



Universidad Nacional Agraria

Facultad de agronomía

“Por un Desarrollo Agrario

Integral y Sostenible”

Trabajo de graduación

Variación fenotípica y correlación de rendimiento con características morfo-agronómicas en una población de maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6 en la época de primera, Sábana Grande, Managua, 2014

AUTORES

Br. Ari Enmanuel Vásquez Videa

Br. Nexis David Bellorin Umanzor

ASESORES

MSc. Vidal Marín Fernández

Roldan Corrales Briceño PhD

Managua, Nicaragua

Julio, 2016



Universidad Nacional Agraria

Facultad de agronomía

“Por un Desarrollo Agrario

Integral y Sostenible”

Trabajo de graduación

Variación fenotípica y correlación de rendimiento con características morfo-agronómicas en una población de maíz (*Zea mays* L.) variedad NB-6 en la época de primera, Sábana Grande, Managua, 2014

AUTORES

Br. Ari Enmanuel Vásquez Videa

Br. Nexis David Bellorin Umanzor

ASESORES

MSc. Vidal Marín Fernández

Roldan Corrales Briceño. PhD

Presentado a la consideración del honorable tribunal examinador como requisito para optar al grado de Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua

Julio, 2016

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
III MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Localización del experimento	4
3.2 Suelo	4
3.3 Diseño metodológico	4
3.4 Material vegetal	4
3.5 Tamaño de muestra y tipo de muestreo	6
3.6 Manejo agronómico	7
3.6.1 Preparación del suelo	7
3.6.2 Siembra	7
3.6.3 Fertilización	7
3.6.4 Control de arvenses	7
3.6.5 Control de plagas y enfermedades	7
3.6.6 Aporque	8
3.6.7 Cosecha	8
3.7 Variables evaluadas	8
3.8 Análisis de datos	9

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
4.1 Variables de tallo y hojas	10
4.2 Correlación de las variables de tallo y hoja	12
4.3 Descripción de los componentes de rendimiento en grano de la mazorca	14
4.4 Correlaciones de los caracteres de la mazorca	16
4.5 Determinación del modelo de mejor ajuste	17
V CONCLUSIONES	21
VI RECOMENDACIONES	22
VII LITERATURA CITADA	23
VIII ANEXOS	28

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a Dios, quien con su inmenso amor me dio la vida, inteligencia, sabiduría y perseverancia, es por ello que le doy infinitas gracias.

A mi padre que con su apoyo incondicional me ha dado las fuerzas emocionales para continuar mis metas y hoy puedo demostrar que su esfuerzo valió la pena gracias papá.

A mi madre que con su paciencia y ternura me educo y aconsejo para salir a delante y lograr mis metas.

A mis hermanos que siempre han estado presente en mis actividades los cuales comparto mi alegría y tristezas.

A mi hija que es un motor de impulso para seguir adelante en mi vida profesional.

A la persona que forma parte de mí historia y siempre fue apoyo y soporte en mis debilidades.

A mis amigos que de una u otra manera me apoyaron en mis momentos difíciles y felices.

Para todas aquellas personas que me brindaron confianza, ayuda y oportunidades, también para todos aquellos que celebran hoy mi triunfo.

Br. Ari Enmanuel Vasquez Videa

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a Dios por permitirme alcanzar mis metas y lograr terminar mis estudios, esfuerzo que al fin dieron frutos. Logrando dar un pequeño paso en la vida y un gran salto en mi vida profesional.

A mi Madre Nellys Umanzor U. quien con tantos esfuerzos y sacrificios siempre me brindó su apoyo incondicional.

A mi Padre Santana Bellorin C. siendo un pequeño agricultor dio paso a mis estudios con muchos esfuerzos y sacrificios, siempre me brindó su apoyo económico y moral que fueron motor de impulso para lograr este triunfo.

A mis hermanos Wilder y Anilsan que siempre estuvieron presentes en todos los momentos para ayudarme a culminar mis estudios universitarios.

A mis amigos (@) Camilo García, Darwin Umanzor, Amílcar Centeno, Moncho Espinoza, Mayra Patterson, Jesús Espinal, Ing. José Alberto Sediles que siempre estuvieron en todos los momentos brindándome su ayuda incondicional.

Br. Nexis David Bellorin Umanzor

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios creador de toda criatura, por permitir la sabiduría, inteligencia, paciencia. Por guardarnos, cuidarnos, por permitirnos salud y por bendecirnos por medio de nuestros padres.

A nuestros padres que con su amor incondicional siempre nos apoyaron de todas las maneras posibles, por sus consejos, su paciencia y confianza en nosotros.

A cada uno de los maestros que nos compartieron sus conocimientos.

Al MSc. José Vidal Marín Fernández y Dr. Roldán Corrales Briceño, que nos brindaron su apoyo incondicional en cada uno de los pasos a seguir en el trabajo de culminación.

Al Ing. Miguel Ríos que gracias a su colaboración en materiales y equipos se hizo posible la realización de este trabajo investigativo.

Al Ing. Arlin Omar Rodríguez

Al Dr. Oscar Gómez por su disposición y colaboración en la metodología científica.

A Carolina Padilla Ramírez secretaria Departamento Producción Vegetal (DPV) por haber colaborado en diferentes actividades relacionadas a la investigación.

Al personal del comedor de la Universidad Nacional agraria.

A todas aquellas personas que nos brindaron apoyo.

Br. Ari Enmanuel Vasquez Videa

Br. Nexis David Bellorin Umanzor

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Características de la variedad NB-6 según el INTA (2010)	6
2. Estadísticas descriptivas de variables asociadas al tallo y las hojas de la variedad NB-6 durante la época de primera del 2014.	10
3. Correlaciones de las variables morfológica de la población NB-6 en la época 2014	13
4. Estadísticas descriptivas desviación estándar (Sd), el coeficiente de variación (CV), el mínimo (Min) y el máximo (Max). Para caracteres asociados al rendimiento	14
5. Correlaciones de los componentes asociadas al rendimiento de las mazorca en grano de la variedad NB-6	17
6. Resumen de la regresión 'paso a paso' de las variables asociadas al rendimiento con el rendimiento en grano	18
7. Resumen de parámetros de mejor ajuste sin intercepto	19
8. Parámetros de mayor ajuste estimados con el modelo sin intercepto	19
9. Estadística descriptiva de las variables de peso de la mazorca estimación y real	20

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Medición de las estructuras morfológicas de las plantas	28
2. Determinación de la longitud y la anchura de la hoja de maíz	29
3. Determinación de la anchura (diámetro) y la longitud de la mazorca de maíz	29
4. Línea de mayor ajuste de regresión	30
5. Datos del clima en la finca Santa Rosa Universidad Nacional Agraria INETER, (2014)	30
8. Precipitación anual en la finca Santa Rosa Universidad Nacional Agraria	31
9. Datos de humedad en el año 2014	31
10. Clasificación de los coeficientes de correlación	31

RESUMEN

Con el objetivo de describir variación fenotípica y correlación de rendimiento con características morfo-agronómicas en una población de maíz (*zea mays L.*) variedad NB-6 en la época de primera, Sábana Grande, Managua, 2014, se estableció un ensayo en la Finca Santa Rosa Sabana Grande, Managua propiedad de la Universidad Nacional Agraria. La muestra consistió en 93 individuos para caracteres del tallo y hoja, diámetro del tallo (DiamT), altura de la mazorca (AltM), número de hojas (Nho), longitud de la hoja (LonHo), ancho de la hoja (AncHo), altura de la planta (AltP), y 393 individuos para rasgos asociados al rendimiento, longitud de la mazorca (LM), diámetro de la mazorca (DM), número de hilera por mazorca (NH), granos por hilera (GH), peso de granos de la mazorca (PGMAZ), peso de 100 granos (P100G) y peso de la mazorca (PMAZ). El análisis de los datos consistió en estadísticos descriptivos: media, desviación estándar, coeficiente de variación, valores máximos y mínimos, así como correlaciones entre variables morfológicas, correlaciones entre variables asociadas al rendimiento. Finalmente mediante regresión paso a paso (stepwise) se determinaron parámetros de estimación del rendimiento en grano a través de las variables PMAZ y GH. La media y desviación estándar para los caracteres evaluados fueron, 2.21 ± 0.21 AltP, 1.14 ± 0.17 AltM, 94.71 ± 8.18 LonHo, 14.33 ± 1.17 Nho, 10.51 ± 0.92 AncHo, 22.81 ± 2.53 DiamT, 16.56 ± 1.83 LM, 48.22 ± 3.48 DM, 14.39 ± 1.83 NH, 33.85 ± 4.74 GH, 183.65 ± 40.15 PMAZ, 153.20 ± 33.39 PGMAZ, 34.38 ± 6.08 P100G. El coeficiente de variación mostró valores entre 14.88 y 8.13 % para los caracteres de tallo y hoja correspondientes a AltP y Nho respectivamente. Hubo correlación positiva y significativa AltP con AltM y LonHo (0.74, 0.36) y DiamT y AncHo (0.39). Para los caracteres relacionados al rendimiento el coeficiente de variación mostró valores entre 21.86 y 7.21 correspondiente a PMAZ y PGMAZ. Se encontró correlación positiva y significativa para la mayoría de variables del rendimiento exceptuando DM con NH que fue significativa y negativa y LM y NH que no mostraron correlación. El PGMAZ mostró correlaciones positivas y significativas, el resto de variables asociadas al rendimiento con valores que oscilaron entre 0.95 y 0.19 la de mayor correlación fue el PMAZ. El peso de la mazorca contribuyó más (R^2 0.99) al ajuste del modelo de estimación seguido por el número de granos por hilera, para la ecuación final: $Y_{ij} = 0.7705X_1 + 0.3470X_2$, que puede ser utilizada en selección fenotípica inicial.

