

**EVALUACION DE LA ADAPTABILIDAD Y POTENCIAL DE
RENDIMIENTO DEL MAIZ MORADO (*Zea mays*) BAJO LAS CONDICIONES
AGROECOLOGICAS DEL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA, SANTANDER**

**ALVARO CARVAJAL CABALLERO
NATALY GOMEZ VELASCO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
PROFESIONAL EN PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2014**

**EVALUACION DE LA ADAPTABILIDAD Y POTENCIAL DE
RENDIMIENTO DEL MAIZ MORADO (*Zea mays*) BAJO LAS CONDICIONES
AGROECOLOGICAS DEL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA, SANTANDER**

**ALVARO CARVAJAL CABALLERO
NATALY GOMEZ VELASCO**

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO DE PROFESIONAL EN
PRODUCCION AGROINDUSTRIAL**

**DIRECTOR: JAIRO RUEDA RODRIGUEZ
INGENIERO AGRONOMO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE PROYECCIÓN REGIONAL Y EDUCACIÓN A DISTANCIA
PROFESIONAL EN PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2014

DEDICATORIA

Dedicamos este proyecto de grado a Dios y a nuestros padres. A Dios, porque nos ha guiado y brindado fortaleza para superar cada obstáculo del camino permitiéndonos reafirmar nuestras capacidades y fe en nosotros mismos, A nuestros padres, porque han estado presente a largo de nuestras vidas velando por nuestro bienestar y educación siendo nuestro apoyo incondicional en cada momento de nuestras vidas.

Álvaro Carvajal Caballero
Nataly Gómez Velasco

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto es el resultado del trabajo y esfuerzo es por esto que le damos las gracias a nuestro director de proyecto el Ingeniero agrónomo Jairo Rueda Rodríguez quien con su colaboración en asesorías y seguimiento además de paciencia hizo posible la ejecución del mismo para cumplir con nuestras metas, a él y a todas las personas que participaron de alguna manera, Mil gracias.

Álvaro Carvajal Caballero

Nataly Gómez Velasco

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	14
1. FORMULACION DEL PROBLEMA	15
2. JUSTIFICACION	16
3. HIPOTESIS NULA	17
3.1 HIPOTESIS ALTERNA	17
4. OBJETIVOS	18
4.1. OBJETIVO GENERAL	18
4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	18
5. MARCO DE REFERENCIAS	19
5.1 MARCO CONTEXTUAL	19
5.1.1 GENERALIDADES DEL MAÍZ MORADO (<i>ZEA MAYS L</i>)	19
5.1.2 DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA.	20
5.1.3 VARIEDADES	21
5.1.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL MAÍZ MORADO	21
5.1.5 CONDICIONES AGROECOLÓGICAS	21
5.2. MARCO TEÓRICO	22
5.2.1 ANTECEDENTES	22
5.3 MARCO CONCEPTUAL	24
5.3.1 FASES FENOLÓGICAS	24
5.3.2 ESTADOS VEGETATIVOS (V).	25
5.3.3 ESTADOS REPRODUCTIVOS (R).	27
5.4. MARCO GEOGRÁFICO	30

5.5. MARCO LEGAL	31
6. DISEÑO METODOLOGICO	32
6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	32
6.2. POBLACIÓN	32
6.3. MUESTRA	32
6.4. LOCALIZACIÓN	32
6.5. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO	33
6.5.1 SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL TERRENO	33
6.5.2 SIEMBRA.	33
6.5.3 FERTILIZACIÓN	33
6.5.4 RIEGO.	34
6.6 RECOLECCION Y MANEJO DE LA INFORMACION	35
7. RESULTADOS Y DISCUSION	39
8. CONCLUSIONES	50
9. RECOMENDACIONES	51
BIBLIOGRAFIA	52

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Dimensiones de la mazorca de maíz morado.	29
Tabla 2. Número de hojas por planta de maíz morado. Granja El Hangar, Piedecuesta- Santander	39
Tabla 3. Altura de la planta de maíz morado. Granja El Hangar, Piedecuesta- Santander	40
Tabla 4. Número de mazorcas viables por planta. Granja El Hangar, Piedecuesta- Santander	41
Tabla 5. Escala fenológica del maíz morado en Piedecuesta, Santander.	48

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización geográfica del municipio de Piedecuesta, Santander	30
Figura 2. Localización satelital de la Granja Educativa Experimental "El Hangar" Piedecuesta, Santander.	33
Figura 3. Estado VT Germinación del maíz	42
Figura 4. Estado V3	42
Figura 5. Estado V6	43
Figura 6. Estado V9	43
Figura 7. Estado V12 Estado	44
Figura 8. Estado VT	45
Figura 9. Estado R 1	45
Figura 10. Estado R 2	46
Figura 11. Estado R 3	46
Figura 12. Estado R 4	47
Figura 13. Estado R 5	47
Figura 14. Estado R 6	48

LISTA DE GRAFICOS

	Pág.
Gráfica 1. Curva de comportamiento fenológico del maíz morado-Numero de hojas por planta después de la siembra. Granja el hangar, Piedecuesta- Santander	39
Gráfica 2. Curva de comportamiento fenológico del maíz morado- Altura de la planta después de la siembra. Granja el hangar, Piedecuesta- Santander.	40

RESUMEN

TITULO: EVALUACION DE LA ADAPTABILIDAD Y POTENCIAL DE RENDIMIENTO DEL MAIZ MORADO (*Zea mays*) BAJO LAS CONDICIONES AGROECOLOGICAS DEL MUNICIPIO DE PIEDECUESTA, SANTANDER*

AUTORES: ALVARO CARVAJAL CABALLERO
NATALY GOMEZ VELASCO**

PALABRAS CLAVES: Especies. Adaptabilidad, Vegetales, Fisiología, Fase Productiva, Maíz

DESCRIPCIÓN:

En un proceso de adaptación de una especie vegetal a un medio determinado implica evaluar todos sus estados de desarrollo tanto en la fase vegetativa como en la fase reproductiva. El maíz morado es una planta proveniente del Perú y se cultiva a una altura de 2500 m.s.n.m. donde el ciclo de producción puede demorar hasta 180 días después de su germinación, base en estas consideraciones se enfocó el presente con el propósito de medir las etapas fenológicas del cultivo desde la germinación, crecimiento, inicio floral, floración y madurez fisiológica; dado que la duración de cada una de estas etapas depende del genotipo, medio ambiente.

La fenología del maíz morado se determinó contando el número de días desde el momento de la siembra (dds); su emergencia y a partir de este se empezó a medir en centímetros cada una de las fases de su estado vegetativo o de crecimiento con la aparición de las tres primeras hojas hasta la formación de la espiga.

Se realizaron las mediciones semanales para medir los estados vegetativos desde su germinación hasta su etapa reproductiva V2, V4, V6, V8, V10, V12, V13 Y el VT. En todo su desarrollo se hizo notorio su rápido crecimiento al alcanzar a los 64 (dds) toda su fase vegetativa con la aparición de la inflorescencia masculina.

El desarrollo de la fase reproductiva también se determinó en días después de la siembra (dds); donde igual q en la fase vegetativa se midieron todas las etapas reproductivas R1, R2, R3, R4, R5, y R6. Esta fase reproductiva se desarrolló muy rápida alcanzando la madures fisiológica de los granos a los 110dds.

