



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO

**TEMA:**

INFLUENCIA DE DOS ARREGLOS TOPOLÓGICOS Y TRES NIVELES  
DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL RENDIMIENTO DE  
LA VARIEDAD DE MAÍZ BLANCO “NUTRICHOCLO” INIAP 543 - QPM

**LUGAR DE INVESTIGACIÓN:**

ESTACIÓN EXPERIMENTAL PORTOVIEJO, LOTE EXPERIMENTAL “LA  
TEODOMIRA” INIAP

**AUTOR:**

MIELES BAILÓN JEAN POOL

**TUTOR:**

M. SC. VALTER MERO ING

**CO TUTORA:**

M. SC. MARÍA VIRGINIA MENDOZA ING

**DIRECTOR:**

M. SC. RICARDO LIMONGI ANDRADE ING

**MANABÍ – ECUADOR**

**2020**

**LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR  
APRUEBAN EL INFORME DEL TRABAJO DE GRADO**

**SOBRE EL TEMA:**

**Influencia de dos arreglos topológicos y tres niveles de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de la variedad de maíz blanco “Nutrichoclo” INIAP 543 - QPM del egresado Jean Pool Mieles Bailón, luego de haber sido analizada por los señores Miembros del Tribunal de Grado, en cumplimiento de lo que la hace acreedor al título de Ingeniero Agropecuario.**

Manta, MES DEL AÑO

Miembros del Tribunal Calificador

---

Ing.

---

Ing.

---

Ing.

## CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor de tesis, CERTIFICO: Que el trabajo de investigación realizado por el egresado Jean Pool Mieles Bailón, sobre el tema: **“Influencia de dos arreglos topológicos y tres niveles de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de la variedad de maíz blanco “Nutrichoclo” INIAP 543 - QPM”** previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario, ha sido dirigido y supervisado durante su realización tal como lo disponen las Normas Académicas y Reglamento de Titulación, bajo los parámetros de Investigación basados en conceptos, análisis, conclusiones y recomendaciones.

Los contenidos y conceptos emitidos por el autor de la Tesis son de y propia responsabilidad.



---

**ING. Valter Mero Ms. Sc.**

**TUTOR**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

El contenido emitido en la tesis de grado **“Influencia de dos arreglos topológicos y tres niveles de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de la variedad de maíz blanco “Nutrichoclo” INIAP 543-QPM”**, se ha desarrollado en base a una investigación integra, respaldada en las citas bibliográficas que se anexan en la bibliografía y es de exclusiva responsabilidad del autor.



---

**Mielles Bailón Jean Pool**

## **AGRADECIMIENTO**

Dejo constancia de mi sincero agradecimiento a las siguientes instituciones y personas que hicieron posible el desarrollo del presente trabajo de investigación:

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y a los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por haber compartido sus conocimientos a lo largo del trayecto para mi formación profesional.

A la Ing. María Virginia que desde un inicio siempre estuvo apoyándome, por sus recomendaciones, consejos y enseñanzas.

Mis más gratos agradecimientos al Programa de Maíz de las Estación Experimental Portoviejo, especialmente al Ing. Ricardo Limongi por compartir sus conocimientos, apoyo y guía para la realización y culminación del siguiente trabajo investigativo.

Al Ing. Valter Mero por la colaboración brindada, durante la culminación de este trabajo.

## **DEDICATORIA**

Todo el esfuerzo en esta tesis está dedicada a mis padres, que me han brindado la oportunidad de seguir mis estudios, ya que con su apoyo y confianza logre cumplir una meta más, todo esto se lo debo a Uds.

A mis hermanas por haber sido mi apoyo a lo largo de mi vida y que me acompañaron en esta etapa.

A Judby Bailón por siempre estar dispuesto a escucharme y ayudarme en cualquier momento, de brindarme confianza para creer en mí.

## INDICE GENERAL

MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
INDICE GENERAL.....	vii
INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE ILUSTRACIONES.....	xi
RESUMEN.....	xii
SUMMARY.....	xiii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
1. Marco Teórico.....	2
1.1 Generalidades del cultivo de maíz en el mundo .....	2
1.2 Generalidades del Cultivo del maíz en el Ecuador .....	3
1.3 Densidades de siembra .....	4
1.4 Fertilización del cultivo.....	5
1.5 Nitrógeno .....	6
1.6 Arreglos topológicos .....	8
1.7 Características de la variedad “NUTRICHOCLO” INIAP 543 - QPM .	8
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
3. JUSTIFICACIÓN .....	11
4. Hipótesis.....	12
5. Objetivos.....	12
5.1 Objetivo General .....	12
5.2 Objetivos Específicos.....	12
6. Metodología.....	13
6.1 Características del sitio experimental .....	13
6.1.1 Ubicación.....	13
6.1.2 Características edafo climáticas.....	13
6.2 Factores en estudio .....	13
6.3 Tratamientos .....	14
6.4 Diseño experimental .....	14
6.5 Análisis estadístico .....	15