Palabras claves. Método sistemático, maíz, variables, variabilidad

ABSTRACT

In order to describe the phenotypic variation and correlation of yield with morpho-agronomical traits in a NB-6 maize population (*zea mays* L.) an experimental plot was established with 1200 plants at the Santa Rosa farm, owned by the National Agrarian University. By using a systematic sampling 93 plants were chosen to measure stem diameter (DiamT), ear height (Altm), number of leaves (Nho), leaf length (LonHo), leaf width (AncHo) and plant height (AltP). Traits associated to performance such like ear length (LM), ear diameter (DM), number of rows per ear (NH), grains per row (GH), grain weight of ear (PGMAZ), weight of 100 grains (P100G) and cob weight without gopher (PMAZ), were measured on 393 plants chosen with the same method. Descriptive statistics, Pearson linear correlations and linear regression were used to data analysis, by the SAS program. The mean and standard deviation were 2.21 ± 0.21 AltP, 1.14 ± 0.17 Altm, 94.71 ± 8.18 LonHo, 14.33 ± 1.17 Nho, 10.51 ± 0.92 AncHo, 22.81 ± 2.53 DiamT, 16.56 ± 1.83 LM, 48.22 ± 3.48 DM, 14.39 ± 1.83 NH, 33.85 ± 4.74 GH, 183.65 ± 40.15 PMAZ, 153.20 ± 33.39 PGMAIZ, 34.38 ± 6.08 P100G. Phenotypic variation for AltP and DiamT were 8.12% and 14.88%, respectively. Correlation between AltP and AltM with LonHo were 0.74 and 0.36, and between DiamT, and AncHo = 0.39. Coefficient of variation showed values between 7.21% and 21.86% for PGMAZ and PMAZ. Correlation for most performance variables were important except with NH and DM. PGMAIZ showed important correlations (0.19 – 0.95) with other performance traits. The parameter that most fits the model was the PMAZ ($R^2=0.99$) followed by GH. The phenotypic selection initial model without intercept to predict yield grain is $Y_i = 0.7705X_1 + 0.3470X_2$.

Keywords: systematic sampling, correlation, traits, phenotypic variability

I INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los granos alimenticios más antiguo que se conoce, pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu *Maydeas*, es la única especie cultivada de este género y es reconocido como el segundo cultivo del mundo por su producción (Paliwal *et al.*, 2001).

Es uno de los cultivos más sembrados en Nicaragua, en el año 2007 el área sembrada de maíz en Nicaragua fue de 90,635.4 h con rendimiento promedio de 1027.27 kg ha⁻¹ (MAGFOR, 2008). Sin embargo, el reporte del avance de rendimiento promedio para los años 2012/2013 fue de 766.3 kg h⁻¹ (Castillo y Bird, 2013).

El maíz el cereal que más importancia ha tenido en varios sectores de la economía a escala mundial, un gran porcentaje del maíz que se produce o importa se destina al consumo humano, en este sentido, el maíz ha sido y sigue siendo un factor de supervivencia para los campesinos, actualmente la caracterización y evaluación se hace necesaria (Serratos, 2012).

La producción de maíz la realizan pequeños y medianos productores y está destinada principalmente al consumo familiar, comercio y consumo interno, también se utiliza como materia prima en la elaboración de productos alimenticios procesados, y para la elaboración de concentrados o alimentos para aves y cerdos (Sanabria *et al.*, 2000). La producción de granos básicos es uno de los principales pilares de la economía nicaragüense, sin embargo, hay diversos factores que afectan la productividad de los granos básicos, disponibilidad y acceso a semillas certificadas (por la calidad: genética y fitosanitaria) (MAGFOR, 2009).

La variedad de maíz NB-6 se considera con una alta capacidad productiva, estable y consistente ya que presenta buena adaptación en ambientes favorables y desfavorables (Urbina y Bruno, 1991) en el mismo estudio, realizado en Jalapa y Matagalpa, se reportan rendimientos de 5.9 ton ha⁻¹ y de 7.31 ton ha⁻¹, lo cual se considera un excelente comportamiento de la variedad. Castillo y Bird (2013) mencionan que NB-6 fue una de las variedades más sembradas a nivel nacional en ciclo de primera 2012 con 35,597.4 ha, solamente superada por variedades criollas, esto indica que esta variedad está ampliamente difundida en los sistemas de producción de Nicaragua y es preferida por los productores.

Esto posiblemente se debe a que la variedad presenta un rendimiento aceptable en sistemas de bajo insumo y su tolerancia al achaparramiento.

Se ha observado de manera empírica que la variedad NB-6 muestra variabilidad fenotípica en caracteres vinculados al rendimiento y por lo tanto se considera importante evaluar esta variabilidad, a fin de determinar la posibilidad de mejorar su rendimiento. Considerando lo antes mencionado, esta investigación se propone contribuir con información sobre la variabilidad fenotípica de los caracteres agro-morfológicos de la variedad NB-6.

En la actualidad la selección sigue siendo el principio básico del mejoramiento de los cultivos y han incorporado la implementación de nuevas tecnologías para facilitar e incrementar la obtención de plantas con mejores características, no obstante los programas de mejoramiento depende de la alta variación genética (Quiroz *et al.*, 2012).

Debido a que es un cultivo alógama, el maíz posee gran variabilidad genética, normalmente, se cruzan tipos de maíz genéticamente diversos para crear poblaciones de maíz (compuestos, complejos genéticos y generaciones avanzadas de cruza de variedades, etc.), que posteriormente son mejoradas mediante selección recurrente (Programa de Maíz, 1999).

II OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar la variabilidad fenotípica de los caracteres morfológicos de una población de maíz variedad NB-6.

2.2 Objetivos específicos

- Describir la variabilidad fenotípica de caracteres morfológicos en una población de maíz variedad NB-6.
- Estimar la correlación fenotípica entre los caracteres morfológicos y entre las relaciones los componentes del rendimiento de la mazorca, en una población de maíz variedad NB-6.
- Determinar el componente de rendimiento con mayor contribución al R^2 sobre la variación fenotípica del rendimiento en grano de la mazorca.
- Proponer un modelo de regresión lineal práctico y valorar su grado de ajuste a valores reales.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del experimento

El estudio se desarrolló en la finca Santa Rosa de la Universidad Nacional Agraria (UNA), ubicada en la comarca Sabana Grande, municipio de Managua. La finca está localizada geográficamente entre las coordenadas 12° 08' 15" de latitud norte y 86° 09' 36" de longitud oeste, a una elevación de 56 msnm (INETER, 2014).

Según la clasificación ecológica de Holdridge (1978) esta área corresponde a la zona de vida ecológica Bosque Tropical Seco. La zona presenta una época seca bien marcada entre los meses de marzo y abril, una temporada lluviosa entre mayo a octubre. Septiembre del 2014 fue el mes más lluvioso. La precipitación anual en la finca fue de 771.4 mm (Anexos 7), con temperatura máxima media anual de 35.3 °C y humedad relativa anual de 69 % (INETER, 2014).

3.2 Suelo

Los suelos de Santa Rosa tienen una textura franca areno arcilloso (22.5% de arcilla, 32% de limo y 50% de arena), presentan un buen drenaje. Son suelos de la clase inceptisoles, apropiados para la agricultura y las principales limitaciones son la erosión eólica y la baja fertilidad (Hernández *et al.*, 2003).

3.3 Diseño metodológico

Para el estudio se constituyó una parcela de 15 x 20 m, consistente en 20 surcos de 20 m de longitud con espaciamiento de 0.75 m y distancia entre plantas de 0.20 m, para un total de 100 plantas/surco. El área útil la conformó 14 surcos centrales, eliminando 2.25 m por cada extremo, para tener una población de 1200 plantas sobre las que se hizo el muestreo.

3.4 Material vegetal

El maíz NB-6 fue una variedad sintética de ciclo intermedio, resistente al achaparramiento presenta excelentes características fenotípicas y buenos rendimientos. Por ser una variedad de polinización libre el productor puede tener semilla para los ciclos siguientes, el NB-6 provenía de la población Santa Rosa 8073 (tropical, blanco, tardío y dentado) introducida

por el CYMMYT y germoplasma local, se puede sembrar desde los 60 a 2,000 msnm, en terrenos con pendientes hasta de 30%, se adapta a suelos francos arenosos y suelos arcillosos con pH entre 6 y 7, con precipitaciones entre los 800 y 1,500 mm por ciclo y temperatura entre 25 y 32 °C (INTA, 2013).