* trabajo de grado

** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia. Profesional en Producción Agroindustrial. Director: Jairo Rueda Rodríguez

ABSTRACT

TITLE: EVALUATION OF FITNESS AND PERFORMANCE POTENTIAL OF PURPLE CORN (*Zea mays*) LOW agroecological conditions PIEDECUESTA TOWNSHIP, SANTANDER*

AUTHORS: ALVARO CABALLERO CARVAJAL
NATALIA GOMEZ VELASCO**

KEYWORDS: Species. Adaptability, Vegetable Physiology, Stage Production, Corn

DESCRIPTION:

In a process of adaptation of plant species to a particular environment involves evaluating all stages of development in both the vegetative phase and reproductive phase. Purple corn is a plant from Peru and is grown at an altitude of 2500 m where the production cycle can take up to 180 days after germination, based on these considerations, this focused in order to measure the phenological stages of the crop from germination, growth, floral initiation, flowering and physiological maturity, since the duration of each of these stages depends on the genotype and the environment.

Purple corn phenology was determined by counting the number of days from the time of planting (dap); your emergency and from this began to be measured in centimeters each stage of its vegetative growth or the appearance of the first three sheets until the formation of the spigot.

Weekly measurements were performed to measure the vegetative stages from germination to reproductive stage V2, V4, V6, V8, V10, V12, V13 and VT. Throughout its development notorious rapid growth to reach 64 (das) any vegetative phase with the appearance of the male inflorescence is made.

The development of the reproductive phase was also determined in days after planting (dap), where q equal in all vegetative reproductive stages R1, R2, R3, R4, R5, and R6 were measured. This reproductive phase developed very rapidly reaching physiological maturity of the grains to 110dds.

* Degree work

** And Institute for Regional Projection Distance Education. Professional Agroindustrial Production. Directed by Jairo Rodriguez Rueda

INTRODUCCION

El maíz es uno de los granos alimenticios más antiguos de los que se tienen conocimiento y debido a sus grandes bondades nutricionales se ha posicionado como uno de los alimentos más importantes a nivel mundial. Las variedades de maíz depende de la zona en donde se originan pero en la actualidad se han desarrollado diversas investigaciones en la adaptabilidad en condiciones adversas a las nativas.

Por lo tanto el objetivo de la investigación realizada fue el evaluar la adaptabilidad del maíz morado en condiciones diferentes a las de su lugar de origen, siendo el motivo de este estudio determinar los estados vegetativos del maíz y su potencial de rendimiento.

Las observaciones se realizaron sobre una parcela de dimensión pequeña, los resultados son expresados por hectárea.

La selección de esta variedad de maíz se realizó por los altos contenidos de antocianinas, un antioxidante natural, además de mejorar la agudeza visual y de contener propiedades antidiabéticas como el control de lípidos, secreción de insulina y efectos vasoprotectivos aspectos muy importantes a tener en cuenta para el mejoramiento de la nutrición y consecuente la salud humana.

Con la realización de este tipo de investigaciones se desea generar productos no solo nuevos e innovadores sino nutritivos para su agroindustrialización y así mejorar la alimentación, los ingresos y el modus vivendi de los agricultores y familiares.

1. FORMULACION DEL PROBLEMA

Colombia cuenta con gran potencial para la producción de maíz sin embargo la demanda de maíz en el país es superior a las 4 millones de toneladas y la producción interna abastece menos del 30% de la demanda. Las importaciones son principalmente de maíz amarillo, que en su mayoría es utilizado en la elaboración de alimentos balanceados para animales. Debido a esto el maíz para el consumo humano pasa a segundo plano y su calidad ha tenido bajas considerables por las modificaciones genéticas que el hombre le ha realizado disminuyendo su valor nutricional, por estas razones se ha visto la necesidad de buscar nuevas variedades de semillas de maíz que puedan brindar una mejor nutrición a la población.

La adaptación de semillas de climas medios fríos como lo es el maíz morado a zonas más cálidas, puede ser una buena alternativa para acortar los tiempos de cosecha y tener la disponibilidad de otras variedades con diferente composición tanto genética como nutricional, además su transformación en harinas, con las cuales realizar diversas preparaciones que pueden ser un medio para mejorar la alimentación, nutrición por ser un alimento rico en proteínas y carbohidratos y controlar diferentes enfermedades por ser un alimento rico en antocianinas, un antioxidante natural para el hombre.

En cuanto a los agricultores se mejoraría sus ingresos económicos al cultivar variedades innovadoras y con un mayor valor nutricional que el maíz convencional.

2. JUSTIFICACION

Es de gran importancia el desarrollo de nuevos programas que orienten a la adaptación e implementación en granjas o fincas de semillas sin ningún tipo de manipulación genética, porque estas pierden en su mayoría gran parte del contenido nutricional que normalmente debería tener y pueden ocasionar diferentes enfermedades a largo plazo.

Impulsar el uso de especies nuevas dentro del territorio nacional que contribuye al mejoramiento de la alimentación humana con productos saludables para la dieta de las personas; además que ayude a mantener una seguridad alimentaria garantizando un parcial cubrimiento de la demanda nacional de maíz.

La adaptación de semillas de maíz de climas fríos a condiciones agroecológicas diferentes en climas más templados puede acortar el ciclo de producción y así poder aprovechar nuevas zonas de siembra que se podrían mecanizar y así dar alternativas para los productores de maíz al ofrecer a las agroindustrias un producto de mayor potencial nutritivo con mayor valor agregado y la generación de mejores ingresos a los agricultores.

Por lo anterior se pretende analizar el comportamiento de adaptabilidad y si es posible brindar la alternativa de siembras de maíz morado bajo nuestras condiciones agroecológicas.

3. HIPOTESIS NULA

La adaptabilidad del maíz morado dependerá de las condiciones agroecológicas de la Granja Educativa Experimental “El Hangar” del municipio de Piedecuesta, Santander.

3.1 HIPOTESIS ALTERNA

La adaptabilidad del maíz morado no dependerá de las condiciones agroecológicas de la Granja Educativa Experimental “El Hangar” del municipio de Piedecuesta, Santander.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el comportamiento fenológico y la producción de maíz morado bajo las condiciones agroecológicas de la Granja Educativa Experimental “El Hangar”, municipio de Piedecuesta, Santander.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar el comportamiento y tiempo de duración de las diferentes fases fenológicas del maíz morado en el área de estudio.

Determinar el potencial genético de rendimiento del maíz morado en kilogramos por hectárea.

5. MARCO DE REFERENCIAS

5.1 MARCO CONTEXTUAL

5.1.1 Generalidades del maíz morado (*Zea mays L*)

- **Origen¹.**

El maíz morado (*Zea mays L.*), es una planta originaria de Perú, fue identificado en la época de la colonia por agricultores de los valles andinos de la Costa Central, entre los 1.000 y 2.400 msnm. En la época prehispánica fue conocido como oro, Sara o kullisara.

En 1910 en la provincia de Huanta, algunos hacendados de Azángaro, Iribamba, Churupampa de Luricocha incentivaron a sembrar el maíz morado. Posteriormente, en 1960 con la introducción de algunas variedades mejoradas, se amplía el cultivo en otras localidades de Ayacucho (Perú).

