

**EVALUACIÓN PRODUCTIVA DEL MAÍZ NEGRO (*Zea mays L*)
VARIEDAD CAPIO EN EL TRÓPICO BAJO DE LA COSTA NORTE
COLOMBIANA.**

PRESENTADO POR

DANIXA CONTRERAS RODRIGUEZ

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ZOOTECNIA

CÚCUTA

2021

**EVALUACIÓN PRODUCTIVA DEL MAÍZ NEGRO (*Zea mays L*) VARIEDAD
CAPIO EN EL TRÓPICO BAJO DE LA COSTA NORTE COLOMBIANA.**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:

ZOOTECNISTA

PRESENTADO POR:

DANIXA CONTRERAS RODRIGUEZ

TUTOR:

Esp. LINO ALBERTO MEZA ALBA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ZOOTECNIA

CÚCUTA

2021

Agradecimientos

A Dios, por darme vida y salud para poder desarrollar este proyecto.

A mis padres por ser mi apoyo y ayuda constante.

A mi tutor quien me guio en la elaboración del trabajo.

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico y productivo del maíz negro criollo en el trópico bajo de la costa norte colombiana, bajo un diseño aleatorio con un total de 10 réplicas. Se midieron variables como: altura de la planta (cm), largo de la hoja (cm), ancho de la hoja (cm) área foliar (cm), grosor del tallo (mm), relación tallo-hoja, peso de la hoja (kg), peso del tallo(kg), aforo (kg/fv/m²). Estos datos fueron tomados semanalmente. Se aplicaron pruebas de estadística descriptiva donde se obtuvieron los resultados.

El crecimiento durante las 10 semanas fue de 222,46 cm, grosor del tallo 15,575 mm, producción de biomasa promedio de 11,815 kg/fv/m², un peso de las hojas de 2,3781 kg, tallo de 5,602 kg, mazorcas de 3,8335 kg, en la relación tallo hoja se obtuvo una relación promedio de 35,7 g en base a materia seca de las hojas y un peso de 51,7g de materia seca en la relación del tallo, presentando un tallo único con un promedio de 13,8 hojas por planta y un área foliar promedio de 393 cm, en donde no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Finalmente la producción forrajera de 11, 815 kg/fv/m² obtenida por la variedad de maíz negro en el trópico bajo del municipio de María la Baja-Bolívar se muestra como una alternativa a tener en cuenta para la alimentación animal en Colombia.

Palabras claves: biomasa, crecimiento, criollo, negro, maíz, producción

Abstract

The objective of this work was to evaluate the agronomic and productive behavior of Creole black corn in the low tropics of the Colombian north coast, under a design of divided plots with a total of 10 replications. Variables were measured such as: plant height (cm), leaf length (cm), leaf width (cm) leaf area (cm), stem thickness (mm), stem-leaf ratio, leaf weight (kg), stem weight (kg), capacity (kg / fv / m²). these data were taken weekly. Descriptive statistics tests and analysis of variance were applied with a significance of 5%. Where the results were obtained. Growth during the 10 weeks was 222,46 cm, stem thickness 15,575 mm, average biomass production of 11,815 kg / fv / m², leaf weight of 2,3781 kg, stem of 5,602 kg, ears of 3, 8335 kg, in the stem-leaf ratio an average ratio of 35,7 g was obtained based on dry matter of the leaves and a weight of 51,7g of dry matter in the stem ratio. Presenting a single stem with an average of 13,8 leaves per plant and an average leaf area of 393 cm, where no significant differences were found between the treatments. Finally, the forage production obtained by the variety of black corn in the low tropics of the municipality of María la Baja-Bolívar is shown as an alternative to consider for animal feeding in Colombia.

Keywords: biomass, growth, creole, black, corn, production

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| Agradecimientos..... | 1 |
| Resumen..... | 2 |
| Abstract..... | 3 |
| Índice de tablas, gráficos e ilustraciones..... | 5 |
| Introducción | 6 |
| Capítulo 1. Evaluación Productiva del Maíz Negro (<i>Zea mays</i>) variedad de capio en el trópico bajo de la Costa Norte Colombiana. | 8 |
| Problema de investigación..... | 8 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 8 |
| 1.2 Formulación del problema | 9 |
| 1.3 Hipótesis de investigación..... | 9 |
| 1.4 Justificación | 10 |
| 1.5 Objetivos | 11 |
| 1.5.1 <i>Objetivo General</i> | 11 |
| 1.5.2 <i>Objetivos Específicos</i> | 11 |
| Capítulo 2. Marco referencial..... | 12 |
| 2.1 Antecedentes de la investigación..... | 12 |
| 2.1.1 <i>Ubicación</i> | 16 |
| 2.3 Marco teórico | 16 |
| 2.3.1 <i>Clasificación taxonómica</i> | 18 |
| 2.3.2 <i>Variedades del Maíz y establecimiento</i> | 19 |
| 2.3.3 <i>Morfología de la planta</i> | 19 |
| 2.3.4 <i>Exigencias Climáticas</i> | 21 |
| 2.3.5 <i>Exigencias Agronómicas</i> | 21 |
| 2.3.6 <i>Exigencias Edafológicas</i> | 23 |
| Capítulo 3. Metodología | 25 |
| Capítulo 4. Resultados y discusiones..... | 32 |
| 4.1 Costos de producción..... | 1 |
| Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones..... | 13 |
| Referencias..... | 14 |

Anexos ¡Error! Marcador no definido.

Índice de tabla

| | |
|--|-----------|
| Tabla 1. Clasificación taxonomica..... | 18 |
| Tabla 2 análisis de suelo propiedades físicas..... | 32 |
| Tabla 3 análisis de suelo propiedades químicas..... | 32 |
| Tabla 7 costos de producción..... | 12 |

Índice de graficas

| | |
|---|--------------------------------------|
| Grafica 1 grosor tallo, expresada en milímetros ... | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| Grafica 2 número de hojas, expresado en unidades | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| Grafica 3 crecimiento | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |

Índice Análisis Estadísticos

| | |
|--|--------------------------------------|
| Análisis estadístico 1 grosor tallo..... | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| Análisis estadístico 2 número de hojas..... | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| Análisis estadístico 3 numero de hojas..... | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| Análisis estadístico 5 crecimiento | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| Análisis estadístico 6 crecimiento | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| Análisis estadístico 7 crecimiento | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |

Ilustración

| | |
|--|--------------------------------------|
| Ilustración 1 distribución de parcelas..... | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
|--|--------------------------------------|

Introducción

En la producción pecuaria el maíz juega un papel importante en la alimentación y en la economía. La diversidad de suelos bajo los cuales es cultivado el maíz es mayor que la de cualquier otro cultivo.

El maíz negro (*Zea mays*), se origina entre México, los Andes o Mesoamérica y es una variedad de maíz único de los valles de los andes peruanos que normalmente se cultiva a 3,000 msnm, existen diferentes variedades de este, todas ellas se originaron a partir de la especie Kculli que aún se sigue cultivando en los andes Peruanos. (CEI, 2015)

Colombia es uno de los países que tiene mayor diversidad de maíces nativos y criollos, que se expresa en las numerosas variedades y eco tipos de maíces presentes en las diferentes regiones y agro ecosistemas del país, asociadas a las diversas expresiones culturales y socioeconómicas de las comunidades indígenas, afrocolombianas y campesinas. (Semillas, 2017). Sin embargo, el maíz negro (*Zea mays*) en Colombia se desconoce aún su evaluación productiva ya que la utilización de variedades de maíz que han ido mejorando con el tiempo y con ayuda de la genética han desplazado poco a poco las variedades criollas. Los usos del maíz van desde manejo como forraje verde, ensilaje o en grano que es utilizado en la elaboración de concentrados para la alimentación de diferentes especies de interés zootécnico. (Semillas, 2017).

Por lo anterior, en el presente trabajo de investigación se muestra la evaluación productiva del Maíz Negro (*Zea mays*) variedad de capio en el trópico bajo de la Costa Norte Colombiana, mediante las variables productivas y agronómicas como: fenología, altura de la planta, número de tallos por planta, número de hojas por planta, peso de tallo, peso de hoja,

relación hoja-tallo, área foliar y sus costos de producción en esta zona del país, también como su comportamiento.

Capítulo 1. Evaluación Productiva del Maíz Negro (*Zea mays*) variedad Caapio en el trópico bajo de la Costa Norte Colombiana.

Problema de investigación

1.1 Planteamiento del problema

El maíz es catalogado como una buena alternativa económica en la alimentación de producciones pecuarias, pero el estudio de su producción y costos, así como su comportamiento en la región de la costa norte colombiana ha sido escaso para esta variedad de maíz.

Del maíz negro (*Zea mays*) se desconoce sobre su producción, así como los costos de ésta que nos pueden ayudar en la alimentación pecuaria, ya que el grano de maíz ha sido uno de los principales ingredientes de los piensos, de elección y preferencia por su alto valor energético y su palatabilidad.

La falta de alimento afecta directamente los parámetros productivos de los animales que se someten a largos periodos de hambruna manifestándose en una baja condición corporal, baja ganancia de peso, baja fertilidad, baja tasa de preñez, baja producción de leche, disminución en la calidad de la leche y el desarrollo de patologías ocasionadas por la carencia de nutrientes esenciales presentes en los forrajes utilizados como fuente de alimento. (López, 2006)

Por otro lado, uno de los principales problemas que afronta la ganadería en Colombia es la baja disponibilidad de alimento que es destinada a los animales de los diferentes sistemas de producción obteniendo como resultado una baja capacidad de carga en la actualidad, ejerciendo una presión a los productores en la búsqueda de nuevas alternativas alimenticias para la producción de biomasa, aumentando las praderas y disminuyendo la tala de zonas naturales que afectan el medio ambiente y los ecosistemas presentes de la región.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo es el crecimiento de esta variedad de maíz en el trópico bajo de la Costa Norte Colombiana?

1.3 Hipótesis de investigación

La producción de biomasa del maíz negro (*Zea mays L*) en el trópico bajo de la Costa Norte Colombiana puede ser considerada como alternativa en producción de forraje.

1.4 Justificación

La nutrición es un pilar fundamental en la producción animal, si a estos no se les brinda una buena nutrición, su expresión genética decaerá de forma inmediata, con esto afectando directamente la economía de las empresas pecuarias.

La mayoría de estos requerimientos nutricionales son suplidos por los forrajes verdes o secos, siendo estos una gran fuente alimenticia y nutricional para el animal, por eso se buscan forrajes que logren alcanzar un mayor pico de producción o de biomasa por metro cuadrado.

Las gramíneas forrajeras constituyen la principal fuente de alimentación de los herbívoros ya que crecen de manera espontánea en la mayoría de los potreros. Se adaptan muy fácilmente a las variedades del clima y aportan la mayor parte de la materia seca y los carbohidratos consumidos por el animal. (Cardona, 2012).

Por estas razones el maíz negro (*Zea mays*), representa una excelente alternativa para la producción de forrajes en busca de producir alimento de origen vegetal de buena calidad nutricional (López, 2006)

Asímismo esta variedad en particular presenta características sobresalientes en comparación con otras variedades de maíces sembrados en el territorio nacional, dentro de estas características sobresale el alto contenido de azúcares como son las antocianinas, convirtiéndolo en un producto palatable y con una alta aceptación por parte de los animales a los que se les suministre. (Filmer & Davis, 2020).