(Brenes 2016 com. pers.)¹ menciona que el NB-6 es una de la variedades más viejas de estar a nivel comercial, fue liberada en 1984, pero ha sido una variedad muy gustada por los agricultores por eso no ha desaparecido, actualmente sus parentales originales se perdieron, la semilla original no existe, esto ha ocasionado que el NB-6 actual no se parezca al original, lo que se ha venido realizando es mantenimiento varietal a través de progenies por eso muchas de las características fenotípicas y genotípicas.

La variedad se adapta para las siembras de primera y postrera, se recomienda para toda la zona del Pacífico y en ambientes húmedos e intermedios de los departamentos de Jinotega, Matagalpa, Nueva Segovia, Estelí, Masaya, León y Chinandega (INTA, 2010). La variedad se adapta a una diversidad de ambientes como lo afirma Carrasco y Pineda (2009).

Brenes Chamorro, GJ. 2016. Historia del NB-6. (entrevista). Managua. NI. INTA.¹

Cuadro 1. Características de la variedad NB-6 según el INTA (2010)

Característica	Descripción
Floración (días)	54 a 56
Altura de la planta (cm)	220 a 235
Altura a la mazorca (cm)	110-115
Color del grano	Blanco
Tipo de grano	Semidentado
Textura del grano	Semicristalino
Cosecha (días)	110 a 115
Madurez relativa	Intermedia
Rendimiento comercial (kg/ha ⁻¹)	3,900-4,500
Cobertura de mazorca	Buena
Densidad poblacional	52,661 a 61,201 mil plantas ha ⁻¹
Ventajas sobresalientes	Tolerante al achaparramiento
Longitud de la mazorca (cm)	16-20
Diámetro del mazorca (cm)	5-6

3.5 Tamaño de muestra y tipo de muestreo

El tamaño de la muestra apropiado para descripción varietal es de 100 plantas como mínimas, cuando se trata de especie alógama como el maíz, un mayor número de observaciones permitirá alcanzar mayor precisión. Por lo tanto, se recomienda aumentar ese número mínimo de 100 plantas hasta donde sea posible (Muñoz *et al.*, 1993, Rodríguez *et al.*, 1995). Para los componentes de rendimiento se utilizaron 400 mazorcas.

Para los caracteres morfológicos asociados al tallo y hojas se seleccionaron 100 plantas, a como lo plantea Muñoz *et al.*, (1993) utilizando el muestreo sistemático propuesto por Schumacher (1990) el cual consistió en determinar un intervalo de 12 plantas, donde K'' es el número de intervalo de cada planta, N la población (1200 plantas) y n , el número de plantas a muestrear (100 plantas). $K''=N/n$. Este procedimiento de muestreo se basa en tomar muestras de una manera directa y ordenada.

3.6 Manejo agronómico

3.6.1 Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó una semana antes de la siembra de forma mecanizada y se utilizó el método de labranza convencional, este consistió en un pase de arado y dos pases de gradas, posteriormente se midieron y estaquilló el terreno completo definiendo las medidas de la parcela.

3.6.2 Siembra

La siembra se realizó el 4 de junio del 2014. Se surcó utilizando un rayador, la siembra se realizó de forma manual a una distancia de 0.75 m entre surcos y 0.20 m entre planta y planta. Se hizo raleo a los 15 días después de germinado, y se dejó una planta por golpe alcanzando una población de 66,500 plantas ha⁻¹.

3.6.3 Fertilización

Consistió en la aplicación de fertilizante completo (NPK), fórmula 15-15-15, al momento de la siembra con una dosis de 129.38 kg ha⁻¹. Posteriormente, a los 35 días pos germinación, se hizo una aplicación de urea 46% a razón de 129.38 kg ha⁻¹.

Todas las actividades agrícolas antes mencionadas se basaron en la guía técnica de manejo de la variedad de maíz NB-6 (INTA, 2008).

3.6.4 Control de arvenses

Se realizó control manual (azadón) a los 10 días después de la siembra y control químico a los 40 días después de la siembra con Glifosato herbicida no selectivo de amplio espectro (fosfórico). Se aplicó 11 ha⁻¹ y se utilizó una pantalla.

3.6.5 Control de plagas y enfermedades

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se controló considerando daños mayores del 20% de cogollos, para lo cual se aplicó *Beauveria bassiana* a razón de 200 g ha⁻¹.

No se presentaron enfermedades algunas en el cultivo, por lo que no fue necesaria la aplicación de productos.

3.6.6 Aporque

Se llevó acabo a los 30 días después de germinado. El aporque consistió en amontonar una cierta cantidad de tierra al pie de las plantas. Esto proporcionó a la planta las siguientes ventajas: control de arvenses, las raíces aéreas del maíz alcanzan fijarse al suelo y se contrarresta el efecto de viento (acame) (León *et al.*, 2004).

3.6.7 Cosecha

Se realizó a los 120 días pos siembra de forma manual, tomando como índice de cosecha, el secado de las brácteas, de la mazorca y el secado del follaje de la planta. Se cosecharon 14 surcos, y se eliminaron los bordes (2.25 m borde y 1.25 extremo). El área útil de la parcela total fue de 183.75 m² (10.5 m * 17.5 m).

3.7 Variables evaluadas

Descripción de las variables de tallo y hojas con una muestra de 100 plantas (Muñoz *et al.*, 1993).

Altura de la planta (AltP) cm: sobre el eje principal donde están insertadas las hojas y diversos complejos axilares, desde el punto de inserción de las raíces hasta la base de la panoja.

Altura de la mazorca (AltM) cm: la distancia comprendida desde el punto de inserción de las raíces hasta el nudo donde se produce la yema axilar que da lugar a la mazorca superior.

Número de hojas (Nho): Se contabilizo el número de nudos, que es igual al número de hojas, se encuentran en el tallo principal desde el suelo hasta la base de la panoja.

Longitud de la hoja (LonHo) cm: la lámina foliar correspondiente al nudo que se encontraba arriba del nudo de la mazorca superior. Medidas desde la lígula hasta el extremo de hoja (ápice).

Ancho de la hoja (AncHo) cm: de borde a borde en la parte central de la lámina foliar.

Diámetro del tallo (DiamT) mm: se tomó en la base de planta medida (Anexo 1 y 2).

Descripción de los componentes de rendimiento de la mazorca con una muestra de 400 mazorcas.

Número de hileras por mazorca (NH): se contaron en la parte central evitando la base y punta.

Granos por hilera (GH): se contaron en una hilera, desde base hasta el ápice de la mazorca.

Diámetro de la mazorca (DM) mm: se midió en la parte central de la mazorca.

Longitud de la mazorca (LM) cm: se midió desde la base hasta el ápice de la mazorca.

Peso de la mazorca (PMAZ) g: se tomó el peso de la mazorca sin brácteas.

Peso de granos de la mazorca (PGMAZ) g: se pesaron los granos de las 400 mazorca, cada mazorca sin raquis (olote) de la muestra.

Peso de 100 granos (P100G) g: se pesaron 100 granos de cada una de las 400 mazorcas de la muestra (Anexo 3).

3.8 Análisis de datos

Los datos de los caracteres morfológico se estimaron por medio de estadísticos descriptivos como: media (\bar{x}), desviación estándar (sd), coeficiente de variación (cv), mínimos y máximos.

Se determinaron las correlaciones (r) y su significancia estadística en los caracteres en estudio, por medio de correlaciones de Pearson.

Se utilizó el procedimiento Stepwise de SAS, o regresión paso a paso, para estimar el grado de determinación parcial de cada variable dependiente sobre el peso de los granos de la mazorca, y así determinar el modelo más ajustado y práctico.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variables de tallo y hojas

Los estadísticos descriptivos de las variables tallo y hojas se muestran en el Cuadro 2. El cuadro muestra los caracteres diámetro del tallo y altura a la mazorca presentaron mayor variación fenotípica con coeficientes de variación oscilan de 11 al 15%, y el número de hojas el carácter de menor variación.

Cuadro 2. Estadísticas descriptivas de variables asociadas al tallo y las hojas de la variedad NB-6 durante la época de primera del 2014.

Variable	\bar{X}	Sd	CV (%)	Min.	Max.
AltP (m)	2.21	0.21	9.7	1.63	2.75
AltM (m)	1.14	0.17	14.88	0.60	1.50
Nho	14.34	1.17	8.13	12.00	17.00
LonHo (cm)	94.77	8.18	8.63	72.00	112.00
AncHo (cm)	10.51	0.92	8.76	8.30	12.90
DiamT (mm)	22.84	2.53	11.07	17.50	29.00

(\bar{x}), Media, (Sd), desviación estándar, (CV), coeficiente de variación, (Min), mínimo y (Max), máximo.

La altura de la inserción de la mazorca es un carácter de importancia para la cosecha mecanizada (Blandón y Smith, 2001). Parsons (2001) menciona que para facilitar la cosecha la mazorca debe de encontrarse a una altura de 1.5 m.

Larios y García (1999) indican que la altura de la mazorca es un elemento que contribuye notablemente al rendimiento del grano en el maíz, ya que las hojas superiores y las del medio de la planta son las principales suplidoras de carbohidratos a la mazorca y grano.

