con una digestibilidad in vitro general de 41,02%, alcanzando su mayor digestibilidad en la fracción tallos (43,25%), mostrándose inferior en la fracción hojas.

Cuadro 5: Digestibilidad de fracciones de la panca de arroz con y sin amonificación (Segundo periodo).

Fracción de la planta	Tratamientos	
	Amonificada	Sin amonificar
Tallo	51,51	43,25
Tallo y hojas	47,07	41,51
Hojas	46,17	38,3
Promedio general	48,25	41,02
Significancia estadística	**	**
Coefficiente de variación (%)		1,06

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 1,42507
Error: 0,2700 gl: 12

La digestibilidad in vitro de la panca de arroz para ambos tratamientos durante los dos periodos se manifestó mayor en los tallos, siendo lo contrario para las hojas, debiéndose a factores en los que se desarrolló el cultivo de arroz antes de su cosecha y posterior a ello a la lignificación de la misma como efecto de

defensa ante dicha situación. Cabe recalcar que las hojas más lignificadas se tornan difíciles de poder aprovechar los componentes de celulosa y hemicelulosa de la pared celular.

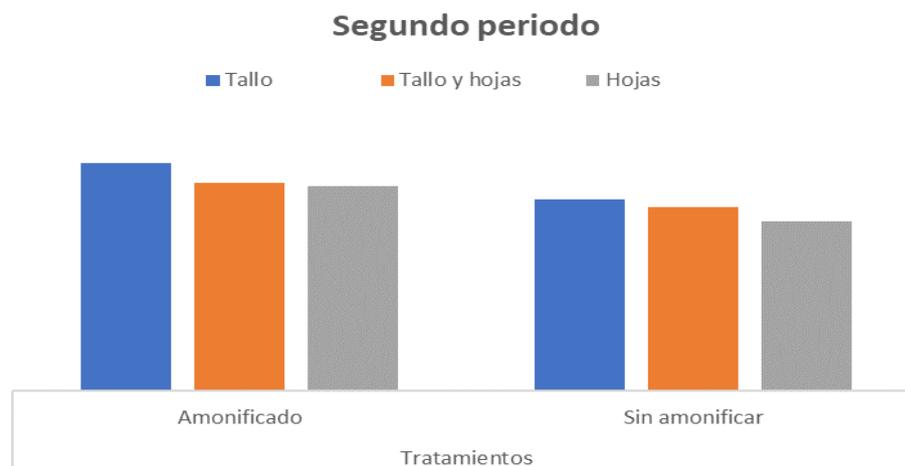


Gráfico 5: Porcentaje de digestibilidad in vitro de la panca de arroz pura y amonificada (Segundo periodo).

Sánchez Laiño, y otros, (2015), consideran que el rastrojo de arroz posee un valor nutritivo bajo (PC 4.66%), además mencionan que la digestibilidad in vitro de este subproducto es de 41.4%. Además, Bartaburu y col, (2008) mencionan que la paja de arroz contiene altos valores de FDN (fibra detergente neutro) con alto contenido de sílice, lo cual afecta negativamente la digestibilidad de la paja (37-53%). Sin embargo, ensayos realizados con ovinos y bovinos, se dio la comparación de la paja tratada con amoniaco anhidro y paja sin tratar, Alberti y col, (1982), evidenciaron valores de 36,8% para la paja sin tratar y 45,8 la que fue tratada, valores que se correlacionan en cierto punto con los encontrados en este estudio.

Por otro lado, Castellanos, (2015), obtuvo mayores porcentajes de digestibilidad in vitro utilizando panca de maíz tratada con urea al 3 y 6% (61,17 y 66,59%), a diferencia de la variable de estudio de digestibilidad in vitro de fibra detergente neutro donde obtuvieron valores de 48,15% para la panca de maíz pura, asemejándose a los valores obtenidos en el presente estudio con otra gramínea como es el caso de la panca de arroz.

V. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en la investigación realizada, se concluye lo siguiente:

La digestibilidad en vitro de la panca de arroz tratada con urea al cuatro por ciento, se incrementó en 52,96 por ciento, en relación a la panca de arroz sin tratada que fue de 38,88 por ciento en el primer periodo.

En el segundo periodo, la interacción panca amonificada con fracción tallo, la digestibilidad en vitro fue de 51,51% y sin amonificar con fracción hojas con una digestibilidad in vitro de 38,30%.

VI. RECOMENDACIONES

Utilizar panca de arroz tratada con urea al cuatro por ciento para aumentar la digestibilidad y adicinarla en las dietas de los rumiantes.

Evaluar la proteína bruta y energía de la panca de arroz tratada con urea al cuatro por ciento en la alimentación de rumiantes.

Realizar estudios similares de digestibilidad en residuos de cosecha con diferentes niveles de urea.

Evaluar la digestibilidad in vitro de la panca de arroz con diferentes dosis de urea y con diferente tiempo de amonificación.

VII. RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en la Hacienda La Delia, ubicada en el cantón Baba de la provincia de Los Ríos. El objetivo de esta investigación fue evaluar la digestibilidad in vitro de la panca de arroz tratada con urea. Se utilizó Panca de arroz sin amonificar 1kg, fundas de polietileno y balanza gramera. Para este estudio se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial de 2x3. Para la evaluación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5%. Se evaluaron la digestibilidad in vitro de la panca de arroz tratada con urea y sin urea. Aplicando el método de comparación de media Tukey al 5% se pudo comprobar que existió diferencia entre las medias de los tratamientos. Los resultados obtenidos fueron: en el primer factor, la panca de arroz amonificada alcanzó un promedio de 48,84%. En el segundo factor, la fracción tallo alcanzó el mejor promedio con 48,31%. En la interacción el mejor tratamiento fue la panca amonificada con fracción tallo con 52,96% y el menor valor lo registra la panca de arroz sin amonificar con fracción hojas con una digestibilidad in vitro de 38,88%. En el primer factor, la panca de arroz amonificada alcanzó un promedio de 48,25%. En el segundo factor, la fracción tallo alcanzó el mejor promedio con 47,38%. En la interacción el mejor tratamiento fue la panca amonificada con fracción tallo con 51,51%. Una vez realizado los análisis se determinó que la panca amonificada tiene mayor digestibilidad que la panca sin amonificar y los mejores resultados se ubican en el primer periodo.

Palabras claves: panca amonificada, digestibilidad in vitro, amonificación

VIII. SUMMARY

This investigation was carried out at Hacienda La Delia, located in the Baba canton of the Los Ríos province. The objective of this research was to evaluate the in vitro digestibility of rice panca treated with urea. Unammonified rice pan 1kg, polyethylene bags and gramera scale were used. A completely randomized design with a 2x3 bifactorial arrangement was used for this study. The 5% Tukey test was used for the evaluation of means. The in vitro digestibility of rice panca treated with urea and without urea was evaluated. Applying the Tukey mean comparison method to 5%, it was possible to verify that there was a difference between the means of the treatments. The results obtained were: in the first factor, the ammonified rice pan reached an average of 48.84%. In the second factor, the stem fraction reached the best average with 48.31%. In the interaction, the best treatment was the ammonified pan with stem fraction with 52.96% and the lowest value is recorded by the unammonified rice pan with leaf fraction with an in vitro digestibility of 38.88%. In the first factor, the ammoniated rice pan reached an average of 48.25%. In the second factor, the stem fraction reached the best average with 47.38%. In the interaction, the best treatment was the ammonified pan with stem fraction with 51.51%. Once the analyzes had been carried out, it was determined that the ammonified pan has higher digestibility than the unammonified pan, and the best results are located in the first period.