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

- Evaluar el comportamiento productivo del maíz negro (*Zea mays*) en la Costa Norte Colombiana.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar variables agronómicas del maíz negro (*Zea mays*).
- Evaluar el desempeño productivo del maíz negro (*Zea mays*) en el trópico bajo de la Costa Norte Colombiana.
- Estimar costos de producción del maíz negro (*Zea mays*) en la Costa Norte Colombiana.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Antecedentes de la investigación

La producción de forrajes está directamente relacionada con la relación suelo-planta y el cultivo del maíz negro no es ajeno a esta condición (Cortes, 2010). Indica que la condición es como tipo de suelo, precipitaciones, radiación solar, horas luz y una adecuada preparación del suelo tienen un papel importante en la germinación de la semilla, control de malezas y control de plagas potencialmente peligrosas para el desarrollo del cultivo.

(Manrique, 1997), señala que el maíz morado o negro requiere de suelos franco-arcillosos con buena capacidad para el soporte de la humedad, es adaptable a diversos climas de la costa y sierra, que se ubiquen a lo largo de la cordillera de los andes entre los 1,200 y 3,000 m.s.n.m. Las condiciones óptimas para la producción del maíz morado o negro son los suelos profundos con textura franco a franco-arcilloso que retienen humedad.

Cuando el maíz sufre de estrés por deficiencia de agua, luz, nutrientes y, a veces, por largos fotoperiodos y falta de adaptación térmica durante la floración, la emisión de pistilos y el crecimiento de la mazorca se detienen. (Alicia & Alberto, 2020)

La variable que se evaluó contando las hojas que tuvo cada planta en cada tratamiento, este factor influyó en el momento de la productividad que tuvieron las variables evaluadas. En el parámetro de número de hojas por planta, no tenemos diferencias significativas entre variedades,

es decir que tienen similar producción de hojas, lo que marca la diferencia en similar producción entre plantas en la variedad guarandana, ya que tiene un mayor promedio de 10 a 11 hojas por planta en comparación con las demás variedades. (Bonilla, 2012)

La siembra continua del maíz morado o negro en una misma parcela afecta el cultivo y reduce el rendimiento debido al aumento de plagas y enfermedades que se mantienen en el campo y al desbalance de nutrientes en suelo. Por esta razón, es necesario evitar el cultivo continuo por más de 5 años debido a que el maíz tiene una alta capacidad de absorción de nutrientes del suelo. Si se cultiva en parcelas afectadas por el cultivo continuo de otros cultivos, el maíz tiende a reducir los efectos, balanceando la cantidad disponible de nutrientes. La rotación del cultivo es muy importante. (Medina, Morita, Maruya, & Hideki, 2016)

El cultivo de maíz necesita una gran cantidad de agua un aproximado (5mm/día), en la fase desarrollo requiere de poca humedad pero en la fase de crecimiento la necesidad de agua se incrementa al punto de un riego 10 o 15 días antes de que inicie la etapa de la floración ya que esta fase es un periodo crítico, pues el adecuado suministro de agua al cultivo, favorece la formación y llenado del grano. En la siguiente etapa, en la etapa de engrosamiento y maduración de la mazorca la necesidad de agua disminuye (Guacho, 2014)

La necesidad de buscar nuevas alternativas para abaratar costos de producción principalmente del ganado lechero, hacen necesario realizar estudios en uno de los cultivos de mayor demanda como lo es el maíz, con el fin de satisfacer las necesidades de alimentación, dada su alta productividad y calidad en verde.

De tal manera es importante buscar mejores alternativas en cuanto a genotipos que aseguren altos rendimientos de forraje tomando en cuenta su fenología. (Bonilla, 2012)

(Quispe R. , 2003), menciona que las antocianinas son colorantes pertenecientes a la familia de los flavonoides, y que estos están ampliamente distribuidos entre las flores, frutos (particularmente en las bayas) y son responsables del color brillante tal como el azul, rojo y morado.

Estudios realizados en el maíz morado indican la presencia de antocianinas y que los colores atractivos como el naranja, rojo, morado y azul tienen un alto potencial para uso como colorantes naturales. El color y estabilidad de estos pigmentos antociánicos depende de varios factores como la estructura y concentración del pigmento, pH, temperatura, calidad e intensidad de luz a los que son sometidos (Quispe, Arroyo, & Gorriti, 2007)

El aprovechamiento total de producción de forrajes en la época lluviosa, es bajo, tomando en cuenta que el 81% de la producción total anual de materia seca se obtiene durante este periodo y el restante 19% durante la época seca. Afectando el rendimiento de materia seca disponible para el animal. (Bonilla, 2012)

Los sustitutos naturales de la escasez de forraje para la época seca son los cultivos forrajeros, porque proveen de suficiente materia seca como para no bajar la carga animal y dejar pisotear las pasturas. (Bonilla, 2012)

La planta de maíz es un excelente forraje para el ganado, especialmente para las vacas lecheras. Se utiliza como forraje en varias etapas del crecimiento de la planta, especialmente en el momento de la emisión de la panoja o más adelante. (Bonilla, 2012)

La cosecha en choclo se realiza cuando el grano está en estado “lechoso”; para humitas en estado semipastoso y para semilla se cosechará cuando ha alcanzado la madurez fisiológica que se identifica cuando en la base del grano se observa una capa negra (Yanez, 2006)

Según (FAO, 2012) la cosecha se realiza de forma manual depositando la mazorca en recipientes o sacos, debe hacerse cuando el grano esté seco, debido a que un alto contenido de humedad en el grano dificulta su conservación ya que sufren deterioro y se vuelven susceptibles a pudriciones. Se debe tener cuidado con hongos que ocasionan el apareamiento de mico toxinas.

Dentro de la actividad de poscosecha la selección de las mazorcas es una actividad muy importante pues aquí se eliminan las mazorcas dañadas por plagas y las pequeñas, pues se busca obtener mazorcas que tengan el grano grueso y uniforme. Luego en la etapa de desgrane de las mazorcas es necesario además desechar todos los granos dañados y podridos, además aquí se separa el grano comercial del grano que será utilizado para semilla. Otra labor importante dentro de esta actividad es el secado del grano, sobre todo el que está destinado para semilla se debe evitar el colocar la semilla sobre planchas de cemento caliente pues el aumento de temperatura en el grano ocasionara la perdida de viabilidad de la semilla. (Yanez, 2006)

Según (Gavilanes , 2011) El uso de forrajes conservados además de los efectos positivos en el animal como el de mantener la condición corporal, reducir las caídas en la producción y mejorar los índices de reproducción, son excelentes recursos para equilibrar los nutrientes de las dietas de los animales de alto desempeño productivo, a la vez que permiten un sustancial aumento de la carga animal del sistema y así contribuye a estabilizar la producción.

El ensilaje les ofrece la posibilidad de asegurar alimentos durante épocas de alta producción y conservarlos para su empleo futuro, especialmente en períodos de escasez. El ensilaje puede ser conservado por 11 meses y aún por años y puede ser usado en cualquier momento, especialmente durante períodos de sequía.

2.1.1 Ubicación

El trabajo de investigación se desarrolló en la finca villa Eliana en el corregimiento de San José del playón, ubicado en el municipio de María la Baja en el departamento de Bolívar en las coordenadas N 0.9.88801° W 07533614° Costa Norte Colombiana, con unas condiciones de temperatura promedio a los 32-34 °C y una altitud de 20 m.s.n.m.

2.3 Marco teórico

La ganadería en Colombia durante los últimos años ha presentado un crecimiento estable y sostenido dando como consecuencia un aumento en el inventario animal con un número aproximado de 28 millones de cabezas de animales, distribuidos en los diferentes sistemas de producción explotados como son la ganadería de lechería especializada, ganadería de carne y ganadería doble propósito diseminadas por todo el territorio nacional. (FEDEGAN, 2020)

Para obtener este desarrollo se ha destinado un área de 33,8 millones de hectáreas para la producción de pastos y forrajes empleados para la alimentación animal, con una participación del 80% de la totalidad de tierras del sector agropecuario del país. (DANE, 2020)

El uso de las praderas en la ganadería bovina Colombiana es alta, esto debido al manejo cultural que se le ha dado a este sector durante décadas, la pradera es definida como aquel sitio o área destinada para la producción de cultivares forrajeros ya sean nativos o introducidos, constituyéndose en el pilar fundamental de la alimentación por sus bajos costos en comparación

con la utilización de productos o subproductos de la agro industria que nos permite satisfacer el consumo voluntario de los animales. (Papalotla, 2018)

El manejo del maíz como cultivo para la producción de biomasa, forrajes o granos con el fin de alimentación animal en los últimos años ha venido presentando un crecimiento sostenido, esto debido a los diferentes usos que recibe esta materia prima, dentro de las diferentes variedades de maíz que presenta una cosecha mayor es el maíz amarillo con una producción de 358.347 toneladas, eso por lo que es destinado para la alimentación humana y animal siendo esta última la que consumen un alto porcentaje de la totalidad de producto sembrando seguido del maíz blanco con una producción de 231.682 toneladas en el año 2017 (FENALCE, s.f.)

Dentro de las características sobresalientes del maíz capio, se destaca el color del grano que constituye el 85% del peso y de la coronta el 15% del peso (tusa) son de una coloración negra, donde el grano de esta variedad posee un tamaño aproximadamente de 5-10 mm. (Davila & Moreno, 2016) El maíz capio negro (*Zea mays*), es una planta transitoria, que presenta un periodo de producción no mayor a un año, sin ramificaciones, En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la flor femenina se forma en unas estructuras vegetativas llamadas espádices (mazorca), es una planta con requerimientos altos en nitrógeno, razón por la cual se utilizan grandes cantidades de fertilizantes químicos o se asocian con leguminosas por la función biológica estas que permiten la fijación de nitrógeno atmosférico, disminuyendo la compra y aplicación de fertilizantes ricos en nitrógeno que algunos casos ocasionan problemas de nitrificación del suelo, en el caso específico de la variedad capio en la mayoría de los casos solo se utiliza la mazorca y el grano, dejando en el

área de cultivo el desecho de la cosecha como tallos, hojas que no son utilizados en la alimentación animal, reponiendo parte de los nutrientes extraídos durante la cosecha.

2.3.1 Clasificación taxonómica

Con respecto a la ubicación taxonómica del maíz en general, la más aproximada ha sido reportada por (Takhtajan, 1980) y describe de la siguiente forma:

Tabla 1. Clasificación Taxonómica

| Clasificación taxonómica del maíz negro (<i>Zea mays</i>) | |
|--|-----------------|
| CARACTERISTICA | DETALLE |
| Reino | Plantae |
| División | Tracheophyta |
| Clase | Magnoliopsida |
| Orden | Poales |
| Familia | Poaceae |
| Genero | <i>Zea</i> L. |
| Especie | <i>Zea mays</i> |
| Nombre común | Maíz morado |

FUENTE (Takhtajan, 1980)

2.3.2 Variedades del Maíz y establecimiento.

Evolutivamente, se han ido desarrollando distintas variedades e híbridos de maíz, con diferencias a nivel de composición, morfología, color, entre otras características. Por ejemplo, su color incluye tonos amarillos, cafés, rojos, morados, y grises con apariencia metálica, que históricamente tenían asociación directa con diferentes deidades, festivales y rituales religiosos. Las distintas coloraciones están asociadas a la concentración, el tipo y la ubicación de compuestos bioactivos como los carotenoides y las antocianinas. (Fabro, 2018).