Saquimux (2011) menciona que a mayor altura de planta y la posición de mazorca, hace a las plantas susceptibles a la caída o volcamiento, pudiendo ser hasta un cien por ciento, con graves pérdidas de rendimiento como consecuencia de la pudrición de mazorcas y daño por roedores. Se ha demostrado que la reducción de la altura de la planta y la altura de la mazorca reduce el porcentaje de plantas acamadas (Ramírez *et al.*, 2006).

Los estadísticos descriptivos AltM se encuentran en el Cuadro 2. Se observa cierta variación fenotípica en cuanto su promedio. Loáisiga (1990) encontró promedios superiores para inserción media de la mazorca en la variedad NB-6 a los encontrados en este estudio.

Las poblaciones alógamas presentan un alto grado de heterocigosis. Esto ofrece la posibilidad de realizar selección negativa para los genes desfavorables y aumentar la frecuencia de los genes favorables, modificando así la media de la población hacia el sentido que interese (Ramírez, 2006).

El número de hojas se considera un carácter de importancia para el proceso fotosintético y producción de biomasa, se encontraron hojas con un rango de 12 a 17 por plantas con una media de 14. Datos similares son reportados en la guía tecnológica de maíz por el INTA (2010). El número de hojas en las plantas es importante porque favorece la absorción de fertilizantes foliares (Paliwal, 2001). Las hojas sirven de protección tal como lo menciona Casmuz *et al.*, (2010) ya que la larva (*Spodoptera frugiperda*) tiene preferencia por ciertos tipos de plantas en todos los estados fenológicos del maíz, así, aquellas que presentaban 14 hojas mostraban un 2% de plantas atacadas, mientras que las plantas de ocho o menos hojas tenían un 96% de afectación.

En estudios con híbridos Sánchez *et al.*, (2011) mencionan que el maíz forrajero H-520 en México presenta 14-23 hojas por planta, alturas de planta de 2.28 m y 1.39 m a la mazorca, parámetros dentro de los cuales se encuentra la variedad NB-6. Indicando el potencial forrajero de la variedad NB-6.

La longitud y ancho de la hoja son caracteres directamente asociados al área de la lámina foliar obtenida mediante la multiplicación de longitud por ancho por 0.75 según Muñoz *et al.*, (1993).

Castro *et al.*, (2014) encontraron que en maíces nativos la mayor área foliar total y la mayor área de la hoja superior a la mazorca, fueron los de mayor eficiencia para la producción de grano. En este sentido la población NB-6 presenta la limitación para la mejora de estos caracteres debido a que muestran poca variabilidad con coeficientes de variación 8.63 y 8.76 para longitud y ancho de la hoja respectivamente.

Cuadra (1998) menciona que el grosor del tallo depende de la variedad, las condiciones ambientales y nutricionales del suelo, la resistencia que presenta la planta de maíz al acame depende en gran medida del diámetro del tallo. Blandón y Smith, (2001) en un estudio de

crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz NB-6. Encontraron que los factores como la aplicación de nitrógeno y densidades de siembra contribuyen a la variabilidad del carácter.

4.2 Correlación de las variables de tallo y hoja

La correlación determina el grado de asociación que existe entre dos variables o descriptores. La correlación se mide mediante el coeficiente r y el valor está entre 0 y ± 1 , entre más cercano a ± 1 la relación es mayor (Hidalgo, 2013).

Según Martínez *et al.*, (2010) las correlaciones se pueden clasificar débil, moderada, moderadamente fuerte, fuerte y muy fuerte (Anexo 10).

Del estudio de asociación entre caracteres (Cuadro 3), se encontró que la variable altura de la planta mostró correlaciones fenotípicas positiva y significativas con la altura a la mazorca 0.74 ($p < 0.0001$) correlación fuerte (Anexo 9) y longitud de la hoja con valores de 0.357 ($p < 0.0004$) siendo una moderadamente fuerte, respectivamente; de igual forma el diámetro del tallo y el ancho de la hoja se correlacionaron fenotípicamente con valores 0.388 ($p < 0.0001$). Las demás variables presentaron bajo coeficiente de correlación siendo no significativas, sin embargo para AltP con AncHo y DiamT resultaron negativas y no significativas, de igual manera para LonHo con DiamT.

Las variables de altura de la planta con altura de la mazorca fueron las variables que registraron mayor coeficiente de correlación. En un estudio Biasutt y Peirett (1992) evaluaron seis poblaciones de maíz, cinco de ellas provenientes del CIMMYT, presentaron comportamiento similar para los caracteres de la altura de la planta con altura de la mazorca siendo positiva y significativa (0.89), Carrasco y Pineda (2009) encontraron que la altura de la planta y longitud de la hoja presentó correlaciones positivas y significativas en un estudio de NB-6.

Cuadro 3. Correlaciones de las variables morfológica de la población NB-6 en la época 2014

Coefficientes de correlación Pearson, n = 93, prob > |r| suponiendo h0: rho=0

	AltM	Nho	LonHo	AncHo	DiamT
AltP	0.74020	0.05281	0.35751	-0.02406	-0.14360
	<.0001	0.6152	0.0004	0.8189	0.1697
AltM		0.06249	0.06772	0.11238	-0.06928
		0.5518	0.5189	0.2835	0.5093
Nho			0.09019	0.02889	0.16367
			0.3899	0.7834	0.1170
LonHo				0.03705	-0.10382
				0.7244	0.3220
AncHo					0.38881
					0.0001

Se ha encontrado en diferentes estudios de maíz que los caracteres altura de la planta y altura de la mazorca son los que presentan mayor grado de correlación entre los caracteres de tallo y hojas, en un estudio de crecimiento y rendimiento de maíz Hernández y Ponces (2002) encuentra fuerte correlación para altura de la planta y altura de la mazorca siendo positivas y significativas.

Para el caso de la población de NB-6 en estudio se encuentran correlaciones positivas bajas de 0.35 con $p < 0.004$ para la correlación de altura y longitud de la hoja. Sin embargo para las correlaciones de altura de la planta y ancho de la hoja las correlaciones bajas, negativas y no significativas.

Somarriva (1997) menciona que a medida que crece la planta de maíz esta puede reducir el número de hojas de tres a cinco, debido al engrosamiento del tallo, elongación de entrenudos y enfermedades foliares.

4.3 Descripción de los componentes de rendimiento en grano de la mazorca

En el Cuadro 4 se muestran los estadísticos descriptivos de las variables, con un coeficiente de variación entre 7% y 21.86% para los componentes de la mazorca. Las variables con mayor variabilidad fenotípica (CV) fueron peso de la mazorca, peso de granos de la mazorca, peso de cien granos y granos por hilera. Las demás variables muestran coeficiente de variación menor del 14%.

Cuadro 4. Estadísticas descriptivas desviación estándar (Sd), el coeficiente de variación (CV), el mínimo (Min) y el máximo (Max). Para caracteres asociados al rendimiento

Variable	\bar{X}	Sd	CV (%)	Min.	Max.
LM (cm)	16.56	1.83	11.05	11.00	21.30
DM (mm)	48.22	3.48	7.21	37.80	60.20
NH	14.39	1.87	13.02	8.00	20.00
GH	33.85	4.74	14.00	21.00	47.00
PMAZ (g)	183.65	40.15	21.86	82.40	294.70
PGMAZ (g)	153.20	33.39	21.80	68.10	239.30
P100G (g)	34.38	6.08	17.69	13.80	52.60

(\bar{x}), Media, (Sd), desviación estándar, (CV), coeficiente de variación, (Min), mínimo y (Max), máximo.

En este sentido, Cruz (2009) encontró que en una colección cubana de maíz tiene su mayor variación en los caracteres de la mazorca, y por tanto, estos rasgos son los más importantes para clasificar el germoplasma.

En los datos se observa que el número de hilera por mazorca muestra bajo coeficiente de variación. Sin embargo, en la población se encontraron todos los posibles fenotipos para esta variable desde de 8 hasta 20 hileras por mazorca mencionados por Bommert *et al.*, (2013). Esto puede permitir hacer ajustes en el número hileras en la variedad NB-6 mediante proceso de selección.

El número de hileras puede ser un carácter de selección tal como lo menciona Saquimux, (2011) que el número de hileras por mazorca es un criterio de selección por los productores en Guatemala. Para mejorar los bajos rendimientos Aguirre *et al.*, (2012) mencionan que se debe de seleccionar mazorca con 18 hileras. El número de hileras de granos de la mazorca está determinado principalmente por los factores hereditarios, el ambiente no modifica esta característica (IICA, 1991).

Estudios realizados sobre la caracterización morfológica y agronómica de siete razas de maíz de los Valles altos de México (Rodríguez *et al.*, 2014) revelan que la interacción genotipo-ambiente tiene efecto para la mayoría de las variables como longitud de la mazorca, porcentaje de grano de la mazorca y peso de 100 granos. Acevedo (2005) menciona que el estrés ambiental afecta el desarrollo de la mazorca y por ende se ve afectada la longitud y también el desarrollo de los óvulos provocando la caída de polen del órgano masculino con diferencia de tiempo en la aparición del estigma, por tal razón también se ve afectada el número de granos.

La variabilidad de carácter como el diámetro de la mazorca depende de muchos factores, Saldaña y Calero (1991) menciona que el diámetro de la mazorca forma parte de la etapa reproductiva de la planta y que ésta necesita de agua, nutrientes, y requiere de actividad fotosintética, si esto es adverso, afectará el tamaño y formación de la mazorca, y por lo tanto se obtendrá menor diámetro de mazorca, que al final influye en bajos rendimientos.