Key words: ammonified pan, in vitro digestibility, ammonification

IX. LITERATURA CITADA

- Arias Torres, R. A. (2019). Caracterización físico-química de residuos agroindustriales como insumo para la alimentación bovina. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec>
- Aapresid. (4 de junio de 2015). El afrecho de arroz, un subproducto regional de importancia para la alimentación de los vacunos. Obtenido de <https://www.aapresid.org>.
- Agencia de Cooperación Internacional del Japón. (s.f de s.f de s.f). Tipos de ganado Bovino. Obtenido de JICA: <https://www.jica.go.jp>
- Animal Science. (12 de diciembre de 2012). Determining feed digestibility. Obtenido de Animal science: <http://explainagainplease.blogspot.com>
- Aranda I, E. M., Ramos J, J. A., Mendoza M, G. D., & Salgado G, S. (9 de Enero de 2018). Utilización de la caña de azúcar en la alimentación bovina, el desarrollo de sus tecnologías y la alternativa para los periodos de sequía.
- Aranguren-Méndez, J., Román-Bravo, R., Villasmil-Ontiveros, Y., & Yáñez Cuellar, F. (2007). Evaluación genética de la ganadería mestiza doble propósito en Venezuela. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, 15(1), 241-250. Obtenido de <http://www.bioline.org.br>
- Arellano Vicente, Isaí, Pinto Ruíz, René, Guevara Hernández, Francisco, Reyes Muro, Luis, Hernández Sánchez, David, & Ley de Coss, Alejandro. (2016). Caracterización del uso directo del rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) por bovinos. Revista mexicana de ciencias

agrícolas, 7(5), 1117-1129. Recuperado en 28 de agosto de 2020, de <http://www.scielo.org.mx>.

- Bartaburu, D., Montes, E., & Pereira, M. (s.f de s.f de s.f). Utilización de la paja de arroz en la alimentación animal. Obtenido de Sitio Argentino de Producción animal: <http://www.produccion-animal.com.ar>
- Bravo Vargas, Á. R., & Velez Saeteros, R. D. (s.f de septiembre de 2019). Degradación del ensilaje del bagazo de la caña de azúcar amonificado a diferentes tiempos de fermentación como alimento de ganado bovino en época seca.
- Cazzuli, F., Clarige, J., Larratea, F., Porcile, V., & Chalkling, D. (7 de julio de 2017). Validación de autoconsumo con afrechillo de arroz sobre campo natural. Obtenido de INIA Uruguay - Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria: <https://www.engormix.com>.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical. (24 de marzo de 2006). Uso de la yuca en la Alimentación Animal. Obtenido de Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la investigación y al Desarrollo de la Yuca, CLAYUCA: <http://ciat-library.ciat.cgiar.org>.
- Contexto Ganadero. (21 de diciembre de 2016). Vigor híbrido, un atributo de gran importancia en el ganado. Obtenido de <https://www.contextoganadero.com>.
- Díaz Botello, J. R. (s.f de agosto de 2016). Complementación estratégica del ganado bovino con bloques multinutricionales de melaza urea en agostaderos naturales con especies arbóreas forrajeras. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad.

- Esquivel Valverde, V. (junio de 2011). Bloques Multinutricionales. Obtenido de Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica: <http://www.mag.go.cr>
- Fernández Mayer, A. (7 de abril de 2014). Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina. Obtenido de http://www.produccionanimal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/120-Transformacion_de_subproductos.pdf
- Gane, G., Flores, G., & Sampedro, D. H. (23 de marzo de 2009). Mejoramiento de la calidad del heno de paja de arroz con tratamiento alcalino. Obtenido de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/mejoramiento-calidad-heno-paja-t27873.htm>
- González, V., & Tapia, M. (2017). Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Obtenido de Manuel Bovino de Carne: <https://www.inia.cl/>
- Gutierrez Vásquez, E., & Ayala Burgos, A. (octubre de 2016). Buenas prácticas de alimentación. Obtenido de Elaboración y complementación estratégica con bloques multinutricionales de melaza-urea: <https://www.researchgate.net>
- Jiménez, D. M. (2015). Implementación de sistemas silvopastoriles (ssp) con altas densidades de arbustos forrajeros modelo de banco de proteína con cercas eléctricas en predios del municipio de Guateque, Sutatenza (Boyacá) y Tibirita (Cundinamarca). Recuperado de: <https://repository.unad.edu.co>: A Review. *Ecronicon nutrition*, 14(1), 68-74. Obtenido de <https://www.ecronicon.com>.
- La Prensa. (13 de junio de 2001). Cascarilla de arroz como suplemento alimenticio. Obtenido de <https://www.laprensa.com>.