Establecimiento: La selección del material que se va a producir es una de las decisiones más importantes, para quienes se interesan en producir semilla artesanal, deberán elegir la variedad criolla con buen rendimiento, precocidad, sanidad de la planta, de alto vigor, intensidad del color del grano, bajo porcentaje de acame, proliferas, entre otras, esto con la idea de conservar las características del material seleccionado. (Semillas, 2017)

2.3.3 Morfología de la planta

La semilla debe mantener su pureza varietal, dar origen a plantas sanas, vigorosas y productivas, para cumplir con esta función, la semilla debe contener atributos claves, los cuales se clasifican en: genéticos, fisiológicos, fitosanitarios y físicos.

Raíces: Son fasciculadas y su misión es aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias.

Tallo: Es simple, erecto en forma de caña y macizo en su interior, tiene una longitud elevada pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, además es robusto y no presenta ramificaciones. (Maroto, 2002)

Hojas: Son largas, lanceoladas, alternas, paralelinervias y de gran tamaño. Se encuentran abrazando al tallo y con presencia de vellosidad en el haz, además los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes. (Tocagni, 1982) También (Llanos, 1984) sostiene que es una planta anual que presenta de 15 a 30 hojas verdaderas que nacen de cada nudo y de color verde intenso.

Florescencia: La inflorescencia masculina es una panícula formada por numerosas flores pequeñas llamadas espículas. La inflorescencia femenina es una estructura única llamada mazorca (Riscos, 2007). El maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta (Takhtajan, 1980). Sólo de algunas yemas que se encuentran en las axilas de las hojas nace la inflorescencia femenina o espiga, conocida como mazorca que incluye el eje central o coronta y donde se insertan las flores que darán origen a los granos (Tapias & Fries, 2007)

Grano: La cubierta de la semilla (fruto) se llama pericarpio, es dura, por debajo se encuentra la capa de aleurona que le da color al grano (blanco, amarillo, morado), contiene proteínas y en su interior se halla el endospermo con el 85-90% del peso del grano. (Maroto, 2002)

Raíz: Las raíces son fasciculadas y su misión es aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias (Takhtajan, 1980). La planta presenta un sistema radicular fasciculado y muy extenso compuesto por tres tipos de raíces: raíces primarias emitidos por la semilla y forma parte de las raíces seminales; raíces principales que se forman a partir de la corona y las raíces aéreas o adventicias que nacen en el último lugar de los nudos de la base del tallo (Llanos, 1984).

2.3.4 Exigencias Climáticas

El maíz en general exige un clima relativamente cálido y agua en cantidades adecuadas. Para la germinación la temperatura media diurna mínima debe estar no menos de 10°C, siendo la óptima 18 y 20°C (Bonilla, 2012)

2.3.5 Exigencias Agronómicas

Son 16 los elementos esenciales para el crecimiento de una gran mayoría de plantas y éstos provienen del aire y del suelo circundante. En el suelo, el medio de transporte es la solución del suelo; del aire: carbono (C) como CO₂ (dióxido de carbono); del agua: hidrógeno (H) y oxígeno (O) como H₂O (agua); del suelo, el fertilizante y abono animal: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl) (FAO, 2012)

Nitrógeno: es el motor del crecimiento de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+) (FAO, 2012). La cantidad de nitrógeno a aplicar depende de las necesidades de producción que se deseen alcanzar así como el tipo de textura del suelo. La cantidad aplicada va desde 20 a 30 Kg de N/ha (Fuentes, 2002). El nitrógeno en su forma nítrica es muy móvil, estando sujeto a sufrir pérdidas por percolación, exceso de riego o precipitación pluvial; conviene fraccionar las dosis de abonamiento nitrogenado por lo menos en dos etapas durante el período vegetativo del cultivo (Villagarcía & Aguirre, 2012) Las plantas que disponen de nitrógeno superabundante tienen tendencia a producir hojas suculentas de color verde oscuro sobre tallos débiles (Bonner & Galston, 1967)

Fósforo: Su dosis depende del tipo de suelo presente ya sea rojo, amarillo o suelos negros. El P, se clasifica como un nutriente primario razón por la cual es deficiente en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades relativamente grandes (Fuentes, 2002).

Potasio: Debe aplicarse en una cantidad superior a 80 o 100 ppm en caso de suelos arenosos y para suelos arcillosos las dosis son más elevadas de 135 a 160 ppm. La deficiencia de potasio hace a la planta muy sensible a ataques de hongos y las mazorcas no granan en las puntas (Fuentes, 2002). También produce amarilla miento de hojas con frecuencia en forma de moteado, disminuye el crecimiento y por lo general los tallos se vuelven tan débiles que las plantas son derribadas fácilmente por el viento (Bonner & Galston, 1967)

Otros elementos: Boro, Magnesio, Azufre, Molibdeno y Zinc. Son nutrientes que pueden aparecer en forma deficiente o en exceso en la planta. Las carencias del boro aparecen muy marcadas en las mazorcas con inexistencia de granos en algunas partes de ella. (Fuentes, 2002)

2.3.6 Exigencias Edafológicas

El cultivo de maíz en general se desarrolla bajo diferentes condiciones de suelo. La mayor dificultad de desarrollo del cultivo se encuentran en los suelos excesivamente pesados (arcillosos) y muy sueltos (arenosos). Sin embargo, las mejores condiciones se pueden encontrar en suelos con textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención del agua. El maíz se puede cultivar con buenos resultados en suelos que presenten pH de 5.5 a 8, aunque el óptimo corresponde a una ligera acidez (pH entre 6 y 7), un pH fuera de estos límites suele aumentar o disminuir la disponibilidad de ciertos elementos y se produce toxicidad o carencia. El maíz es medianamente tolerante a los contenidos de sales en el suelo o en las aguas de riego (Fuentes, 2002).

Las condiciones óptimas para la producción del maíz morado o negro son los suelos profundos con textura franco a franco-arcilloso que retienen humedad. El exceso de humedad limita la acumulación de pigmentos en la mazorca, por ello se desarrolla mejor en suelos con pH entre 5 y 8. (Sevilla & Valdez, 1985)

2.3.7 Cosecha

Se cosecha toda la planta, que se produce para alimento de ganado, utilizándose el tallo, las hojas, etc. Se puede cosechar verde para alimento del ganado en forraje verde, o se puede deshidratar para su comercialización en seco o a granel, es decir en pacas; otra forma es el ensilado, el cual consiste en una técnica en la que el maíz u otros tipos de forrajes se almacenan en un lugar o construcción (silo) con el fin de que se produzcan

fermentaciones anaeróbicas, hay varios tipos: silo en torre, silo en campo, silo en plástico.

El valor nutritivo del ensilaje destaca por su valor energético tanto en proteínas como en sales minerales, el contenido en materia seca del maíz ensilado se consigue con un forraje bien conservado.

El momento oportuno para ensilar es cuando se encuentra en etapa de grano a $\frac{2}{3}$ de masa y $\frac{1}{3}$ de leche o bien cuando el contenido de humedad general de la planta es del 70% lo cual se presenta en los días 110 y 130 días después de la siembra, en función del ciclo vegetativo de la variedad utilizada (precoz, intermedia o tardía). La realización del corte para ensilar antes o después de esta etapa genera problemas en el momento del ensilado que disminuye la calidad del silo, actualmente hay maíz molido al que se le adicionan nutrientes para la alimentación integral del ganado. (Bonilla, 2012)

2.3.8 Usos

Su uso es para consumo animal, ya que la planta de maíz es un excelente forraje para el ganado, especialmente para las vacas lecheras.

Capítulo 3. Marco metodológico

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la finca villa Eliana en el corregimiento de San José del playón, ubicado en el municipio de María la Baja en el departamento de Bolívar, Costa Norte Colombiana, con unas condiciones de temperatura promedio a los 32-34 °C y una altitud de 20 m.s.n.m y una ubicación de 09.88801⁰mN y 075333614mW.

Material vegetal. Fueron utilizadas semillas sexuales de la variedad maíz negro (*Zea mays L*) previamente seleccionadas. Se empleó la siembra por surcos con una distancia de 80 cm entre plantas y 80 cm entre surcos.

Se contó con una parcela de trabajo en la parte cada uno con un área total de 130 m², con diez réplicas para un total de 10 parcelas, cada una con medida de 3 m de largo por 4 metro de ancho por lote y 1 metro de distancia entre parcelas para la toma de datos.

El material vegetal que se utilizó, fue maíz negro variedad de capio.

