

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE
SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**SISTEMA DE POSGRADO
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

TEMA:

**Identificación de Uno Entre Cuatro Híbridos de Maíz (*Zea mays*)
Para Ser Utilizado Como Forraje Para Alimentación de Ganado
Lechero en el Cantón Nobol de la Provincia del Guayas**

AUTOR:

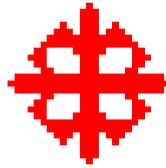
Miguel Ángel Macay Anchundia

**TRABAJO DE TITULACIÓN DE MAESTRÍA EN
SISTEMAS SOSTENIBLES DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

TUTOR:

Luis Cabrera Terán M. Sc.

**Guayaquil – Ecuador
2015**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Ing. Agr. Miguel Ángel Macay Anchundia como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Magíster en Sistemas Sostenibles de Producción Animal.

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Luis Cabrera Terán Mg. Sc.

REVISOR METODOLÓGICO

Dr. José Álvarez Alvarado, M. Sc.

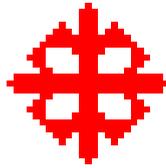
REVISOR DE CONTENIDO

Ing. Noelia Caicedo Coello, M. Sc.

DIRECTOR MAESTRÍA

Ing. John E. Franco Rodríguez, M. Sc.

Guayaquil, a los 25 días del mes de junio del año 2015



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Miguel Ángel Macay Anchundia

DECLARO QUE:

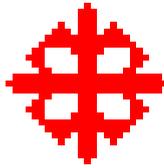
La Tesis “Identificación de uno entre cuatro híbridos de maíz (*Zea mays*) para ser utilizado como forraje para alimentación de ganado lechero en el cantón Nobol de la provincia del Guayas” previa a la obtención del Grado Académico de Magíster, ha sido desarrollada en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de la tesis del Grado Académico en mención.

Guayaquil, a 25 días del mes de junio del año 2015

EL AUTOR

Miguel Ángel Macay Anchundia



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO

AUTORIZACIÓN

Yo, Miguel Ángel Macay Anchundia

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución de la Tesis de Maestría titulada: “IDENTIFICACIÓN DE UNO ENTRE CUATRO HÍBRIDOS DE MAÍZ (*Zea mays*) PARA SER UTILIZADO COMO FORRAJE PARA ALIMENTACIÓN DE GANADO LECHERO EN EL CANTÓN NOBOL DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a 25 días del mes de junio del año 2015

EL AUTOR

Miguel Ángel Macay Anchundia

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres, que a pesar de no estar conmigo físicamente, siempre fueron, son y serán mi mayor inspiración para seguir adelante, superándome y alcanzando cada día nuevas metas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la sabiduría necesaria, salud y la capacidad de tomar cada día las decisiones más acertadas. A mi familia por haber sido siempre mi apoyo en este proyecto de vida que está apenas empezando un nuevo período y a mi esposa por incentivar-me a crecer, a terminar mis proyectos inconclusos y a iniciar otros nuevos siempre con miras en ser una mejor persona y tener una mejor calidad de vida.

ÍNDICE

CONTENIDO

1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Descripción del objeto de investigación.....	3
1.3. Justificación.....	3
2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	6
3. OBJETIVOS	7
3.1. General	7
3.2. Específicos	7
4. MARCO TEÓRICO.....	8
4.1. Ganadería bovina en América Latina.....	8
4.2. Ganadería bovina en Ecuador	10
4.3. Conceptos generales.....	13
4.3.1. Proteína cruda.....	13
4.3.2. Materia seca.....	13
4.3.3. Forraje verde.....	13
4.3.4. Palatabilidad	13
4.4. Descripción botánica de las gramíneas	14
4.4.1. Raíz.....	15
4.4.2. Tallos	15
4.4.3. Hojas.....	15
4.4.4. Inflorescencias.....	15
4.4.5. Flores	16
4.4.6. Fruto.....	16
4.5. Características de los pastos más comunes en la costa ecuatoriana.....	16
4.5.1. <i>Panicum maximum</i>	16
4.5.2. <i>Brachiaria brizantha</i> y <i>decumbens</i>	18
4.5.3. Manejo de pasturas en América Latina	21
4.5.4. Manejo de pasturas en la costa ecuatoriana.....	25
4.6. Forrajes en alimentación bovina	28
4.7. Características del maíz.....	36
4.7.1. Clasificación taxonómica	36
4.7.2. Origen	36
4.7.3. Descripción del maíz	37
4.7.4. Producción y uso de maíz en América Latina	39
4.7.5. Producción y uso de maíz en Ecuador.....	46
4.7.6. Híbridos INIAP 601, AGRI 104, Trueno y Somma.....	48
5. HIPÓTESIS.....	50
6. METODOLOGÍA.....	51
6.1. Enfoque	51
6.2. Ubicación del trabajo	51
6.3. Equipos y materiales	52
6.4. Variables.....	52
6.4.1. Variables en estudio.....	52
6.4.2. Medición de las variables	53

7. PLAN DE TRABAJO.....	54
7.1. Metodología de trabajo.....	54
7.1.1. Formación de las parcelas.....	54
7.1.2. Manejo de las parcelas.....	54
7.2. Diseño experimental.....	55
7.3. Prueba de Hipótesis.....	55
7.3.1. Hipótesis a contrastar con la prueba de Duncan en un diseño completamente al azar.....	55
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
8.1. Forraje verde y materia seca por hectárea.....	57
8.1.1. Forraje verde por hectárea.....	57
8.1.2. Materia seca por hectárea.....	58
8.2. Calidad bromatológica.....	59
8.3. Costos de producción de maíz para forraje.....	60
8.3.1. Insumos.....	61
8.3.2. Mano de obra.....	61
9. CONCLUSIONES.....	64
10. RECOMENDACIONES.....	65
11. BIBLIOGRAFÍA.....	66

1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes

En Ecuador se nota la clara necesidad de hacer investigación agropecuaria desde sus principios básicos. En el caso de la producción bovina se inicia en la caracterización del suelo y la producción de forraje basada en los pastos nativos o naturalizados y el mejoramiento de los mismos.

Con un manejo adecuado o uso de variedades mejoradas y conociendo de antemano que la producción bovina en el país se basa en forrajes y muy poco se trabaja con suplementos alimenticios, se puede ofrecer comida en otras presentaciones como pueden ser los residuos de cosecha y plantas forrajeras.

Se debe considerar además que a muchos de los forrajes que se utilizan en alimentación bovina, se les puede dar un proceso adicional de ensilaje, henilaje o heno que permita almacenar el excedente de producción de una época y compensar su déficit en temporada de escasez, consiguiendo así un aumento en la productividad al permitir aumentar la carga animal por unidad de área. Por otro lado está el beneficio que presenta para el agricultor el uso de sus residuos de cosecha y a futuro probablemente un ingreso adicional por ésta actividad.

Se conoce que en Ecuador buena parte de la producción de pastos se encuentra en pendientes (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2000), zonas inundables y/o de difícil acceso ya que, tradicionalmente, se han utilizado los suelos fértiles, cercanos a fuentes de agua y con muy poca pendiente para desarrollo urbano o para cultivar productos de consumo masivo que satisfacen básicamente el mercado interno y complementariamente el mercado de exportación dejando los suelos menos fértiles y de acceso complicado para la producción pecuaria siendo la más afectada en este sentido los sistemas de ganadería bovina tradicionales de pastoreo ya sea rotativo, intensivo, semintensivo o incluso extensivo.

Vélez, Hincapié, Matamoros y Santillán (2002), mencionan que en condiciones de trópico, donde se encuentra ubicado Ecuador, se encuentran producciones de ganado bovino de doble propósito en áreas alejadas del mercado y en zonas cálidas por lo general, coincidiendo con el hecho de que la explotación ganadera está cada vez más relegada a zonas marginales, distantes y en muchas ocasiones de difícil acceso.

Además, vale la pena recordar que otros sistemas de producción como en el caso de las aves y los cerdos se manejan en galpones y no a campo abierto como los bovinos ayudando de esta forma a que se puedan establecer producciones avícolas y porcícolas con un mayor número de animales por unidad de área y siendo casi irrelevantes las condiciones de suelo o clima donde se ubican estas instalaciones. Es así como se complementaría de manera ideal el uso de tierras fértiles para producción de maíz ya sea para consumo o para la venta, con la producción bovina, más aún en un sector donde las tierras para producir pastos son escasas y la necesidad de alimento para ganado aumenta.

Lo mencionado previamente coincide con Vélez *et al.* (2002), que para el caso de la ganadería bovina, el ritmo de crecimiento ha sido bastante lento, considerando que para plantales de aves y cerdos es más fácil fabricar galpones donde se puedan controlar los factores climáticos mientras que los bovinos deben tolerar las condiciones climáticas, edáficas y de provisión de agua acorde al sitio donde se ubique la producción ya que con un buen manejo sólo se puede reducir o incrementar la incidencia de los factores climáticos sobre los animales mas no controlarlos.

Se debe tener en cuenta también que, debido a la naturaleza de los rumiantes y su capacidad para asimilar la fibra vegetal, es ésta la manera más económica, fácil, práctica y viable para su alimentación sin necesidad de que se convierta en competencia por alimentos con el ser humano como sería en caso que se alimentaran con granos únicamente.

La literatura y las prácticas actuales también demuestran que los rumiantes pueden alimentarse con residuos de producciones agrícolas e incluso pecuarias siendo ésta una manera de complementar la producción agropecuaria y de ser más eficientes tanto en el uso de la tierra como en el uso de residuos logrando ser más amigables con el ambiente.

1.2. Descripción del objeto de investigación

Este proyecto de tesis busca estudiar la complementariedad de la producción de maíz con la producción bovina y cambiar de cierto modo la idea de alimentar este tipo de ganado únicamente con pastoreo tradicional, extensivo o rotativo, además de buscar una alternativa de uso de los residuos de cosecha del productor de maíz y evitar una posible contaminación ambiental debido a la quema de los mismos.

Además, el productor agrícola puede cambiar su producción de maíz para grano a maíz para forraje siendo esta última una posibilidad de obtener mayores ingresos ya que se estaría comercializando la planta entera reduciendo así los residuos de cosecha.

Por otro lado, al cosechar maíz para forraje, se adelanta la edad de corte del mismo permitiendo aumentar el número de cosechas por año, más aún si se cuenta con un sistema de riego, dando la facilidad de poder producir permanentemente siendo esto además un aporte a la producción bovina ya que, en sitios donde son escasos los pastizales, los forrajes de otra procedencia son el complemento alimenticio ideal que además se mantendría de manera continua y estable durante todo el año.

1.3. Justificación

En la actualidad, se deben considerar varios aspectos para tomar la decisión de cambiar o complementar un sistema de producción bovino tradicional con uno menos difundido en nuestro medio como puede ser el uso de heno, ensilaje o

henilaje e incluso forrajes verdes frescos para la producción de alimento de buena calidad y características bromatológicas y de palatabilidad que permitan que los animales se nutran apropiadamente y obtengan todos los beneficios que el pasto tradicional les ofrecería.

Es así como se pueden desarrollar proyectos de producción de maíz donde el agricultor se vea además beneficiado al no tener que deshacerse de los residuos de cosecha sino que los pueda aprovechar al usarlos como forraje ya sea para su propia producción bovina o para terceros siempre que el producto resultante presente un alto rendimiento, un valor biológico adecuado sin dejar de lado el costo/beneficio que su proceso implicaría.

El Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (2012), hace referencia a un caso particular sucedido en Argentina, donde, debido a las condiciones climáticas, los productores de maíz se quedaron con una cosecha sin grano por lo que no pudieron vender su producción granífera, sin embargo, una producción de bovinos en establo, o feedlot, les compró su producción de forraje calculando el volumen de materia seca producida por hectárea, restando costo de flete y negociando el picado de la planta.

Esta situación es una muestra clara de que la producción de maíz para forraje no sólo puede ser rentable sino que además, en casos particulares, puede ser una manera de disminuir las pérdidas en condiciones adversas e incluso con la probabilidad de obtener ganancias al respecto.

Por lo mencionado, este trabajo busca la manera de producir maíz de una manera eficiente, viable y factible para el productor, que la “panca” (partes de la planta que no se desean para consumo humano) de la misma sirva como complemento alimenticio para una producción bovina cercana a la zona sin que esto signifique un aumento en los costos de producción de ninguna de las dos actividades y por el contrario sean complementarias. Además se debe considerar que un ensilaje preparado correctamente puede durar varios años sin usarse y sin perder sus características bromatológicas lo que podría significar que, en caso de que hubiese una época de sobreproducción de forraje, podría guardarse el mismo

para cuando las condiciones ambientales y productivas provoquen la necesidad de alimento para ganado sin que esto signifique un aumento exagerado del costo del mismo.

Con base en esto y respaldado en la literatura consultada, se puede decir que el planteamiento de este proyecto de tesis se fundamenta de manera correcta en cuanto al mantenimiento del pasto como base forrajera de la producción bovina y con la implementación de recursos biológicos disponibles y a bajo costo que ayudarían al mejoramiento de la producción sin necesidad de caer en costos adicionales por el reemplazo de pasturas ni con la demora productiva de lo que ello representaría pero agregar además el uso de alimentos complementarios como el forraje de maíz que permita obtener una mayor producción por unidad de área, un mejor uso y conservación del suelo y sin necesidad de aumentar significativamente los costos de producción.

Además, considerando los diferentes resultados obtenidos en cuanto a rendimientos de maíz en Ecuador, se puede concluir que el agricultor no está sacando el 100% del potencial productivo de los diferentes híbridos que está utilizando para producción de grano y algo similar ocurriría con la producción de forraje de maíz existiendo aquí un alto potencial, más aún si es factible utilizarlo o venderlo y sacar posiblemente una mayor rentabilidad que al destinar la producción para grano.

2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- 1.** ¿Cuál es el rendimiento promedio de cada híbrido de maíz como forraje verde?
- 2.** ¿Cuál es el híbrido de maíz que mejor se adapta a las condiciones de forraje para alimentación de ganado lechero en el cantón Nobol?
- 3.** ¿Qué híbrido de maíz presenta mejores características bromatológicas para alimentación de ganado bovino en producción lechera?
- 4.** ¿Cuál es el costo/beneficio del uso de maíz como forraje verde para alimentación bovina?

3. OBJETIVOS

3.1. General

El objetivo general de este proyecto es analizar el rendimiento de cuatro híbridos de *Zea mays* para alimentación de ganado lechero en la provincia de Guayas e identificar el que mejor se adapte a las condiciones tropicales del cantón Nobol.

3.2. Específicos

Son objetivos específicos de este proyecto:

1. Encontrar cuál es el híbrido más eficiente productivamente y con mejores características forrajeras para el cantón Nobol.
2. Medir el rendimiento promedio de cada híbrido para su posterior uso en alimentación de ganado lechero.
3. Analizar la calidad bromatológica de forraje de maíz como alimento para ganado lechero.
4. Determinar la relación costo/beneficio del uso de maíz como forraje.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Ganadería bovina en América Latina

Acorde a Milera (2011), la actividad humana a nivel global es cada vez más difícil de sostener, más aun siendo que el consumo mundial ha crecido en un 28% en 50 años pero sigue creciendo la brecha entre ricos y pobres y la capacidad de regeneración de los recursos naturales ya fue sobrepasado por los humanos sin embargo aún hay recursos que se pueden utilizar para conservar la biodiversidad y la producción ganadera pero esto implica dejar el modo tradicional de manejo de hatos por uno más amigable con el ambiente que además va a traer beneficios implícitos como una oferta de forraje de mejor calidad y más variada y la obtención de otros recursos independientes de la producción bovina.

Por otra parte, los sistemas de producción en América Latina, acorde a Vélez *et al.* (2002), deben verse como otro medio de producción de alimento para el ser humano ya que, con relación a los productos vegetales, la producción de calorías y proteína por unidad de área es mucho mayor y para el caso del trópico, debe incrementar más aún esta producción debido al crecimiento de la población y el aumento de la demanda de productos de origen animal.

Según Quero, Enríquez y Miranda (2007), en Latinoamérica, la producción bovina depende de las gramas nativas o introducidas pero se usan en zonas no aptas para producción intensiva, todo esto debido a que la producción agrícola ocupa cada vez más las áreas óptimas para ganadería y van desplazando esta actividad a zonas marginales, de bosque nativo o no perturbado provocando además un desequilibrio ecológico que trae como consecuencia un avance del desierto tanto en zonas agrícolas como ganaderas incrementando más aún el desequilibrio mencionado previamente.

Villanueva, Ibrahim, Ríos y Suárez (2008), mencionan a la ganadería tradicional latinoamericana como extensiva, con baja productividad y poco ecoamigable sin embargo, se han realizado estudios respecto a la disponibilidad

de pasturas en presencia de cobertura arbórea en los potreros, es decir, que haya presencia de árboles que, siendo leguminosos, ayudan a mejorar las condiciones de suelo y además pueden ofrecer un forraje alternativo como complemento alimenticio en la época seca y mejorar la productividad del hato.

Vélez *et al.* (2002), mencionan diferentes sistemas de producción en América Latina, por ejemplo, en Brasil se alcanzaron niveles de producción similares entre una zona tropical con vacas a pastoreo pero con suplemento de balanceado y vacas solamente en pastoreo pero en condiciones de subtrópico, lo que indica claramente la diferencia entre las dos zonas y las bondades que presta la segunda con relación a la primera para facilidad de producción.

Quero *et al.* (2007), plantean alternativas para mejorar la eficiencia productiva de los ganaderos de Latinoamérica, como el uso de especies nativas subvaloradas, aprender a medir y valorar la eficiencia de los hatos, el mejoramiento de los pastizales existentes y su correcto y adecuado manejo, implementar áreas de descanso y hacer un uso racional de los forrajes considerando su naturaleza y las condiciones climáticas en que se encuentran.

Por otro lado, Vélez *et al.* (2002), hacen referencia que en condiciones semihúmedas y altura de 800 m.s.n.m. en Honduras, se realiza una rotación de potreros de 12 horas cada 20 días en época de lluvias y se alimenta con ensilaje de maíz y *Panicum maximum* y heno en la temporada seca con un suplemento de balanceado obteniendo buenas producciones y alta rentabilidad.