El número de hileras y el número de granos por hilera en la espiga de maíz son componentes principales del rendimiento. Ritchie *et al.*, (2002) citado por Serna *et al.*, (2011) afirman que el número de hileras por mazorca y el número de granos por hilera se definen durante las etapas vegetativas comprendidas entre la aparición de la hoja 6 (V6) y la hoja 12 (V12). Andrade *et al.*, (1996) aseguran que la producción de óvulos (granos potenciales) tiene un costo energético relativamente bajo para la planta por lo cual estreses ocurridos durante las etapas vegetativas provocan, por lo general, caídas de rendimiento de menor magnitud que si el mismo estrés ocurre alrededor de floración.

El peso de grano de la mazorca fue un componente que presentó alto coeficiente de variación (21.80), Pérez (2001) afirma que el peso de grano de la mazorca es considerado de mucha importancia permite muestrear y obtener información directa del rendimiento y producción de maíz esperada.

El peso de grano está determinado por la variedad utilizada, por la materia orgánica fotosintetizada y las condiciones de traslado de la materia orgánica a los granos y el llenado de estos (Blandón y Smith, 2001). Es considerado también que el peso de la mazorca contribuye 15 % al total del forraje verde (Wong *et al.*, 2009).

El número de granos está influenciado por varios factores que influyen en la variabilidad tal como lo mencionan que el número de granos está determinado por la longitud y el número de hileras por mazorca (Jugenheimer, 1981) citado por Blessing y Hernández (2009). En este sentido Blandón y Smith (2001) indican que el número de granos por hilera está influenciado por el número de óvulos por hilera, y a su vez, el número de granos por hilera está determinado por la alimentación mineral e hídrica así como la densidad y profundidad de las raíces.

El número de granos por hilera presenta variabilidad en diferentes densidades tal como lo mencionan Martínez y Pérez, (2004) que el número de granos tiene variación en cuanto a la densidad poblacional, presenta menor número de granos por hilera en densidades mayor 62,500 plantas ha⁻¹, y que en densidades menores (35,000 plantas ha⁻¹) el número de granos por hilera es mayor.

4.4 Correlaciones de los caracteres de la mazorca

En el Cuadro 5 se muestran las correlaciones de Pearson (r) entre los caracteres morfológicos de la mazorca evaluados en la población de NB-6 estudiada. La mayor correlación encontrada fue entre las variables PMAZ y PGMAZ (0.957). Según Ortiz, (1982) citado por Martínez *et al.*, (2010) valor de r mayores de 0.701, se debe resaltar estas asociaciones entre los caracteres morfológicos como los de mayor importancia biológica y se catalogan como correlaciones fuertes.

Según la clasificación de Martínez *et al.*, (2010) Las correlaciones entre las variables PMAZ-DM (0.692), PGMAIZ-DM (0.687), PMAZ-LM (0.608), PGMAZ-LM (0.587), P100G-PMAZ (0.567), GH-LM (0.550), PGMAZ-GH (0.528), PMAZ-GH se pueden clasificar como fuertes. El resto de las correlaciones se ubican entre el rango débiles a moderadamente fuertes.

El diámetro de la mazorca registró significancia con respecto a peso de la mazorca y peso de granos de la mazorca, esto quiere decir que el diámetro puede ser un indicador de selección, a mayor diámetro, mayor peso de la mazorca y peso de granos de la mazorca contribuye al peso en grano de la mazorca.

Cuadro 5. Correlaciones de los componentes asociadas al rendimiento de las mazorca en grano de la variedad NB-6

	DM	NH	GH	PMAZ	PGMAZ	P100G
LM	0.19091 0.0001	-0.07237 0.1506	0.55018 <.0001	0.60893 <.00001	0.58707 <.0001	0.39953 <.0001
DM		0.41877 <.0001	0.10572 0.0355	0.69242 <.0001	0.68769 <.0001	0.39498 <.0001
NH			-0.13341 0.0079	0.18619 0.0002	0.19213 0.0001	-0.23906 <.0001
GH				0.50771 <.0001	0.52830 <.0001	0.11915 0.0117
PMAZ					0.95730 <.0001	0.56782 <.0001
PGMAZ						0.58861 <.0001

Estas correlaciones encontradas son importantes dado que estos caracteres influyen indirectamente en el rendimiento del maíz y son utilizadas frecuentemente por investigadores y campesinos para seleccionar las accesiones de su interés (Acosta *et al.*, 2007) citado por Martínez *et al.*, (2010). Los campesinos generalmente no emplean el peso de 100 G para seleccionar sus accesiones, pero al hacer selección basada en algunos de estos caracteres, esta indirectamente influyendo en el peso de 100G.

4.5 Determinación del modelo de mejor ajuste

Se construyó el modelo de mejor ajuste a través de regresión paso a paso, incorporando variables al modelo o eliminando variables de él. El coeficiente que nos indica el porcentaje de mejor ajuste que se ha conseguido con el modelo lineal, es el porcentaje de la variación de PGMAZ que se explica a través del modelo lineal que se ha estimado, es decir por medio del comportamiento de PMAZ, a mayor porcentaje mejor es el modelo para predecir el comportamiento de la variable PGMAZ.

La contribución de cada variable asociada con el peso en grano del maíz y su variación explicada, se muestra en el cuadro 6. Los datos de R^2 parcial muestran que la variable PMAZ determina la variación de PGMAZ en mayor proporción, seguidas de GH y NH. Aunque todas estas variables fueron altamente significativas.

Cuadro 6. Resumen de la regresión 'paso a paso' de las variables asociadas al rendimiento con el rendimiento en grano

Pasos	Variable	R ² parcial	R ² del modelo	c(p)	Valor F	Pr > F
1	PMAZ	0.9164	0.9164	80.754	43.2021	<.0001
2	P100G	0.003	0.9194	65.8263	14.59	0.0002
3	GH	0.0042	0.9236	44.2395	21.39	<.0001
4	NH	0.0057	0.9293	13.8286	31.7	<.0001
5	DM	0.0018	0.9312	5.4137	10.43	0.0013

Para efectos prácticos, es suficiente tomar el peso de la mazorca, y por su alta correlación con el peso en grano (0.957 Cuadro 5.), este puede ser utilizado como criterio de selección fenotípica por los productores, ya que es fácil de medir, y constituye un modelo sencillo de aplicar en campo.

Para construir el modelo se analizaron con intercepto y sin intercepto.

El intercepto en el modelo resultó estadísticamente importante pero con signo negativo, Considerando que el modelo $Y_{ijk} = \alpha_i + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$, para hacer selección fenotípica, es un modelo con intersección negativa y no significativo, y su grado de ajuste es de 91.8%, y los R² estimados resultaron de 0.9164 y 0.0025 para PMAZ y GH respectivamente.

Un modelo más sencillo sin intercepto fue evaluado, y el resumen de resultados se muestra en el Cuadro 7.

La descripción de los parámetros de mayor ajuste se realizó para el modelo con intercepto y para el modelo sin intercepto, considerando el segundo modelo para fines de selección fenotípica debido a que es más práctico y sencillo para el productor, además presentó un ajuste de 0.99 siendo positivo y significativo.

Otro dato proporcionado en la determinación de mejor modelo es el criterio CP, valores disminuirán a medida que el número de variables independientes en el modelo aumenta.

Modelo sencillo para hacer la selección fenotípica de mazorca considerando los caracteres que presentan los mejores niveles de determinación en stepwise, el peso de la mazorca es la variable que más contribuye a la estimación del PGMAZ.

El ajuste del modelo mejoró sustancialmente, de 0.91 (con intercepto) a 0.99 (sin intercepto), pero con mayor determinación por parte de PMAZ (0.9961) y en menor proporción de NG (0.0002), mostrados en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Resumen de parámetros de mejor ajuste sin intercepto

Paso	Registro de variable	de R^2 parcial	R^2 modelo	C(P)	Variable de F	Pr>F
1	PMAZ	0.9961	0.9961	21.2258	101626	<0.001
2	GH	0.0002	0.9963	2.0000	21.23	<.0001

Esto sugiere la utilización de un modelo sencillo y práctico de aplicar por los productores, mediante una ecuación simple, para selección fenotípica y mejoramiento participativo. Así, el productor puede estimar el peso de granos de la mazorca y estimar el rendimiento a través del siguiente modelo: $Y_{ij} = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$. X_1 y X_2 , donde x_1 es PMAZ y x_2 es NG, y los β_i , los parámetros de regresión en el modelo descritos en el cuadro 8. El modelo derivado es: $Y_i = 0.7705X_1 + 0.3470X_2$.

Cuadro 8. Parámetros de mayor ajuste estimados con el modelo sin intercepto

Variable	Parámetro estimado	Error	Tipo II SS	Valor de F	Pr>F
GH	0.34700	0.07532	1926.76624	21.23	<0.0001
PMAZ	0.77051	0.01369	287407	3166.16	<0.0001

Es notorio el grado muy bajo de determinación de NG concordante con el grado de correlación de Pearson con PGMAZ, en relación al alto grado de determinación de PMAZ y su asociación con el rendimiento de la variedad.