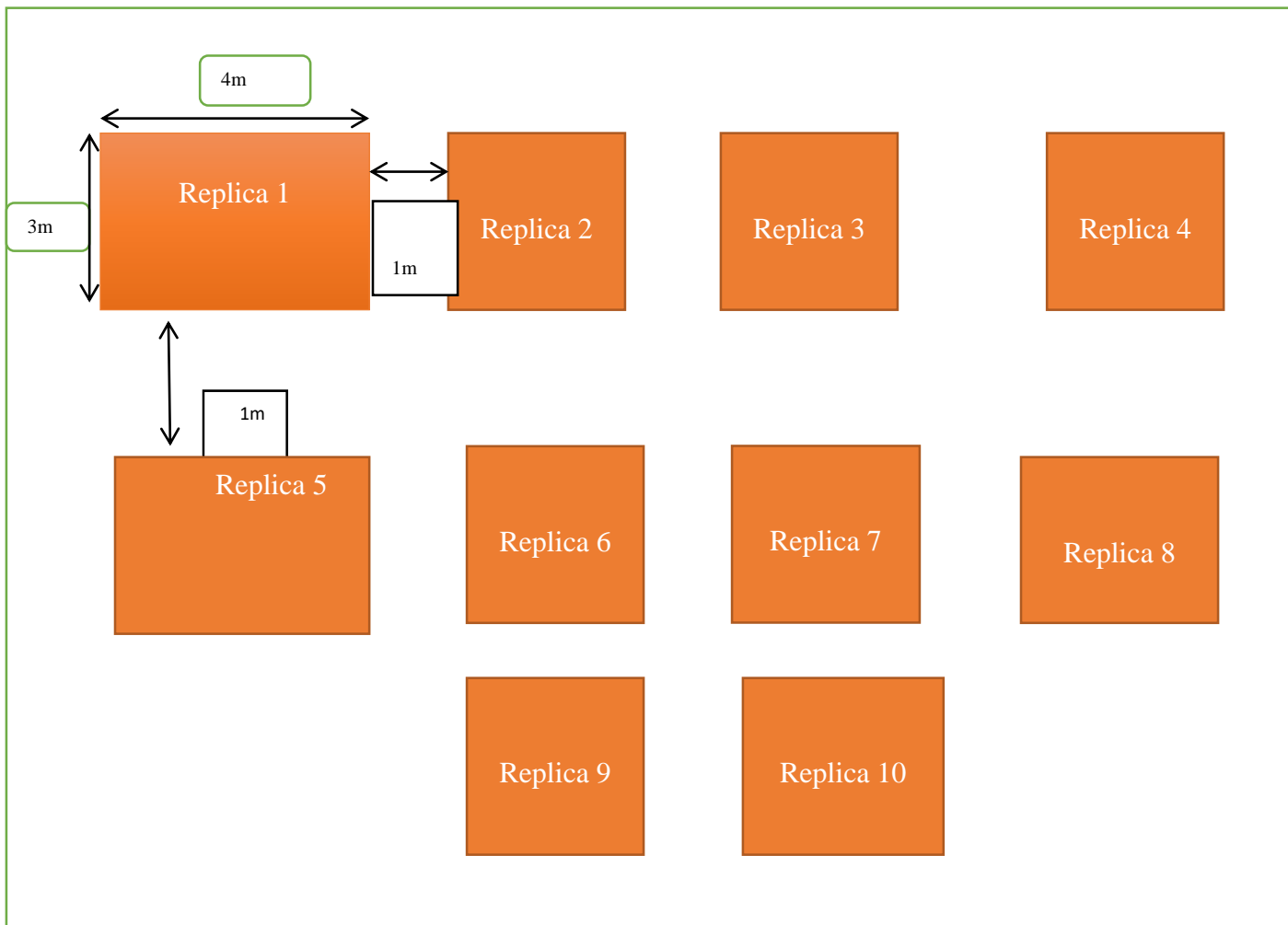


Ilustración 1 Distribución de parcelas

Análisis de suelo: el procedimiento experimental inicio con el análisis de las propiedades físico químicas del suelo. Para ello, se tomaron 10 sub muestras en zigzag en toda la parcela a una profundidad de 30 cm. Se mezclaron hasta obtener un contenido uniforme y se remitieron a laboratorio para su análisis e interpretación.

Aplicación de correctivos y enmiendas: la aplicación de correctivo y enmiendas se hizo teniendo como base los resultados del análisis de suelo y los requerimientos nutricionales de la especie de maíz manejada. Los resultados fueron expresados por hectárea y proyectados al área de trabajo. Se realizó una aplicación inicial antes de la siembra.

Adecuación de parcelas: para la adecuación de parcelas, se empleó el arado de un tractor con una profundidad de 30 cm . Cada parcela tiene 12 m² de área y se estableció 1m de calle.

Siembra: la siembra se realizó a razón de 80 granos de semilla por parcela para cada una. A una distancia de 80 cm entre surcos y 80 cm entre planta. El sistema de siembra empleado fue en surcos.

Toma de datos: en la presente investigación, los datos y mediciones se realizaron de forma directa utilizando diferentes materiales digitales, escrito, con fotografías, tomando los datos del centro de la parcela (Canchila, E, R., Ojeda, F., Machado, R., Soca, Mildrey., Toral, Odalys., & Blanco, D., 2008). Los datos se plasmaron de la siguiente manera:

Altura de la planta: se midió con una cinta métrica partiendo del suelo hasta la parte más alta de la planta. Se tomaron 9 plantas por parcela, previamente señalizadas y se efectuó con una periodicidad de 8 días hasta el momento del corte (AOAC, 1997).

Largo de la hoja: se midió con una regla o cinta métrica, esta toma de datos se le realizó a la primera hoja o hoja verdadera de las plantas a muestrear, se realizó una toma de datos cada 8 días.

Ancho de la hoja: esta se midió con una cinta métrica y para ello se tomaron 5 cm desde el ápice de la hoja hasta donde den los 5 cm y en ese punto se midió el ancho de la hoja, . s .

Biomasa verde: se determinó a través del corte y pesaje, mediante la práctica del aforo, cortando la totalidad de plantas ubicadas de un cuadro de un 1m² a una altura de 5 cm. El pesaje se realizó en balanza digital. Se realizó la proyección de biomasa verde a una hectárea (AOAC, 1997).

Diámetro del tallo: se realizó a través de la medición con un pie del rey, llevando control cada 8 días garantizando una exactitud en los datos para un correcto desarrollo de los resultados de la investigación. Este diámetro se expresa en milímetros (mm).

Peso hoja: se realizó en balanza digital una vez se haya separado las hojas de los tallos al finalizar el periodo experimental.

Peso de tallo: Se realizó en la balanza digital una vez se haya separado las hojas de los tallos al alcanzar el momento del corte o aprovechamiento de los forrajes.

Relación hoja tallo: se midió como el cociente entre el peso de las hojas y el peso de los tallos en cinco plantas por parcela al finalizar el periodo experimental.

Pruebas estadísticas: a los datos obtenidos se les aplicó un análisis de medidas repetidas en el tiempo con una significancia del 5% en el paquete estadístico SPSS.

Materia seca: se determinó con una muestra de 100g de biomasa verde durante 4 días a temperatura ambiente (AOAC, 1997).

Peso hoja: se realizó en balanza digital una vez se haya separado las hojas de los tallos al finalizar el periodo experimental que se utilizó fue un diseño de parcelas divididas.

La investigación se dio inicio con la identificación de las propiedades físicas y químicas del suelo. Para ello se tomó una muestra del suelo y se remitió al laboratorio Agrosil para su respectivo análisis.

Se tomaron catorce sub muestras en cuadrícula a una profundidad de 30 cm.

Una vez realizado el análisis se adecuaron diez parcelas de 12 m² cada una dejando un metro de calle entre cada una de ellas (figura 1). Las labores de limpieza y preparación del terreno fueron las mismas para las diez parcelas de producción en la finca Villa Eliana.

Se emplearon las recomendaciones del laboratorio Agrosil, según análisis de suelo.

Seguido de esto de inicio la siembra con una previa selección del material vegetal a través de semillas sexuales previamente escogidas, que lograron garantizar la pureza necesaria para el desarrollo de la investigación.

Las semillas se humedecieron durante 24 horas previas a la siembra para el fin de promover su desarrollo y germinación más rápida.

Para la siembra se realizaron perforaciones con una pala en la tierra y la medida entre planta y era fue de 80 cm y allí se introdujeron 4 granos de maíz con una cantidad de 20 granos de maíz por era y 80 granos de maíz por parcela con una medida de 0,8 m entre surcos y 0,8 m entre plantas. La siembra se realizó a las 4pm con riego.

El riego se realizó diariamente con un aproximado de 2 litros por planta.

Una semana antes de realizar la siembra se aplicaron correctivos al suelo con cal agrícola, para hacer enmienda a este, tomando como base los resultados y recomendaciones del análisis de suelos, llevando el mismo hasta los requerimientos nutricionales del maíz negro.

Para determinar las etapas fisiológicas se realizaron observaciones de 3 veces por semana, estableciendo la duración de cada una de ellas en cuanto a tiempo de germinación.

La primera hoja, botón floral y floración, estas observaciones dieron lugar en las horas de la mañana (9am) que se midió la plenitud de la fase cuando el 50% de las plantas de la unidad experimental presentó las características propias del estado.

La información que se recopiló fue consignada para sus respectivos análisis y resultados.

Se tomaron un número de 9 plantas (11,25%) las cuales se identificaron con cintas de color para facilitar el seguimiento y toma de datos, así mismo se tuvo en cuenta las plantas ubicadas en el centro de la parcela descartando los bordes, se tomaron las medidas a la planta con un orden de mayor, mediano y bajo crecimiento, llevando así el control sobre el desarrollo fenológico.

Las medidas de altura de las plantas, número de hojas, peso de las hojas, área foliar (cada ocho días hasta el momento del corte) peso de los tallos, peso de las hojas y relación tallo- hojas (en el momento del corte) también fueron incluidas en el formato para su respectivo análisis.

, partiendo de la base del tallo hasta la hoja más alta, teniendo como referencia los surcos intermedios de las parcelas. Se utilizó la unidad de medida expresada en metros.

El número de hojas y número de tallos por plantas, se realizó a través de un conteo manual a cada una de las plantas de la parcelas.

El peso de hojas y peso de los tallos se realizó una selección de 8 plantas por parcela descartando los bordes de la misma, a las cuales se les separó las hojas y tallos y se pesaron de manera individual utilizando una balanza digital, expresada en gramos.

Diámetro del tallo: se realizó a través de la medición, llevando control cada 7 días garantizando una exactitud en los datos para un correcto desarrollo de los resultados de la investigación. El equipo que se utilizó, pie del rey. Este diámetro se expresa en milímetros (mm).

Relación hojas-tallo: la relación hojas-tallo se midió teniendo en cuenta el cociente del peso de las hojas y el peso del tallo, en el momento del corte. Y se calculó en base a la siguiente formula.

$$H: T=H/T$$

$$H: T = \text{Relación hoja tallo}$$

$$H = \text{Peso seco del componente hoja (kg MS /ha)}$$

$$T = \text{Peso seco del componente tallo (kg MS /ha)}$$

Área foliar: para estimar el índice de área foliar, se empleó el programa (Image j) un software de procesamiento de imágenes digitales utilizado en el campo de la agronomía para determinar el componente del área foliar en la actualidad. La estimación del área foliar se expresó en centímetros cuadrados (cm²)

Para los resultados se aplicaron las pruebas de estadística descriptiva, análisis de varianza y análisis de separación de medias mediante la prueba LSD Fisher ($P < 0,05$). Esta prueba permitió obtener las conclusiones de la investigación.

Capítulo 4. Resultados y discusiones

4.1 Análisis suelo

Tabla 2 Análisis de suelo propiedades físicas.

| TEXTURA | F-Ar | Franco arcillosa | |
|---------|-------------------|------------------|---|
| Arcilla | % | 30 | Calificación ADECUADA La textura franco arcillosa se asocia con alta a moderada capacidad de retención de agua, moderada a baja pérdida de nutrientes por lixiviación, moderada a alta disponibilidad de nutrientes para las plantas y, en general, moderada a alta fertilidad del suelo. Adecuada para el desarrollo de cultivo de maíz. |
| Limo | | 46 | |
| Arena | | 24 | |
| Da | g/cm ³ | 1 | |
| Dr | g/m ³ | | |

Fuente (AGROSIL, 2020)

Tabla 3 Análisis de suelo propiedades químicas

| PROPIEDAD | UNIDAD | RESULTADOS | RANGO ÓPTIMO | | CALIFICACIÓN | INTERPRETACIÓN |
|-----------|--------|------------|--------------|------|---------------------|---|
| | | | MIN | MAX | | |
| pH | | 5,66 | 5,70 | 6,50 | Moderadamente ácido | Disminuye extremadamente la absorción de P, |

| | | | | | | |
|----------------------|----------|-------|-------|--------|------------|--|
| | | | | | | moderadamente la absorción de K, Ca, Mg y S. |
| P | Mg/kg | 9,17 | 97,81 | 156,49 | Deficiente | La deficiencia de fósforo generalmente produce en el maíz coloraciones rojizas en el follaje y retardo en el crecimiento |
| K | | 0,32 | 0,20 | 0,26 | Exceso | El exceso de potasio puede generar en el maíz deficiencia de calcio o magnesio |
| | Meq/100g | | | | | |
| Ca | | 15,18 | 0,22 | 0,32 | Exceso | El exceso de calcio puede generar en el maíz deficiencia de potasio, magnesio o boro. |
| Mg | | 6,25 | 0,26 | 0,36 | Exceso | El exceso de magnesio puede generar en el maíz reducción general del crecimiento de la planta y deficiencias de calcio y potasio. |
| N- TOTAL | | 0,12 | 0,81 | | Deficiente | Deficiente contenido de nitrógeno total, se debe aplicar abundante abono orgánico bien compostado para incrementar porcentaje de nitrógeno orgánico. |
| N- DISPONIBLE | | 33,79 | 78,24 | 101,71 | Deficiente | La deficiencia de nitrógeno, generalmente produce en el maíz un retardo en el crecimiento de la planta, clorosis en follaje que puede convertirse en clorosis. |

Fuente (AGROSIL, 2020)

4.2 Variables agronómicas del maíz

4.2.2 Crecimiento

Tabla 1 . Crecimiento de la Planta Expresado en centímetros por parcelas.