- **Características Generales**

El maíz morado es una mazorca (tusa y grano) que contiene el pigmento denominado antocianina - cianidina - 3b - glucosa, que se encuentra en mayor cantidad en la coronta (tusa) y en menor proporción en el pericarpio (cáscara) del grano. Este fruto está constituido en un 85% por grano y 15% por coronta

¹SOLID INTERNACIONAL [documento consecutivo en línea] Disponible en: <http://www.solidperu.com/upl/1/default/doc/Conociendo%20la%20cadena%20productiva%20del%20maiz%20morado%20en%20Ayacucho.pdf>. citado 15 de diciembre de 2013

Una de sus características es la prevención de enfermedades cardíacas, obesidad y diabetes además de favorecer la generación de tejidos, incrementar el flujo sanguíneo, retardar el proceso degenerativo y estimular la acción diurética.

5.1.2 Descripción Taxonómica. El maíz (*Zea mays L*), es una gramínea anual con un gran desarrollo vegetativo que puede alcanzar hasta los cinco metros de altura.

Reino: Vegetal

División: Fanerógamas

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Monocotiledóneas

Orden: Graminales

Familia: Gramineae

Tribu: Maydeas

Género: *Zea*

Especie: *Z mays L.*

Nombre común: Maíz Morado

Morfología

- Raíz: adventicias que nacen del tallo.
- Tallo: erguido y macizo; una peculiaridad que diferencia a esta planta de casi todas las demás gramíneas, que tienen hueco.
- Hoja: alternas, largas y estrecha.
- Inflorescencia: la inflorescencia masculina es una panícula formada por numerosas flores pequeñas llamadas espículas. La inflorescencia femenina es una estructura única llamada mazorca. La mazorca crece envuelta en unas hojas modificadas, o brácteas.
- Fruto: un cariósido, redondeado, morado situado en hileras a lo largo de toda la mazorca.

5.1.3 Variedades. En el Perú existen muchas variedades de maíz morado como: Morado Canteño, Morado Mejorado, Morado Caraz, Arequipeño, Cuzco Morado y Negro Junín. Sin embargo, la variedad más comercial es el maíz morado canteño porque se desarrolla bien de 1800 a 2500 m.s.n.m, la floración es 110-125 días, es tolerante a plagas, enfermedades y por ser nativa a las diferentes zonas.

5.1.4 Composición química del maíz morado. La composición química del grano de maíz morado contiene entre 7.7 a 13% de proteínas, 3.3% de aceites, 61.7% de almidón. También contiene P, Fe, Vit, A, Tiamina, Riboflavina, Niacina, A. Ascórbico y antocianinas.

5.1.5 Condiciones agroecológicas

- **Clima**

Es una planta de países cálidos que precisa de altas temperaturas y elevada iluminación para poder desarrollar su gran actividad fotosintética. Para su siembra la temperatura debe ser mayor de 10°C, siendo la más favorable 15° C. Para su crecimiento activo la temperatura debe situarse sobre los 25/30°C.

- **Suelo**

El maíz requiere de una cuidada preparación del suelo, puesto que sus raíces necesitan asimilar una gran cantidad de nutrientes en espacios de tiempo muy cortos, de unos 40 a 60 días; por lo tanto, deben disfrutar de adecuadas labores que permitan incorporar al suelo, con la máxima antelación posible, las aportaciones de estiércoles, purines o rastrojos, facilitando la máxima estructuración del mismo.

- **Agua**

El maíz es una de las plantas con mejor utilización del agua puesto que sólo emplea unos 350 Kg. de agua para formar 1 Kg. de materia seca. El agua es un

elemento determinante de su producción y los máximos rendimientos sólo se obtienen cuando se satisface toda su demanda evapotranspirativa.

- **Usos**

Se emplea como base en la preparación de bebidas como la chicha y la mazamorra morada.

En la industria almidonera se emplea para la obtención de levaduras prensadas o de jora por su alto contenido de almidón.

A nivel industrial se emplea la coronta para la extracción de colorantes.

5.2. MARCO TEÓRICO

5.2.1 Antecedentes. México es considerado el lugar donde se encuentra la mayor diversidad genética del maíz (*Zea mays* L.). Sin embargo, el aprovechamiento de esa diversidad se ha limitado al desarrollo de variedades e híbridos de germoplasma proveniente de razas adaptadas a cada región agrícola por lo que la adaptación de germoplasma se presenta como una opción para ampliar la variabilidad genética en los programas de mejoramiento genético. La selección masal visual (SMV), utilizando el aspecto de planta y mazorca como criterio de selección, es una estrategia en los programas de mejoramiento para adaptar germoplasma exótico. Considerando el valor potencial que ofrece el germoplasma exótico, a partir del año 1989 se sometieron tres razas de maíz de clima subtropical y siete del trópico de México a selección masal visual (SMV) para adaptación en Montecillo, estado de México, donde prevalecen condiciones de clima templado. Durante el ciclo primavera-verano de 1998 en Montecillo y Tecámac fueron evaluadas la variedad original de cada raza, ocho o nueve ciclos de SMV obtenidos de cada raza y cinco variedades locales, en un diseño de

bloques completos al azar con cuatro repeticiones. En general, el último ciclo de selección de las razas superó en rendimiento a las variedades locales, lo cual sugiere que SMV fue un método efectivo en la adaptación de germoplasma. Durante el paso del tiempo se han desarrollado diversas investigaciones en diferentes campos teniendo todas en común “el maíz morado” a continuación se mencionara unos ejemplos de ellas

En Perú se desarrolló en la Universidad Nacional del Callao un proyecto de investigación realizado por la ingeniera Viorica Stanciuc cuyo tema fue el teñido sintético a partir de colorantes extraídos del maíz morado.²

En el ámbito de la medicina se realizó un estudio comparativo del maíz morado y simvastatina en la reducción de lípidos séricos de pacientes diabéticos a cargo de Gerardo Ronceros, Willy Ramos, Joe Arroyo, Carlos Galarza en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú³

Además los estudiantes Cuevas Montilla, Antezama y Winter Harter realizaron una tesis para la Universidad Mayor de San Simón en Cochabamba, Bolivia en donde se establecía un análisis y caracterización de antocianinas en diferentes variedades de maíz.⁴

² UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO. Vicerrectorado de Investigación. Facultad de Ingeniería Química [documento consecutivo en línea] Disponible en: [_http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/Enero2012/IF_ENERO%202012/IF_STANCIUC_STANCIUC_FIQ.pdf](http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/Enero2012/IF_ENERO%202012/IF_STANCIUC_STANCIUC_FIQ.pdf)

³ SCIELO [documento consecutivo en línea] disponible en: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/anales/v73n2/pdf/a06v73n2.pdf>

⁴ UNIVERSIDAD JAVERIANA [documento consecutivo en línea] Disponible en: [_http://educon.javeriana.edu.co/lagrotech/images/elyana_cuevas.pdf](http://educon.javeriana.edu.co/lagrotech/images/elyana_cuevas.pdf)

5.3 MARCO CONCEPTUAL

El maíz es uno de los renglones más importantes de la producción agrícola nacional, se encuentra difundido en todas las regiones naturales del país, dada su gran adaptación a diversas condiciones agroclimáticas y socioeconómicas; por eso, este grano se cultiva con una altitudes a partir de los 3000 metros sobre el nivel del mar, con precipitaciones desde 300 mm al año hasta 10.000 mm.