Asimismo, Milera (2011), menciona que la producción ganadera en Cuba tiene una mayor productividad y a la vez ecoamigable al hacer uso de sus recursos de manera eficiente, produciendo alimento suficiente en cantidad y calidad para su ganadería, la alimentación ayuda al cuidado del suelo, el agua y el ambiente en general al disminuir la cantidad de metano que se produce y al final de toda la cadena, obtener un producto de buena calidad para consumo humano.

Vélez *et al.* (2002), hacen también una propuesta respecto a los sistemas de producción actuales en el trópico y toman como referencia a Nueva Zelanda,

donde la producción es estacional, es decir, programan los partos de los animales acorde a la época del año y la demanda de productos lácteos, así pueden concentrar la mano de obra para atención de partos y animales en ordeño y en la temporada donde no se produce leche, se dedican a actividades complementarias, por otro lado, existe un ahorro al reducir los costos de transporte ya que el mismo volumen de leche se moviliza en menos tiempo, además de un ahorro en electricidad al concentrar la actividad de ordeño en una misma época.

Como se puede apreciar, de un modo general, bajo diferentes condiciones edafoclimáticas se presentan también diferentes sistemas de producción adaptados a ellas por lo que queda claro que lo ideal es buscar las actividades ideales para cada condición y adaptarlas de la mejor manera al sistema de producción que se tiene o espera tener, buscando siempre aumentar la productividad, ser lo más eficientes posible y amigables con el ambiente.

4.2. Ganadería bovina en Ecuador

En la actualidad, en todo el país, se puede apreciar el alto nivel de migración de la población hacia las zonas periurbanas y marginales y en muchos casos, estas personas viven bajo niveles de pobreza extrema, necesidad de servicios básicos e incluso de alimentos.

Estas condiciones se pueden presentar también en ciertas ocasiones con la producción agropecuaria, como cuando el perímetro urbano crece y provoca una disminución de la frontera agrícola, dejando cada vez menos tierras para producir y obligando al productor a ser más eficiente buscando la manera de complementar su cadena productiva cuando sus recursos propios no le son suficientes.

Justamente, debido a esa reducción del área productiva ganadera, el manejo de pastizales en las diferentes zonas del país está siendo tomado más en cuenta ya que en muchos casos, el número de animales va en aumento mientras que el área para pastoreo decrece por lo que es necesario buscar alimentos complementarios que permitan mantener la producción bovina estable sin que esto implique un aumento significativo en los costos de producción.

Es así como se están introduciendo variedades de pasto de mayor productividad, más resistencia, recuperación más rápida y sistemas de rotación de potreros más eficientes o de alimentación con pasto de corte pero además, existen las opciones de suplementos alimenticios y/o alimentos conservados en forma de heno, henilaje o ensilaje.

Vélez *et al.* (2002), aclaran que para aumentar la producción es necesario que se vuelvan más productivas las explotaciones más numerosas que a la vez son las menos avanzadas, buscando siempre llegar a ser producciones intensivas, con ganado mejorado y un excelente manejo y siendo muy eficientes en el uso de recursos ya que lo ideal es poder competir con precios de productos más bajos pero sin dejar de ser altamente productivos, más aún si se considera que países desarrollados cuentan con subsidios agropecuarios lo que les permite producir a más bajo costo.

Pero se debe tener presente que en casos como cuando E.E.U.U. y la comunidad europea eliminaron total o parcialmente algún tipo de estos subsidios, los productores dejaron de ser tan eficientes y muchos de ellos, los más pequeños debieron dejar dicha actividad. Esto se lo puede ver como un llamado de atención para prevenir dicha situación, sin embargo, es también un aviso claro de que la producción en el trópico puede ser aún más eficiente y competitiva generándose de esta manera un potencial de desarrollo en esta actividad con muy buenas perspectivas.

Gómez y Rúa (2010), mencionan que en Ecuador como en muchos países de Latinoamérica, se trabaja en producción bovina de manera muy tradicional sin tomar en cuenta parámetros técnicos, índices reproductivos y productivos que den una idea de si la explotación es rentable o no y en ocasiones, con actividades mucho más sencillas pero oportunas, se puede conseguir duplicar o hasta triplicar los rendimientos por unidad de área; un claro ejemplo de lo mencionado previamente se da cuando se compara el sistema de producción tradicional donde se ara, se fumiga y en ocasiones se fertiliza las pasturas pero los potreros son extremadamente grandes donde los animales deben pasar entre 10 y 20 días permitiendo que ellos escojan su alimento pero además ocasionando que duerman,

defequen y orinen sobre la pradera provocando pérdida de alimentos ya que ese pasto no es consumido por los animales en relación al pastoreo racional Voisin donde se realizan prácticas más amigables con el ambiente pero que además permite un aumento en la productividad de la explotación ganadera.

Además, de la mano con las prácticas que pudieran considerarse amigables con el ambiente, según mencionan Vélez *et al.* (2002), está también el hecho de que el estiércol y la orina del ganado tiene una gran consideración como fertilizantes ya sea por su contenido nutricional como por el de materia orgánica que para el caso de los suelos tropicales, son de mucho beneficio debido a su bajo contenido de estos elementos; por otra parte, en el caso de animales en pastoreo, ellos mismos se encargan de dispersar sus excretas y en caso de animales estabulados, se pueden recoger y obtener un abono de excelente calidad y disminuir los costos de fertilización.

Lo anterior va de la mano con Jiménez, Granados, Oliva, Quiroz y Barrón (2008), quienes mencionan que cuando se usan potreros como base alimenticia de los bovinos, estos se alimentan de pasto y se produce un ciclo de nutrientes de manera natural al retornar los mismos en las heces y orinas de los animales, además de la hojarasca que produce la pradera en sí y que aporta materia orgánica, pero se debe considerar que cuando se hace un pastoreo intensivo, se reduce el volumen de hojas y por ende el aporte de materia orgánica, por lo que se debe tener mucho cuidado del manejo que se da a los animales.

Tal como se ha mencionado previamente, en Ecuador existe un alto potencial de crecimiento en el ámbito agropecuario y más aún en la producción bovina, todo depende de tener una mentalidad más abierta a los cambios, adoptar tecnologías con las que no cuenta actualmente y adaptarlas a las condiciones y sistema de producción que se tiene buscando siempre ser amigables con el ambiente, altamente productivos, rentables y sostenibles en el tiempo.

4.3. Conceptos generales

4.3.1. Proteína cruda

Paladines (1992), menciona a la proteína cruda como el porcentaje de proteína que contiene el forraje con relación a la Materia Seca. Es así como un forraje que contenga 16% de proteína cruda, quiere decir que de cada 100 g. de peso, tiene 16 g. de Proteína.

4.3.2. Materia seca

Corresponde a la cantidad de alimento natural o artificialmente deshidratado que el animal consume y expresada en porcentaje.

4.3.3. Forraje verde

Según Paladines (1992), se refiere al pasto (o alimento) fresco ofrecido a los animales. Esto puede ser llevado al establo o que el mismo animal lo consuma directamente de la pradera.

Según Berling (1990), es el material con el que se alimenta al ganado, ya sea como pasturas, heno, henilaje, ensilaje o especies forrajeras que no pueden ser utilizadas en esa forma para alimento humano.

4.3.4. Palatabilidad

Acorde a lo manifestado por Paladines (1992), es cuando el animal prefiere consumir un producto o forraje determinado en lugar de otro.

4.3.5. Plantas C3 y C4

En el trópico, debido a las condiciones de radiación solar y evapotranspiración altas, según lo descrito por Vélez *et al.* (2002), las plantas han desarrollado diferentes metabolismos, conociéndose a las de trópico como plantas

C4 y a las de clima templado como C3; esta denominación se debe básicamente a su mecanismo de fotosíntesis produciendo las primeras su primer metabolito estable con cuatro carbonos mientras que las segundas lo producen con sólo tres carbonos; este mecanismo en las C4 les permite aprovechar niveles de radiación más altos, influyendo además en un crecimiento más rápido y favoreciendo su capacidad de uso de fertilizantes con un punto desfavorable, que su tejido es más denso y rígido y por ende es menos digestible que las plantas C3.

4.3.6. Ensilaje

Bravo (2008), describe al ensilaje como un proceso anaeróbico (en ausencia de aire) de conservación de forrajes con un alto contenido de humedad por tiempo prolongado, manteniendo su calidad nutritiva en un 90%, protegiéndolos del aire, la luz y la humedad externa haciendo un aprovechamiento inmediato del forraje con pérdidas mínimas de nutrientes, manteniendo la palatabilidad para el ganado y sin producir sustancias tóxicas para la salud del mismo.

4.3.7. Heno

Vélez *et al.* (2002), lo definen como una forma de conservación de forraje a través del secado rápido para evitar la pérdida de nutrientes a través de la pérdida de agua de las hojas y para que no se produzcan hongos ni bacterias que puedan descomponer la planta; de preferencia se usan productos con un número grande de hojas y tallos finos para acelerar su secado; el forraje verde se corta, se deja en el campo dos a tres días con sol intenso y que permita el ingreso del aire entre las plantas, debe tener entre 15 y 17 % de humedad para luego recogerlo y almacenarlo en pacas o fardos.

4.4. Descripción botánica de las gramíneas

La Universidad Politécnica de Valencia (2014), describe las principales partes de las gramíneas como se indica textualmente a continuación:

4.4.1. Raíz

Principalmente Fasciculadas.

La raíz principal muere pronto.

Abundan las raíces adventicias a partir de los nudos de los tallos.

4.4.2. Tallos

Cilíndricos y huecos normalmente.

Suelen ser herbáceos, raramente leñosos o subleñosos.

Es común que emitan vástagos hijuelos a partir del suelo.

4.4.3. Hojas

Se componen de:

Lámina o limbo: plana, acintada y paralelinervia.

Base o vaina: parte que abraza al tallo por encima del nudo abriéndose por sus bordes (vaina abierta) o soldándose (vaina cerrada).

Lígula: pequeño apéndice membranoso o piloso formado por la epidermis interna de la vaina y que surge entre el limbo y el tallo.

Aurículas: dos apéndices en forma de pequeñas orejas formadas en la unión del limbo y la vaina y que abrazan al tallo (no siempre aparecen).

4.4.4. Inflorescencias

Las flores pueden disponerse en racimos, espigas o panículas.

Las flores son hermafroditas, normalmente.

Toda la inflorescencia está envuelta por dos glumas.

Cada flor de la inflorescencia tiene una bráctea madre en su parte inferior que se llama lema, glumela o glumilla inferior. Son, a menudo, aristadas.

Puede haber una o varias flores.

4.4.5. Flores

Periantio: consta de una pálea, glumela o glumilla superior (procede de la unión de los sépalos), y de dos pequeñas escamitas (raramente 3), llamadas lodículas o glumélulas, que derivan de los pétalos, y que, a modo de órganos eréctiles, provocan la apertura de la flor.

Androceo: 3 estambres (el arroz tiene 6).

Gineceo: ovario súpero tri o bicarpelar, con dos estilos y con estigmas plumosos.

4.4.6. Fruto

Cariópside.

4.5. Características de los pastos más comunes en la costa ecuatoriana

4.5.1. *Panicum maximum*

El *Panicum maximum*, acorde a Hanan y Mondragón (2009), se clasifica taxonómicamente como se indica a continuación:

Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Traqueobionta</i>
Superdivisión	<i>Spermatophyta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Subclase	<i>Commelinidae</i>
Orden	<i>Cyperales</i>

Panicum maximum, conocido también como pasto “Saboya” es un pasto que se desarrolla muy bien hasta los 2000 m.s.n.m. y crece en macollas, se asocia bien con otros pastos y con leguminosas tropicales, resiste a la sequía y tiene un alto contenido de nutrimentos cuando es joven, puede rendir hasta 122 toneladas de materia verde por hectárea en condiciones como Filipinas y Australia pero entre 32 y 40 en Malasia (McIlroy, 1976). Esto da una idea general de la distribución

mundial del pasto saboya pero además demuestra que sus rendimientos son variables de acuerdo al lugar donde se desarrolle y tendrá su mayor producción en los lugares con mejores condiciones edafo-climáticas y principalmente de manejo. Ya bajo condiciones de trópico seco como Ecuador, las características agronómicas del *Panicum maximum* pueden ser como se menciona en el Cuadro 1.

Cuadro 1¹. Características del *Panicum maximum* a diferentes edades de corte en Zapotal, Península de Santa Elena. 2003.

Característica	14 días	21 días	28 días	35 días	42 días
Altura (cm)	77,98	91,30	95,53	114,05	130,25
Materia fresca (Tm/ha)	--	--	35,03	--	44,38
Materia seca (Tm/ha)	--	--	20,60	--	19,70
Proteína (%)	--	--	6,64	--	--
Fibra (%)	--	--	10,25	--	--

-- Datos no tomados.

Según lo mencionado por Vélez *et al.* (2002), el *Panicum maximum* es originario de África, perenne, de hábito matoso, con abundantes tallos que pueden alcanzar una altura de dos metros o más dependiendo de la variedad; es una planta tropical que no soporta encharcamientos pero sí sequías de hasta ocho meses; de alta digestibilidad, altamente palatable que responde muy bien a fertilización; responde bien a pastoreo intensivo y ensilaje.

Peralta, Carrillo, Hernández y Porfirio (2007), mencionan que en México, los pastos *Panicum* cultivar Mombaza y Tanzania, pueden llegar a producir 27,71 y 25,75 Toneladas métricas de materia seca por Hectárea (TM MS/ha) respectivamente a las 12 semanas de rebrote, mientras que la *Brachiaria* cultivar Toledo, llega a producir 19,99 TM MS/ha a las nueve semanas de rebrote pero menciona también una buena complementariedad de ambos pastos debido a sus

¹ Adaptado de Mera (2003).

diferentes tipos de crecimiento siendo el *Panicum* de crecimiento erecto y la *Brachiaria* de crecimiento rastrero.

En cuanto a la variedad Tanzania, es muy buena productora de forraje que crece muy bien hasta los 1800 m.s.n.m. con buena tolerancia a la sequía, con rendimientos de hasta 14 TM MS/ha/año sin fertilización y para establecer un potrero se necesitarían de 4 a 6 Kg de semilla por hectárea, información que va de la mano con lo mencionado por McIlroy (1976) y Pimentel (1977), en cuanto a ubicación, producción, reproducción y manejo aunque se debe tener en cuenta las diferencias en rendimiento de acuerdo a la zona y es aquí donde los datos más aproximados, por ser tomados en nuestro país como por ser más actualizados son los de Mera (2003) y es con estos datos que se tiene una idea más clara de las diferencias en producción entre zonas, provincias y ciudades diferentes aún dentro del mismo país y región.

Bajo las consideraciones del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuaria (2008), el *Panicum* se desarrolla idealmente a una altitud entre 0 y 2000 m.s.n.m., con una precipitación anual entre 600 y 3500 mm/año, con una luminosidad entre 800 y 1200 horas por año, con temperatura entre 18 y 36°C, con suelos franco arcillosos y pH entre 5 y 6,5 dando como resultado una vida útil de al menos 15 años.

Vale recalcar que en la costa ecuatoriana existe una gran variedad de pastos como el *Pennisetum*, *Cynodon*, *Echinochloa*, entre otros, pero el *Panicum maximum* es el más difundido aunque en los últimos años, ha ganado terreno el pasto *Brachiaria* con sus diferentes híbridos siendo los más importantes debido a su amplia propagación por lo que ambos se mencionan en este trabajo.

4.5.2. *Brachiaria brizantha* y *decumbens*

Las *Brachiarias* en general acorde a Catasús (1997), se clasifican taxonómicamente de la siguiente manera:

Especie	<i>Brachiaria spp.</i>
Reino	<i>Cormobionta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Commelinidae</i>
Orden	<i>Poales</i>
Familia	<i>Poaceae</i>
Subfamilia	<i>Panicoideae</i>
Tribu	<i>Paniceae</i>

Acorde a Olivera, Machado y Del Pozo (2006), las principales características de la *Brachiaria brizantha* son: plantas rastreras y erectas; las hojas con o sin vellosidades; se propagan por rizomas o estolones; especie perenne con tallos de hasta dos metros de altura; raíces profundas lo que les hace tolerantes a las sequías; los limbos son verdes y largos, de 20 a 75 cm de longitud; inflorescencia en forma de panícula racemosa.

Vélez *et al.* (2002), describen a la *Brachiaria brizantha* como un pasto perenne, de rizomas cortos y muchos tallos aéreos; muy adaptable a diferentes condiciones siempre que exista un buen drenaje soportando encharcamientos temporales y sequías de 4 a 8 meses; con calidad forrajera muy buena ya sea para pastoreo intensivo o semi-intensivo o para producir heno o ensilaje; buena palatabilidad; respuesta a fertilización y riego aceptable.

Según Olivera *et al.* (2006), la *Brachiaria decumbens* presenta las siguientes características: planta herbácea, perenne, semierecta a postrada; de 30 a 100 cm de altura; raíces fuertes y duras con pequeños rizomas; culmos de cilíndricos a ovados, que pueden ser erectos o decumbentes; hojas entre 20 y 40 cm de largo cubiertas por tricomas; inflorescencia en forma de panícula racemosa; las semillas se producen a partir de la apomixis y algunas son infértiles por lo que este pasto se propaga mayormente por medio vegetativo.

Entre las principales variedades de *Brachiarias* se encuentra el Mulato cv. II que según lo mencionado por Pizarro, Hare y Miles (2008), es el resultado de

tres generaciones de cruzamientos y selección realizadas por el CIAT a partir de cruces entre *B. ruziziensis* R. Germ. & Evrard clon 44-6 x *B. decumbens* Stapf cv. Basilisk donde se seleccionaron por sus características agronómicas y su posterior cruce por su vigor, productividad y buena proporción de hojas.