Tabla de Crecimiento (cm)

| | semana 1 | semana 2 | semana 3 | semana 4 | semana 5 | semana 6 | semana 7 | semana 8 | semana 9 | semana 10 |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| parcela 1 | 3,4 | 8,2 | 16,6 | 70 | 82 | 99 | 126,6 | 160 | 198,3 | 208,6 |
| parcela 2 | 4,5 | 6,5 | 13,6 | 70,6 | 79,3 | 102,6 | 124,6 | 158,3 | 197,3 | 209 |
| parcela 3 | 3,7 | 7,1 | 12,3 | 70,3 | 79 | 119,3 | 133,3 | 174 | 175,6 | 219 |
| parcela 4 | 3,8 | 6,8 | 12,6 | 59 | 73,3 | 117 | 133 | 173 | 205,3 | 217 |
| parcela 5 | 4,5 | 6,2 | 11,6 | 59,3 | 68,6 | 100 | 118,3 | 173,3 | 210,3 | 225 |
| parcela 6 | 4,1 | 6,8 | 12,3 | 66 | 77,3 | 115,6 | 133,6 | 179,3 | 207 | 216,3 |
| parcela 7 | 4,3 | 9,6 | 16,6 | 69,3 | 82,6 | 116 | 136,3 | 187,6 | 220 | 226,3 |
| parcela 8 | 3,1 | 6,7 | 12,3 | 55,6 | 82,3 | 127,6 | 145,3 | 194 | 225,6 | 232,3 |
| parcela 9 | 4,1 | 6,7 | 15,6 | 59,6 | 65,3 | 86 | 106,6 | 145 | 186,6 | 212 |
| parcela 10 | 3,9 | 6,7 | 15 | 69,6 | 81,3 | 128,3 | 144,3 | 188,6 | 221,3 | 234 |

Grafica 1. Grafica de Crecimiento Total.

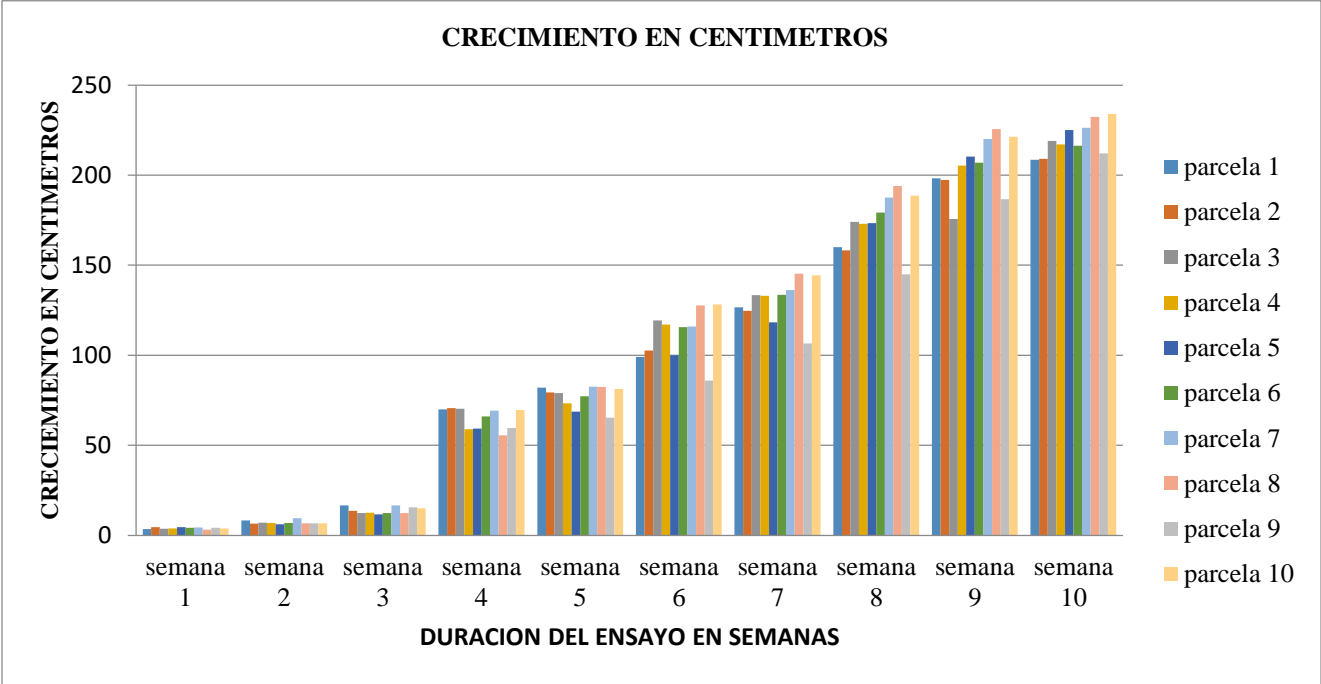


Tabla 2. Crecimiento Promedio por Semana Expresado en Centímetros

(cm).

| | promedio total del crecimiento c por semana |
|-----------|---|
| semana 1 | 3,963333333 |
| semana 2 | 7,36333333 |
| semana 3 | 13,9555556 |
| semana 4 | 64,9666667 |
| semana 5 | 77,1333333 |
| semana 6 | 111,166667 |
| semana 7 | 130,233333 |
| semana 8 | 174,966667 |
| semana 9 | 204,766667 |
| semana 10 | 222,466667 |

Grafica 2. Grafica del Crecimiento Promedio por Semana Expresado en Centimetros (cm).

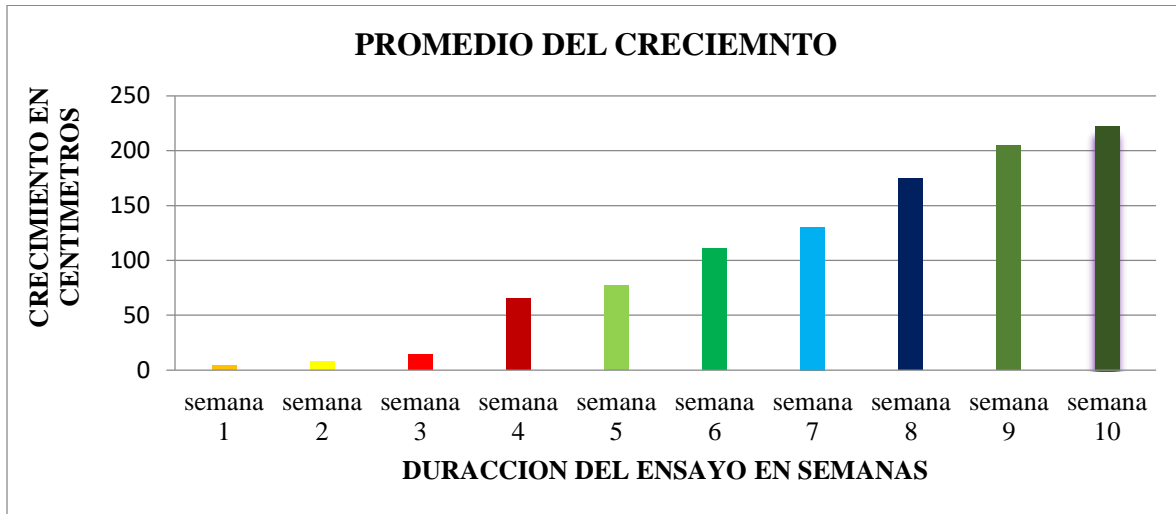


Tabla 3. Grosor de Tallo Expresado en

Milímetros (mm).9

| GROSOR TALLO | MEDIDA(MM) |
|---------------------|-------------------|
| Parcela 1 | 18 |
| Parcela 2 | 17,51 |
| Parcela 3 | 12 |
| Parcela 4 | 13,96 |
| Parcela 5 | 14,35 |
| Parcela 6 | 11,42 |
| Parcela 7 | 17,24 |
| Parcela 8 | 15,68 |

| | |
|-----------------|---------------|
| Parcela 9 | 17,36 |
| Parcela 10 | 18,23 |
| PROMEDIO | 15,575 |

Grafica 3. Grafica Grosor de Tallo Expresado en Milímetros (mm).

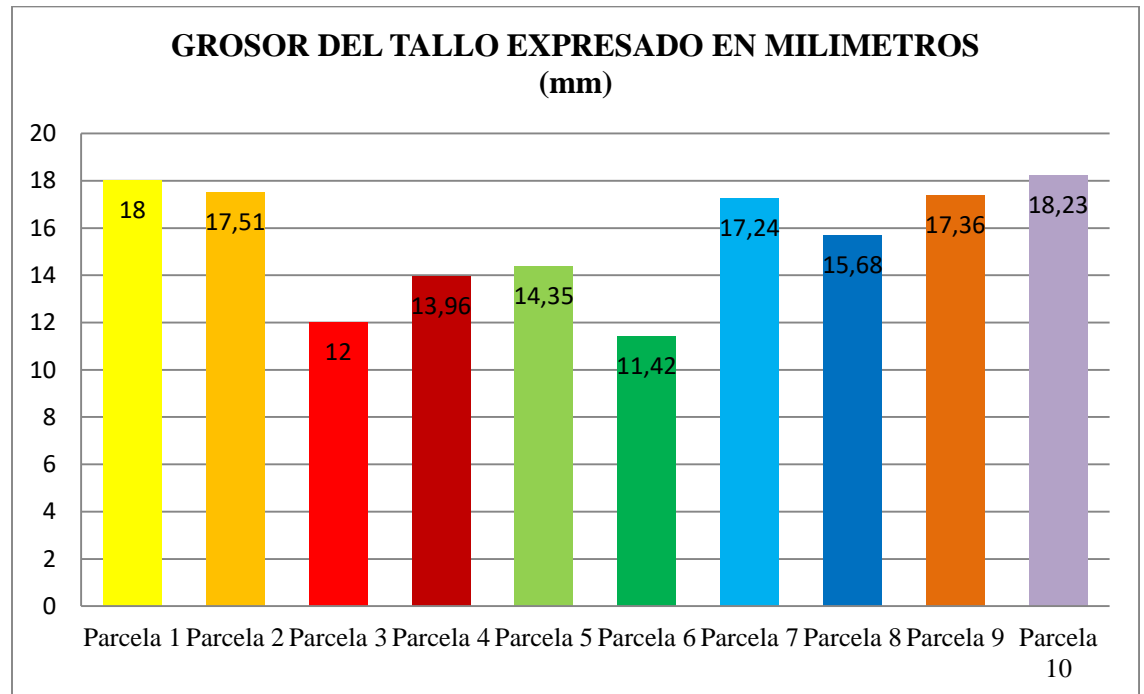


Tabla 4. Área Foliar por Parcela medido en cm².

| PARCELAS | ÁREA FOLIAR/CM ² |
|----------|-----------------------------|
| 1 | 393,7 |
| 2 | 390,4 |
| 3 | 394,2 |
| 4 | 393,6 |
| 5 | 393,5 |
| 6 | 392,8 |
| 7 | 393,8 |
| 8 | 392,9 |
| 9 | 393,6 |

| | |
|----------|-------|
| 10 | 391,5 |
| Promedio | 393 |

Grafica 4. Grafica Area Foliar por Parcela Medida en cm².