Los rendimientos van desde 4.5 a 11 toneladas por hectárea si se trata del sistema tecnificado pero si es del tradicional son de 1.8 toneladas por hectárea.⁵

Los mayores rendimientos por hectárea se encuentran en los Estados Unidos con 10.6 seguido por Canadá con 9.1, Egipto 8.5, Argentina 7.5 unión europea 7, China 5.0 y Brasil 4.1

Existe gran variedad de maíz que varían entre si ya sea por su color, por el tamaño de la mazorca, por su productividad, etc. aspectos que dependen en parte de las condiciones agroecológicas y climáticas en las cuales se establezca el cultivo como por ejemplo el maíz morado peruano quien se desarrolla bien entre latitudes de 1800 a 2500 msnm con una floración a los 110-125 días en condiciones nativas.

5.3.1 Fases fenológicas. El desarrollo vegetativo inicia desde que se siembran las semillas hasta la aparición de los primeros brotes, transcurre un tiempo aprox. de 8 a 10 días, donde se ve muy reflejado el continuo y rápido crecimiento de la plántula.

⁵FENALCE [documento consecutivo en línea] Disponible en: [_http://www.fenalce.org/arch_public/maiz93.pdf](http://www.fenalce.org/arch_public/maiz93.pdf) estados reproductivos del maíz

El crecimiento de la planta de maíz en general comprende dos fases: estado vegetativo y estado reproductivo. Estas suelen ser caracterizadas cronológicamente según el número de días transcurridos entre eventos observables, como la aparición de la floración y la madurez fisiológica clasificados así:

5.3.2 Estados vegetativos (V). Este periodo va desde la emergencia hasta la aparición de la espiga masculina. Donde se desarrollan y se diferencian distintos tejidos hasta que aparecen las estructuras florales esta fase consta de dos ciclos:

- En el primero se forman las hojas y el desarrollo es accedente de materia seca es lenta y finaliza con la diferenciación tisular de los órganos de reproducción.
- En el segundo ciclo se desarrollan las hojas y los órganos de reproducción y finalizan con la emisión del estigma.

VE: El Coleóptilo Emerge de la Superficie.

La germinación tiene lugar a partir de la imbibición de la semilla por el aumento de su contenido de agua; es además el comienzo de la elongación, que es la primera manifestación morfológica del crecimiento del maíz.

V3: Es Visible el Cuello de la Tercer Hoja.

Las plántulas de maíz son visibles en la superficie cuando tiene tres hojas si bien sus puntos de crecimiento están aún bajo tierra. En esta etapa la planta muestra crecimiento vigoroso el cual se origina en un solo punto de crecimiento que es el meristemo apical. Todas las partes del tallo del maíz, tanto vegetativas como reproductivas, inician su formación a partir de este meristemo.

V6: Es Visible el Cuello de la Sexta Hoja.

Cuando la planta tiene seis hojas abiertas, el punto de crecimiento y el primordial de la espiga ya han sobrepasado la superficie del suelo. Los entrenudos comienzan a elongarse rápidamente y la planta pasa a través de un periodo de rápido crecimiento y elongación.

V9: Es Visible el Cuello de la Novena Hoja.

Si detectara la planta en este punto, se observarían varias mazorcas rudimentarias, a partir de la séptima hoja debajo la inflorescencia masculina (espiga) la cual se está desarrollando rápidamente. Los entrenudos mientras tanto continúan elongándose de forma rápida, haciendo crecer el tallo. A partir de V10 las hojas empiezan a aparecer cada 23 días y comienza una rápida acumulación de biomasa y adsorción de nutrientes y agua que continúa hasta casi el término del estado reproductivo.

V12: Es Visible el Cuello de la Doceava Hoja.

En este punto se determina el número de óvulos en cada mazorca y lo largo de esta; el número de hileras de granos y se ha establecido con anterioridad. Los granos por hilera se determinaran posteriormente (una semana después de la emergencia de los estigmas y dependiendo de la polinización).

V15: Es visible el cuello de la quinceava Hoja

Es el estado más crucial para la determinación del rendimiento. Las hojas aparecen cada uno o dos días y los estigmas están comenzando a crecer en las mazorcas superiores. Hacia V17 la punta de las mazorcas puede ser visible en la inserción de las vainas con las hojas.

En este punto pueden ocurrir reducciones importantes en el rendimiento del grano si se presentan condiciones de déficit hídrico dos semanas antes a dos semanas después de la polinización.

V18: Es visible el cuello de la décima octava Hoja

Aparecen los estambres provenientes de los óvulos basales y las raíces aéreas crecen desde el primero o segundo nudo sobre la superficie del suelo. Los estreses en este período atrasan más el desarrollo de la mazorca y de los óvulos que el desarrollo de la espiga, lo que causa un lapso entre la caída del polen y la aparición de los estigmas (denominado ASI).

VT: Es Visible la Ultima Rama de la Inflorescencia Masculina (espiga).

Ver la última rama de la inflorescencia no equivalente a la aparición masculina que se inicia realmente cuando comienza la dispersión del polen, anthesis. Es entonces en la etapa VT cuando la planta alcanza su máxima altura.

5.3.3 Estados Reproductivos (R). Comienza con la aparición de los estigmas y finaliza con la madurez fisiológica. Se caracteriza por el incremento del peso de las hojas, la flor y el grano.

R1: Floración femenina.

Son visibles los estigmas en el 50% de las plantas. El número de óvulos que será fertilizado es determinado en este momento, los que no sean fertilizados no producirán núcleos y eventualmente se degeneraran.

El estrés ambiental en esta etapa causa pobre polinización y formación de grano, especialmente el estrés de humedad, el cual da como resultado la desecación de los pelos y los granos de polen.

R2: Grano acuoso o Ampolla.

En esta etapa es cuando los granos están llenos de un líquido claro que permite ver el embrión. El almidón se ha empezado a acumular en el endospermo acuoso y los núcleos están comenzando un periodo de rápida y constante acumulación de materia seca o llenado de grano.

Los granos tienen cerca del 85% de humedad, porcentaje que declinará gradualmente hasta la cosecha.

R3: Grano lechoso o Leche.

Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco, mostrándose de color amarillo por fuera, debido a la acumulación de almidón. La producción final depende del número de granos que se desarrollen y del tamaño y peso final de estos. Aunque no tan severamente como en la etapa R1, el estrés puede todavía tener un efecto profundo en la producción, afectando ambos factores, pero a medida que los granos maduran, el potencial de reducción de la producción por estrés es menor.

R4: Grano pastoso o masoso.

Los granos están llenos con una pasta blanca y el embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano, así continúa desarrollándose rápidamente. Los granos tienen ahora un 70% de humedad y han acumulado cerca de la mitad de su peso seco maduro.