Acorde a Argel, Miles, Guiot y Lascano (2006), el mulato es una gramínea perenne, de crecimiento semierecto, con tallos cilíndricos vigorosos, algunos con hábito semi-decumbente capaces de enraizar en los nudos cuando están en contacto con el suelo, hojas lanceoladas con 40 a 60 cm de longitud con capacidad de adaptarse desde el nivel del mar hasta los 1800 m.s.n.m., tolerante a heladas periódicas, con poca tolerancia a la inundación pero con un buen desarrollo en suelos pobres pero bien drenados; su producción de MS varía según las condiciones donde se desarrolle entre 10 y 25 TM MS / ha /año.

Las características principales de los pastos varían acorde a las condiciones edafo-climáticas, de manejo y de la genética misma de las variedades sembradas pero siempre se dan a conocer las condiciones ideales para que los rendimientos sean los mejores.

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (2008), considera que los pastos *Brachiaria* deberían desarrollarse idealmente a una altitud entre 0 y 2000 m.s.n.m., con precipitaciones anuales entre 2500 y 4000 mm/año, con una luminosidad entre 800 y 1500 horas por año, con una temperatura entre 22 y 36°C., con suelos franco arcillosos de pH entre 4 y 6,5, con una preparación de suelo previa y libre de malezas. Bajo estas condiciones, se obtienen pastizales aptos para corte o pastoreo, con una vida útil de al menos 15 años, con tolerancia para una carga animal entre 2 y 4 animales por hectárea y con un nivel proteico entre 10 y 14% dependiendo del manejo y nivel de fertilización. Con este tipo de pastos, se debe conocer las condiciones edafo-climáticas previo a la siembra para escoger la variedad que sea más tolerante al encharcamiento, sequía, incidencia de plagas y enfermedades que son las características que difieren entre las variedades de *Brachiaris*.

Acorde a Pizarro (2010), las *Brachiarias* se encuentran entre las plantas C₄ siendo así una especie de alto rendimiento ya que tiene una alta capacidad de asimilación con relación a las plantas C₃ pero no por eso debe presentar un menor valor nutritivo, además, esta especie presenta un amplio rango de adaptación ya sea por clima, topografía o básicamente condiciones edafo-climáticas pudiendo encontrarse desde el nivel del mar hasta los 1800 m.s.n.m.; con altas precipitaciones o con 5 a 6 meses de sequía; con alta o baja fertilidad de suelo; llegando a producir la variedad Mulato hasta 19 TM MS / ha.

Acorde a Jiménez *et al.* (2008), el pasto *Brachiaria* puede llegar a rendimientos de hasta 15 toneladas de materia seca por hectárea por año pero con una baja digestibilidad y un bajo contenido de proteína cruda.

Según Reyes, Bolaños, Hernández, Aranda e Izquierdo (2009), la *Brachiaria* cuenta con un amplio rango de adaptación, aun a suelos de baja fertilidad, siendo además resistente a altas presiones de pisoteo y forma praderas densas con el inconveniente que tiene un bajo contenido de proteína pero al parecer, el corte o cosecha de la planta la estimula a una mayor producción de materia seca.

Rincón, Ligarreto y Garay (2008), encontraron que en las *Brachiarias* pueden existir también diferentes volúmenes de producción de forraje acorde a la intensidad de pastoreo que se sometan y según sus resultados, recomiendan una altura de corte entre 25 y 35 cm con una edad de 28 días permitiendo así un remanente de nutrientes en los tallos suficiente para generar un buen rebrote y poder obtener un mayor volumen de biomasa para el siguiente corte o pastoreo.

4.5.3. Manejo de pasturas en América Latina

Acorde a Quero *et al.* (2007), las gramíneas de más importancia en el trópico provienen de África mientras que las de clima templado son originarias de Europa y Asia, mismas que sufrieron durante muchos años una presión por selección natural donde ocurrían incendios, consumo de las mismas de parte de diferentes especies animales con hábitos de consumo tan diversos como su

anatomía y fisiología misma; sin embargo, no se han realizado mayores estudios de las especies nativas de Latinoamérica, por lo que las especies introducidas han ganado terreno muy ampliamente ya que los mismos ganaderos las prefieren debido a que producen más forraje, de mejor calidad y son más resistentes a las condiciones adversas.

En el continente americano como en muchas partes del mundo, aún se trabaja con sistemas tradicionales de ganadería bovina con el uso convencional de los pastos, esto, según menciona Suárez (2013), es un manejo de pasturas basado en productos químicos, siendo agresivos con el ambiente y el suelo, donde se talan árboles, se aran los terrenos, se usa semilla mejorada de pastos, se controlan malezas e insectos con productos químicos y todo ello de una forma indiscriminada.

Rodríguez-Petit, Rada y Colmenares (2008), mencionan que la ganadería tropical de Latinoamérica se ha basado en monocultivos siendo estos sistemas poco estables, de baja sostenibilidad y que tienen consecuencias negativas en el ambiente, como la poca biodiversidad, la erosión, la deforestación, donde hay una alta dependencia a los agroquímicos y además con una productividad muy baja.

Murgueitio y Calle (1999), mencionan la relación entre la diversidad biológica de Colombia y la ganadería, ocupando esta última un territorio considerablemente extenso pero contribuyendo muy poco al desarrollo poblacional e incluso aportando una mínima porción al Producto Interno Bruto del país, atribuible al mal manejo de la riqueza biológica con la que se cuenta.

Acorde a lo mencionado por Muñoz y Rodríguez (2013), la ganadería en general debe volverse cada vez más competitiva en la producción de carne, leche y sus derivados buscando una mayor rentabilidad con una reducción en sus costos de producción y considerando que la alimentación constituye un 70% de los costos totales, es aquí donde se debe hacer mayor énfasis.

Según Vélez *et al.* (2002), en el trópico la producción es menor que en zonas templadas debido a un manejo pobre y al efecto negativo del clima sobre

los forrajes y los animales, por ejemplo, en el sur de Brasil el costo del alimento representa entre 30 a 50 % en sistemas extensivos y un 60 % en sistemas intensivos, mientras en el norte de Honduras puede representar un 35 %.

Murgueitio y Calle (1999), mencionan la posibilidad de restaurar sistemas ecológicos degradados sin que esto implique tener que afectar a los productores ganaderos, es más, se plantea una interrelación entre ambas partes para alcanzar un manejo apropiado coincidiendo con Botero (2010), quien menciona que haciendo un buen manejo y consiguiendo una apropiada interrelación entre diferentes especies, se puede conseguir una estabilidad y recuperación de suelos abandonados para producción agropecuaria debido a una continua sobreexplotación de los mismos quedando en condiciones casi desérticas debido al manejo inapropiado durante muchos años atrás.

En las condiciones actuales donde la productividad en sistemas bovinos es baja, Rodríguez-Petit *et al.* (2008), mencionan como alternativa la diversificación del ecosistema productivo incluyendo al área de pasturas otras plantas, de preferencia leguminosas, que aporten nutrientes al suelo, proteína y forraje a los animales, sombra para ambos permitiendo además una reducción de la evapotranspiración y por ende una menor pérdida de humedad en el suelo y el ambiente generando además un microclima ideal para el desarrollo de otros microorganismos benéficos que diversifican más aún la fauna existente siendo así mucho más amigables con el ambiente y sostenibilidad en el tiempo de este tipo de sistema productivo.

Muñoz y Rodríguez (2013), presentan las alternativas de reducción en los costos de alimento mediante la utilización de pastos de mayor rendimiento por unidad de área, que toleren hasta 8 meses de sequía proponiendo incluso la conservación del excedente de producción de la época lluviosa para poder compensar con ello la falta de alimento de la época seca; además mencionan que la manera más económica de aprovechar estos pastizales, es con el pastoreo directo del ganado.

Vélez *et al.* (2002), mencionan estudios realizados donde se encontró que pastos de mediana altura fueron mejor consumidos que pastos altos con hojas dispersas siendo la cantidad de alimento consumido por bocado del animal el factor más determinante en la ingestión de alimento para el caso de animales en pastoreo mientras que para animales estabulados, con una mezcla de ensilaje de maíz y balanceado, ocho horas de disponibilidad de alimento fueron suficientes para alcanzar el máximo de producción ya que los animales pasaron alrededor de cuatro horas comiendo y ocho rumiando.

Por otra parte, Muñoz y Rodríguez (2013), mencionan que en muchos casos, el pasto ayuda a rehabilitar terrenos que anteriormente se usaron para otro cultivo y que se degradaron tanto que ya no es posible seguir sembrándolos mientras que los pastizales se adaptan muy bien a las condiciones de clima, escasez de agua, tipos de suelo y permiten producir en un suelo que ya se lo daba prácticamente por inutilizable.

Reyes *et al.* (2009), mencionan que la calidad del pasto está determinada por su contenido de nutrientes, sin embargo la producción de materia seca es el objetivo principal de los forrajes para rumiantes.

Muñoz y Rodríguez (2013), recomiendan que una vez establecida la pradera, se hagan pastoreos rotacionales de máximo tres días por potrero permitiendo un descanso de mínimo 28 días a los pastos pero también evitar el sobrepastoreo y permitiendo conservar la pastura por mucho más tiempo y evitando la erosión de los suelos.

De la mano con lo anterior, Suárez (2013), hace hincapié en el uso eficiente del pasto mediante un pastoreo racional que existe desde hace muchos años atrás pero que poco se lo ha tomado en consideración al menos en América Latina y que sin embargo va ganando terreno; este sistema busca hacer un uso racional de las pasturas y de la producción animal donde la misma naturaleza se encargue de maximizar la productividad del pasto al darle el tiempo suficiente de descanso, a disminuir la población de plantas y animales poco deseados considerados comúnmente plagas, optimizar el uso de los recursos, sin afectar negativamente al

medio ambiente, sin depender de insumos químicos ni maquinarias costosas y al final de todo, conseguir una alta rentabilidad con una reducción de costos.

4.5.4. Manejo de pasturas en la costa ecuatoriana

Según lo mencionado por Vélez *et al.* (2002), la mayoría de las pasturas de América tropical se pueden considerar permanentes ya que se usan por períodos prolongados; siendo recomendable la rotación de pastos con otros cultivos pero esta práctica es poco utilizada por la dificultad de erradicar pasturas; el aprovechamiento de los mismos oscila entre 50% en manejo extensivo, 70% y hasta 75% en pastoreo rotacional intensivo convirtiéndose el resto en desperdicio debido a pisoteo, lignificación o contaminación por heces y orina; esto último se puede reducir si el pasto es utilizado para corte, aumentando incluso su rendimiento por unidad de área pero provoca también un aumento en los costos de cosecha.

En Ecuador, la producción bovina está buscando ser cada día más eficiente en el uso del suelo y los rendimientos por unidad de área de cada sistema de producción para lo cual se pueden aplicar sistemas combinados que permitan alcanzar dichos objetivos como son las coberturas vegetales mismas que pueden ayudar a mejorar la productividad dependiendo de cada condición, como lo hacen ya en países centroamericanos como Costa Rica que acorde a Botero (2010)², se realizan combinaciones de diferentes especies y variedades de la misma especie o la inclusión de pastos de crecimiento rastrero junto con pastos que se desarrollan en macollas lo que implica un uso del suelo más eficiente y además protección para el mismo al no dejar áreas al descubierto que permitan su erosión.

Sistemas de producción similares se han implementado también en la costa de Ecuador que han iniciado como ensayos y que se están estableciendo aún como una práctica normal al ver que los resultados obtenidos han sido más beneficiosos que con el manejo tradicional, esto lo demuestra una investigación realizada por Echeverri (2005), donde bajo condiciones de trópico húmedo, el pastoreo en

² BOTERO, 2010. Com. Pers.

sistemas silvopastoriles le dieron mejores resultados que la rotación de potreros únicamente.

Según Murgueitio y Calle (1999), en muchos de los sistemas productivos bovinos de América Latina, no se aprovecha al 100% el estiércol que producen los bovinos siendo ésta una fuente natural de fertilizante y de materia orgánica que si se la distribuyera uniformemente por todo el potrero, sería un gran aporte para el suelo y por ende para las pasturas también.

Sin embargo, Murgueitio y Calle (1999), describen también una interesante producción que ha cambiado del sistema tradicional de producción bovina, a otro, donde se combinan a la vez varios sistemas productivos donde se combinan los pastizales con árboles para sombra, fijadores de nitrógeno e incluso como fuente de forraje alto en proteína y cercas vivas con propósitos similares, además recomiendan hacer un manejo adecuado de los pastos evitando el sobrepastoreo y manteniendo un nivel alto de producción de biomasa para alimento del ganado considerando además su potencial para regenerar áreas degradadas.

Se debe además tener en cuenta que acorde al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2013), existe un uso de suelo para pastos cultivados del 44,07% y para pastos naturales del 22,17% a nivel nacional sumando un total de 66,24% de uso de la tierra, es decir, que la mayor parte de suelo disponible para unidades productivas agropecuarias está destinada a la producción de pastos, sin embargo, el consumo per cápita de leche sigue siendo de los más bajos a nivel mundial y los rendimientos por unidad de área relativamente bajos en relación a otros países de la región existiendo aquí un alto potencial de trabajo para el sector productivo bovino.

Gómez y Rúa (2010), mencionan una producción de 10 TM/ha/corte de forraje verde en los pastos ecuatorianos mientras que con un pastoreo racional se pueden conseguir hasta 30 TM/ha y a la vez, se puede pasar de dos a tres animales por hectárea en condiciones de Bosque Húmedo Tropical en Ecuador.

Cuando se tiene un pasto muy maduro, según Vélez *et al.* (2002), disminuye su digestibilidad y de la mano con esto, un menor consumo de parte del animal y con pastos muy jóvenes y bajos en fibra, con el tiempo se llega al mismo resultado debido a la reducción en el proceso de rumia y por ende un problema de acidosis en el animal.

De la mano con lo anterior, Gómez y Rúa (2010), detallan muy claramente las pobres condiciones de trabajo en que se manejan las pasturas en el país, siendo poco eficientes en su uso, con baja productividad y con mucho potencial de crecimiento al hacer un manejo adecuado de las pasturas; es así como en la actualidad, acorde a las estadísticas ecuatorianas, se maneja un promedio de 0,9 cabezas por hectárea; potreros muy grandes con un tiempo de ocupación de 10 a 20 días por potrero; baja calidad nutritiva de los pastos al tener brotes muy jóvenes que no pasan el tiempo suficiente en el sistema digestivo del animal o muy lignificados que no pueden ser digeridos y aprovechados correctamente siendo eliminados en las excretas prácticamente igual que como fueron consumidos.

Acorde con lo mencionado previamente, Vélez *et al.* (2002), mencionan los dos sistemas de pastoreo más comúnmente usados que son el continuo y el rotacional, donde el primero consiste en mantener en el potrero a los animales permanentemente estimando su capacidad de carga mientras que la segunda, y el más recomendado sugiere una división de los potreros en parcelas pequeñas que mantengan a los animales durante un período corto de consumo permitiendo un periodo largo de recuperación de la pastura o descanso provocando esto un aumento en la producción por unidad de área de un 10 a 15%.

El Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (2012), menciona que en un manejo de pastos perennes y de manera intensiva, el ensilaje debe verse como una herramienta más de trabajo que complementa a las praderas y ayude a tener un incremento en la productividad de la explotación ganadera.

4.6. Forrajes en alimentación bovina

Tradicionalmente, la producción bovina se ha basado en la alimentación del ganado con pastos ya sea con manejo extensivo (poco utilizado actualmente), rotación de potreros, semi intensivo o intensivo, éste último utilizado muy poco en Ecuador.

Debido a que cada vez hay más demanda de carne y leche y menos área para pastoreo, se están implementando nuevos sistemas de alimentación ya sea conservando el exceso de pasto producido en una época del año para tener alimento suficiente en la época de escasez o a la vez buscando alternativas de alimentación como residuos de cosecha, subproductos de la industria alimenticia y procesadoras de materia prima.

Casos similares ocurren en otros países del trópico como Costa Rica, donde, el uso de la tierra para producción bovina ha llevado a la deforestación de áreas verdes, montañas y bosques, pero además, el manejo inadecuado de estas pasturas, ha provocado una baja productividad dominada por pastos nativos o naturalizados de muy bajo rendimiento provocando con esto una mayor degradación del medio ambiente.

Por lo anterior, acorde a Ibrahim (1999), se han desarrollado proyectos donde se ha buscado la manera de volver más eficiente el uso del suelo y además de ser más productivos siendo más amigables con el ambiente implementando sistemas de producción silvopastoriles, haciendo una correcta selección de germoplasma y poder combinar pastos y leguminosas en el campo de manera que se logre una mejor cobertura del suelo evitando además la erosión del mismo.

De la mano con lo anterior, Oramas y Vivas (2007), mencionan que debido a las condiciones del mercado global actual, es necesario ser mucho más eficientes para producir, ya sea aumentando el volumen de producto por unidad de área o disminuyendo los costos de la cadena productiva.

Asimismo, el Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (2012), menciona que para hacer un buen manejo de suelos y afectar menos el ambiente, es necesario una rotación de cultivos, más aún si el destino del mismo es para forraje ya que el aporte de materia orgánica al suelo pasa a ser prácticamente nulo; es ahí donde nace también la oportunidad de comprar forraje a los vecinos productores de maíz para depender menos de la producción propia y así se presenta la ocasión perfecta para realizar una buena rotación de cultivos, además, está la opción del ensilaje por lo que se puede conservar buena parte de esta producción y saber así con cuánto alimento se cuenta, cuánto tiempo va a durar y poder hacer una planificación de siembra con datos mucho más reales y aproximados a las condiciones de cada plantel productivo.

Por otro lado, los pastos de corte y ciertos cultivos forrajeros son una alternativa para aumentar la producción por unidad de área pero además ayuda a proveer de alimento a los animales de manera permanente, más aún donde las condiciones climáticas afectan significativamente a la producción de forraje en una cierta época del año. Debido a esto se han desarrollado técnicas de conservación de forrajes como son el heno y el ensilaje.

Para el caso del heno, acorde a Vélez *et al.* (2002), el pasto debe estar en edad similar a que si se fuera a pastorear, se debe dejar secar en campo de dos a tres días, para luego recogerlo del campo y empacarlo en pacas; el mismo no debe tener más de 20% de humedad y toda la operación puede hacerse en pequeña escala de manera artesanal o a gran escala de manera mecanizada ya sea para pastos de corte, para maíz o para sorgo.