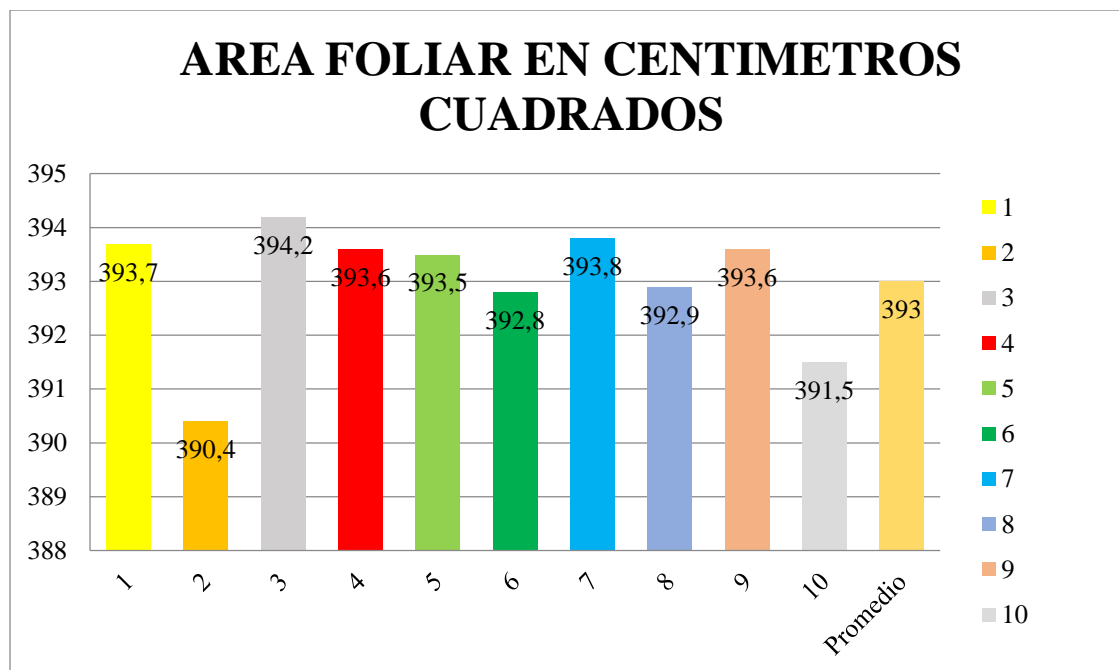


Tabla 5. Relación Numero de Hojas/Tallo

| Tratamineto | Tallo | Hojas |
|-------------|-------|-------|
| 1 | 1 | 13 |
| 2 | 1 | 14 |
| 3 | 1 | 14 |
| 4 | 1 | 13 |
| 5 | 1 | 14 |
| 6 | 1 | 14 |
| 7 | 1 | 14 |
| 8 | 1 | 14 |
| 9 | 1 | 14 |
| 10 | 1 | 14 |
| Promedio | 1 | 13,8 |

Grafica 5. Relación número de hojas/tallo

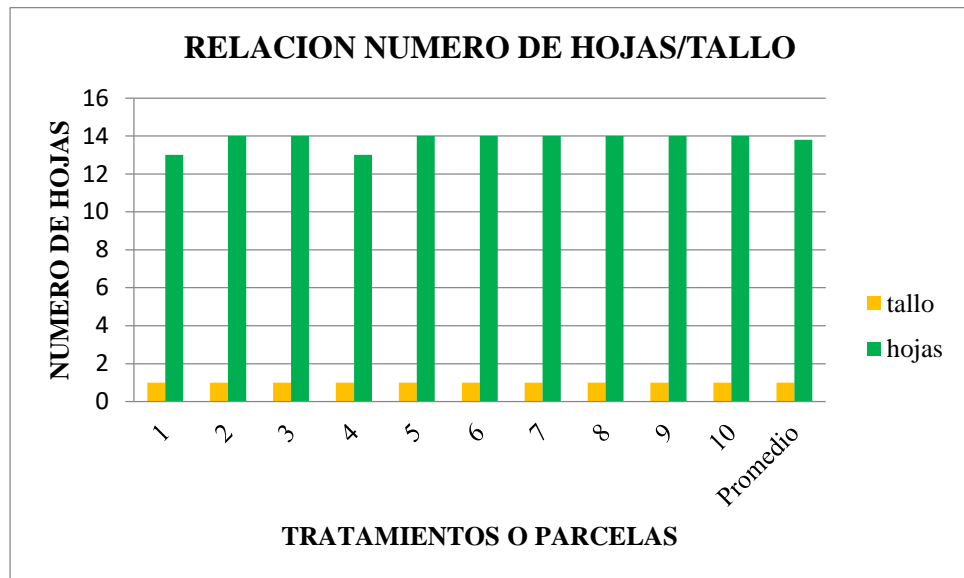


Tabla 6. Relación o de Mazorcas por Planta

| Numero de Mazorcas por Planta | |
|-------------------------------|-----|
| Parcela 1 | 3 |
| Parcela 2 | 2 |
| Parcela 3 | 2 |
| Parcela 4 | 4 |
| Parcela 5 | 3 |
| Parcela 6 | 4 |
| Parcela 7 | 3 |
| Parcela 8 | 3 |
| Parcela 9 | 3 |
| Parcela 10 | 2 |
| Promedio | 2,9 |

Grafica 5. Relación Numero de Mazorcas por Planta

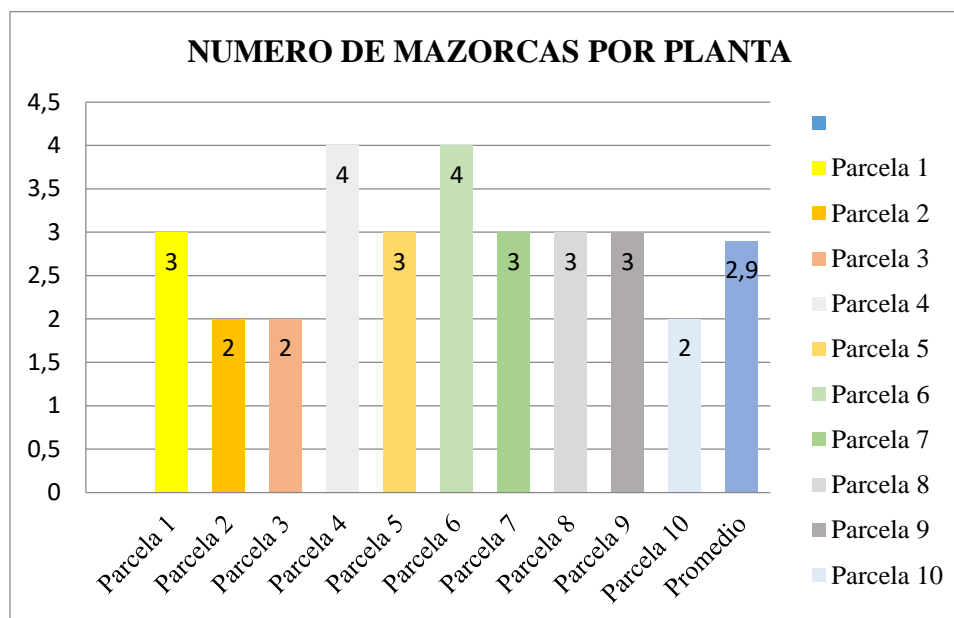


Tabla 7. Produccion de Biomasa por Metro Cuadrado

| | Aforo (kg) | Peso Hoja (kg) | Peso Tallo (kg) | Peso Mazorca (kg) |
|------------|------------|----------------|-----------------|-------------------|
| Parcela 1 | 12 | 2,394 | 5,712 | 3,894 |
| Parcela 2 | 11,45 | 2,498 | 5,236 | 3,715 |
| Parcela 3 | 12,3 | 2,455 | 5,854 | 3,991 |
| Parcela 4 | 10,8 | 2,156 | 5,14 | 3,504 |
| Parcela 5 | 12,6 | 2,511 | 6 | 4,088 |
| Parcela 6 | 10,8 | 2,155 | 5,14 | 3,504 |
| Parcela 7 | 11,7 | 2,334 | 5,569 | 3,796 |
| Parcela 8 | 12,4 | 2,474 | 5,902 | 4,023 |
| Parcela 9 | 11,8 | 2,354 | 5,616 | 3,829 |
| Parcela 10 | 12,3 | 2,45 | 5,854 | 3,991 |
| promedio | 11,815 | 2,3781 | 5,602 | 3,8335 |

Grafica 6. Grafica de Producción de Biomasa por Metro Cuadrado

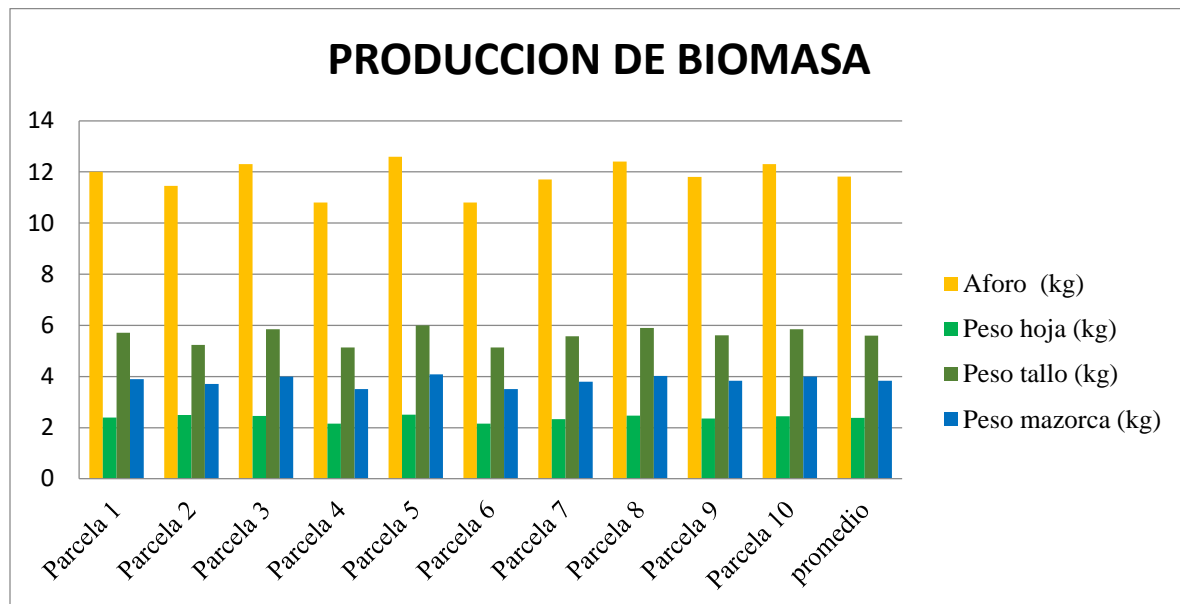


Tabla 7. Producción de Biomasa en Relación al Peso de las Hojas por Metro

Cuadrado.