R5: Grano dentado

Al principio de la etapa R5, los granos tienen aproximadamente un 55% de humedad y su parte superior se llena con almidón sólido. Cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren esta forma; en los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una "línea de leche" cuando se observa el grano desde el costado.

R6 Madurez fisiológica

En esta etapa, es visible una capa negra en la base del grano. La humedad está alrededor del 35%, aunque esto puede variar considerablemente entre híbridos y condiciones ambientales. El grano está completamente desarrollado, pero no está listo aún para su almacenamiento porque se requiere que esté entre 13 a 15% de humedad.

El maíz en general tiene unas dimensiones específicas dependiendo de la variedad con la que se cuente en el caso del maíz morado se cuentan con las siguientes dimensiones en cuanto a las mazorcas y granos del mismo.

Tabla 1. Dimensiones de la mazorca de maíz morado.

Características	Promedio	Máximo	Mínimo
Largo de la mazorca (cm)	15,0	20,0	12,0
Ancho de la mazorca(cm)	5,0	5,8	4,0
Numero de hilera	10,0	12,0	8,0
Numero de grano por hilera	25	36,0	18,0
Largo de granos (mm)	11,6	13,0	10,4
Ancho de granos (mm)	5,6	6,2	5,0
Espesor de granos (mm)	6	6,5	5,5

Fuente: Boletín de Información técnica del Ministerio de Agricultura – Lima Perú, 1998. Elaboración: Solid Perú. Innovación y calidad para Colombia- Corpoica⁶

⁶SOLID INTERNACIONAL [documento consecutivo en línea] Disponible en: <http://www.solidinternational.ch/wp-content/themes/solid/sources/img/Conociendo-la-cadena-productiva-del-maiz-morado-en-Ayacucho11.pdf>

5.4. MARCO GEOGRÁFICO

Figura 1. Localización geográfica del municipio de Piedecuesta, Santander



Fuente. wikipedia.org. Piedecuesta

Piedecuesta es un Municipio del Departamento de Santander y se localiza en la parte oriental de Colombia, a 17 kilómetros hacia el sur de Bucaramanga y a 289 kilómetros de la capital. Nos ofrece una gran cantidad de valles, mesetas, montañas y colinas, accidentes territoriales que nos presentan una variada climatología.

La granja EL HANGAR está ubicada al occidente del municipio de Piedecuesta a 17 kilómetros de Bucaramanga. Este lugar cuenta con 2.33 hectáreas es el centro educativo práctico con fines agropecuarios, con cultivos de plátano, cacao, árboles forrajeros, cítricos, pasto de corte, zonas de investigación, cotornicultura, cunicultura, apicultura, Ganadería, porcicultura, piscicultura, con caudal de agua proveniente de una quebrada aledaña a la finca.

5.5. MARCO LEGAL

Resolución 397 de 1974 expedida por el Ministerio de Agricultura, Por la cual se establecen los requisitos específicos mínimos para la Certificación de Semillas básicas y Comerciales de Maíz.⁷

Resolución 970 del 2010 expedida por el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Por la cual se establecen los requisitos para la producción, acondicionamiento, importación, exportación, almacenamiento, comercialización y/o uso de semillas para siembra en el país.⁸

⁷ Ministerio de agricultura

⁸ Instituto colombiano agropecuario

6. DISEÑO METODOLOGICO

6.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se empleó en el desarrollo de este proyecto fue el cuantitativo experimental.

6.2. POBLACIÓN

Para el desarrollo del proyecto se dispuso de 156 plantas como población para la realización de la investigación.

6.3. MUESTRA

La muestra que se empleó para el desarrollo de la investigación fueron 15 plantas de la población disponible elegida al azar.

6.4. LOCALIZACIÓN

La investigación se desarrolló en la granja experimental “el Hangar” de propiedad de la Universidad Industrial de Santander, en un suelo seleccionado en función de las características y del grado de homogeneidad edáfica y topográfica representativo para la región de Piedecuesta, Santander. La granja se ubica dentro de las coordenadas 6° 59´ 06” de latitud norte y 71° 01´ 17” de longitud oeste según el meridiano de Greenwich, a una altura de 993 metros sobre el nivel

del mar, con temperatura promedio de 23° centígrados y precipitación promedio anual de 1580 milímetros. (Grafico 2)

Figura 2. Localización satelital de la Granja Educativa Experimental “El Hangar” Piedecuesta, Santander.



Fuente. Rutas Piedecuesta.

6.5. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO

6.5.1 Selección y preparación del terreno. Para el desarrollo de este proyecto se seleccionó un área de 90 metros cuadrados los cuales se destinaron para la siembra de forma directa al no realizarse arado al terreno.

6.5.2 Siembra. Se realizó un trazado de 6 surcos de 13 m de largo con una distancia entre surcos de 1 m en donde se estableció la siembra de maíz morado variedad kculli, a una distancia de 1m x 0.5 m de un grano por sitio para una densidad de siembra de 20.000 plantas por hectárea.

6.5.3 Fertilización. El plan de fertilización fue calculado con base al análisis de suelos del lote T3 de la granja experimental “El hangar”, (ANEXO N°1) consta de

la aplicación de nutrientes N, P, K, Ca,Mg + Elementos menores; en razón de 20 gr. por planta durante el desarrollo vegetativo del maíz, así:

Primera fertilización: A la siembra se incorporó 2 gr de DAP, como fuente de P + N.

Segunda fertilización: En estado de V3, se aplicó en banda 2 gr. de DAP, como fuente P + N + 2 gr. De Agrimins, como fuente de Ca,Mg,y elementos menores.

Tercera fertilización: En estado de V7, aplicar en banda, 4 gr. Urea 46%. Como fuente de N + 50 gr. de Cloruro de Potasio, como fuente de K. + 2 gramos de Agrimins como fuente de Ca,Mg y Elementos menores.

Cuarta fertilización: En estado V12, aplicar en banda 5 gr. de urea como fuente de N, + 4 gr. de Cloruro de Potasio como fuente de K

6.5.4 Riego. A la parcela experimental se le suministro un sistema de riego basado en los siguientes cálculos para determinar el uso consuntivo del maíz en la zona específica.

El uso consuntivo o necesidades diarias de agua de riego por metro cuadrado de maíz por día en Piedecuesta. Se calculó con la siguiente formula:

$$ET \text{ o } UC = ETr \text{ (mm/día) } \times Kc$$

$$UC = 4,5 \text{ mm/día} \times 1,15$$

$$UC = 5,175 \text{ mm/día}$$

$$UC = 5,175 \text{ lt/m}^2\text{/día}$$

De acuerdo a los anteriores cálculos se determina un riego diario por planta de maíz con cantidades de 1 lt en la etapa inicial, 2 lt en la parte de desarrollo y 2,5 en la etapa de producción.

6.6 RECOLECCION Y MANEJO DE LA INFORMACION

Objetivo específico N°1: Determinar el comportamiento y tiempo de duración de las diferentes fases fenológicas del maíz morado en el área de estudio.

Para el desarrollo de este objetivo se realizaron las siguientes actividades:

Se consultó literatura específica de la fenología del maíz.

Se realizaron mediciones y observaciones de las plantas elegidas para la investigación.

Para el desarrollo de los objetivos planteados se seleccionaron al azar 15 plantas, a las cuales se les realizó las diversas mediciones con una frecuencia de 8 días.