En cuanto al ensilaje, Vélez *et al.* (2002), lo mencionan como un método de conservación de forraje anaeróbico, es decir, sin presencia de aire para lo cual es necesario un recipiente hermético donde el material vegetativo se compacta pero con un buen drenaje que permita la salida de la savia y del exceso de agua del material compactado tomando en consideración que la calidad del forraje debe ser similar que si se lo fuese a brindar en fresco; otro punto a tener en cuenta es que si el material tiene tallos gruesos como el maíz, sorgo o pasto elefante, es necesario picarlo entre uno y tres centímetros de largo antes de ensilarlo y para el caso del

sorgo y el maíz en estado lechoso a masoso y considerar que son altos en energía pero pobres en proteína por lo que al alimentar al ganado debe darse un suplemento que corrija dicha deficiencia.

Acorde con lo mencionado previamente, Oramas y Vivas (2007), mencionan que muchas veces el problema en el ámbito agropecuario es la falta de información respecto a las alternativas de forrajes conservados como el heno, henilaje o ensilaje, que se tienen para producir alimentos para ganado que a la vez va de la mano con las estaciones climáticas que muchas veces influyen en la producción y oferta de forraje de manera continua.

En Estados Unidos, el mayor volumen de producción de maíz está destinado para grano como lo explica Hereford (2010), pero hay sectores donde se cultiva para utilizarlo como forraje llegando a valores de hasta 2,4 millones de hectáreas de maíz destinadas a forraje.

Actualmente y desde hace algunos años atrás, se viene implementando en América Latina el uso de ensilajes como alternativas para la alimentación de rumiantes ya que son más fáciles y económicos de hacer que el heno aunque es necesario contar con ciertos equipos y con el conocimiento para su preparación adecuada.

Como materia prima para la elaboración de ensilajes se usan diferentes forrajes, ya sean estos pastos, plantas como maíz, alfalfa, avena y sorgo o incluso cultivos como el banano o residuos de plantas procesadoras, cada uno con diferentes niveles de aceptación y calidad pero ayudando al aprovechamiento de los diferentes productos y subproductos con que puede contar el productor ganadero.

En cuanto a las gramíneas más usadas para la elaboración de ensilajes, Vélez *et al.* (2002), mencionan al maíz y el sorgo como las principales, siendo éstos sembrados a densidades 120000 y más de 420000 plantas por hectárea respectivamente para alcanzar los mayores rendimientos; cosechando el maíz en estado masoso y el sorgo en estado lechoso debido a que el maíz es más digerible,

además que para el caso particular del gandul, se asocia bien en una proporción de 1:3 con relación a las semillas de gramíneas para corte y producir un ensilaje con un nivel mayor de proteína aportada por el gandul.

En la alimentación de rumiantes con plantas de maíz, conocidas también como panca, se debe conocer un poco más de las características y beneficios que presenta este cultivo siendo el grano del mismo la base principal para aporte de energía en las diferentes raciones alimenticias o de balanceados que se preparan para las diferentes especies animales.

No está de más recalcar que según Vélez *et al.* (2002), la fibra contenida en la dieta de los rumiantes es necesaria para que se produzca una función química dentro del rumen relacionada con los ácidos grasos volátiles de donde proviene la leche en un 70% y una función física que es la de estimular la rumia para lo cual el tamaño de la partícula no debe ser muy pequeña que impida dicha estimulación.

Asimismo, Vélez *et al.* (2002), aclaran que el máximo consumo de parte del ganado bovino se obtiene cuando se agrega entre un 10 y 15 % de heno a una dieta de ensilaje con balanceado ya que aumenta la digestión de la fibra y la producción probablemente debido a un mayor tiempo de masticación y de rumia.

Gaytán, Martínez y Mayek (2009), mencionan que en México se usan híbridos de maíz para producción de forraje verde alcanzando rendimientos de 50 TM/ha y con un promedio de 5,2 TM/ha/corte cuando la producción se destina para grano, con una característica particular, que los híbridos de maíz se han seleccionado para producción de grano por lo que la planta presenta un bajo valor energético y baja energía metabolizable.

Oramas y Vivas (2007), mencionan rendimientos de forraje verde de maíz entre 31,4 y 46,7 TM/ha debido a que las condiciones climáticas no fueron las óptimas presentándose un exceso de lluvias que redujo la producción debido a una incidencia directa en el periodo vegetativo del cultivo.

Si se toma en consideración todo lo expuesto anteriormente, se pueden sacar algunas conclusiones lógicas que llevarían a pensar que el hecho de sembrar maíz para forraje en lugar de pastizales, es una excelente alternativa si se lo ve en términos de producción de forraje verde y energía neta por unidad de área que serán aprovechadas por los bovinos debido a su característica rumiante permitiendo tener un mayor número de animales por unidad de área.

Además, haciendo un cálculo sencillo y estimando que al sembrar maíz para forraje se manejan poblaciones más altas de hasta 70000 plantas por hectárea y dando un peso mínimo de 1 Kg de peso por planta, se obtendrían 70000 Kg de materia fresca de maíz en una hectárea, conociendo de antemano que el peso por planta es mucho mayor a 1 Kg. Esto se lo puede entender mejor mediante el Cuadro 2 donde se hace una comparación de los pastos utilizados más comúnmente y el maíz como base forrajera.

Cuadro 2. Producción de materia fresca en TM/ha de *Panicum maximum*, *Brachiaria* y *Zea mays*.

TM/ha	<i>Panicum maximum</i> ³	<i>Brachiaria</i> ⁴	<i>Zea mays</i>
Mínimo	35,03	80	50 ⁵
Máximo	44,38	100	67 ⁶

De la mano con lo expuesto previamente, están las investigaciones realizadas en torno al maíz como base forrajera o alternativa de forraje para alimentación de ganado bovino. Es así como Elizondo y Boschini (2001), encontraron que con diferentes densidades de siembra, los resultados varían en cuanto a producción de materia verde siendo a mayor densidad, mayor producción de forraje verde; que la edad a la cosecha influye directamente sobre la calidad y producción de proteína de las diferentes partes de la planta siendo antes de los 70 días la acumulación de materia seca mayor en las hojas que en el tallo; y de manera inversamente proporcional afectó al contenido de proteína cruda estando

³ Adaptado de Mera (2003).

⁴ Adaptado de Desde el Surco, Pastos y Pastoreo (1995).

⁵ Adaptado de Gaytán *et al.* (2009).

⁶ Adaptado de Amador y Boschini (2000).

cada vez menos presente a medida que la edad de la planta pasaba de los 70 días; además, se encontró que bajo condiciones de Costa Rica, la densidad ideal de siembra está alrededor de las 48000 plantas por hectárea.

En cuanto a las diferentes variedades o híbridos a usar, acorde a lo descrito por Elizondo y Boschini (2002), al sembrar maíz a distancias de 25 cm. entre planta por 70 cm. entre surcos bajo las condiciones de Costa Rica, se obtiene una producción de forraje verde de 87 TM/ha y a 8 cm. entre planta por 70 cm. entre surcos de 90 TM/ha, estando estos valores muy por encima de lo reportado por Mera, L. (2003) donde menciona hasta 44,38 TM/ha de *Panicum maximum* bajo las condiciones de la península de Santa Elena en Ecuador. A esto se debe agregar que el maíz es una planta de mucha palatabilidad y alto valor nutritivo y energético para alimento de ganado bovino.

Pero no sólo debe tomarse en cuenta la cantidad de forraje producido sino también la calidad del mismo, es así como se encuentra que Mera (2003), reportó que a los 28 días de edad del *Panicum maximum*, la cantidad de forraje verde producido alcanzó las 35,03 TM/ha y un 6,64% de proteína cruda mientras que Amador y Boschini (2000), determinaron que en el maíz criollo forrajero, en condiciones de Costa Rica, se recomienda el aprovechamiento del mismo entre los 80 y 90 días de crecimiento que es donde se producen entre 47 y 67 TM/ha de forraje verde y aproximadamente entre 29 y 23 % de proteína respectivamente lo que indica que el uso de maíz para es una muy buena alternativa para su uso como forraje para bovinos tanto por el volumen de producción de materia verde como por su alto contenido energético.

Los forrajes en particular y a la inversa de los balanceados, contienen una gran cantidad de fibra, misma que es indispensable para el buen funcionamiento ruminal de los bovinos, pero tienen un bajo contenido proteínico. En cuanto al uso de maíz como alimento para toretes de engorde, acorde a Williams (1992), no hay ningún otro grano que lo supere, está ampliamente diseminado, es de fácil digestión, muy palatable aunque bajo en proteína.

Según lo mencionado por Vargas (2008), se deben buscar nuevas alternativas a los forrajes usados para alimento de bovinos, es así como en su investigación, se evaluó el forraje verde de maíz, de arroz y de sorgo encontrando a este último como el mayor productor de Proteína Cruda, mientras que el más succulento para consumo fue el forraje verde de maíz, quedando con los resultados más bajos el forraje verde de arroz excepto por su alto contenido de materia seca, demostrando una vez más las bondades del maíz como forraje.

Bertoia (2007), menciona que el componente vegetativo del maíz (caña y hojas) era considerado solo un medio para alimentar la planta y conseguir mejores cosechas de granos, sin embargo, debido a que en los 90's se produjo un cambio radical en los sistemas productivos bovinos lecheros en Argentina, se empezó a pensar y a utilizar el maíz como forraje para ensilar, esto debido a que en rendimiento y calidad no hay otro cultivo mejor.

Feijóo (2005), menciona los rendimientos de dos híbridos de maíz chala alcanzando valores entre 62 y 70 TM/ha de forraje fresco con un distanciamiento de 30 cm entre surcos con siembra a chorro corrido. Por otro lado, García y Gómez (2008), mencionan rendimientos desde 53 hasta 61 TM/ha de forraje verde para maíz chala pero además mencionan que los híbridos con mayor contenido de tallo presentan una menor digestibilidad, lo que va de la mano con lo mencionado por Bertoia (2007), respecto a que el maíz usado para forraje no necesariamente presenta las mismas características del maíz para grano ya que el primero debe, además de producir, ser palatable para que el ganado lo consuma libremente mientras que el segundo sólo usa el tallo como un medio para hacer circular los nutrientes necesarios para producir cada vez más granos.

Además, García y Gómez (2008), mencionan que existe una relación directa entre el contenido de grano de la panca de maíz para forraje y su contenido energético, por lo tanto, para producir maíz chala, no solo se debe seleccionar los híbridos que presenten mayores rendimientos de materia seca sino también un contenido de grano de mínimo 30% que es donde se optimiza el nivel energético del forraje brindado.

Por otro lado, Cattani (2009), asegura poder incrementar los índices productivos por unidad de área incrementando la cantidad de materia seca cosechada por unidad de área al hacerlo en forma de ensilajes.

En cuanto a la densidad de siembra de maíz chala para su uso como forraje, Noriega (2008), menciona una población entre 65000 y 80000 plantas/ha, pero además, menciona también que se deben tener varias consideraciones cuando se trabaja con este cultivo, como escoger con tiempo el híbrido que se va a sembrar, hacer un buen control de plagas, hacer un buen manejo de aguas para aprovecharlas de la mejor manera y realizar fertilizaciones fraccionadas para que sean mejor asimilados por el cultivo.

De cualquier manera, el maíz como cultivo forrajero es actualmente muy utilizado en países desarrollados y con mayor tecnología en el campo agropecuario debido a que, según Hereford (2010), es un cultivo que produce un volumen alto de forraje en una sola cosecha, tiene un número alto de carbohidratos fácilmente aprovechables y tiene una relativa amplitud del periodo de cosecha, además, es de gran aporte energético para el ganado gracias al contenido de almidón del grano, aun así, es de bajo contenido protéico, por lo que esta deficiencia se debe compensar con otros productos para poder así balancear la dieta.

Ramírez, Catani y Ruiz (1999), mencionan al maíz como uno de los forrajes más importantes en la actualidad debido a que tiene un alto rendimiento por hectárea, es un alimento de alta energía, es palatable, de rápida cosecha, bajo costo y de inmediato almacenaje con pérdidas mínimas de nutrientes.

Tomando en consideración estos argumentos, en este proyecto se plantea el uso de maíz como forraje verde para alimento de bovinos en producción de leche demostrando los beneficios que ello representa.

4.7. Características del maíz

4.7.1. Clasificación taxonómica

Según Acosta (2009), el maíz se clasifica de la siguiente manera:

Familia	<i>Poaceae</i>
Subfamilia	<i>Panicoideae</i>
Tribu	<i>Maydeae</i>
Hemisferio Occidental:	
Género	<i>Zea</i>
Sección	<i>ZEA</i>

4.7.2. Origen

El maíz es de origen americano, según Acosta (2009), surgió aproximadamente entre los años 8000 y 600 AC entre México y Guatemala a pesar que no fue registrado en documento alguno sino hasta el descubrimiento de América cuando Colón llegara a la isla de Cuba en octubre de 1492 siendo posteriormente diseminado hacia el resto de América desarrollándose distintas variedades para diversas regiones y condiciones siendo usado para zonas de pendientes pronunciadas y planas, lluviosas y secas, es decir, para casi cualquier condición que se presente siendo además seleccionado cada vez más para obtener más y mayor tamaño de los granos de la mazorca pero a la vez, dicha selección y domesticación del maíz, lo volvió un cultivo totalmente dependiente del hombre.

Staller y Thompson (2000), mencionan que el origen del maíz en la parte occidental de Sudamérica es una controversia, sin embargo, vestigios encontrados en vasijas de la cultura Valdivia, en la costa sur de Ecuador, en la provincia de El Oro, indican que aproximadamente hacia el 2200 y 1950 AC. es cuando se introdujo el maíz al país y que fue consumido muy probablemente como un alcoholizante fermentado o chicha y bebido en rituales ceremoniales, lo que indica que este grano era considerado casi sagrado.

Es así como se ha conocido que antiguas poblaciones y culturas como la maya, azteca, inca y chibcha que tenían como base alimenticia el maíz, se desarrollaron más en el ámbito de las ciencias exactas, la ingeniería, astrología e incluso política. Esto último podría corroborar lo que se menciona siempre respecto a que una población bien alimentada tiene más posibilidades de crecer, inventar, innovar y desarrollarse. La relación del maíz con estas características mencionadas estaría en que este grano presenta un alto contenido energético respecto a otros cultivos y granos.

4.7.3. Descripción del maíz

Acorde al Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2014), es una planta de aspecto robusto, parecida a una caña, con un tallo que puede medir hasta cuatro metros de altura; posee inflorescencia masculina que puede tener hasta 25 millones de granos de polen mientras que la femenina sólo mil; requiere de 25 a 30°C para su buen desarrollo; para su crecimiento ideal necesita de una cantidad de agua importante, más aún en sus etapas iniciales de crecimiento; se adapta a muchos suelos pero prefiere los bien drenados, profundos y ricos en materia orgánica.

En cuanto a su contenido de proteína cruda, Ramírez *et al.* (1999), mencionan que los híbridos de maíz pueden tener entre un 6 a un 10% dependiendo del híbrido, de las condiciones ambientales, manejo y grado de madurez.

Vélez *et al.* (2002), describen al maíz como una planta anual, erecta y exigente en condiciones edáficas para su crecimiento ideal; siendo palatable, digestible, usada para consumo fresco o como ensilaje; se propaga por semilla y en densidades entre 50000 y 100000 plantas por hectárea dependiendo del tamaño de las semillas, variedad o híbrido.

En cuanto a la densidad de siembra de maíz para forraje, Bravo (2008), menciona que en investigaciones realizadas en México se encontró que cuando las densidades de siembra son mayores a 70000 plantas por hectárea, el rendimiento

de materia seca disminuye por lo que se considera ésta como la cantidad óptima de plantas por hectárea a sembrarse para maíz forrajero.

Miñon *et. al.* (2009), hacen referencia a una densidad de siembra de 77500 a 86300 plantas por hectárea de diferentes híbridos de maíz graníferos que se podían considerar buenos también para forraje y se alcanzaron volúmenes de 16,4 a 34,4 toneladas de forraje verde por Hectárea.

Rodríguez (2013), menciona al maíz como el único cereal que puede ser consumido en sus diferentes etapas de desarrollo, es así como se lo consume como maíz bebé, las mazorcas de maíz dulce como aperitivo y las de maíz verde asadas o cocinadas y aún la planta de maíz se utiliza como forraje, es decir que prácticamente es el único cereal del que se puede aprovechar toda la planta y además en todas sus etapas de desarrollo.

Bertoia (2007), considera que, debido a la gran diversidad de variedades e híbridos de maíz, debería de clasificarse en dos tipos, el maíz granífero que es el que presenta mejores características de producción de grano y el maíz silero que incluye las variedades e híbridos con aptitudes forrajeras; esta clasificación va en desacuerdo a lo que se pensaba inicialmente, que el maíz con mejores características graníferas era el mejor para silo pero se encontraron varias características en cada tipo que los hace diferentes morfológicamente.

Según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2014), cuando el maíz es sembrado para forraje, debe cosecharse la planta entera para darlo verde o deshidratarlo para darlo seco y en pacas, además, si se desea guardarlo, se puede ensilar para mantener sus propiedades nutritivas y poderlo ofrecer al consumo de los animales cuando el alimento sea escaso.

Por otro lado, Bertoia (2008), hace referencia a la alta presión por selección realizada a lo largo del tiempo en el cultivo de maíz para producción de grano, siendo seleccionadas cada vez más las variedades que produjeran más semilla y dejando de lado las características de la planta, por ende, al obtener una espiga más grande y un mayor número y tamaño de granos, la traslocación de

nutrientes se incrementa provocando una disminución de la digestibilidad de la caña y las hojas por lo que se vuelve necesaria la identificación de una variedad o híbrido que permita obtener una planta con un alto rendimiento de materia seca y que ésta a su vez sea de excelente calidad.

De la mano con lo anterior, Bravo (2008), menciona que las variedades de maíz utilizadas para forraje, deben tener más superficie foliar con hojas más grandes, erectas, anchas y que estén verdes la mayor parte de su ciclo productivo para que puedan captar más luz ya que existe una relación directa entre la cantidad de luz que captan las plantas y la producción por hectárea.