| | Peso Hoja (kg) |
|------------|----------------|
| Parcela 1 | 2,394 |
| Parcela 2 | 2,498 |
| Parcela 3 | 2,455 |
| Parcela 4 | 2,156 |
| Parcela 5 | 2,511 |
| Parcela 6 | 2,155 |
| Parcela 7 | 2,334 |
| Parcela 8 | 2,474 |
| Parcela 9 | 2,354 |
| Parcela 10 | 2,45 |
| promedio | 2,3781 |

Grafica 7. Producción de Biomasa en Hojas por Metro Cuadrado

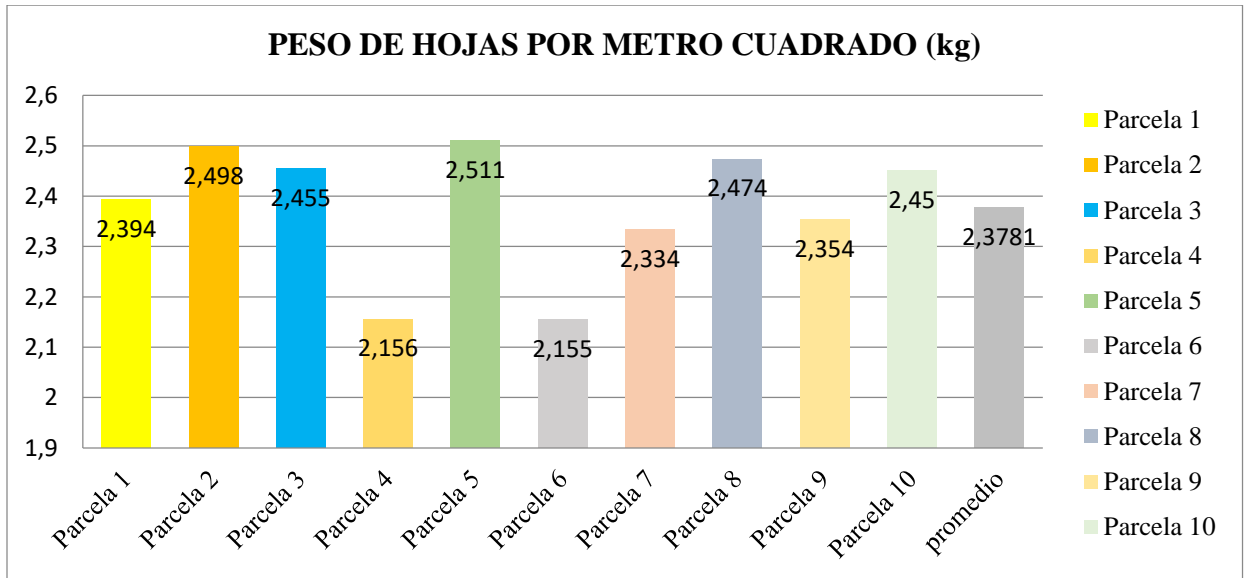


Tabla 8. Producción de biomasa en relación al peso del tallo por metro cuadrado.

| | Peso Tallo (kg) |
|------------|-----------------|
| Parcela 1 | 5,712 |
| Parcela 2 | 5,236 |
| Parcela 3 | 5,854 |
| Parcela 4 | 5,14 |
| Parcela 5 | 6 |
| Parcela 6 | 5,14 |
| Parcela 7 | 5,569 |
| Parcela 8 | 5,902 |
| Parcela 9 | 5,616 |
| Parcela 10 | 5,854 |
| promedio | 5,602 |

Grafica 7. Producción de Biomasa en Relación de Tallos por Metro

Cuadrado

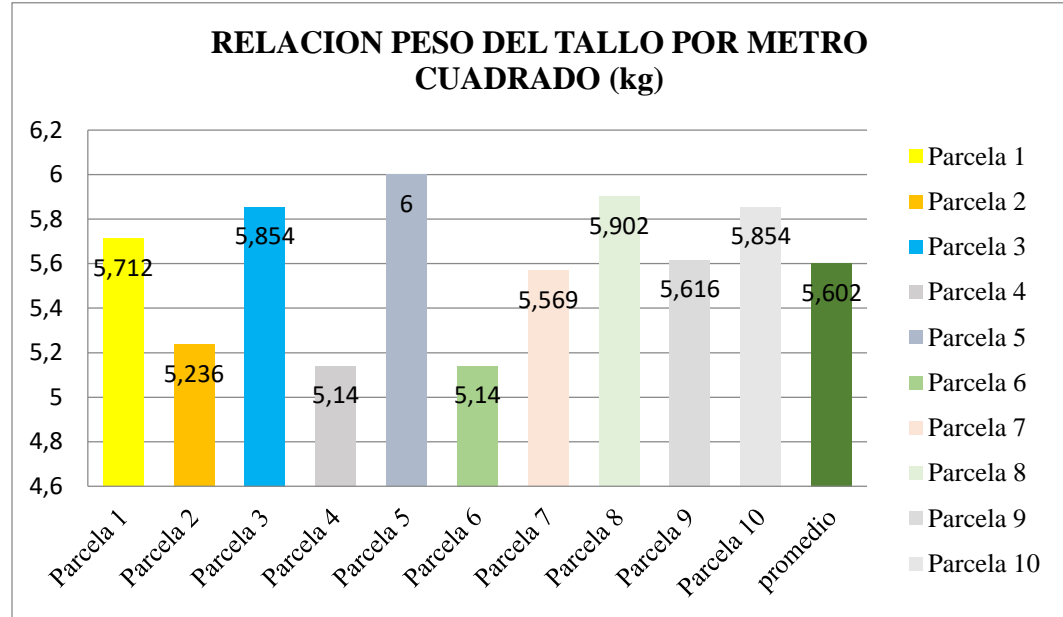


Tabla 8. Producción de biomasa en relación al peso de las mazorcas por metro cuadrado.

| | Peso Mazorca (kg) |
|------------|-------------------|
| Parcela 1 | 3,894 |
| Parcela 2 | 3,715 |
| Parcela 3 | 3,991 |
| Parcela 4 | 3,504 |
| Parcela 5 | 4,088 |
| Parcela 6 | 3,504 |
| Parcela 7 | 3,796 |
| Parcela 8 | 4,023 |
| Parcela 9 | 3,829 |
| Parcela 10 | 3,991 |
| promedio | 3,8335 |

Grafica 8. Producción de Biomasa en Relación de Mazorcas por Metro

Cuadrado.

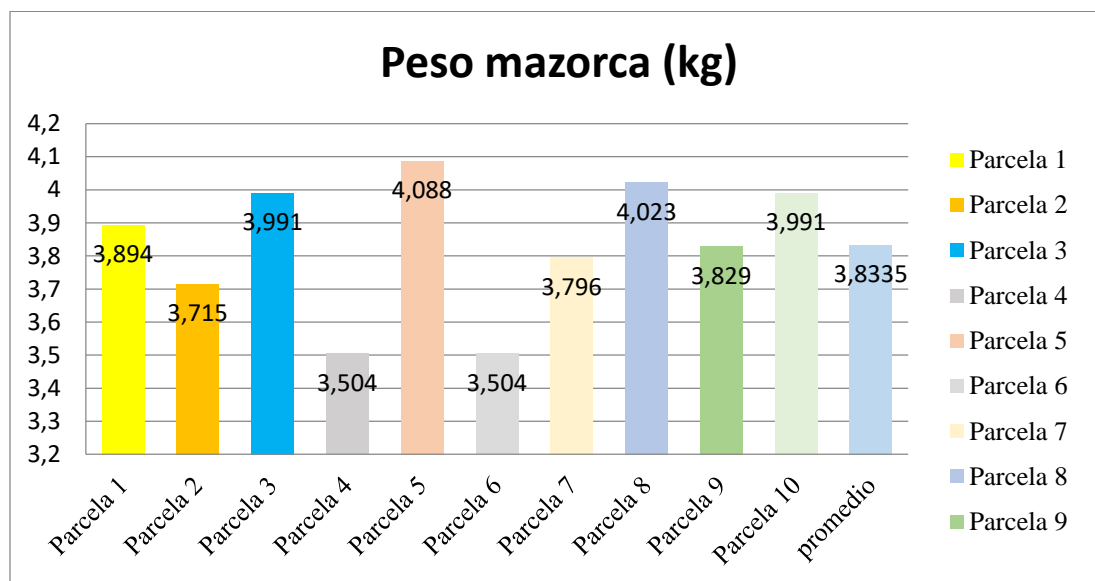
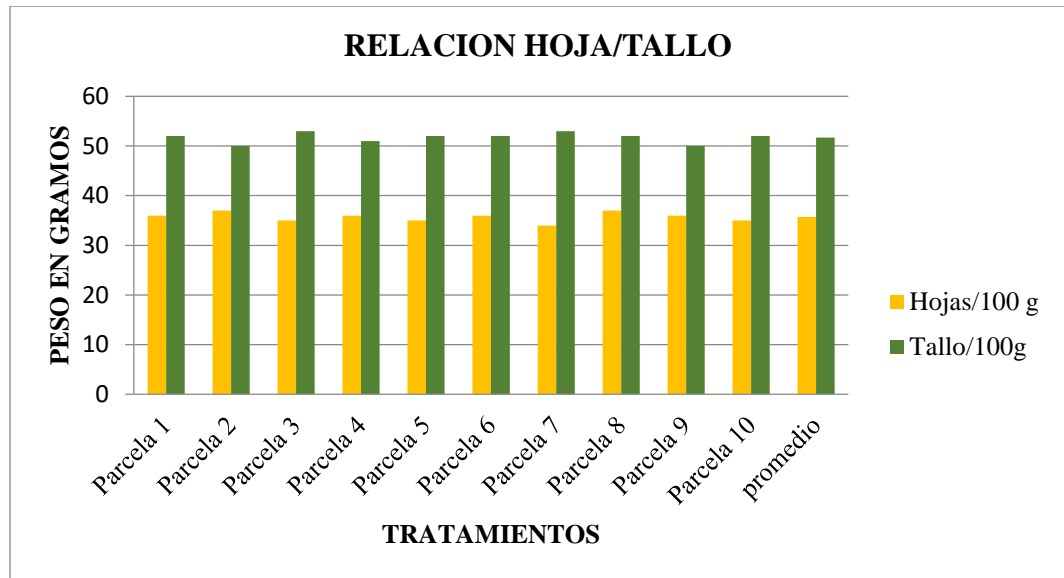


Tabla 10. Relación Hoja Tallo en Base a la Materia Seca por Cada 100g

| Relacion Tallo/Hoja | Hojas/ g | Tallo/g |
|---------------------|----------|---------|
| Parcela 1 | 36 | 52 |
| Parcela 2 | 37 | 50 |
| Parcela 3 | 35 | 53 |
| Parcela 4 | 36 | 51 |
| Parcela 5 | 35 | 52 |
| Parcela 6 | 36 | 52 |
| Parcela 7 | 34 | 53 |
| Parcela 8 | 37 | 52 |
| Parcela 9 | 36 | 50 |
| Parcela 10 | 35 | 52 |
| promedio | 35,7 | 51,7 |

Grafica 9. Relacion Hojas/Tallo a Base de Materia Seca por Cada 100g



4.3 Costos de producción.

Tabla 5. Costos de producción.

| COSTOS DE PRODUCCION, PROYECTADO A 1 HECTAREA | | | |
|--|-----------------|---------------------------|--------------------|
| MATERIALES | CANTIDAD | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL |
| Arado | 1ha | 125.000 | 125.000 |
| herbicida | 2 lt | 16.000 | 32.000 |
| Semillas | 10kg | 7000 | 70.000 |
| Plaguicida | 1lt | 25.000 | 25.000 |
| Mano de obra | 6 días | 25.000 | 150.000 |
| Alquiler motobomba | 10 días | 30.000 | 300.000 |
| | | TOTAL | \$702.000 |

Para el establecimiento de una hectárea de maíz negro se tuvieron en cuenta los gastos relacionados en la preparación del suelo, iniciando con el arado con un costo de \$120.000 por Ha, costo de semilla \$7.000 por kilogramo.