El modelo sin intercepto fue aplicado a los datos reales de PGMAZ, para estimar el rendimiento en grano (PGMAZe) y su asociación con datos reales. Estadísticas descriptivas de ambas variables se muestran en el cuadro 9, y revelan gran similitud.

Cuadro 9. Estadística descriptiva de las variables de peso de la mazorca estimación y real

Variable	Media	Sd	Mínimo	Máximo
PGMAZ	153.20328	33.39369	68.10000	239.0000
PGMAZe	153.24551	31.80105	73.89920	240.9463

Por otro lado, la correlación de Pearson estimada entre las variables, resulto positiva, alta y significativa = 0.95 ($p < 0.0001$).

El peso de la mazorca, por su alto nivel de correlación y determinación de la variación del rendimiento en grano, es la que refleja la producción en la planta, y puede ser utilizada en términos prácticos por los productores como criterio simple y de fácil medición. Al respecto, Luchsinger y Francisco (2008) refirió esta asociación y que podría ser utilizada para siembras tempranas. Por otro lado, Aguirre *et al.* (2012), indican que para mejorar característica en poblaciones de maíz, se requiere plantas con el mejor fenotipo desde el inicio del cultivar, y asegurar herencia de padres a hijos, y evitar errores con la acción ambiental, seleccionando de la acumulación las mazorcas para semilla.

Otros aspectos importantes a considerar en el proceso, son la selección de mazorcas libres del ataque plagas y enfermedades, uniformes e hileras rectas, a como lo indica Saquimux (2011) y son atributos que se asocian al rendimiento, y este a su vez está determinado genéticamente, sin embargo, el manejo agronómico y nutrición son factores ambientales determinantes para el logro del máximo potencial varietal (Moraga y Meza, 2005).

Para la selección no solo se debe tomar en cuenta un carácter, como lo menciona Falconer y Mackay, (2006), sino también tomar los de mejor criterio, ya que el valor económico depende de ellos. Por otro lado, Herrera *et al.*, 2002. Reportan que los criterios de seleccionar son el tamaño de la mazorca, la sanidad de la mazorca, considerándola como la segunda característica más importante y el olote delgado debido a que presenta mayor número de hileras de la mazorca.

V CONCLUSIONES

Los caracteres evaluados en la variedad NB-6 mostraron diversos niveles de variabilidad fenotípica con coeficientes de variación entre 8.12 y 14.88 % para los caracteres de tallo y hoja y de 7.21 a 21.86 % para los componentes del rendimiento.

Se encontró correlación fenotípica positiva y significativa de AltP con AltM y LonHo (0.74, 036) y entre DiamT y AncHo (0.39). Para los caracteres relacionados al rendimiento el coeficiente de variación mostró valores entre 7.21 y 21.86%, correspondiente a DM y PMAIZ.

Se encontró correlación positiva y significativa para la mayoría de variables del rendimiento excepto para DM con NH que fue negativa. LM y NH no mostraron correlación. PGMAZ mostró correlaciones positivas y significativas (de 0.19 a 0.95) con el resto de variables asociadas al rendimiento, y resultado mayor con el PMAZ.

El grado de ajuste del modelo de estimación (0.99) sugiere su uso práctico para estimar el rendimiento en grano de la mazorca, con la ecuación: $Y_i = 0.7705X_1 + 0.3470X_2$.

VI RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación se sugiere lo siguiente:

Aplicar la ecuación de regresión en la estimación de rendimiento en grano, a partir del peso de la mazorca y el número de granos por hilera como criterios de selección fenotípica.

Valorar la variedad en diferentes ambientes para aprovechar la mejor expresión fenotípica expresada en un mejor rendimiento.

Diseñar y establecer programas de selección y mejoramiento participativo de la variedad NB-6 en distintas zonas del país.

Estableces experimentos que conduzcan a la estimación de correlaciones genéticas y fenotípicas entre los caracteres morfológicos de tallo, hoja y la mazorca, para construir índices de selección para mejoramiento del rendimiento comercial de grano y alimentación animal (ensilaje).

VII LITERATURA CITADA

- Aguirre Gómez JF; García Leños M. 2012. Selección para el mejoramiento de maíz criollo manual de capacitación. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México. 44p.
- Acevedo E. 2005. Fisiología del rendimiento maíz. Chile. 47p.
- Biasutti CA; Peiretti DA. 1992. Asociación de caracteres morfológicos en poblaciones de maíz (*Zea mays L.*) en condiciones de estrés y no estrés hídrico. Agriscientia. vol. Ix n° 2: 59-64. Consultado el 22 de abr. 2016 disponible en <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/agris/article/download/2373/1316>
- Blandón Garmendía, EJ; Smith Marriaga AZ. 2001. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays*) NB-6. Tesis Ing. Agro. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía Managua. NI. 41p.
- Blessing Ruiz, DM; Hernández Morrison, GT. 2009. Comportamiento de variables de crecimiento y rendimiento en maíz (*zea mays L.*) Var. NB-6 bajo prácticas de fertilización orgánica y convencional en la finca El Plantel. 2007-2008. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua. NI. 39p.
- Bohnert DW, Schauer CS, Del Curto T. 2002. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on performance and nitrogen use in ruminants consuming low-quality forage: cow performance and efficiency of nitrogen use in wethers. (En línea). J Anim Sci. Jun; 80(6):1629-37. Consultado el 1 de abril de 2016. Disponible en http://oregonstate.edu/dept/EOARC/sites/default/files/about/home/scientists/documents/DWB_9_002.pdf
- Bommert P; Satoh Nagasawa N; Jackson D. 2013. Quantitative variation in maize kernel row number is controlled by the FASCIATED EAR2 locus. (En línea). *Nature Genetics* 45, 334–337. Consultado el 25 de abr. 2016. Disponible en: <http://www.nature.com/ng/journal/v45/n3/full/ng.2534.html>
- Carrasco Rivera, LC. Pineda Jiménez LS. 2009. Evaluación de ocho genotipos de maíz (*Zea mays L.*) de polinización libre y tres tipos de fertilización en El Castillito, Las Sabanas, Madriz. Tesis Ing. Agro. Universidad Nacional Agraria. Facultad de agronomía. Managua. NI. 49p.
- Casmuz, A; Juárez ML; M. Socías GM; Murúa G; Prieto S, Medina S, Eduardo Willink E; Gastaminza G. 2010. Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). (En línea) Rev. Soc. Entomol. Argent. vol.69 no. 3-4 consultado 03 de marzo 2016 disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0373-56802010000200007&script=sci_arttext

- Castillo Cajina R; Bird Moreno R. 2013. Caracterización del cultivo de maíz de Nicaragua: Un análisis de varianza de los determinantes de rendimiento. Banco central. Nicaragua. 40p.
- Castro Nava S; Reyes Méndez CA; Huerta AJ. 2014. Diversidad genética de características del área foliar en maíces nativos de Tamaulipas bajo altas temperaturas. (En línea). Fitotec. Mex 37 (3) Chapingo jul. /sep. 2014. Consultado el 18 de abr. Del 2016. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802014000300006
- Cervantes Ortiz F; Gasca Ortiz T; Andrio Enríquez E; Mendoza Elo M; Guevara Acevedo L; Vázquez Moreno F; Rodríguez Herrera S. 2014. Densidad de población y correlaciones fenotípicas en caracteres agronómicos y de rendimiento en genotipos de maíz. (En línea). Ciencia y Tecnol. Agrop. México 2(1): 9-16 (2014). Consultado el 03 de marzo 2016. Disponible en: <http://www.uncos.edu.mx/investigacion/2.%20CYTAM-2014-10.%20FABIAN%20VAZQUEZ%20MORENO.pdf>
- Cruz MM; Pérez RO; Labrada HR; Roca RA. 2009. Evaluación de la variabilidad morfoagronómica de una colección cubana de maíz (*Zea mays L.*) cultivos tropicales. 32 (4), 42-50.
- Cuadra M. 1998. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, espaciamiento y poblaciones sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays L*) variedad NB-6, instituto de ciencia agropecuarias (ISCA). Managua. Nicaragua. 30p.
- Guacho Abarca, EF. 2014. Caracterización agro-morfológica del maíz (*Zea mays l.*) de la localidad San José de chazo. Tesis Agr. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador. 100p.
- Hernández, J.; Urbina, F.; Reyes, N. 2003. Producción de biomasa de *Cratylia argentea* bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte, en el trópico seco de Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 55 p.
- Hernández Valle ED; Ponce Mendoza M. 2002. Evaluación de los diferentes afluentes de cerdo como bioabono sobre el crecimiento y el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) y las propiedades químicas del suelo. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua. NI. 48p.
- Herrera Cabrera BE; Macías López A; Díaz Ruiz R; Valdez Ramírez M; Delgado Alvarado A. 2002. Uso de semillas criollas y caracteres de mazorca para la selección de semilla de maíz en México. Rev. Fitotec. Mex. Vol.25 (1): 17-23.
- Hidalgo, R; 2003. Variabilidad genética caracterización de especies vegetales. En: caracterización morfológica de recursos filogenéticos. Franco T. e HIDALGO R. (eds). Boletín Técnico No. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Calí, Colombia, p. 2-26.
- Holdridge, L. R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, CR, IICA. 216p. (Serie n° 34).