Por otro lado, Di Nucci, Díaz y Pasinato (2003), describen al maíz como un cultivo que produce un alto volumen de forraje y éste es de buena calidad; además, mencionan que en países como E.E. U.U. y de Europa, se están seleccionando híbridos específicamente para producir forraje aunque también hay quienes prefieren el maíz de doble propósito, tanto para grano como para forraje verde, generando esto cada vez más diferencias tanto físicas como productivas entre los diferentes híbridos destinados a diferentes propósitos; además, hacen referencia a volúmenes de producción de materia verde alrededor de 63000 Kg. por hectárea.

4.7.4. Producción y uso de maíz en América Latina

Williams (1992), menciona el incremento en el uso de ensilajes para almacenamiento de forraje por ser más económico que otras prácticas, por poderse elaborar en cualquier época del año, ocupa menos espacio, aumenta la carga animal por unidad de área, se limpian las tierras más rápidamente y en el caso particular del maíz, una hectárea se puede almacenar más económicamente que si se cosechara, procesara y almacenara de otra forma.

Bravo (2008), hace referencia al incremento de área de siembra de maíz en México ya que se lo considera como un cultivo fácil de manejar, muy adaptable a diferentes condiciones edafo-climáticas, de alta producción de materia seca por hectárea, con un alto contenido energético, de fácil recolección, conservación y

consumo por los rumiantes, con una observación, que es más fácil manejar volúmenes grandes con tecnificación y uso de maquinarias que facilitan el trabajo y optimizan cada una de las labores volviéndolo un cultivo más rentable aún.

Romero y Aronna (2004), mencionan al maíz como uno de los forrajes más importantes del mundo debido a sus rendimientos altos de materia seca por unidad de área, su gran valor energético, su alta palatabilidad, con la ventaja que no necesita ningún tratamiento previo a ser ensilado, es de rápida cosecha y de bajo costo de almacenamiento.

Según el Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (2009), el uso de ensilajes en producción bovina, ayuda a tener un número mayor de animales por unidad de área, a estabilizar la oferta tanto de alimentos como de productos y subproductos de la producción bovina pero siempre tomando en cuenta mantener excelentes parámetros de calidad. Por otro lado, coinciden con Vélez *et al.* (2002), en cuanto a la compensación del contenido de proteína debido al bajo aporte de parte de los ensilajes de maíz o sorgo.

Acorde a Oramas y Vivas (2007), el maíz permite obtener doble beneficio en relación a los pastos, se puede producir más volumen de materia fresca y al usarlo para ensilaje, se reducen los costos de producción o adquisición de alimento en épocas donde el mismo es escaso, además que se disminuye la necesidad de uso de alimentos balanceados para complementar la dieta.

Según lo mencionado por Bravo (2008), el maíz, en comparación con otros cereales, es más rentable debido a que tiene menos riesgo a fenómenos meteorológicos, se pueden planear dos cultivos donde el maíz para grano sólo se programa un ciclo, pero además, cuando se lo conserva como forraje picado y ensilado, si el trabajo es el ideal, se lo puede consumir a los 21 a 30 días si se desea, pero también puede durar hasta 5 y 10 años conservados aún con una buena calidad.

Bravo (2008), describe las principales condiciones bajo las que el maíz puede dar mejores resultados considerando que es un cultivo de rápido

crecimiento, pudiendo obtener hasta 35 TM MS con temperaturas mayores a 10°C y menores a 32°C; con un consumo alto de agua, más para cuando está en etapas críticas como es la germinación, estadio de 8 a 10 hojas y 15 días antes y después de la floración.

Romero y Mattera (2010), hacen referencia a un ensayo realizado en Colombia donde se encontró que las diferentes variedades o híbridos de maíz, pueden adaptarse a cada época de siembra, es decir, que las condiciones de clima, afectan el rendimiento por hectárea del maíz, por lo que es recomendable sembrar el que mejor se adapte a las condiciones de cada zona, a las estaciones climáticas y tipos de suelo o usar un híbrido o variedad para cada época de siembra y obtener así una producción más estable a lo largo del tiempo.

Montesano, Baranda, Vallone y Maisero (2009), realizaron una investigación con intención de comparar diferentes híbridos de maíz, tanto graníferos como forrajeros y evaluar su rendimiento de materia seca para definir si existe la posibilidad de sembrar un híbrido de maíz y mientras la plantación se desarrolla, decidir si se lo utiliza como forraje o se lo cosecha para grano y encontraron que los rendimientos en biomasa total de materia seca iban desde 11597 hasta 20312 Kg de materia seca por hectárea para híbridos graníferos y forrajeros concluyendo que la productividad y calidad de los forrajes conseguidos justifican el uso para forraje de híbridos destinados inicialmente para grano permitiendo al productor sembrar y en el transcurso del desarrollo de la plantación definir si desea producir grano o producir forraje para alimento de ganado.

Para el caso de maíz para forraje, Ramírez *et al.* (1999), mencionan que ya hay híbridos en el mercado que poseen tallos finos y que permiten que la planta siga verde aun cuando el grano se encuentre maduro pastoso, o en condiciones óptimas de consumo, mejorando así las características deseables para ensilar siendo plantas con un bajo contenido de lignina facilitando su consumo y permitiendo una calidad óptima como forraje para rumiantes.

Gorosito (2006), manifiesta que la creencia que existía que un maíz bueno para producir grano era también bueno para ensilar ya no está vigente, es decir, ya

se encuentran en el mercado diferentes híbridos de maíz, tanto para producción de grano como para producción de forraje, al punto que los nuevos híbridos producen mayor volumen de forraje, mejor calidad de forraje y además hay una buena respuesta animal en relación a los híbridos graníferos, además son plantas más grandes, con más hojas y estas se mantienen verdes por más tiempo.

Bravo (2008), menciona que la edad óptima para cosechar maíz para forraje es cuando el grano está completamente formado, de esta manera se aprovecha el alto contenido de energía del grano pero además se obtiene aún un forraje verde y en óptimas condiciones para el consumo de parte de los rumiantes ya que, si se corta a muy temprana edad, hay mayor presencia de humedad y al ensilar, se generan más pérdidas por escurrimiento, mientras que si el grano está excesivamente duro, dificulta el compactado del silo y la fermentación, además que la parte vegetativa de la planta se va a encontrar en un estado casi seco y con poco aporte de nutrientes para el ganado.

Por otro lado, Romero (2005), detalla en un ensayo la edad óptima a la que el maíz debe ser cosechado para aprovechar al máximo este recurso con un mínimo de pérdidas, es así como detalla que la humedad del cultivo debe estar en un 65% ya que con un porcentaje mayor, se van a producir pérdidas entre 4000 y 5000 Kg de materia seca por hectárea, además que al ensilarlo, el alto contenido de humedad puede provocar una mala fermentación, una pérdida de nutrientes por lixiviación excesiva y aumentar los costos de picado; por otro lado, una cosecha tardía, con un exceso de materia seca, no produce más volumen, hay mayor deterioro de tallos y hojas, mayor dificultad para picar y para compactar el silo, además que el grano va a estar muy duro y no va a ser aprovechado por el animal.

El Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (2012), recomienda como edad ideal para cosecha del maíz para su uso como ensilaje para rumiantes es cuando el cultivo se encuentra con un 34 a 37% de materia seca, ya que es ahí donde se alcanzan los mayores niveles de energía, debido a que su aporte protéico es mínimo; además, el estado fenológico del maíz entre un cuarto y mitad de línea de leche coincide con el mencionado porcentaje de materia seca.

Estos valores van muy de cerca con lo recomendado por Romero (2005), mencionado previamente.

Acorde a Cattani (2009), si se va a usar maíz para ensilaje se debe cosechar la planta con un contenido entre 35 y 38 % de materia seca, con esto se aumenta la producción por hectárea, reduce los costos y ayuda al aumento de la energía metabolizable disponible para la alimentación de los animales.

Di Marco y Aello (2006), mencionan que el ensilaje de maíz no aporta valor nutricional al forraje sino más bien lo disminuye, pero si se obtiene una buena calidad de maíz cosechado, se obtendrá una buena calidad de ensilaje y esta calidad se determina en función de la cantidad de sustrato degradable en el rumen del bovino recordando además que, a menor contenido de materia seca, aumentan las pérdidas por lo que no se recomienda ensilar con menos del 30% de materia seca del forraje cosechado.

Cattani (2009), explica que al llevar un forraje con un porcentaje apropiado de materia seca, se obtienen ganancias al no llevar agua al lugar de elaboración del silo, lo que implica menos trabajo al momento de compactar, más eficiencia al hacerlo y menos probabilidades de pérdidas de nutrientes en los efluentes que se generan y siendo eficientes en toda la cadena, se pueden obtener 10000 Kg de materia seca por hectárea; además, si el proceso de preparación del silo y posteriormente de oferta de ensilaje a los animales es mecanizado, hay ahorro al llevar material con menos contenido acuoso ya que la maquinaria necesaria va a necesitar de menos potencia para realizar el mismo trabajo y de menos capacidad ya que estaría moviendo menos peso.

Bertoia (2010), hace la aclaración respecto a los aportes del maíz en las raciones alimenticias para los rumiantes y menciona que haciendo un buen picado, cosechando la planta en un estado óptimo de madurez, no muy joven que el grano no aporte energía ni muy maduro que el tallo esté muy lignificado, se puede obtener del forraje de maíz un buen aporte energético y de fibra pero es deficiente en proteína, lo que lo vuelve muy bueno para ensilar pero además carece de

minerales y vitaminas por lo que todas esas deficiencias deben ser cubiertas con alimentos complementarios en la dieta de los rumiantes.

Romero y Aronna (2004), mencionan las pautas que se deben tener en cuenta previo a sembrar maíz para su uso como forraje y otras más si se va a guardar como ensilaje como se detalla a continuación:

- **Seleccionar híbrido** ya que las características entre ellos varía y se debe buscar siempre una planta adaptada a la zona para así tratar de obtener mayores beneficios a un costo más bajo produciendo un forraje de alta calidad, sin caída de espigas al momento de la cosecha, que la planta haya estado verde la mayor parte del tiempo, que sea resistente al vuelco y que todas las partes de la planta tengan una buena digestibilidad.
- **Fecha de siembra** que debe estar programada para la época del año donde el clima no afecte a la productividad del cultivo pudiendo realizarse varias cosechas el mismo año siempre que se cuente con sistemas de riego y/o condiciones climáticas favorables para el buen desempeño y desarrollo del cultivo.
- **Densidad de plantas** para alcanzar el pico de producción por unidad de área ya que con sobrepoblaciones, los resultados pueden ser contraproducentes y disminuir el volumen de forraje producido y con poblaciones muy bajas en cambio, no se obtienen los niveles de producción pico que se pueden alcanzar con un buen manejo.
- **Fertilización** adecuada en el momento propicio acorde a las necesidades de suelo y del cultivo para obtener niveles óptimos de nutrientes en la planta y grano de maíz y que éstos a su vez puedan conservarse en el ensilaje.
- **Control de malezas** para que no afecten al buen desarrollo del cultivo ni a la calidad del ensilaje que se obtenga posteriormente.

- **Madurez a cosecha** ya que ésta a su vez incide en el contenido de humedad, digestibilidad de la planta y calidad del ensilaje; la madurez óptima se puede determinar al observar en el grano dos tercios de la línea de leche o explicado de otro modo, la interfase entre el estado líquido y sólido del contenido del grano.
- **Manejo durante la cosecha** ya que si la misma se adelanta o se atrasa, la calidad del forraje disminuye y si esto es inevitable, se pueden buscar alternativas como cosechar la planta a una mayor altura para disminuir el contenido de lignina en caso de que la planta esté ya muy madura.
- **Tamaño del picado** o tamaño de la partícula del forraje ya que con tamaño pequeño se facilita la compactación del silo pero puede ocasionar problemas en los rumiantes al consumir alimento muy pequeño ya que no permitiría un correcto proceso ruminal mientras que si la partícula es muy grande, se dificultan las labores de compactación y esto a la vez puede dejar espacios con aire que permitirán el desarrollo de organismos ajenos a la fermentación anaeróbica que además provocarán problemas en la salud de los rumiantes que los consuman.

El Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (2009), recomienda también hacer un manejo excelente de la plantación para ensilar teniendo en cuenta la cantidad de materia seca que se espera obtener ya que si los rendimientos son bajos, el costo de picado encarece la elaboración del silo y por ende el alimento final para el cual, si esto se presentara, sería mejor no ensilar el cultivo sino ofrecerlo en pie a los animales.

Di Marco y Aello (2006), hacen la aclaración que el manejo no influye tanto en la degradabilidad del forraje pero sí en las proporciones del mismo, es decir, que dependiendo del manejo se puede producir más hoja, más tallo o más grano, por ejemplo, cuando el forraje presenta una alta proporción de tallo, su calidad baja, entonces, cuanto más alta es la relación espiga/tallo, mejor es el material para ensilar.

De la mano con el manejo, van también los costos que implica toda la operación y el reto al final es ser más productivos y lo más económico posible siendo rentables y sostenibles en el tiempo, como menciona Cattani (2009), una manera de reducir costos, es manejando eficientemente el forraje verde previo a ensilar, es así como recomienda cosechar el maíz con un 35 a 38 % de materia seca ya que, a pesar que la digestibilidad disminuye por el aumento de fibra, el grano la aporta además de ser una fuente energética que como resultado final da un forraje con mayor digestibilidad total, alta concentración de energía y por ende, una mayor cantidad de megacalorías por unidad de área que es realmente lo que se busca al final.

Cattani (2009), hace una aclaración respecto a condiciones de clima extremas que, a pesar que se hayan tomado las medidas necesarias, no se hayan logrado impedir y puede ocurrir que una plantación destinada a forraje, se deshidrate más de lo recomendado, pero no se debe dar por perdida la misma, la alternativa es hacer un picado más pequeño del material a ensilar que permita compactar más fácilmente, hacer irremediamente una inoculación para que exista una buena fermentación y calidad del forraje y por último, en lo posible, guardar en bolsas para asegurar una mejor compactación.

4.7.5. Producción y uso de maíz en Ecuador

Acorde a lo manifestado por Arteaga y Torres (2004), el maíz en Ecuador es el segundo cultivo más difundido después del arroz y debido a las diversas condiciones edafo-climáticas del país, se encuentra diseminado a nivel nacional siendo utilizado para alimento humano y también como la materia prima más común para la fabricación de alimentos balanceados y por ello, es necesario investigar al respecto y mejorar la productividad de este cultivo, más aún, considerando que hay gran número de híbridos que se han desarrollado adaptadas a cada región, ya sea seca, húmeda, lluviosa, plana o con pendientes.

Además, Rodríguez (2013), concuerda con que en Ecuador hay una amplia variedad de híbridos de maíz ya sean nacionales o importados que se adaptan a las diferentes condiciones edafo-climáticas del país pero también hay una gran

variación en cuanto a los rendimientos, resistencia a plagas y enfermedades, precios y características del grano y la planta en sí, siendo muchos de ellos ya aceptados y usados muy comúnmente por los agricultores.

Orozco (2010), menciona al maíz amarillo duro ecuatoriano como un producto de buena calidad, alto contenido de fibra, carbohidratos, caroteno y rendimiento de molienda lo que favorece a que sea apetecido tanto dentro del país como en países vecinos ya sea para consumo humano o para industria siendo éste último, el destino principal del maíz en la costa ecuatoriana pero además, menciona que a pesar de que se ha fomentado el uso de semilla certificada en el país, se estima que sólo un 30% de la superficie sembrada usa este tipo de semilla mientras que otros países alcanzan niveles de hasta 95 y 100%.

De la mano con lo anterior, Bravo y León (2013), mencionan a las provincias de Loja, Los Ríos y Guayas y Velásquez y Vinces (2011), a Manabí como las mayores productoras de maíz amarillo comercial donde se producen variedades de alto rendimiento e híbridos destinando la mayoría de dicha producción a la producción avícola y porcícola.

En el caso de la producción maicera en Ecuador, los rendimientos bajo diferentes condiciones y usando diferentes híbridos lanzados por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) tienen un potencial de producción de 5 a 7 TM/ha de grano a pesar que el promedio nacional era de 2,19 TM/ha siendo el promedio para la región costa de 2,45 TM para el año 2003 según los datos de la ESPAC citada por Orozco (2010), mientras que los resultados de su propia investigación arrojaron promedios de 4,35 TM/ha. En el caso de Rodríguez (2013), hace varias referencias en su trabajo mencionando rendimientos variables entre 4 y 10 TM/ha dependiendo del híbrido usado y las condiciones edafo-climáticas.

Acorde a lo mencionado por Velásquez y Vinces (2011), los rendimientos de los híbridos más usados en Ecuador y evaluados en la provincia de Manabí, una de las mayores productoras de maíz del país, se obtuvieron valores que van desde los 4,74 TM/ha de grano hasta los 7,77 TM/ha con un promedio de 6,18

TM/ha indicando que la variación depende mucho del potencial genético ya que las condiciones fueron similares para todos los tratamientos que se evaluaron.

Según las estadísticas mencionadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2010), el continente que más maíz produce es América siendo el principal productor mundial Estados Unidos con un aproximado de 30 millones de hectáreas, mientras que Ecuador cuenta con 300000 hectáreas sembradas aproximadamente de maíz duro seco que se siembra mayormente en la costa, mismo que es consumido tanto por seres humanos como por animales en las diferentes dietas balanceadas, además, se nota un incremento en la superficie sembrada del mismo, lo cual indica que es un cultivo que sigue en expansión.