Las variables que se determinaron para el cumplimiento de este objetivo fueron:

Variables

Días de germinación

Numero de hojas por planta

Altura de las plantas

Presencia de flores masculinas y femeninas

Actividades desarrolladas para cada variable:

Días de germinación

Se midió en unidades

Para determinar los días de germinación se llevó un conteo desde el día de la siembra hasta la aparición del coleóptilo en la superficie.

Análisis de la información días de germinación

Los datos recolectados fueron almacenados en tablas que se presentan al final del documento.

Numero de hojas

Se midió en unidades

Se llevó un conteo de las hojas que fueron desarrollándose en cada planta a lo largo del estadio vegetativo.

Análisis de la información número de hojas

Los datos obtenidos fueron consignados en tablas al final del presente documento.

Altura de la planta

Se midió en centímetros y metros. (cm, m)

Con una cinta métrica se midió desde la superficie del suelo hasta la inserción de la última hoja en cada una de las plantas.

Análisis de la información altura de la planta

Los datos obtenidos fueron consignados en tablas al final del documento.

Presencia de flores masculinas y femeninas

Se midió en unidades

Se observó la presencia de la espiga en el caso de la flor masculina y las mazorcas por las flores femeninas

Análisis de la información flores masculinas y femeninas

Los datos obtenidos fueron consignados en una tabla al final del documento.

Numero de mazorcas

Se midió en unidades

Se realizó un conteo de las mazorcas en cada planta del experimento.

Análisis de la información número de mazorcas

Los datos recolectados fueron consignados en una tabla al final del documento.

La información recolectada en cada una de las variables fue tabulada hasta obtener un dato promedio con los cuales se realizó las respectivas curvas de comportamiento fenológico del maíz morado en la granja el hangar.

Objetivo específico N°2: Determinar el potencial genético de rendimiento del maíz morado en kilogramos por hectárea.

Las actividades realizadas para este objetivo fueron

Se calculó el número de plantas por área

Se realizó un conteo de las mazorcas viables en cada planta.

Se realizó un conteo de las hileras de las mazorcas.

Se realizó un conteo de los granos viables por hilera en cada mazorca.

Se pesaron los granos por mazorca.

Las variables que se determinaron para el cumplimiento de este objetivo fueron:

Variables:

Número de plantas por área

Se midió en unidades

Para el cálculo de plantas por área se determinó el área en metros cuadrados y este valor se divide en el valor de la densidad de siembra (distancia entre surcos en metros por distancia entre plantas en metros)

Análisis de la información del número de plantas por área

El dato obtenido del cálculo realizado se consignado en los resultados del presente documento.

Numero de mazorcas viables

Se midió en unidades

Se realizó un conteo de las mazorcas viables por cada planta dentro del experimento.

Análisis de la información del número de mazorcas viables

Las unidades obtenidas se presentaron en los resultados del presente documento.

Numero de granos por hilera en mazorca

Se midió en unidades

Se seleccionaron diez mazorcas y se le realizó un conteo del número de granos viables.

Análisis de la información de los granos por hilera

Las unidades obtenidas se presentaron en los resultados del presente documento.

Peso de granos

Se midió en gramos (g)

De las mazorcas seleccionadas se tomaron 100 granos y se pesaron en balanza electrónica para obtener el peso promedio por grano.

Análisis de la información de peso de granos

El dato obtenido está consignado en los resultados del presente documento.

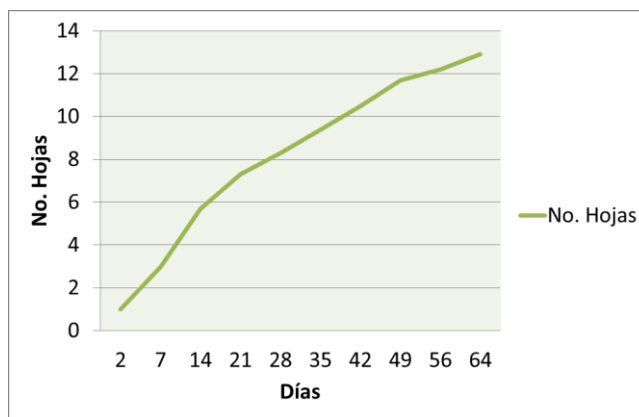
7. RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 2. Se muestra los valores del número de hojas de las 15 plantas analizadas, se presentan los promedios de 3, 7,14, 28, 35, 42, 49, 64 días después de siembra; Se nota que la planta de maíz morado presenta un promedio final de 12,9 hojas por planta.

Tabla 2. Número de hojas por planta de maíz morado. Granja El Hangar, Piedecuesta- Santander

No. Planta	3 d.d.s.	7 d.d.s.	14 d.d.s.	21 d.d.s.	28 d.d.s.	35 d.d.s.	42 d.d.s.	49 d.d.s.	64 d.d.s.
P1	1	3	5	6	8	9	10	12	13
P2	1	4	5	8	9	10	11	13	13
P3	1	4	6	8	9	10	11	12	13
P4	1	3	4	6	7	8	9	11	13
P5	1	3	6	7	9	10	11	12	13
P6	1	4	7	8	9	10	11	12	13
P7	1	3	6	8	9	10	11	12	12
P8	1	3	5	7	8	9	10	11	12
P9	1	2	4	6	7	8	9	10	12
P10	1	3	6	7	8	9	10	11	13
P11	1	3	7	8	9	10	12	13	13
P12	1	3	6	7	8	10	11	12	13
P13	1	4	8	9	9	10	11	12	14
P14	1	3	5	7	8	9	10	11	13
P15	1	3	6	7	8	9	11	12	13
Promedio	1,0	3,2	5,7	7,3	8,3	9,4	10,5	11,7	12,9

Gráfica 1. Curva de comportamiento fenológico del maíz morado-Numero de hojas por planta después de la siembra. Granja el hangar, Piedecuesta-Santander



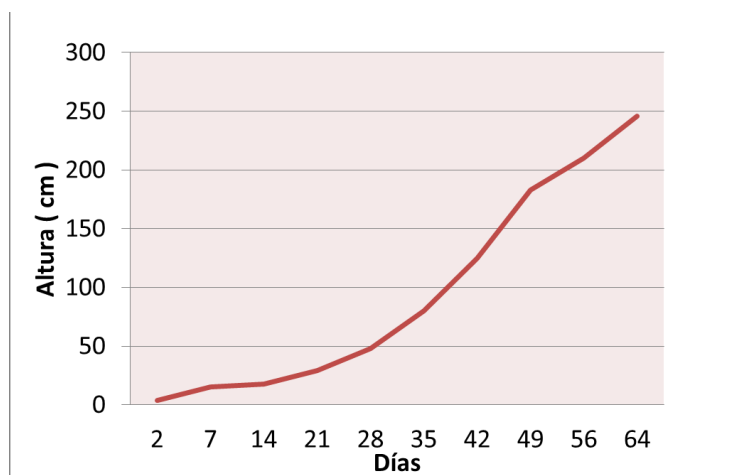
El número de hojas en el maíz morado aumenta progresivamente desde el día 7 después de la siembra con un promedio de 3 hojas hasta llegar al día 64 con un promedio de 13 hojas.