- IICA. BID-PROSIANDINO. 1991. XIII curso corto. Mejoramiento genético del maíz. Ed. 5. Ecuador. 180p.
https://books.google.com.ni/books?hl=es&lr=&id=tIcgAQAAIAAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=genetica+en+maiz&ots=cr9CLby1e1&sig=7Nf8B6xYj_t34yzipN0hSHxNPIs#v=onepage&q=genetica%20en%20maiz&f=false
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales, NI). 2014. Informe DDD meteorológico. Managua, NI.
- INTA (Institución Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2010. Guía tecnológica del cultivo de maíz. Ed2. N°3. Managua. NI. 36pag.
- INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2008. Informe técnico anual. Programa granos básicos. CNIA.- INTA. Managua. NI. 20p
- Larios González, R.C, & García Moraga, C.M. 1999. Evaluación de tres dosis de gallinaza, compost y un fertilizante mineral en el cultivo del maíz (*Zea mays L.*) Var.NB-6. Tesis de Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua. NI. 92pp.
- León Noguera L, P; Díaz Viruliche, L; Cea Mijenes, ME. 2004. Efecto del aporque en el rendimiento del cultivo del maíz. Vol. 13. Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez La Habana, Cuba 10p.
- López Pascua PE; Mcfield Garcia SE. 2013. Efectos de tres tipos de fertilizantes en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*zea mays L.*) variedad NB-6, en invernadero no tradicional. Tesis Ing. Zootec. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal. Managua. NI. 23p.
- Loáisiga C. 1990. Caracterización y evaluación preliminar de 30 cultivares de maíz (*Zea mays L.*). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua. NI. 86p.
- Luchsinger A; Francisco Camilo F. 2008. Rendimiento de maíz dulce y contenido de sólidos solubles. (En línea). IDESIA (Chile) Vol. 26 (3). 21-29.
- Falconer DS; Mackay TF. 2001. Introducción a la genética cuantitativa. 490p.
- MAGFOR. (Ministerio Agropecuario y Forestal). 2008. Estadísticas mensuales del MAG-FOR, (en línea) consultado el 10 de sept. 2014 disponible en http://www.magfor.gob.ni/estadisticas_mensuales_2008.htm. Accesado el 10-05-08.
- MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal). 2009. Fortalecimiento al sistema nacional de semilla. Managua, NI. 68p.
- Martínez Mayorga, M; Pérez Medina, M. 2004. Efecto de tres densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización nitrogenada sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz

- (*Zea mays L.*) híbrido H-INTA- 991. Tesis Ing. Agro. Universidad Nacional Agraria. Facultad de agronomía. Managua. NI. 52p.
- Martínez M; Ortiz R; Ríos H; Acosta R. 2010. Análisis de las correlaciones en poblaciones Cubanas de maíz. Cultivos Tropicales, 2010, vol. 31, no. 2, p. 82-91.
- Moraga QN; Meza RI. 2005. Evaluación de dos dosis de fertilizantes orgánicos (gallinaza, estiércol vacuno) y un mineral sobre la dinámica del crecimiento y rendimiento del maíz (*Zea mays.*) variedad NB-6. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria. Facultad de agronomía. Managua, NI. 43p.
- Muñoz Giraldo G; Fernández de soto J. 1993. Descripciones varietales: arroz, frijol, maíz, sorgo. Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1993. 174p. (publicación CIAT; 177).
- Paliwal, RL. 2001. Maíz en los trópicos. En línea consultado 30 Ene. 2016. Disponible en: <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-maiz-en-los-tropicos.pdf>
- Parsons D. 2001. Maíz. Manual para la educación agropecuaria. Ed. 2. México. 50p.
- Programa de Maíz. 1999. Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de polinización libre. Segunda edición. México, CIMMYT. 16p.
- Pérez Camarillo JP. 2001. Metodología para evaluación de cosecha de maíz en parcelas comerciales. Campo experimental Pachuca. 4p.
- Ramírez Díaz, José Luis, Ron Parra, José, Sánchez González, José de Jesús. 2006. Selección recurrente en la población de maíz subtropical. (En línea). México: Red Agrociencia. ProQuest ebrary. Web. 7 March 2016. Consultado el 07 de Mar. 2016. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/unanicaraguasp/reader.action?docID=10114691>
- Ramírez L. 2006 mejora de plantas alógama. Departamento de Producción Agraria. Universidad Pública de Navarra. 34p.
- Robles, S. R. 1990. Producción de granos y forrajes. (En línea). Editorial limusa. México. 600 pp. Consultado el 25 de Ene. 2016. Disponible en: <https://books.google.com.ni/books?hl=es&id=mNBiAAAAMAAJ&focus=searchwithinvolume&q=hojas+de+maiz>
- Rodríguez Fuentes C; Pérez Ponce J; Armin F. 1995. Mejora de plantas. 290p
- Rodríguez MR; Varela AS; Córdova Téllez L; López Sánchez H; Castillo González F; Lobato Ortiz R; García Zavala J; Ortega Paczka R. 2014. Caracterización morfológica y agronómica de siete razas de maíz de los valles altos de México. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 37 (4): 351 - 361, 2014.
- Saldaña F; Calero A. 1991. Efecto de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de las malezas en los cultivos de maíz (*Zea mays L.*) sorgo (*sorghum bicolor L. Moench*) y

pepino (*cucumis sativus L.*). Tesis Ing. Agro. Universidad Nacional agraria. Facultad de Agronomía. Managua. NI. 63p.

Sanabria O; Corriols M. 2000. Manejo Integrado del Cultivo del Maíz. Nicaragua. Nicaragua. 34 p.

Sánchez Hernández MA; Aguilar Martínez CU; Valenzuela Jiménez N; Sánchez Hernández C; Jiménez Rojas MC; Villanueva Verduzco C. 2011. Densidad de siembra y crecimiento de maíces forrajeros. (En línea). Agronomía mesoamericana 22(2):281-295. Consultado el 30 de Mar. 2016. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v22n2_281.pdf

Serna López, C, Andrade Trujillo, C, Urrea Gómez, R. 2011. Respuesta del maíz (*Zea mays L.*) a la aplicación edáfica de N-P-K en un andisol de la región centro occidente de Caldas. Agronomía. 17(1): 68-76.

Saquimux Canastu FI. 2011. Manual técnico agrícola. Selección a masal en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*). Para pequeños agricultores. Guatemala. ICTA. 36p.

Schumacher H. 1990. Métodos de muestreos para las encuestas agrícolas. Desarrollo estadístico. Vol. 3. Roma. 325p.

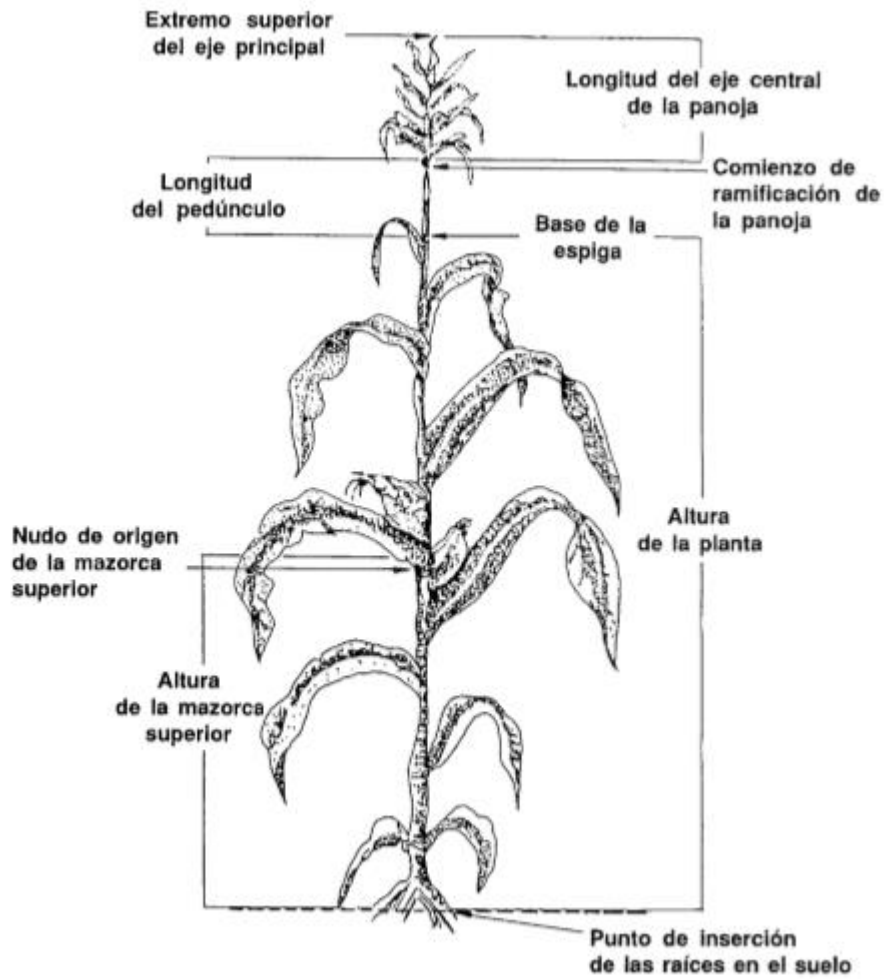
Somarriba Rodríguez, C. 1997. Granos Básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua. NI. 197 p.