- Lachmann, M., & Araujo-Febres, O. (s.f de noviembre de 2000). La estimación de la digestibilidad en ensayos con rumiantes. Obtenido de ResearchGate: <https://www.researchgate.net>.
- MAG. (26 de agosto de 2016). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Obtenido de Lo mejor de la raza Charoláis presente en la Feria Blanca: <https://www.agricultura.gob.ec/lo-mejor-de-la-raza-charolais-presente-en-la-feria-blanca-este-26-de-agosto/>
- Martínez Vilorio, F. (17 de marzo de 2020). Banco de proteínas. Obtenido de Info Pastos y Forrajes.com: <https://infopastosyforrajes.com/bancos-de-forraje/bancos-de-proteina/>
- Marizancén Silva, M. A., & Artunduaga Pimentel, L. (DICIEMBRE de 2017). Revista de Investigación Agraria y Ambiental. Obtenido de Mejoramiento genético en bovinos a través de la inseminación artificial y la inseminación a tiempo fijo.
- Núñez Torres, O. P., & Rodríguez Barro, M. A. (s.f de s.f. de 2019). Subproductos agrícolas, una alternativa en la alimentación de ruminantes ante el cambio climático. Obtenido de Journal of the Selva Andina Animal Science: <https://core.ac.uk/download/pdf/268403117.pdf>
- NutriNews. (28 de agosto de 2020). Beneficios de la yuca para la alimentación animal. Obtenido de <https://nutricionanimal.info/beneficios-de-la-yuca-para-la-alimentacion-animal/>
- Perulactea. (12 de octubre de 2017). Yuca: Interesante Alternativa Nutricional para Vacas Lecheras. Obtenido de <http://www.perulactea.com>

- Reyes-Muro, Luis; Camacho-Villa, Tania Carolina y Guevara-Hernández, Francisco. (Coords.). (2013). Rastrojos: manejo, uso y mercado en el centro y sur de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico Núm. 7. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. i-viii, 1-242 p.
- Rosas, D., Ortiz, H., Herrera, J., & Leyva, O. (2016). Revalorización de algunos residuos agroindustriales y su potencial de aplicación a suelos agrícolas. Agroproductividad.
- Mancilla, L. 2011. La Amonificación. Documento (en línea) Consultado: 3 de junio del 2020. Disponible en: www.produccionynegocio.com.
- Tilley, J., & Terry, R. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and Forage Science*, 18(2), 104-111. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>
- Tobal, C. (s.f de s.f de s.f). Evaluación de los alimentos a través de los diferentes métodos de digestibilidad. Obtenido de Biblioteca Universidad Nacional de la Pampa: <https://www.researchgate.net>
- Vilaboa Arroniz, J., Juárez Lagunez, F., & Díaz Rivera, P. (2009). Sitio Argentino de producción animal. Obtenido de La caña de azúcar (*Sacharum officinarum*): una alternativa para la sustitución del maíz (*Zea mays*) en alimentación de bovinos de engorda.