En la tabla 3. Se presenta los valores de la altura de 15 plantas de maíz morado. se presentan los promedios de 3, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 64 días después de la siembra. Se nota que tiene un promedio final de 246,3

Tabla 3. Altura de la planta de maíz morado. Granja El Hangar, Piedecuesta-Santander

Planta	3 d.d.s	4 d.d.s	14 d.d.s	21 d.d.s	28 d.d.s	35 d.d.s	42 d.d.s	49 d.d.s	64 d.d.s
P1	5	16	18	29	34	68	106	172	256
P2	4	15	14	27	46	63	135	203	270
P3	4	16	18	24	50	82	135	216	264
P4	5	15	16	33	47	67	105	170	172
P5	4	17	22	27	51	86	125	182	262
P6	5	17	27	37	63	92	132	207	252
P7	4	16	18	28	45	84	135	160	232
P8	4	13	14	25	43	68	104	104	232
P9	4	12	8	23	32	46	69	186	225
P10	5	15	16	20	40	69	126	186	237
P11	4	17	22	34	65	111	170	226	263
P12	4	14	17	30	68	89	137	204	256
P13	5	15	22	32	60	87	135	140	264
P14	4	12	15	28	48	74	123	176	256
P15	5	17	22	34	46	97	140	206	254
Promedio	4,4	15,1	17,9	28,7	49,2	78,8	125,1	182,5	246,3

Gráfica 2. Curva de comportamiento fenológico del maíz morado- Altura de la planta después de la siembra. Granja el hangar, Piedecuesta- Santander.



Según la grafica 2 el maíz morado presenta un crecimiento ascendente desde el día 7 después de la siembra, con una altura de 15 cm promedio hasta el día 64 en donde expresa su mayor elongación con 2.64 m promedio

En la figura se puede observar que las plantas presentan un crecimiento moderado hasta el día 28 y con una aceleración de desarrollo hasta el día 49 con un pico de crecimiento continuando hasta el día 64 donde se inicia la fase reproductiva de las plantas.

- **Floración**

La floración masculina de las plantas del ensayo se realizó a los 38 días después de la siembra, con un 50% del lote, la floración femenina se presentó a los 49 días después de la siembra, se expresó mediante la siguiente tabla.

En la tabla 4. Se presenta los valores del número de mazorcas para 15 plantas de maíz morado, se presentan un promedio de 1.8 mazorcas por planta.

Tabla 4. Número de mazorcas viables por planta. Granja El Hangar, Piedecuesta- Santander

Numero de plantas	Numero de mazorcas
P1	2
P2	1
P3	2
P4	2
P5	1
P6	2
P7	2
P8	2
P9	2
P10	2
P11	2
P12	1
P13	2
P14	2
P15	2
Promedio	1.8

DESCRIPCION DE LAS ETAPAS FENOLOGICAS DEL MAIZ MORADO

A continuación se presenta la etapa vegetativa del maíz morado.

VE: Se alcanzó esta etapa cuando el 50% de la población de plantas presentaron el coleóptilo a nivel del suelo, en la investigación se alcanzó esta fase a los 3 días.

Figura 3. Estado VE Germinación del maíz



Fuente: Panorama Agrícola Semanal

V3: Se presentó cuando las plántulas de maíz fueron visibles en la superficie con tres hojas desplegadas, en el ensayo realizado se alcanzó esta fase a los 7 días promedio después de la siembra, cuando el 50% de la población presento lo mencionado

Figura 4. Estado V3



Fuente: Carvajal y Gómez, Granja el hangar, Piedecuesta Santander

V6: Se alcanzó cuando la planta tenía seis hojas abiertas, el punto de crecimiento y el primordial de la espiga ya han sobrepasado la superficie del suelo en la investigación realizada se presentó a los 16 días promedio después de la siembra.

Figura 5. Estado V6



Fuente: Carvajal y Gómez, Granja el hangar, Piedecuesta Santander

V9: Se alcanzó cuando la planta presentó 9 hojas desplegadas y ya comenzó a notarse la inflorescencia masculina en el ensayo se presentó a un promedio de 35 días después de la siembra

Figura 6. Estado V9



Fuente: Carvajal y Gómez, Granja el hangar, Piedecuesta Santander

V12: En esta etapa es visible la doceava hoja, se determinó el número de óvulos en cada mazorca y lo largo de esta; el número de hileras de granos se habían establecido con anterioridad, en el ensayo se presentó en promedio a los 49 días después de la siembra.

Figura 7. Estado V12 Estado



Fuente: Carvajal y Gómez, Granja el hangar, Piedecuesta Santander

VT: Este estado se inició cuando la rama final de la floración masculina estuvo completamente visible y los estigmas de la floración femenina aún no habían emergido; en el experimento se presentó esta etapa a los 38 días después de la siembra

Figura 8. Estado VT



Fuente: Carvajal y Gómez, Granja el hangar, Piedecuesta Santander.

Estado reproductivo del maíz morado

R1. Floración femenina: En esta fase se determinó el número de óvulos en cada mazorca y lo largo de esta; el número de hileras de granos y se estableció con anterioridad, en el ensayo se alcanzó en promedio para el día 49 después de la siembra.

Figura 9. Estado R 1



Fuente: Carvajal y Gómez, Granja el hangar, Piedecuesta Santander

R2.Grano acuoso o ampolla: Esta fase se inició cuando el raquis de la espiga y el pedúnculo se encuentran bien desarrollados, a la vez se podía observar que el estigma o floración femenina tomaba una coloración de color marrón, en la investigación realizada se presentó a los 54 días después de la siembra

Figura 10. Estado R 2



Fuente: Carvajal y Gómez, Granja el hangar, Piedecuesta Santander

R3.Grano lechoso: Esta etapa se inició cuando los granos de la mazorca mostraron el color morado en la parte superior y blanco lechoso en la parte inferior debido a la acumulación de almidón por la planta, en el experimento se observó a los 64 días después de la floración femenina.

Figura 11. Estado R 3



Fig. 11, fuente: Carvajal y Rueda, Granja el hangar, Piedecuesta Santander

R4: Grano pastoso o masoso: En esta etapa los granos mostraron un color morado a más de la mitad, en el desarrollo del ensayo se presentó a los 81 días después de la siembra.

Figura 12. Estado R 4



Fuente: Carvajal y Rueda, Granja el hangar, Piedecuesta Santander

R5: Grano dentado: En esta etapa los granos de la mazorca son dentados o en dentición, la cáscara del grano presento un color morado casi en su totalidad y los granos comenzaron a desecarse desde la parte superior formando una pequeña capa dura, se presentó a los 91 días después de la siembra.

Figura 13. Estado R 5



Fuente: Carvajal y Gómez, Granja el hangar, Piedecuesta Santander

R6: Madurez fisiológica: esta etapa inicia con el recubrimiento del almidón en los granos de la mazorca además de convertirse totalmente en color morado desde la punta de los granos de la mazorca hasta los granos basales. En este ensayo se presentó a los 60 días después de la floración femenina

Figura 14. Estado R 6



Fuente. Carvajal y Gómez, Granja el hangar, Piedecuesta- Santander

Tabla 5. Escala fenológica del maíz morado en Piedecuesta, Santander.