Quiroz Chávez, J. García Pérez, L. M. Quiroz Figueroa, F. R. 2012. Mejoramiento vegetal usando genes con funciones conocidas. (En línea). Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable. 8(3), 2012. México, D.F., MX: Red Universidad Autónoma Indígena de México. Consultado el 10 de junio de 2016. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/unanicaraguasp/reader.action?docID=10679576>.

Urbina, R; Bruno A. 1991. Estabilidad del rendimiento de cultivares de maíz en ambientes contrastantes de Nicaragua. Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos, (CNIGB). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Managua. NI. 20p.

Wong Romero, R., Gutiérrez del Río, E., Rodríguez Herrera, SA. 2009 Aptitud combinatoria y parámetros genéticos de maíz para forraje en la comarca Lagunera, México. México: (En línea). Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2009. ProQuest ebrary. Consultado el 7 de marz. 2016. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/unanicaraguasp/reader.action?docID=10294165>

VIII ANEXOS



Anexo 1. Medición de las estructuras morfológicas de las plantas

Datos de medición morfológica de la planta medidas en (cm) y (mm)

Atura de la planta (AltP)

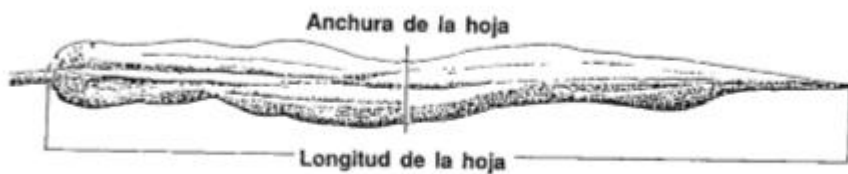
Altura de la mazorca (AltM)

Número de hojas de la planta (Nho)

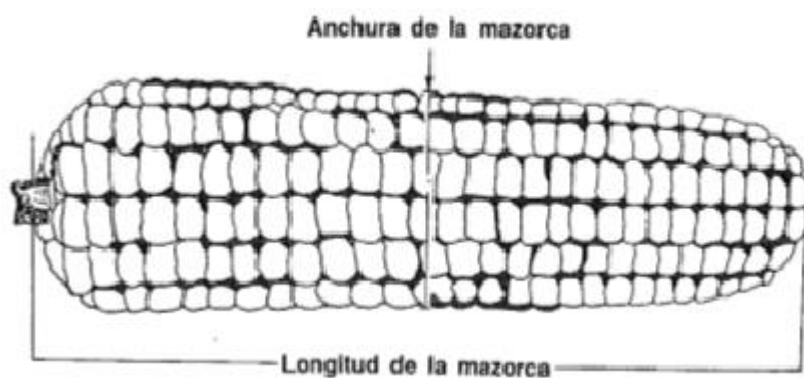
Longitud de la hoja (LonHo)

Ancho de la hoja (AncHO)

Diámetro de tallo (DiamT)



Anexo 2. Determinación de la longitud y la anchura de la hoja de maíz



Anexo 3. Determinación de la anchura (diámetro) y la longitud de la mazorca de maíz

Datos de medición de la estructura de los caracteres de la mazorca

Peso de la mazorca (PMAZ)

Peso de los granos de la mazorca (PGMAIZ)

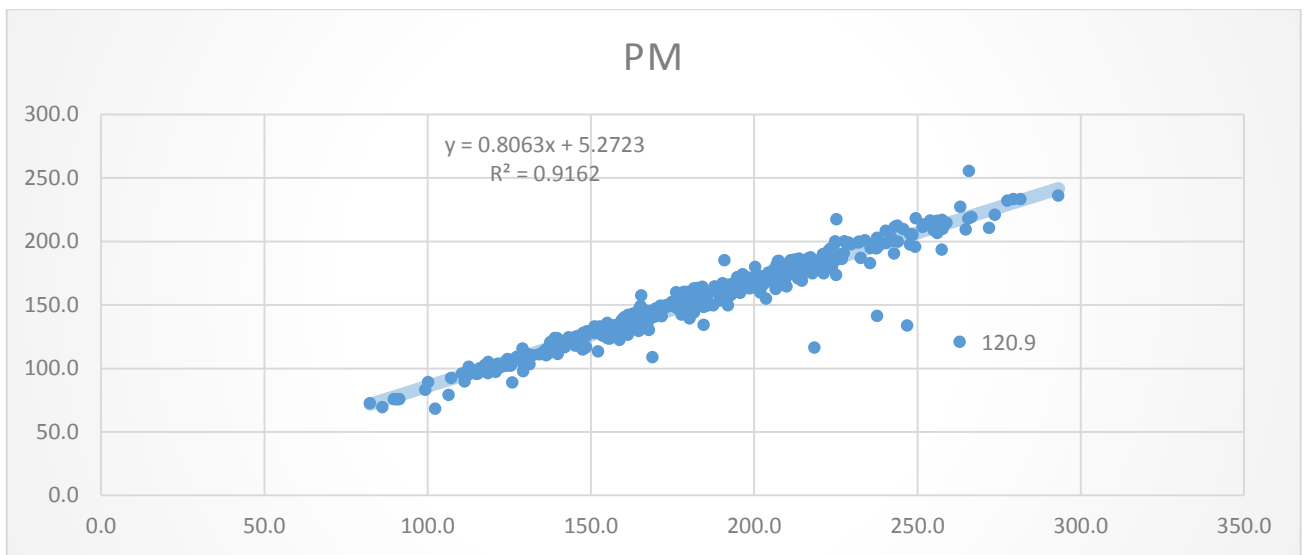
Longitud de la mazorca (LM)

Diámetro de la mazorca (DM)

Número de hileras por mazorca (NH)

Granos por hilera (GH)

Peso de 100 granos (P100G)

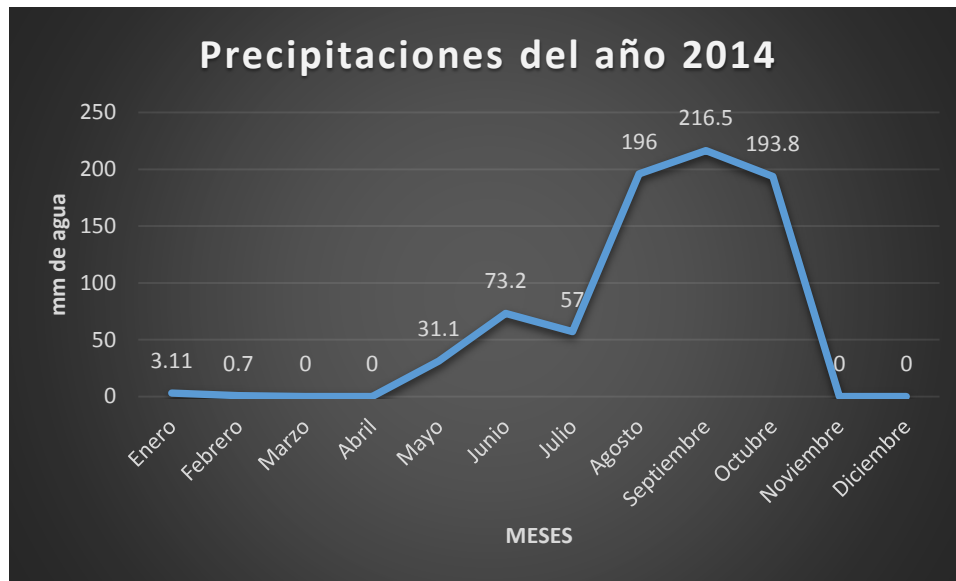


Anexo 4. Línea de mayor ajuste de regresión

AÑO 2014	ENER	FEBR.	MARZ.	ABR.	MAY	JUN.	JUL.	AGOT	SEPT.	OCT.	NOVIE	DIC
Temp. Max	33.3	34.9	36.7	37.3	37.1	36.7	35.7	36.1	34.9	33.7		
Temp. Min.	19	18.8	21	20.3	23	23	22.9	22.5	22.4	22		

Anexo 6. Datos de precipitación mensual y acumulada

ENE	FEBR.	MARZ.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOVIE.	DIC.	P. acumulada
3.1	0.7	0	0	31.1	73.2	57	196	216.5	193.8			771.4



Anexo 5. Precipitación anual en la finca Santa Rosa Universidad Nacional Agraria

Anexo 6. Datos de humedad en el año 2014

	EN E	FEB R.	MAR Z.	AB R.	MAY. .	JUN. .	JUL. .	AGO S.	SEPT. .	OCT. .	NOVIE. .	DIC. .	MEDIA
2014	67	63	58	58	62	69	68	76	81	83			69

Anexo 7. Clasificación de los coeficientes de correlación

Clasificación Rango del valor r	
Débil	< 0.100
Moderada	0.101-0.300
Moderadamente fuerte	0.301-0.500
Fuerte	0.501-0.700
Muy fuerte	< 0.701