4.7.6. Híbridos INIAP 601, AGRI 104, Trueno y Somma

Acorde a lo mencionado por Bertoia (2007), para elegir un híbrido para forraje, la pregunta correcta no es ¿cuál es el mejor híbrido?, sino más bien, ¿cuál es el mejor productor?, con esto hace referencia a que en la actualidad, los híbridos de maíz que tienen mayores rendimientos, son los más exigentes en cuanto a sus condiciones de desarrollo, dejando así en manos del productor el poder explotar al máximo el potencial de cada cultivo y para ello debe tener algunas consideraciones como haber observado los resultados de producciones previas en la zona, asesorarse con técnicos expertos en el cultivo, elegir semillas de buena calidad entre las principales consideraciones a tener previo a la selección del híbrido a utilizar.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2013), el rendimiento promedio por hectárea de maíz en Ecuador es de 3,23 TM para grano lo cual es bajo en relación al potencial de rendimiento que se esperan para ciertos híbridos comerciales como se aprecia en el Cuadro 3, sin embargo, se debe considerar que el destino final de estos cultivos es el forraje.

Por otra parte, la provincia de Guayas es la segunda con mayor superficie de labor agropecuaria con un 10,18% de la participación a nivel nacional, correspondiendo un mayor número de hectáreas a los cultivos permanentes y en

segundo lugar a los transitorios dentro de los cuales se encuentran en arroz y el maíz (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2013). Esto nos muestra un alto potencial para la producción de maíz para forraje como fuente de forraje que además ayudaría en gran manera a sostener la producción bovina de la provincia.

Considerando las condiciones actuales de manejo y producción de maíz en Ecuador y los híbridos más difundidos, se seleccionaron cuatro de ellos para realizar el presente proyecto y cumplir con los objetivos planteados, con la consideración de que a todos los híbridos se les dio el mismo tratamiento en cuanto a fertilización y control de plagas. Es así como se resumen las principales características de estos híbridos en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Características agronómicas de los híbridos de maíz INIAP H-601, AGRI 104, Trueno y Somma.

Característica	INIAP H-601 ⁶	AGRI 104 ⁷	TRUENO ⁸	SOMMA ⁵
Tipo de híbrido	Simple	Simple modificado	--	Simple modificado
Altura de planta (cm)	232	201	210	219
Altura de mazorca (cm)	118	98	110	121
Floración masculina (días)	52	--	--	--
Floración femenina (días)	55	--	--	--
Ciclo vegetativo (días)	120	120	120	140
Acame	Resistente	Resistente	Tolerante	Resistente
Longitud de mazorca (cm)	19	--	16	--
Diámetro de mazorca (cm)	5	--	--	--
Color de grano	Amarillo	Anaranjado	Anaranjado	Amarillo
Textura de grano	Cristalino	Cristalino	Semicristalino	Cristalino
Peso de 1000 semillas (g)	412	--	--	240
Densidad siembra (pl/ha)	63000	45000	62500	62500
Potencial rendimiento (kg/ha)	7381	--	7500	--

⁶ Adaptado de Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (2004).

⁷ Adaptado de Paredes (2014). Com. Pers.

⁸ Adaptado de Ecuaquímica (2013). Com. Pers.

5. HIPÓTESIS

En este trabajo se probarán las hipótesis matemáticas que se presentan y explican en el capítulo 7.

6. METODOLOGÍA

6.1. Enfoque

El manejo de pasturas en condiciones desfavorables en Ecuador ha ido en aumento y es por ello que al menos las grandes empresas están buscando cada día alternativas de forraje como alimento para el ganado bovino. Es así como se han encontrado varias alternativas como los residuos de cosecha o de proceso de materias primas como pueden ser las cáscaras de frutas pero además, se están usando como fuente de forraje cultivos como el arroz para usar los residuos (panca) para hacer pacas de heno o en el caso del maíz como fuente de forraje verde ya sea para alimentar directamente al ganado o para almacenarlo en forma de ensilaje.

6.2. Ubicación del trabajo

El presente trabajo se llevó a cabo en la finca de propiedad del Sr. Lorenzo Fraijó, cantón Nobol, provincia de Guayas.

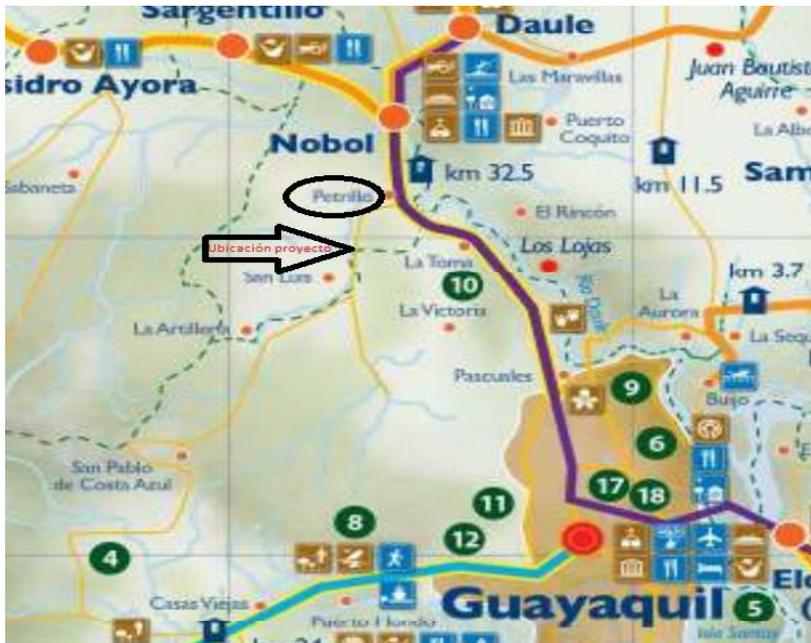


Gráfico 1. Mapa de ubicación del proyecto de investigación.

Se trabajó con un área 6,89 hectáreas de siembra de maíz divididas en cuatro lotes, uno para cada tratamiento.

6.3. Equipos y materiales

Los equipos y materiales que se utilizaron fueron:

- Flexómetro.
- Cinta métrica.
- Semillas de maíz.
- Estacas.
- Letreros.
- Fertilizante.
- Insecticida.
- Libreta de campo.
- Cámara fotográfica.
- Vehículo.
- Machetes.
- Camiones.
- Balanza gramera.
- Horno microondas.
- Báscula.
- Picadora.

6.4. Variables

6.4.1. Variables en estudio

- Rendimiento de materia verde por hectárea.
- Rendimiento de materia seca por hectárea.
- Costos de producción por hectárea.

6.4.2. Medición de las variables

- La variable cuantitativa **rendimiento de materia verde por hectárea** será medida mediante el peso del contenido de un camión cargado con las plantas de cada lote, cosechadas desde la base del tallo, incluyendo hojas, tallo y mazorcas y extrapolando el área cosechada a una hectárea.
- La variable cuantitativa **rendimiento de materia seca por hectárea** será medida mediante el secado en un horno microondas de una muestra de maíz de cada lote para calcular el peso seco de la misma y extrapolando dicho resultado al volumen total cosechado y éste a su vez a una hectárea.
- La variable cuantitativa **costos de producción por hectárea** serán calculados mediante la suma de todos los gastos incurridos para producir cada uno de los lotes de maíz y extrapolando estos valores a una hectárea.

7. PLAN DE TRABAJO

7.1. Metodología de trabajo

Inicialmente se realizó la preparación del suelo con una rastra para posteriormente hacer la delimitación de las cuatro parcelas identificadas cada una de manera independiente. Luego se procedió a la medición de cada uno de los surcos de extremo a extremo de cada lote para posteriormente realizar la siembra manual de cada lote con un híbrido de maíz diferente.

7.1.1. Formación de las parcelas

La distribución de los híbridos en cada parcela fue al azar a pesar que las condiciones de terreno eran similares para cada lote excepto por la forma irregular del terreno, lo que obligó a formar lotes de diferente medida quedando un lote de 1,55 ha, uno de 0,98 ha, uno de 1,82 ha, uno de 2,54 ha.

7.1.2. Manejo de las parcelas

Cada una de las parcelas fue sometida al mismo tratamiento en cuanto al manejo y siembra; cada uno de los lotes fue sembrado manualmente con una distancia promedio entre plantas de 75 cm y entre surcos de 100 cm quedando distribuidos los diferentes híbridos como tratamientos de la siguiente manera:

T 1 = Agri 104

T 2 = INIAP H-601

T 3 = Somma

T 4 = Trueno

7.1.3. Manejo de las muestras

Posterior a la cosecha de los lotes, se tomaron muestras de cada uno de ellos y se pesaron para posteriormente secarlas en un horno microondas hasta que el

peso de la muestra se mantuviera constante, de este modo se calculó el contenido de agua y por diferencia la materia seca. Estas muestras, ya sin humedad, se enviaron al laboratorio de la Universidad Tecnológica Equinoccial (U.T.E.) (2014), para realizar el respectivo análisis bromatológico.

7.2. Diseño experimental

Se utilizará un modelo completamente al azar para utilizar un Análisis de Varianza (ANDEVA) que permita analizar estadísticamente los resultados obtenidos de la investigación.

7.3. Prueba de Hipótesis

7.3.1. Hipótesis a contrastar con la prueba de Duncan en un diseño completamente al azar

Para la prueba t de Student se considerarán las variables: Rendimiento de materia verde por hectárea y Rendimiento de materia seca por hectárea.

Con ellas se probarán las siguientes hipótesis matemáticas:

a. Producción de materia verde por hectárea

Ho: No existe diferencia en la cantidad de materia verde producida por hectárea entre los tratamientos.

Ha: Existe diferencia en la cantidad de materia verde producida por hectárea entre los tratamientos.

b. Producción de materia seca por hectárea

Ho: No existe diferencia en la cantidad de materia seca producida por hectárea entre los tratamientos.

H_a: Existe diferencia en la cantidad de materia seca producida por hectárea entre los tratamientos.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1. Forraje verde y materia seca por hectárea

8.1.1. Forraje verde por hectárea

Se llevó a cabo la cosecha de los cuatro lotes de híbridos de maíz AGRI 104, INIAP H-601, Somma y Trueno respectivamente que son los de uso más común por el agricultor en la costa ecuatoriana. Estos cultivos se trabajaron bajo condiciones de Trópico en el cantón Nobol de la provincia de Guayas. Todos los tratamientos se manejaron con iguales condiciones ya sea en fertilización o control de plagas. La cosecha del lote 2 (AGRI-104) se realizó a los 67 días de edad y de los lotes restantes a los 85 días de edad del cultivo según el pedido de la explotación ganadera que compraría el forraje y se obtuvieron los rendimientos que se mencionan en las Figuras 1 y 2.

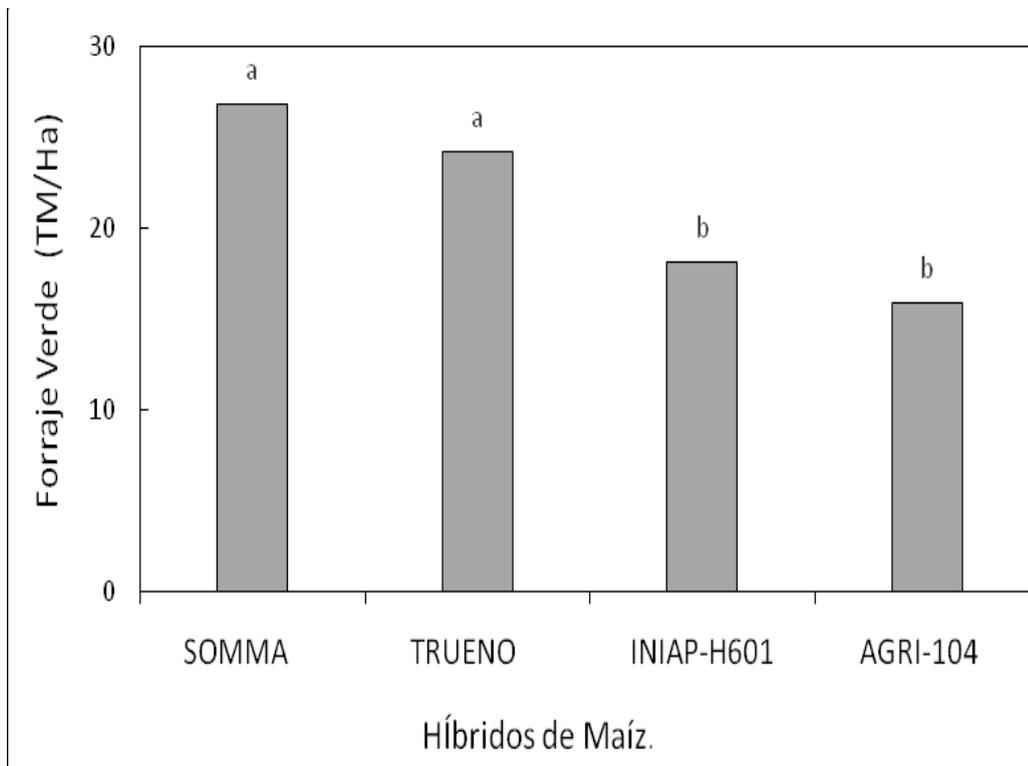


Fig. 1. Rendimiento de Forraje Verde de cuatro híbridos de maíz (letras distintas indican diferencias significativas $p \leq 0,05$).

Hubo diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los híbridos de maíz en cuanto al rendimiento de Forraje Verde. Los híbridos Somma y Trueno tuvieron los mayores rendimientos (26,83 y 24,25 TM/ha respectivamente) mientras que los híbridos AGRI-104 e INIAP-H601 fueron los de menor producción (15,88 y 18,12 TM/ha respectivamente).

Estos resultados indican que los híbridos Somma y Trueno fueron los que mejor se adaptaron a la zona tropical del cantón Nobol para producción de forraje verde apto para la alimentación de ganado bovino.

Estos rendimientos se acercan a la mitad de los mencionados por Gaytán, R., *et al.* (2009) de 50 TM/ha en México; apenas se aproximan a los mencionados por Oramas y Vivas (2007), con 31,4 y 46,7 TM/ha debido a que las condiciones para esa cosecha fueron muy adversas en Colombia. Esto indica que se deben hacer algunas correcciones en cuanto al manejo de la plantación de maíz para forraje ya que el potencial existente para llegar a duplicar la producción es muy grande.

8.1.2. Materia seca por hectárea

Este rendimiento fue calculado acorde al rendimiento de materia verde obtenido, dichas muestras fueron secadas en horno microondas y mediante una balanza de peso en gramos se calculó el porcentaje de pérdida de agua de la muestra y la diferencia es el contenido de materia seca. De dichos muestreos se obtuvo los resultados descritos en la figura 2.

Acorde a los resultados obtenidos, se concluye que hubo efectos ($p \leq 0,05$) de los híbridos de maíz en el rendimiento de Materia Seca. Los híbridos Somma y Trueno tuvieron los mayores rendimientos con 7,28 y 6,98 TM/ha respectivamente, mientras que los híbridos AGRI-104 e INIAP-H601 fueron los de menor producción con 5,03 y 3,62 TM/ha respectivamente.

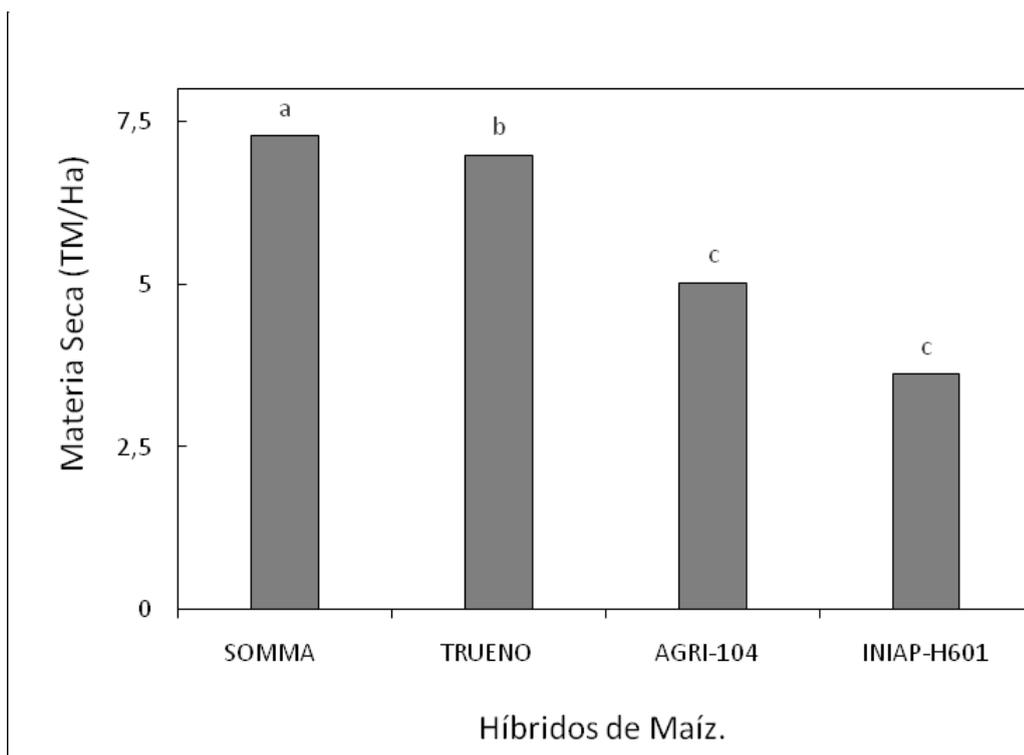


Fig. 2. Rendimiento de Materia Seca de cuatro híbridos de maíz (letras distintas indican diferencias significativas $p \leq 0,05$).

Estos resultados indican que los híbridos Somma y Trueno fueron los que mejor se adaptaron a la zona tropical del cantón Nobol para producción de Materia Seca ideal para la alimentación de ganado bovino y la formulación de sus dietas alimenticias apropiadamente con base en la materia seca de sus ingredientes.

De manera similar al rendimiento de Forraje Verde, los híbridos Somma y Trueno que fueron los de mayor rendimiento de materia seca, apenas se acercan a la mitad de lo expuesto por Montesano *et al.* (2009), donde mencionan que en Argentina se consiguen volúmenes de 11 a 20 TM/ha de materia seca ya sean híbridos graníferos o forrajeros.

8.2. Calidad bromatológica

Para el presente trabajo, se tomó en cuenta la calidad del forraje de maíz producido para lo cual se realizaron análisis bromatológicos en la Universidad Tecnológica Equinoccial (2014), tomando muestras de cada híbrido cosechado,

estos resultados se resumen en el Cuadro 4 para los cuatro híbridos con los que se trabajó.