APÉNDICE

Gráfico 10: Reporte de Análisis Bromatológico (Digestibilidad In Vitro) de la Panca de Arroz del Primer Periodo

	<p>AGROLABPOR LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 16 Vía Portoviejo – Santa Ana Portoviejo – Ecuador Teléfono: 032517119</p>
---	--

REPORTE DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

(Digestibilidad In Vitro)

<p>DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Manuel Cedeño Dirección : Babahoyo Ciudad : Babahoyo Teléfono : N.A. Fax : N/E</p>	<p>DATOS DE MUESTRA Nombre : FACIAG - San Pablo Provincia : LOS RIOS Cantón : BABAHOYO Parroquia : Clemente Baquerizo Ubicación : Vía Babahoyo – Montalvo km 7,5</p>	<p>PARA EL USO DEL LABORATORIO Cultivo : Arroz Nº de Reporte : 02781 Fecha de Muestreo : 22/07/2020 Fecha de Ingreso : 24/07/2020 Fecha de Salida : 12/08/2020</p>
---	---	---

Nº Muest. Laborat.	Descripción	Datos del Lote	Digestibilidad In Vitro (%)
		Identificación	
831	T1 R1	Panca Arroz Amonificada: Fracción Tallo	52,11
832	T1 R2	Panca Arroz Amonificada: Fracción Tallo	53,97
833	T1 R3	Panca Arroz Amonificada: Fracción Tallo	52,81
834	T1 R1	Panca Arroz Amonificada: Fracción Hoja	45,45
835	T1 R2	Panca Arroz Amonificada: Fracción Hoja	46,01
836	T1 R3	Panca Arroz Amonificada: Fracción Hoja	46,11
837	T1 R1	Panca Arroz Amonificada: Hoja + Tallo	47,65
838	T1 R2	Panca Arroz Amonificada: Hoja + Tallo	47,89
839	T1 R3	Panca Arroz Amonificada: Hoja + Tallo	47,55
840	T0 R1	Panca Arroz No Amonificada: Fracción Tallo	43,21
841	T0 R2	Panca Arroz No Amonificada: Fracción Tallo	43,53
842	T0 R3	Panca Arroz No Amonificada: Fracción Tallo	44,20
843	T0 R1	Panca Arroz No Amonificada: Fracción Hoja	38,89
844	T0 R2	Panca Arroz No Amonificada: Fracción Hoja	38,66
845	T0 R3	Panca Arroz No Amonificada: Fracción Hoja	39,08
846	T0 R1	Panca Arroz No Amonificada: Hoja + Tallo	40,11
847	T0 R2	Panca Arroz Amonificada: Hoja + Tallo	40,87
848	T0 R3	Panca Arroz Amonificada: Hoja + Tallo	41,13

Nota: Método empleado Tilley and Terry. COD-1547


 Ing. Agr. Julio López Muñoz, M. Sc.
Técnico del Laboratorio

Gráfica 3: Reporte de Análisis Bromatológico (Digestibilidad In Vitro) de la Panca de Arroz del Segundo Periodo

	<p>AGROLABPOR LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 16 Vía Portoviejo – Santa Ana Portoviejo – Ecuador Teléfono: 032517119</p>
---	--

REPORTE DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO
(Digestibilidad In Vitro)

<p>DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Manuel Cedeño Dirección : Babahoyo Ciudad : Babahoyo Teléfono : N.A. Fax : N/E</p>	<p>DATOS DE MUESTRA Nombre : FACIAG - San Pablo Provincia : LOS RIOS Cantón : BABAHOYO Parroquia : Clemente Baquerizo Ubicación : Vía Babahoyo – Montalvo km 7,5</p>	<p>PARA EL USO DEL LABORATORIO Cultivo : Arroz N° de Reporte : 03001 Fecha de Muestreo : 19/08/2020 Fecha de Ingreso : 24/08/2020 Fecha de Salida : 09/09/2020</p>
---	---	---