	Fases fenológicas	Días después de la siembra
Estado de desarrollo vegetativo		
VE	Emergencia	3 dds
V3	Visible tres hojas	7 dds
V6	Visible seis hojas	16 dds
V9	Visible nueve hojas	35 dds
V12	Visible doce hojas	49 dds
VT	floración masculina	38 dds
Estado de desarrollo reproductivo		
R1	Floración femenina	49 dds
R2	Grano acuoso o ampolla	54 dds
R3	Grano lechoso o leche	64 dds
R4	Grano pastoso o masoso	81 dds
R5	Grano dentado	95 dds
R6	Madurez fisiológica	109 dds

En la tabla 5 se presenta las etapas fenológicas del maíz morado junto con los días después de la siembra en la que se presentó cada una de ellas.

Para calcular el potencial de rendimiento del experimento se tomaron 15 plantas por área, con un promedio de 1.8 mazorcas por planta cada una con un número de 12 hileras con 21 granos por cada hilera.

Se calculó el peso de 10 granos dando como resultado 1 gramo como promedio de peso de cada grano.

Aplicando la fórmula del rendimiento se obtuvo:

$$R = \text{Plantas/áreas} * \text{mazorcas/plantas} * \text{granos/mazorcas} * \text{peso/granos}$$

$$R = 15 * 1.8 * 252 * 1$$

$$R = 6804 \text{ gr}$$

$$R = 6.8 \text{ kg} / 7.5 \text{ m}^2$$

Según los cálculos anteriores el rendimiento del maíz morado fue de 9.066 kg /ha.

8. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones que se llevó el presente trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

El maíz morado presenta una alta adaptabilidad de desarrollo a las condiciones agroecológicas de Piedecuesta, Santander.

Las etapas fenológicas del maíz morado, bajo las condiciones agroecológicas del municipio de Piedecuesta se desarrollaron normalmente tanto las fases vegetativas VE, V1, V3, V6, V9, V12 como la fase reproductiva R1, R3, R4, R5, R6.

El ciclo vegetativo del maíz morado se presenta con un periodo de 109 días, esto lo clasifica como un cultivo de madurez intermedia.

El potencial de rendimiento brindo unas expectativas muy buenas ofreciendo un valor de 9.066 kg/ha clasificándolo como una alternativa de alta producción.

9. RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar trabajos similares para evaluar rendimientos bajo diferentes distancias de siembra.

Realizar trabajos de investigación para evaluar incidencia de enfermedades ya que en el presente trabajo se observó alto grado de tolerancia a enfermedades.

Realizar trabajos de investigación en agroindustria para transformación de la materia prima.

BIBLIOGRAFIA

- **ALCALDIA DE PIEDECUESTA.** 2011. Plan de desarrollo de Piedecuesta 2012- 2015, el contrato con la gente. Disponible en:http://www.alcaldiadepiedecuesta.gov.co/descargas/plan_de_desarrollo_piedecuesta_2012-2015.pdf
- **Bernal Jairo Humberto, Caicedo Samuel, Guevara Elsa Judith.** Híbridos de maíz amarillo adaptados a suelos ácidos de la altillanura plana colombiana, corporación colombiana de investigación agropecuaria, transferencia de tecnología. Disponible en <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Foros/Hibridosmazamarillo.pdf>
- **CARVAJAL Álvaro,** Fenología de cultivos regionales, octubre 2013 disponible en: http://agr.unne.edu.ar/Materias/Agroclima/Fenologia_maiz.pdf
- **COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA,** Resolución 397 de 1974, Octubre 31, por la cual se establecen los requisitos específicos mínimos para la Certificación de Semillas básicas y Comerciales de Maíz. Santafé de Bogotá, 1974 Disponible en: <http://www.ica.gov.co/getattachment/4ac5caf8-4460-410c-bb91-2b5008d6d871/1974r397mi.aspx>
- **COLOMBIA.ICA.INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO.** Resolución 970 de 2010, Marzo 10, Por medio de la cual se establecen los requisitos para la producción, acondicionamiento, importación, exportación, almacenamiento, comercialización y/o uso de semillas en el país, su control y se dictan otras disposiciones. Santafé de Bogotá, 2010. Disponible en:

<http://www.ica.gov.co/getattachment/03750a73-db84-4f33-9568-6e0bad0a507d/200R970.aspx>

- **CUEVAS MONTILLA E:** Análisis y caracterización de antocianinas en diferentes variedades de maíz boliviano, universidad mayor San Simón Cochabamba, Bolivia. Disponible en: http://educon.javeriana.edu.co/lagrotech/images/elyana_cuevas.pdf
- **DUARTE PÉREZ Carmen Julio, OSPINA ROJAS José Gabriel:** fisiología de la planta de maíz, capítulo 3, aspectos técnicos del maíz en Colombia en libro de maíz. Disponible en: <http://www.fenalce.org/libro/index.html>
- **FENALCE. Federación nacional de cultivadores de cereales.** Importancia de los cultivos por FENALCE, El cultivo del maíz, historia e importancia, junio 2010. Disponible en: http://www.fenalce.org/arch_public/maiz93.pdf
- **JUSTINIANO AYZANOA Erasmo.** fenología e intensidad de color en corontas del maíz (zeamays) en sus diferentes estados de desarrollo en la localidad de la molina, lima D.C. Universidad Nacional Agraria La Molina, escuela de post grado, especialidad producción agrícola,2010.Disponible en:<http://repositorio.lamolina.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/123456789/31/PAG%2011-139-TM.pdf?sequence=1>
Maíz morado, estudios realizados, infosalud, Perú. Disponible en: <http://www.inkanat.com>
- **Risco Mendoza Martha.** Conociendo la cadena productiva del maíz morado en Ayacucho, Ayacucho octubre, 2007. Disponible en: <http://www.solidperu.com/upl/1/default/doc/Conociendo%20la%20cadena%20productiva%20del%20maiz%20morado%20en%20Ayacucho.pdf>

- **RONCEROS Gerardo, RAMOS Willy, ARROYO Jorge, GALARZA Carlos, GUTIÉRREZ L. Ericson, ORTEGA-LOAIZA Alex, LA ROSA Cristian, CUCHO Carolina, PALMA Luis.** Estudio comparativo del maíz morado (*Zea mays* L.) y simvastatina en la reducción de lípidos séricos de pacientes diabéticos normotensos con dislipidemia. Lima 2012. Universidad Mayor de San Marcos. Facultad de medicina. Instituto de investigaciones clínicas. Departamento de patología clínica. Disponible en: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/anales/v73n2/pdf/a06v73n2.pdf>
- **STANCIUC STANCIUD Viorica.** Teñido de fibras sintéticas utilizando colorantes extraídos del maíz morado. Callao 2011. Proyecto de investigación. Universidad Nacional del Callao. Facultad de Ingeniería Química. Disponible en: [http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Final es_Investigacion/Enero2012/IF_ENERO%202012/IF_STANCIUC_STANCIUC_FIQ.pdf](http://www.unac.edu.pe/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Final_es_Investigacion/Enero2012/IF_ENERO%202012/IF_STANCIUC_STANCIUC_FIQ.pdf)