Cuadro 4. Resultados de análisis bromatológicos en base seca de los híbridos de maíz AGRI 104, INIAP H-601, Somma y Trueno (U.T.E., 2014).

Híbrido	Ceniza (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Fibra (%)	E.N.N.* (%)
AGRI 104	6,4	6,3	7,9	18,8	60,7
INIAP H-601	9,4	8,3	11,5	11,5	59,3
Somma	8,3	4,5	9,6	25,6	52,0
Trueno	8,7	2,7	9,6	32,0	47,0

* = Elementos No Nitrogenados

Estos resultados muestran que el híbrido INIAP H-601 fue el que presentó las mejores características bromatológicas siendo el elemento de mayor importancia el contenido de proteína, seguido del híbrido Trueno, lo que indica que como fuente alimenticia de los bovinos, el híbrido INIAP H-601 es el de mejores características bajo las condiciones de este experimento.

Acorde a Mundo Pecuario (2014), el maíz como forraje contiene un 10,00% de ceniza, 2,00% de grasa, 20,00% de proteína, 8,70% de fibra lo cual dista mucho de lo que se ha encontrado en los análisis realizados en este proyecto estando apenas cerca a uno de estos valores, el híbrido INIAP H-601 en cuanto al contenido de ceniza. Estos valores indican claramente el potencial que hay en mejorar la calidad del forraje producido.

8.3. Costos de producción de maíz para forraje

Para realizar el cálculo de los costos de producción de maíz para forraje, es necesario considerar todos los insumos, mano de obra y servicios relacionados con la siembra, mantenimiento, cosecha, acarreo y transporte relacionados con toda la cadena productiva.

8.3.1. Insumos

Para la siembra y mantenimiento de la plantación de los cuatro híbridos utilizados en este proyecto se deben tomar en cuenta los costos de semilla por hectárea de cada uno de ellos y la inversión en control de plagas y fertilización, mismos que se detallan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Costos de semilla, fertilizantes y control de plagas por hectárea para los híbridos AGRI-104, INIAP-H601, Somma y Trueno.

	AGRI 104	INIAP H-601	Somma	Trueno
\$ Semilla /ha	180,5	60,0	136,0	105,0
\$ Fertilizantes /ha	117,5	117,5	117,5	117,5
\$ Control plagas /ha	67,3	67,3	67,3	67,3

Fuente: Casas comerciales del cantón Nobol.

8.3.2. Mano de obra

Para la cosecha de cada lote se necesitó de personal para el corte de la plantación, acarreo y estiba de la misma en los camiones. Además hubo un costo de flete por llevar la carga hasta la hacienda ganadera donde comprarían el forraje. El personal por hectárea necesario para cosecha de cada lote se detalla en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Jornales por hectárea y fletes de camión necesarios para la cosecha de los híbridos de maíz AGRI 104, INIAP H-601, Somma y Trueno.

	AGRI 104	INIAP H-601	Somma	Trueno
Jornales/ha	7,7	12,3	18,6	19,7
# fletes/ha	1,9	3,1	3,8	3,9

Se debe considerar un costo de mano de obra por día de \$15 por día y por otro lado, el costo del transporte de cada camión que está alrededor de los \$ 60,00 lo que permite hacer un detalle de costos tal como se indica en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Costos por hectárea necesarios para la cosecha de los híbridos de maíz AGRI 104, INIAP H-601, Somma y Trueno.

	AGRI 104	INIAP H-601	Somma	Trueno
\$ Jornales/ha	115,50	184,50	279,50	295,50
\$ # fletes/ha	114,00	186,00	228,00	234,00

Los costos mencionados anteriormente en los cuadros 5, 6 y 7 se pueden resumir en el cuadro 8 para tener una idea clara del costo total por hectárea de producir cada uno de los cuatro híbridos usados en este proyecto.

Cuadro 8. Costos por hectárea necesarios para producir forraje con los híbridos de maíz AGRI 104, INIAP H-601, Somma y Trueno.

	AGRI 104	INIAP H-601	Somma	Trueno
Semilla /ha	180,5	60,0	136,0	86,0
\$ Fertilizantes /ha	117,5	117,5	117,5	117,5
\$ Control plagas /ha	67,3	67,3	67,3	67,3
\$ Jornales/ha	115,5	184,5	279,5	295,5
\$ # fletes/ha	114,0	186,0	228,0	234,0
TOTAL	594,8	615,3	828,3	800,3

Los costos mencionados previamente se deberían comparar con técnicas mecanizadas de cosecha que permitan llevar a cabo las mismas actividades probablemente con una menor inversión, más aún si se considera lo expuesto por Cattani (2009), quien menciona que una manera de reducir costos, es manejando eficientemente el forraje verde y recomienda cosechar el maíz con un 35 a 38 % de materia seca mientras que en este proyecto se lo cosechó entre 20 y 31,5% de materia seca. Para llegar a estas condiciones, se deben hacer muestreos previos a la cosecha para asegurarse de estar dentro de los rangos ideales.

Los costos de producción de maíz para forraje están alrededor de \$ 828,00 por hectárea, sin considerar los costos y preparación de la tierra, ya sea comprada o alquilada, considerando una producción de 26,83 TM de forraje verde por

hectárea a un precio de \$ 75,00 por tonelada, se obtiene un diferencial de \$ 1184,25 de utilidad por hectárea de maíz para forraje si se usa el híbrido Somma. Esto indica que producir maíz para su uso final como forraje en alimentación de ganado bovino, sí es rentable y se obtienen ganancias de alrededor de \$ 1000,00 por hectárea producida.

Por otro lado, se debe hacer la relación entre costos de producción y cantidad de forraje producido, donde se puede estimar el costo de producir una tonelada de forraje verde para cada uno de los híbridos encontrándose que el costo más bajo de producción es del híbrido Trueno con \$ 29,80 por cada tonelada de forraje verde, seguido del INIAP H-601 y Somma con alrededor de \$ 34,00 y por último el AGRI 104 con un costo de \$ 37,50 por tonelada de forraje verde producido.

Al mecanizar la cosecha, se pueden obtener muchos beneficios, como por ejemplo cortar y picar en el campo y llenar directamente los camiones con panca de maíz ya picada, por lo tanto va a llevar más peso por cada viaje reduciendo así costos de flete, considerando además que la cosechadora y picadora van a realizar un trabajo más uniforme y mucho más rápido de lo que lo hacen los trabajadores manualmente.

9. CONCLUSIONES

Para las condiciones de trópico de Nobol, provincia de Guayas, Ecuador, al sembrar maíz para su uso como forraje alimenticio de ganado bovino, se concluye que:

- a. El híbrido de maíz Somma produjo más forraje verde por hectárea alcanzando 26,83 TM FV/ha seguido del híbrido Trueno con 24,25 TM FV/ha.
- b. El híbrido de maíz Somma produjo más materia seca por hectárea alcanzando 7,28 TM MS/ha seguido del híbrido Trueno con 6,98 TM MS/ha.
- c. El híbrido INIAP H-601 fue el que mejores características bromatológicas presentó con los porcentajes más altos de Ceniza (9,4%), grasa (8,3%), proteína (11,5%) y a pesar que fue el que presentó menos porcentaje de fibra, fue el segundo con mayor porcentaje de elementos no nitrogenados (59,3%).
- d. Usando el híbrido Somma para producir forraje de maíz, se obtuvo una ganancia de \$ 1184,25 por hectárea, lo que indica que realizar dicha actividad sí es rentable.

10. RECOMENDACIONES

1. Basado en la literatura consultada y en la experiencia del proyecto realizado, se considera oportuno realizar una siembra mecanizada aumentando la densidad de siembra buscando mejorar los rendimientos por unidad de área ya que para este proyecto se trabajó con un promedio de 13339 plantas por hectárea con siembra manual cuando se podría llegar hasta 70000 plantas por hectárea con siembra mecanizada.
2. Se recomienda realizar una cosecha mecanizada con picadora incluida para reducir el costo de mano de obra y aumentar la capacidad de carga de los camiones que transportan el forraje hasta el plantel bovino.
3. Considerando que el híbrido de maíz INIAP H-601 se cosechó más temprano que los otros tratamientos pero que a la vez presentó las mejores características bromatológicas, se recomienda hacer un nuevo ensayo donde se cosechen todos los híbridos exactamente a la misma edad y realizar una nueva comparación de resultados más aún, sabiendo que este híbrido tiene un costo por semilla más económico que el resto de híbridos sembrados.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R. (2009). El cultivo de maíz, su origen y clasificación. *El maíz en Cuba. Cultivos Tropicales*, 30(2), pp 113-120.
- Amador, A., y Boschini, C. (2000). Fenología Productiva y Nutricional de Maíz para la Producción de Forraje. *Agronomía Mesoamericana*, 11(1), pp 171-177.
- Argel, P., Miles, J., Guiot, J., y Lascano, C. (2006). *Cultivar Mulato (Brachiaria híbrido CIAT 36061): Gramínea de alta producción y calidad forrajera para los trópicos*. Boletín, Centro de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.
- Arteaga, E., y Torres, L. (2004). *Análisis de la Cadena Productiva y Comercializadora del Maíz, a Nivel Local y como una Fuente de Exportación*. Tesis, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Instituto de Ciencias Humanísticas y Económicas, Guayaquil.
- Berling, J. (1990). *Cultivos Forrajeros* (2 ed.). México, México: Editorial Trillas.
- Bertoia, L. (2007). *Híbridos de maíz para silaje*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2014, de Cereales y Forrajes: <http://www.cerealesyforrajes.com.ar/TechNotes/PDF/TechNote07.PDF>
- Bertoia, L. (2008). *Algunos conceptos sobre el cultivo de maíz para ensilaje*. (Inforcampo, Ed.) Recuperado el 10 de Diciembre de 2014, de Infortambo: <http://www.infortambo.com/admin/upload/arch/El%20cultivo%20de%20maiz%20para%20ensilaje%20-%20L%20Bertoia.pdf>
- Bertoia, L. (2010). Ensilaje de Maíz: Calidad Técnica y Biológica. *Rev. Angus*, 250, 23-25.
- Bravo, E., y León, X. (2013). Monitoreo participativo del maíz ecuatoriano para detectar la presencia de proteínas transgénicas. *La Granja*, 17(1), 16-24.
- Bravo, F. (2008). *Manejo, conservación y utilización del ensilaje de maíz forrajero* (1 ed.). México, México, México: ICAMEX.
- Catasús, L. (1997). *Manual de Agrostología*. La Habana: Academia.
- Cattani, P. (2009). ¿Maíz Pasado?, No Se Preocupe, No Es Tan Grave. *Producir XXI*, 17(207), 42-47.
- Desde el Surco: Pastos y Pastoreo. (1995). Forrajes para el Trópico. (G. Falconí, Ed.) *Desde el Surco*(80), 68.

- Di Marco, O., y Aello, M. (2006). *Silo de Maíz, Novillos Bien Alimentados*. Monografía, Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias, Mar del Plata.
- Di Nucci, E., Díaz, M., y Pasinato, A. (2003). *Maíz para Silaje en Entre Ríos. Campaña 2002/03*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2014, de Sitio Argentino de Producción Animal: http://produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/23-maiz_para_silaje:_entre_rios.pdf
- Echeverri, L. (2005). *Industrialización de la Ganadería Tropical*. II Simposio Latinoamericano de Nutrición Animal en los Trópicos, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Quevedo.
- Elizondo, J., y Boschini, C. (2001). Efecto de la densidad de Siembra Sobre el Rendimiento y Calidad del Forraje de Maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 12 (2), 181-187.
- Elizondo, J., y Boschini, C. (2002). Producción de Forraje con Maíz Criollo y Maíz Híbrido. *Agronomía Mesoamericana*, 13(1), 13-17.
- Feijóo, C. (2005). *Comparativo de dos cultivares de maíz chala (Zea mays L.) a tres distanciamientos en el valle de Tumbes*. Tesis Ing. Agr., Universidad Nacional de Tumbes, Departamento Académico de Producción Pecuaria, Tumbes.
- García, M., y Gómez, C. (2008). *Día de Campo: Producción de Chala Para Uso en Ganadería. Estación III: Calidad de Chala*. Boletín, Universidad Nacional Agraria La Molina, Oficina Académica de Extensión y Proyección Social.
- Gaytán, R., Martínez, M., y Mayek, N. (2009). Rendimiento de Grano y Forraje en Híbridos de Maíz y su Generación Avanzada F2. *Agricultura Técnica en México*, 35(3), 295-304.
- Gómez, M., y Rúa, M. (2010). *Una Experiencia de Campo con PRV en Ecuador*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2014, de Cultura Empresarial Ganadera: <http://www.culturaempresarialganadera.org/group/prvenecuador/forum/topics/una-experiencia-de-campo-con>
- Gorosito, R. (2006). *La Historia del Nuevo Maíz Para Silaje*. Recuperado el 6 de Diciembre de 2014, de Sitio Argentino de Producción Animal: http://produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/39-maiz_para_silaje.pdf
- Hanan, A., y Mondragón, J. (2009). *CONABIO*. (H. Vibrans, Editor) Recuperado el 8 de Diciembre de 2014, de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/poaceae/panicum-maximum/fichas/ficha.htm>

- Hereford. (2010). Maíz para Ensilaje. *Hereford*, 75(650), 80-83.
- Ibrahim, M. (1999). *Generation of Alternative Land Use Options: Examples for the Livestock Sector*. Monografía, CATIE, Area of Agroforestry, Turrialba.
- Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina. (2009). Adiós a la Estacionalidad. *Ganaderia y Compromiso*(13), 8-9.
- Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina. (2012). ¿Maíz o Sorgo? *Ganaderia y Compromiso*(45), 14-15.
- Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina. (2012). Integrado es otra cosa. *Ganaderia y Compromiso*(45), 4-8.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2004). *Híbrido de Maíz para Condiciones de Ladera del Trópico Seco Ecuatoriano*. Plegable Divulgativo No. 201, INIAP, Portoviejo.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2008). *Guía Técnica de Cultivos*. Manual No. 73, INIAP, Quito.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2000). Censo Nacional Agropecuario. Recuperado el 12 de Diciembre de 2014, de Ecuador en Cifras: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2005). *Porcentaje de Uso del Suelo Bajo UPA, Según Categoría y Región*.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). *Sistema Agroalimentario del Maíz*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2014, de Ecuador en Cifras: <http://www.ecuadorencifras.com/sistagroalim/pdf/Maiz.pdf>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2013). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua: ESPAC 2013*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2014, de Ecuador en Cifras: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac%202013/PRESENTACIONE_SPAC2013.pdf
- Jiménez, O., Granados, L., Oliva, J., Quiroz, J., y Barrón, M. (2008). Calidad Nutritiva de *Brachiaria humidicola* con Fertilización Orgánica e Inorgánica en Suelos Ácidos. *Archivos de zootecnia*, 59(228), 561-570.
- McIlroy, R. (1976). *Introducción al Cultivo de los Pastos Tropicales*. México, México: Limusa.
- Mera, L. (2003). *Estudio de Adaptación de cuatro especies de pasto y una leguminosa forrajera en la zona de Zapotal, Península de Santa Elena*.

Tesis Ing. Agr. , Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil.

- Milera, M. (2011). Cambio climático, afectaciones y oportunidades para la ganadería en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 34(2), 127-144.
- Miñon, D., Gallego, J., Barbarossa, R., Margiotta, F., Martinez, R., y Reinoso, L. (2009). *Evaluación de la Producción de Forraje de híbridos de maíz para silaje en el Valle Inferior del río Negro (campaña 2008-2009)*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2014, de Sitio Argentino de Producción Animal: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/maiz_sorgo/162-maiz.pdf
- Montesano, A., Baranda, N., Vallone, P., y Maisero, B. (2009). *Evaluación de Híbridos de Maíz con Destino a Silaje o Cosecha*. Boletín de Divulgación Técnica, EEA INTA Manfredi.
- Mundo Pecuario. (2014). Tablas / Maiz Forraje. (L. D. Gélvez, Editor) Recuperado el 27 de Diciembre de 2014, de Mundo Pecuario: http://mundo-pecuario.com/tema60/nutrientes_para_monogastricos/maiz_forraje-314.html
- Muñoz, F., y Rodríguez, R. (2013). *Manejo de Cultivos Forrajeros*. México, México: ICAMEX.
- Murgueitio, E., y Calle, Z. (1999). Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. (M. Sánchez, & M. Rosales Roma, Edits.) *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*(143), 53-88.
- Noriega, V. (2008). *Día de Campo: Producción de Chala para Uso en Ganadería. Estación II: Cultivo de Chala – (Noriega V.)*. Boletín, Universidad Nacional Agraria La Molina, Oficina Académica de Extensión y Proyección Social.
- Olivera, Y., Machado, R., y Del Pozo, P. (2006). Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes del género *Brachiaria*. *Pastos y Forrajes*, 29(1), 5.
- Oramas, C., y Vivas, N. (2007). Evaluación de Dos Híbridos y Una Variedad de Maíz (*Zea mays*) en Monocultivo y en Asociación con Fríjol (*Phaseolus vulgaris*), Para Ensilaje. *Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 5(1), 28-35.
- Orozco, J. (2010). *Evaluación Bioagronómica de una Variedad y Cinco Híbridos de Maíz Duro (Zea mays L.), en el Sector La Colombina, Cantón Alausí*. Tesis Ing. Agr., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica.