N° Muest. Laborat.	Descripción	Datos del Lote	Digestibilidad In Vitro (%)
		Identificación	
831	T1 R4	Panca Arroz Amonificada: Fracción Tallo	51,24
832	T1 R5	Panca Arroz Amonificada: Fracción Tallo	51,01
833	T1 R6	Panca Arroz Amonificada: Fracción Tallo	52,29
834	T1 R4	Panca Arroz Amonificada: Fracción Hoja	46,14
835	T1 R5	Panca Arroz Amonificada: Fracción Hoja	45,89
836	T1 R6	Panca Arroz Amonificada: Fracción Hoja	46,47
837	T1 R4	Panca Arroz Amonificada: Hoja + Tallo	46,99
838	T1 R5	Panca Arroz Amonificada: Hoja + Tallo	46,95
839	T1 R6	Panca Arroz Amonificada: Hoja + Tallo	47,28
840	T0 R4	Panca Arroz No Amonificada: Fracción Tallo	42,89
841	T0 R5	Panca Arroz No Amonificada: Fracción Tallo	42,77
842	T0 R6	Panca Arroz No Amonificada: Fracción Tallo	44,08
843	T0 R4	Panca Arroz No Amonificada: Fracción Hoja	37,98
844	T0 R5	Panca Arroz No Amonificada: Fracción Hoja	38,15
845	T0 R6	Panca Arroz No Amonificada: Fracción Hoja	38,76
846	T0 R4	Panca Arroz No Amonificada: Hoja + Tallo	41,24
847	T0 R5	Panca Arroz Amonificada: Hoja + Tallo	41,66
848	T0 R6	Panca Arroz Amonificada: Hoja + Tallo	41,64

Nota: Método empleado Tilley and Terry. COD-1547


 Ing. Agr. Julio López Muñoz, M. Sc.
Técnico del Laboratorio



Gráfica 4: Construcción y adecuación de un espacio para el almacenamiento de la panca de arroz.



Gráfica 5: Recolección y almacenamiento de la materia seca



Gráfica 6: Materiales necesarios para amonificar la panca (pesa en kg, urea, pesa gramera, balde con agua, fundas y cinta adhesiva para fijar un identificativo a cada bolsa preparadas.





Gráfica 8: preparación y llenado de la panca amonificado.



Gráfica 7: Identificación de las bolsas de acuerdo al número de días iniciado el experimento



Gráfica 9: Almacenamiento de material amonificado durante un periodo de 21 días



Gráfica 10: Visita por parte del docente tutor



Gráfica 12: Procesamiento de panca de arroz sin amonificar, fracción hojas.



Gráfica 11: Procesamiento de panca de arroz sin amonificar,



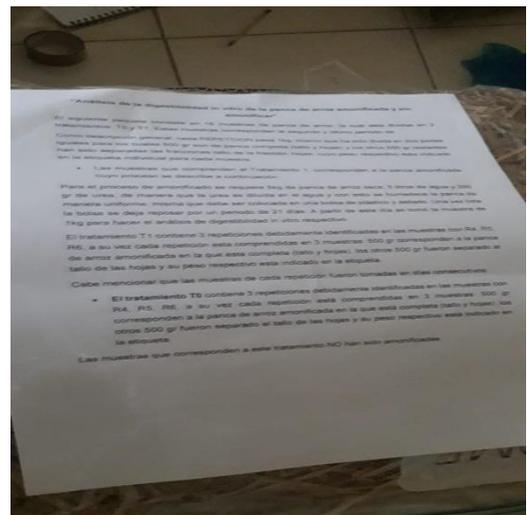
Gráfica 13: Procesamiento de panca de arroz amonificada



Gráfica 14: Pesaje de muestras previamente procesadas



Gráfica 16: Etiquetado de las muestras.



Gráfica 15: Hoja guía donde consta la descripción de las muestras.



Gráfica 18: Muestras pesadas y etiquetadas



Gráfica 17: Embalaje de las muestras para envío a el laboratorio de análisis.