La inversión de implementación del cultivo fue de 702.000 pesos para una hectárea de siembra utilizando 800 semillas para 10 parcelas el cual no presento diferencias significativas a los datos obtenidos por (García, 2013), los cuales en su implementación obtuvo un costo de 700.000, estos resultados difieren de los encontrados por (Amador & Boschini, 2000) los cuales obtuvieron resultados superiores llegando a los 900.000 en el establecimiento

Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 conclusiones

- Se puede concluir que el maíz negro tiene un buen desempeño productivo debido a que presenta buen crecimiento de las plantas
- En esta investigación se logró caracterizar agronómicamente la especie de maíz negro en la costa norte colombiana
- En cuanto a las variables agronómicas como número de hojas grosor del tallo esta especie muestra aunque en algunos casos fueron variables no inciden negativamente en los parámetros de producción.
- Se pudo notar que los costos de implementación son accesibles ya que fueron bajos según el presupuesto.

5.2 recomendaciones

- Se recomienda la implementación de este tipo de cultivos de la zona evaluando previamente las características del suelo para así poder aprovechar al máximo las bondes de esta especie.
- Se sugiere la utilización de este tipo de cultivo por sus costos de implementación por hectárea

Referencias

Filmer, A., & Davis, U. (25 de Octubre de 2020). *MUNDO AGROPECUARIO*. Obtenido de Sembrando el desarrollo: <https://mundoagropecuario.com/la-genetica-del-maiz-puede-mostrar-como-los-cultivos-se-adaptan-al-cambio-climatico/>

ABARCA, E. F. (2014). CARACTERIZACIÓN AGRO-MORFOLOGICA DEL MAÍZ (*Zea mays* L.) DE LA LOCALIDAD SAN JOSÉ DE CHAZO.”.

Acosta. (2009). Obtenido de <http://alimentos-autoctonos.fabro.com.mx/maiz-morado.html#zeamays>

AGROSIL. (2020). *Laboratorio*. Obtenido de Conciencia por el agro.

ALCALDÍA DE MARÍA LA BAJA - BOLÍVAR. (25 de Noviembre de 2019). Obtenido de María la baja primero en victoria: [http://www.marialabaja-](http://www.marialabaja-bolivar.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx)

[bolivar.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx](http://www.marialabaja-bolivar.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx)

Alicia, M. H., & Alberto, N. L. (15 de Junio de 2020). *Cultivo de maíz morado (Zea mays L.) en zona altoandina.*

Ana Lorena Amador & Carlos Boschini. (2000). FENOLOGÍA PRODUCTIVA Y NUTRICIONAL DE MAÍZ PARA LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE.

Bonilla, R. A. (Enero de 2012). *Evaluación del cultivo de maíz (Zea mays) como complemento a la alimentación de bovinos de leche en época de escasez en Ecuador.*

Bonner, J., & Galston, A. (1967). *Principios of plant physiology*. Obtenido de Quinta edición. San Francisco, California. 485 p.

Cardona, E. M. (2012). *Disponibilidad de Variedades de Pastos y Forrajes*. Obtenido de Pastos y Forrajes: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642012000600010

CEI, P. (2015). *CEI Cambio*. Obtenido de Campus de Excelencia Internacional de Medio Ambiente, Biodiversidad y Cambio Global: https://www.upo.es/ceicambio/?page_id=1929&lang=es

DANE. (2020). Obtenido de <http://www.dane.gov.co>

Davila, P. R., & Moreno. (2016). *Caracterización de maíz procedente del departamento del Magdalena-Colombia.*

DRESSY MARÍA BLESSING RUIZ & GEMA TATIANA HERNÁNDEZ MORRISON.

(2009). COMPORTAMIENTO DE VARIABLES DE CRECIMIENTO Y

RENDIMIENTO EN MAÍZ (*Zea mays* L.).

Elizabeth, M. A. (JULIO de 2016). *GUIA PRODUCCIÓN DE MAIZ MORADO*.

Fabro. (2018). *EDITORES*. Obtenido de [http://alimentos-autoctonos.fabro.com.mx/maiz-](http://alimentos-autoctonos.fabro.com.mx/maiz-morado.html#caracteristicas-agronicas-9)

[morado.html#caracteristicas-agronicas-9](http://alimentos-autoctonos.fabro.com.mx/maiz-morado.html#caracteristicas-agronicas-9)

FABRO. (2018). *EDITORES*. Obtenido de [http://alimentos-autoctonos.fabro.com.mx/maiz-](http://alimentos-autoctonos.fabro.com.mx/maiz-morado.html#caracteristicas-agronicas-9)

[morado.html#caracteristicas-agronicas-9](http://alimentos-autoctonos.fabro.com.mx/maiz-morado.html#caracteristicas-agronicas-9)

Fao. (2007). *Guia para la selección de semillas de maiz*. Obtenido de Selección semillas de

maiz: <http://www.fao.org/3/a-as958s.pdf>

FAO. (2012). (*Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT*).

. Obtenido de Los fertilizantes y su uso. Segunda edición. Roma, Italia. 77 p.

Fedegan. (2020). *La importancia de implementar la ganadería regenerativa*.

FEDEGAN. (2020). *La importancia de implementar la ganadería regenerativa*.

FENALCE. (s.f.). *El origen y la diversidad del maíz en el continente americano*.

Fuentes, M. (2002). *El cultivo de maíz en Guatemala una guía para su manejo agronómico* .

Obtenido de ICTA.

García, G. D. (2013). Inversión o costo de producción de maíz por hectárea.

- Gavilanes , C. (2011). *Ensilaje, una alternativa para la ganadería en Colombia*. Obtenido de http://www.fenalce.org/arch_public/ensilaje98.pdf
- Guacho, A. E. (2014). “*CARACTERIZACIÓN AGRO-MORFOLOGICA DEL MAÍZ (Zea mays L.)*.”
- Llanos, C. M. (1984). *El maíz su cultivo y aprovechamiento*. Obtenido de Ediciones Mundi-Prensa Madrid España.
- López, F. J. (2006). Obtenido de RELACIÓN ENTRE CONDICIÓN CORPORAL Y EFICIENCIA REPRODUCTIVA EN VACAS:
file:///C:/Users/Dassay/AppData/Local/Temp/Dialnet-RelacionEntreCondicionCorporalYEficienciaReproduct-6117891.pdf
- Manrique. (1997). Obtenido de http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/996/1/Manrique-Maiz_Morado_Peruano.pdf
- Maroto, J. (2002). *Horticultura herbácea especial*. Obtenido de Quinta Edición.
- Medina, A. E., Morita, I. M., Maruya, I. T., & Hideki, I. (JULIO de 2016). *GUIA PRODUCCIÓN DE MAIZ MORADO*.
- Obando, E. S. (2010). *CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE MAÍZ NEGRO (Zea mays L.) MATERIAL NATIVO “Chazo” DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO*.
- Papalotla. (18 de abril de 2018). *Establecimiento de praderas de clima tropical*.
- PAPALOTLA, A. (18 de abril de 2018). *Establecimiento de praderas de clima tropical*.

- Quispe, J., Arroyo, K., & Gorriti, A. (2007). *Características morfológicas y químicas de 3 cultivares de maíz morado (Zea mays l.)*. Obtenido de Arequipa- Perú proyecto No. 317-2007-CONCYTEC.
- Quispe, R. (2003). *Estudio De la Exportación de Antocianinas del Camote Morado (Ipomaea batatas L.)*. . Obtenido de Tesis Ing. En Industrias Alimentarias. UNALM. Lima- Perú- 148 .
- Riscos, M. (2007). *Conociendo la cadena productiva del maíz morado en Ayacucho*. Obtenido de Solid- Perú.
- Rodriguez Larramendi, Francisco Guevara, Jesús Ovando, Rodobaldo Ortiz. (2016).
CRECIMIENTO E ÍNDICE DE COSECHA DE VARIEDADES LOCALES DE MAÍZ
(Zea mays L.) EN COMUNIDADES DE LA REGIÓN FRAILESCA DE CHIAPAS.
- Rodriguez. P, D. M. (2016). *Caracterización de maíz procedente del departamento del Magdalena-Colombia*.
- Rosa Acosta Roca I y Dr.C. Michel Martínez Cruz, I Adán R. Colomer López, II Dr.C. Humberto Ríos Labrada. (2013). Evaluación morfoagronómica de una población de maíz (Zea mays, L.) en condiciones de polinización abierta en el municipio Batabanó, provincia Mayabeque.
- Semillas, G. (2017). *Cauca y Nariño*. Obtenido de Diagnóstico de Maíces Criollos de Colombia:
<https://www.swissaid.org.co/sites/default/files/Regi%C3%B3n%20Cauca%20y%20Nari%C3%B1o.pdf>

- Sevilla, R., & Valdez, A. (1985). *Estudio de factibilidad del cultivo de maíz morado*. Obtenido de Fondo de Promoción y Exportación (FOPEX). Lima, Perú. 46 p. .
- TACO, R. E. (2015).
- Takhtajan. (1980). *Outline of classification of :flowering plants (Magnoliophyta)*. Obtenido de The Botanical Review New York EE.UU.
- Tapias, M., & Fries, A. (2007). *Guía de campo de los cultivos andinos*. Obtenido de FAO y ANPE, Lima Perú .
- Tocagni. (1982). *El maíz*. Obtenido de Editorial Albatros, Buenos Aires- Argentina .
- Villagarcia, S., & Aguirre, G. (2012). *Manual de uso de fertilizantes*. Obtenido de UNALM, departamento académico de suelos. Lima Perú. 231 p. .
- Yanez, D. C. (2006). *Producción, manejo y uso sostenible de cultivares tradicionales de maíz de la Sierra Ecuatoriana*.