- Paladines, O. (1992). *Metodología de Pastizales para Trabajar en Fincas y Proyectos de Desarrollo Agropecuario*. Quito, Pichincha, Ecuador: Serie Metodológica. Manual No.1 Pastos y Forrajes.
- Peralta, A., Carrillo, S., Hernández, H., y Porfirio, N. (2007). *Características morfológicas y productivas, en etapa de producción, para ocho gramíneas forrajeras tropicales*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2014, de Sitio Argentino de Producción Animal: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/85-Peralta-GramineasForrajeras.pdf
- Pimentel, A. (1977). *Establecimiento y Manejo de Pastizales*. Tesis Zoot, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Instituto de Educación Técnica para el desarrollo, Guayaquil.
- Pizarro, E. (2010). Potencial agronómico de especies forrajeras megatérmicas: género *Brachiaria*. (F. d.-I. Agropecuaria, Ed.) *Agrociencia*, 14(3), 21-25.
- Pizarro, E., Hare, M., y Miles, J. (2008). *Brachiaria hybrids: Their origin, potential and forage use*. In: *Proceedings of the XXI International Grassland Congress*. Conferencia, Beijing.
- Quero, A., Enríquez, J., y Miranda, L. (2007). Evaluación de Especies Forrajeras en América Tropical, Avances o Status Quo. *Interciencia*, 32(8), 566-571.
- Ramírez, E., Catani, P., y Ruiz, S. (1999). *La Importancia de la Calidad del Forraje y el Silaje*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2014, de Sitio Argentino de Producción Animal: http://produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/20-la_%20importancia_de_la_calidad_del_forraje_y_el_silaje.pdf
- Reyes, A., Bolaños, E., Hernández, D., Aranda, E., e Izquierdo, F. (2009). Producción de Materia Seca y Concentración de Proteína en 21 Genotipos de Pasto Humidícola *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*, 25(3), 213-224.
- Rincón, A., Ligarreto, G., y Garay, E. (2008). Producción de Forraje en los Pastos *Brachiaria decumbens* Cv. Amargo y *Brachiaria brizantha* Cv. Toledo, Sometidos A Tres Frecuencias y a dos Intensidades de Defoliación En Condiciones del Piedemonte Llanero Colombiano. *Facultad Nacional de Agronomía*, 61(1), 4336-4346.
- Rodríguez, J. (2013). *Comportamiento Agronómico de Cinco Híbridos de Maíz (Zea mays L.) en Estado de Choclo Cultivados a Dos Distancia de Siembra*. Tesis Ing. Agr., Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil.
- Rodríguez-Petit, A., Rada, F., y Colmenares, M. (2008). Comportamiento ecofisiológico de *Brachiaria decumbens* en monocultivo y en asociación con *Leucaena leucocephala*. *Pastos y Forrajes*, Vol. 31(3), 217-227.

- Romero, L. (2005). Maíz para Silo, El Momento de Corte. *Marca Líquida Agropecuaria*, 15(136), 46-47.
- Romero, L., y Aronna, S. (2004). *Siembra de maíz para silaje*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2014, de Sitio Argentino de Producción Animal: http://produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/maiz_sorgo/09-2010_hibridos_maiz_silaje.pdf
- Romero, L., y Mattera, J. (2010). *Híbridos de maíz para silaje en dos épocas de siembra. Comparaciones Productivas*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2014, de Sitio Argentino de Producción Animal: http://produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/maiz_sorgo/09-2010_hibridos_maiz_silaje.pdf
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2014). *Maíz Forrajero*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2014, de SIAP: <http://www.siap.gob.mx/maiz-forrajero/>
- Staller, J., y Thompson, R. (2000). Reconsiderando la Introducción del Maíz en el Occidente de América del Sur. *Bull. Inst. fr. études andines*, 30(1), 123-156.
- Suárez, D. (2013). *PRV: La Salvación de tu ganadería*. Recuperado el 8 de Diciembre de 2014, de Cultura Empresarial Ganadera: <http://www.culturaempresarialganadera.org/forum/topics/prv-la-salvacion-de-tu-ganaderia-d-suarez-mexico>
- Universidad Politécnica De Valencia. (2014). *Parte IV: Tema 25 (3a). Familia Gramineas (Gramineae) o Poáceas (Poaceae)*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2014, de <http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas%20Angiospermas/Comenilidas/Gramineas.htm>
- Universidad Tecnológica Equinoccial. (2014). Reporte de Análisis Bromatológico. Santo Domingo, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador.
- Vargas, C. (2008). Comparación productiva del Forraje Verde Hidropónico de Maíz, Arroz y Sorgo Negro Forrajero. *Agronomía Mesoamericana*, 19(2), 233-240.
- Velásquez, J., y Vincés, E. (2011). *Comportamiento Agronómico de 15 híbridos de maíz amarillo (Zea Mays L.) en el Valle del Río Portoviejo*. Tesis Ing. Agr., Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería Agronómica, Santa Ana.
- Vélez, M., Hincapié, J. J., Matamoros, I., y Santillán, R. (2002). *Producción de Ganador Lechero en el Trópico* (4ta ed.). Valle del Yeguaré, Honduras: Zamorano Academic Press.

- Villanueva, C., Ibrahim, M., Ríos, J., y Suárez, J. (2008). Disponibilidad de *Brachiaria brizantha* en potreros con diferentes niveles de cobertura arbórea en el trópico húmedo de Costa Rica. *Zootecnia Tropical*, 26(3), 293-296.
- Williams, D. W. (1992). *Beef Cattle Production in the South. The Interstate, Printer and Publishers, Inc., Danville, Ill. Ganado Vacuno para Carne.* (G. Noriega, Ed.) México, D.F., México: Limusa, S.A. de C.V.

ANEXOS



Aplicación localizada de herbicida.



Cultivo de maíz de 7 semanas.



Cultivo de maíz de 8 semanas.



Cultivo de maíz de 9 semanas



Mazorca de maíz de 9 semanas.



Cultivo de maíz de 10 semanas.



Cultivo de maíz de 11 semanas.



Tamaño de las mazorcas a las 11 semanas.



Cosecha manual de plantas de maíz.



Carga manual de las plantas de maíz.



Estiba en camiones de las plantas de maíz.



Picado del maíz.



Maíz picado listo para dar como alimento fresco o para ensilar.



Uso del maíz picado para ensilar.

RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Ing. Miguel Maczy	Número Muestra:	4676
Propiedad:		Fecha de ingreso:	19/02/2014
Cultivo:	Maíz agriconsee	Impreso:	05/03/2014
No. Lab.:	Desde: 001 Hasta:	Fecha de Entrega:	06/03/2014

Identificación del lote: **Lote1**

Profundidad:

pH	C.E	M.O	NH ₄	P	S	K	Ca	Mg
	ds/m	%		ppm			meq/100 g	
7.14	0.16	1.70	3.87	3.16	5.64	0.33	20.00	3.80
P.N	N.S.	B	B	B	M	M	A	A

Na	Al+H	Al	Σ bases	TEXTURA (%)			Cu	B
	meq/100g			Arena	Limo	Arcilla	ppm	
			24.16	0	44	56	20.30	0.87
			M	ARCILLOSA			A	A

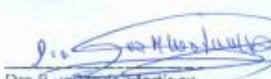
Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
	ppm		R1	R2	R3
65.0	2.70	10.00	5.26	10.56	66.11
A	B	M	A	O	A

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	B = Bajo	Ac. = Ácido	N.S. = No salino
Arc. = Arcilloso	M = Medio	Me.Ac. = Medianamente Ácido	L.S. = Ligeramente salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	LAc. = Ligeramente Ácido	S. = Salino
Li. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Prácticamente Neutro	M.S. = Muy Salino

Determinación	Metodología	Extractante
P, N ¹⁴	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfatos de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkley Black	No Aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo-Agua (1:25)
CE	Conductimetría	No Aplica
Textura	Modificado de Bouyoucos	No Aplica
Al		
Al + H	Volumetría	KCl 1N


Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA



Dirección:

Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)

Teléfono: 2752-607 Cel. 0993 095 309 / 0999 164 889

e-mail: lmartinez@ute.edu.ec
enjar6@yahoo.com

RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Inf. Miguel Mascay	Número Muestra:	4677
Propiedad:		Fecha de ingreso:	19/02/2014
Cultivo:	Maíz Somma	Impreso:	05/03/2014
No. Lab.:	Desde: 001 Hasta:	Fecha de Entrega:	06/03/2014

Identificación del lote: **Lote 2**

Profundidad:

pH	C.E	M.O	NH4	P	S	K	Ca	Mg
	ds/m	%		ppm			meq/100 g	
6.98	0.16	1.75	3.87	2.06	7.60	0.23	20.00	4.00
P.N.	N.S.	B	B	B	M	M	A	A

Na	Al+H	Al	Σ bases	TEXTURA (%)			Cu	B
	meq/100g			Arena	Limo	Arcilla	ppm	
			24.23	0	38	62	18.10	0.30
			M	ARCILLOSA			A	M

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
	ppm		R1	R2	R3
22.0	2.50	11.40	5.00	17.39	104.35
M	B	M	O	A	A

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	B = Bajo	Ac. = Ácido	N.S.= No salino
Arc. = Arcilloso	M = Medio	Ma.Ac.= Medianamente Ácido	L.S.= Ligeramente salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	LAc. = Ligeramente Ácido	S. = Salino
Li. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Prácticamente Neutro	M.S.= Muy Salino

Determinación	Metodología	Extractante
P, NH4 ⁺	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfatos de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkley Black	No Aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo-Agua (1:25)
CE	Conductimetría	No Aplica
Textura	Modificado de Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	KCl 1N
Al + H		

[Firma]
Dra. Luz María Martínez
LABORATORISTA



Dirección:
Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono: 2752-607 Cel. 0993 095 309 / 0999 164 889

e-mail: lmartinez@ute.edu.ec
enjar6@yahoo.com

RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	*Ing. Miguel Macay	Número Muestra:	4678
Propiedad:		Fecha de ingreso:	19/02/2014
Cultivo:	Maiz INIAP	Impreso:	05/03/2014
No. Lab.:	Desde: 001 Hasta:	Fecha de Entrega:	06/03/2014

Identificación del lote: **Lote 3**

Profundidad:

pH	C.E	M.O	NH ₄	P	S	K	Ca	Mg
	ds/m	%		ppm			meq/100 g	
6.77	0.06	0.81	0.55	2.24	4.92	0.27	21.00	4.00
PN	N.S.	B	B	B	M	M	A	A

Na	Al+H	Al	Σ bases	TEXTURA (%)			Cu	B
	meq/100g			Arena	Limo	Arcilla	ppm	
			25.27	2	50	48	1.70	0.44
			M	ARCILLO LIMOSO			M	M

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
	ppm		R1	R2	R3
28.0	1.70	9.70	5.25	14.81	92.59
M	B	M	A	O	A

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	B = Bajo	Ac. = Ácido	N.S. = No salino
Arc. = Arcilloso	Mi = Medio	Me.Ac. = Medianamente Ácido	L.S. = Ligeramente salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	LAc. = Ligeramente Ácido	S. = Salino
Li. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Prácticamente Neutro	M.S. = Muy Salino

Determinación	Metodología	Extractante
P, NH ₄ ⁺	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfatos de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkley Black	No Aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo-Agua (1.25)
CE	Conductimetría	No Aplica
Textura	Modificado de Bouyoucos	No Aplica
Al	Volumetría	KCl 1N
Al + H		

Dra. Luz María Martínez
 Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA



Dirección:
 Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
 Teléfono: 2752-607 Cel. 0993 095 309 / 0999 164 889

e-mail: lmartinez@ute.edu.ec
 enjar6@yahoo.com

RESULTADOS: ANÁLISIS DE SUELOS

Datos del cliente		Referencia	
Cliente:	Ihg. Miguel Macay	Número Muestra:	4679
Propiedad:		Fecha de ingreso:	19/02/2014
Cultivo:	Maiz Trueno Agripac	Impreso:	05/03/2014
No. Lab.:	Desde: 001 Hasta:	Fecha de Entrega:	06/03/2014

Identificación del lote: **Lote 4**

Profundidad:

pH	C.E	M.O	NH ₄	P	S	K	Ca	Mg
	da/m	%		ppm			meq/100 g	
6.96	0.12	1.34	4.52	4.86	8.33	0.28	21.00	4.00
PN-	N.S.	B	B	B	M	M	M	A

Na	Al+H	Al	Σ bases	TEXTURA (%)			Cu	B
meq/100g				Arena	Limo	Arcilla	ppm	
			25.28	0	64	36	16.80	1.25
			M	ARCILLOSA			A	A

Fe	Zn	Mn	Ca/Mg	Mg/K	(Ca+Mg)/K
ppm			R1	R2	R3
27.0	2.90	17.30	5.25	14.29	89.29
M	B	A	A	O	A

INTERPRETACIÓN

Textura	Elementos	pH	Conductividad eléctrica
Fco. = Franco	B = Bajo	Ac. = Ácido	N.S.= No salino
Arc. = Arcilloso	M = Medio	Me.Ac.= Medianamente Ácido	L.S.= Ligeramente salino
Ar. = Arenoso	A = Alto	LAc. = Ligeramente Ácido	S. = Salino
Ll. = Limoso	O = Óptimo	P. N. = Prácticamente Neutro	M.S.= Muy Salino

Determinación	Metodología	Extractante
P, NH ₄ ⁺	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfatos de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
M.O.	Walkley Black	No Aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo-Agua (1:25)
CE	Conductimetría	No Aplica
Textura	Modificado de Bouyoucos	No Aplica
Al		
Al + H	Volumetría	KCl 1N

Dra. Luz María Martínez
Dra. Luz María Martínez
 LABORATORISTA



Dirección:
 Calle Río Chambira N° 602 y Zamora. (A dos cuadras de la Clínica Araujo margen izquierdo)
Teléfono: 2752-607 Cel. 0993 095 309 / 0999 164 889

e-mail: lmartinez@ute.edu.ec
enjar6@yahoo.com



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
SEDE SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: ING. MIGUEL MACAY
TIPO DE MUESTRA: HOJA DE MAIZ
DIRECCIÓN: Km 42 VIA DAULE
IDENTIFICACIÓN: 2202
TELÉFONO: 0991224862
FECHA DE INGRESO: 20/05/2014
FECHA DE SALIDA : 16/06/2014

RESULTADOS :

No. DE MUESTRA	IDENTIFIC.	HUMEDAD	MATE. SECA	CENIZA	GRASA	PROTEINA	FIBRA	E.L.N.N	ENERGIA
		%	%	%	%	%	%	%	KILO CAL/100gr
2202	HOJAS DE MAIZ (LOTE # 1)	**	85,5	6,4	6,3	7,9	18,82	60,7	** BASE SECA
		14,5		5,4	5,4	6,7	16,09	51,8	282,8

E.L.N.N Elementos no nitrogenados.
HUMEDAD Estufa -Secado a 105°C
CENIZA Mufla-Incinerado 550°C
GRASA Soxhlet solvente éter de petróleo
PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25
FIBRA Método digestión ácido-básica


ING. ELSA BURBANO C.
LABORATORIO DE QUIMICA





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
SEDE SANTO DOMINGO

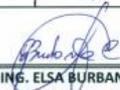
REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: ING. MIGUEL MACAY
TIPO DE MUESTRA: HOJA DE MAIZ
DIRECCIÓN: Km 42 VIA DAULE
IDENTIFICACIÓN: 2186
TELEFONO:0991224862
FECHA DE INGRESO: 22/04/2014
FECHA DE SALIDA : 16/06/2014

RESULTADOS :

No. DE MUESTRA	IDENTIFIC.	HUMEDAD	MATE.SECA	CENIZA	GRASA	PROTEINA	FIBRA	E.L.N.N	ENERGIA
		%	%	%	%	%	%	%	KILO CAL/100gr
2186	HOJAS DE MAIZ	**	99,0	9,4	8,3	11,5	11,53	59,3	** BASE SECA
		1,0		9,3	8,2	11,4	11,42	58,7	353,9

E.L.N.N Elementos no nitrogenados.
HUMEDAD Estufa -Secado a 105°C
CENIZA Mufla-Incinerado 550°C
GRASA Soxhlet solvente éter de petróleo
PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25
FIBRA Método digestión ácido-básica


ING. ELSA BURBANO C.
LABORATORIO DE QUIMICA





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
SEDE SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: ING. MIGUEL MACAY
TIPO DE MUESTRA: HOJA DE MAIZ
DIRECCIÓN: Km 42 VIA DAULE
IDENTIFICACIÓN: 2196
TELEFONO:0991224862
FECHA DE INGRESO: 13/05/2014
FECHA DE SALIDA : 16/06/2014

RESULTADOS :

No. DE MUESTRA	IDENTIFIC.	HUMEDAD %	MATE.SECA %	CENIZA %	GRASA %	PROTEINA %	FIBRA %	E.L.N.N %	ENERGIA KILO CAL/100gr
2196	HOJAS DE MAIZ (LOTE # 3)	**	88,0	8,3	4,5	9,6	25,65	52,0	** BASE SECA
		12,0		7,3	4,0	8,4	22,57	45,7	252,4

E.L.N.N Elementos no nitrogenados.
HUMEDAD Estufa -Secado a 105°C
CENIZA Muffa-Incinerado 550°C
GRASA Soxhlet solvente éter de petróleo
PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25
FIBRA Método #igestión ácido-básica


ING. ELSA BURBANO C.
LABORATORIO DE QUIMICA





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
SEDE SANTO DOMINGO

REPORTE DE ANALISIS BROMATOLOGICO

SOLICITANTE: ING. MIGUEL MACAY
TIPO DE MUESTRA: HOJA DE MAIZ
DIRECCIÓN: Km 42 VIA DAULE
IDENTIFICACIÓN: 2200
TELÉFONO: 0991224862
FECHA DE INGRESO: 16/05/2014
FECHA DE SALIDA : 16/06/2014

RESULTADOS :

No. DE MUESTRA	IDENTIFIC.	HUMEDAD %	MATE. SECA %	CENIZA %	GRASA %	PROTEINA %	FIBRA %	E.L.N.N %	ENERGIA KILO CAL/100gr
2200	HOJAS DE MAIZ (LOTE # 4)	**	90,5	8,7	2,7	9,6	32,00	47,0	** BASE SECA
		9,5		7,9	2,4	8,7	28,97	42,6	226,7

E.L.N.N Elementos no nitrogenados.
HUMEDAD Estufa -Secado a 105°C
CENIZA Mufla-Incinerado 550°C
GRASA Soxhlet solvente éter de petróleo
PROTEINA Kjeldahl factor es 6,25
FIBRA Método digestión ácido-básica


ING. ELSA BURBANO C.
LABORATORIO DE QUIMICA