6.6	Unidad experimental .....	15
6.7	MANEJO AGRONOMICO.....	16
6.7.1	Pre-siembra.....	16
6.7.2	Siembra.....	16
6.7.3	Riego.....	16
6.7.4	Fertilización .....	16
6.7.5	Manejo fitosanitario .....	17
6.7.6	Cosecha .....	17
6.8	Variables a evaluadas.....	17
7.	RESULTADOS .....	23
7.1	Porcentaje de Germinación.....	23
7.2	Días de floración masculina .....	23
7.3	Días de floración femenina .....	23
7.4	Plantas acamadas de raíz.....	23
7.5	Plantas acamadas de Tallo.....	23
A.	Variables asociadas al rendimiento de mazorcas en fresco o choclo. 23	
A.1	Estadística descriptiva en variables para producción de mazorcas o choclo .....	23
A.2	Prueba de normalidad en variables asociadas al rendimiento en mazorcas o choclo.....	24
A.3	Variables asociadas al rendimiento de mazorcas o choclo con tendencia normal.....	25
A.3.1	Número de mazorcas grandes CA/ha .....	25
A.3.2	Longitud (cm) de mazorcas con hojas CA.....	26
A.3.3	Diámetro (mm) de mazorcas con hojas CA.....	26
A.3.4	Peso de choclo con hojas en kg/ha CA.....	26
A.3.5	Longitud (cm) de mazorcas CA sin hojas.....	27
A.3.6	Diámetro (mm) de mazorcas CA sin hojas .....	27
A.3.7	Peso de choclo sin hojas en Kg CA .....	27
A.3.8	Mazorcas Medianas CB/ha .....	28
A.3.9	Peso de choclo con hojas en kg/ha CB.....	28
A.3.10	Peso de choclo con hojas en kg/ha NC.....	29
A.4	Variables asociadas al rendimiento de mazorcas o choclo con tendencia no normal.....	26
A.4.1	Longitud (cm) de mazorcas con hojas CB .....	26
A.4.2	Diámetro (mm) de mazorcas con hojas CB.....	26

A.4.3 Longitud (cm) de mazorcas sin hojas CB.....	26
A.4.4 Diámetro (mm) de mazorcas sin hojas CB.....	26
A.4.5 Número de mazorcas pequeñas NC/ha .....	26
A.4.6 Longitud (cm) de mazorcas con hojas NC .....	27
A.4.7 Diámetro (mm) de mazorcas con hojas NC .....	27
A.4.8 Longitud (cm) de mazorcas sin hoja NC .....	27
A.4.9 Diámetro (mm) de mazorcas sin hojas NC.....	27
B.1 Estadística descriptiva en variables para producción de rendimiento de grano seco .....	29
B.2 Prueba de Normalidad para las variables de rendimiento de grano seco .....	29
B.3 Variables asociadas al rendimiento de grano en seco con tendencia normal.....	30
B.3.1 Altura de Planta (cm).....	30
B.3.2 Altura de inserción de mazorca (cm).....	30
B.3.3 Cobertura de mazorca.....	31
B.3.4 Aspecto de mazorca.....	31
B.3.5 Longitud (cm) de mazorca en Seco.....	31
B.3.6 Número de hileras por mazorca .....	31
B.3.7 Número de granos por hilera de mazorca .....	32
B.3.8 Peso de 1000 granos (g).....	32
B.3.9 Rendimiento T/ha .....	32
B.4 Variables asociadas al rendimiento en seco con tendencia normal ....	34
B.4.1 Mancha foliar o Tizón de hoja por <i>Helminthosporium maydis</i> .....	34
B.4.2 Mancha foliar <i>Curvularia</i> por <i>Curvularia lunata</i> .....	34
B.4.3 Mancha foliar Roya por <i>Puccinia sorgh</i> .....	34
B.4.4 Mancha foliar por <i>Cercospora zeae-maydis</i> .....	35
B.4.5 Achaparramiento del maíz por <i>Spiroplasma Kunkelii</i> .....	35
B.4.6 Diámetro del tallo .....	35
B.4.7 Pudrición de mazorcas (%) .....	35
B.4.8 Diámetro (mm) de mazorca cosechada en seco .....	35
7.6 Análisis económico .....	36
7.6.1 Presupuesto parcial de rendimiento en mazorcas en choclo CA y CB	36
7.6.2 Análisis marginal de rendimiento en mazorcas en choclo CA...	36
7.6.3 Análisis marginal de rendimiento en mazorcas en choclo CB...	36

7.6.4	Presupuesto parcial de rendimiento en grano seco .....	37
7.6.5	Análisis marginal de rendimiento en grano seco .....	37
8	DISCUSIÓN.....	38
9	CONCLUSIONES .....	42
10	RECOMENDACIONES.....	43
11	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44

### INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Densidades óptimas y densidades recomendadas para materiales del CIMMUT en tierras tropicales bajas .....	4
<b>Tabla 2</b>	Principales características de la variedad INIAP - 543 QPM .....	9
<b>Tabla 3</b>	Ubicación del sitio experimental.....	13
<b>Tabla 4</b>	Características edafo climáticas .....	13
<b>Tabla 5</b>	Factores en estudio.....	13
<b>Tabla 6</b>	Tratamientos .....	14
<b>Tabla 7</b>	ADEVA.....	15
<b>Tabla 8</b>	Escala de evaluación de cobertura de mazorcas.....	19
<b>Tabla 9</b>	Estadística descriptiva en todas las variables de rendimiento en mazorcas o choclo .....	23
<b>Tabla 10</b>	Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) en las variables de rendimiento en choclo .....	24
<b>Tabla 11</b>	Promedios de las variables paramétricas de rendimiento en choclo .....	25
<b>Tabla 12</b>	Resultados de media de las variables no paramétricas con prueba de Friedman en rendimiento en choclo .....	28
<b>Tabla 13</b>	Estadística descriptiva en todas las variables de rendimiento de grano .....	29
<b>Tabla 14</b>	Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) en las variables en seco .....	29
<b>Tabla 15</b>	Promedios de las variables paramétricas de rendimiento en choclo .....	33
<b>Tabla 16</b>	Resultados de media de las variables no paramétricas con prueba de Friedman en rendimiento en seco .....	34
<b>Tabla 17</b>	Presupuesto parcial en seco de dos arreglos topológicos y tres dosis de nitrógeno .....	37
<b>Tabla 18</b>	Análisis marginal en seco de tratamientos no dominados en interacción de arreglos topológicos y dosis de nitrógeno .....	37
<b>Tabla 19</b>	Presupuesto parcial de mazorcas comerciales A y B en choclo .....	36
<b>Tabla 20</b>	Análisis marginal en choclo de mazorcas comerciales A de tratamientos no dominados en interacción de arreglos topológicos y dosis de nitrógeno.....	36
<b>Tabla 21</b>	Análisis marginal en choclo de mazorcas comerciales B de tratamientos no dominados en interacción de arreglos topológicos y dosis de nitrógeno.....	36

### INDICE DE ILUSTRACIONES

## Resumen

El presente trabajo se realizó en el Lote Experimental “La Teodomira” durante el ciclo de verano 2019, cantón Portoviejo, provincia de Manabí, con las coordenadas geográficas 1°09'52.1" S de latitud sur, y 80°22'532.7" W longitud oeste.

El objetivo fue evaluar el rendimiento de mazorcas (choclos) y grano en la variedad de maíz blanco Nutrichoclo INIAP 543 – QPM, utilizando un área total de ensayo de 537,6 m<sup>2</sup>, con una longitud de surco de 5 m y de distancia entre surcos de 1,6 m x 0,4m; con dos arreglos topológicos de siembra a 0,30 m entre plantas, con una planta por sitio y 0,60 m entre plantas, con dos plantas por sitio y tres niveles de nitrógeno de 115 kg/ha, 150 kg/ha y 180 kg/ha, aplicando un diseño de Bloques completos al azar de cuatro repeticiones, dando lugar a 24 unidades experimentales. Las variables tomadas con distribución normal se analizaron con DBCA y prueba de Tukey P .05 y las variables sin distribución normal o no normal con la prueba de Shapiro-Wilks (modificado).

Los análisis determinaron que no hay diferencia significativa en arreglos topológicos, dosis de nitrógeno e interacción, lo que permite aceptar la H<sub>0</sub> no existe influencia de los arreglos topológicos y dosis de nitrógeno sobre el rendimiento en fresco y seco de la variedad de maíz blanco Nutrichoclo INIAP 543-QPM; Sin embargo existió diferencia significativa en número de granos por hilera obteniendo la cantidad mayor en seco, y en la variable de mazorcas grandes comerciales A el factor AT1 obtuvo el mayor valor a diferencia del AT2 mediante la prueba de Tukey al 5%.

## SUMMARY

The present investigation was carried out in the Experimental Lot "La Teodomira" during the 2019 summer, at the site Portoviejo province of Manabí, with geographic coordinates 1°09'52.1 "S of south latitude, and 80°22'532.7" W west longitude.

The objective was to evaluate the yield of ears (corn) and grain in the white corn variety Nutrichoclo INIAP 543 - QPM, using a total test area of 537.6 m<sup>2</sup> made up of plots of 4 rows, with a length of row of 5 m and distance between rows of 1.6 mx 0.4m; with two topological arrangements at 0.30 m between plants, with one plant per site and 0.60 m between plants, with two plants per site and three nitrogen levels of 115 kg / ha, 150 kg / ha and 180 kg / ha, applying a design of complete blocks at random of four repetitions, giving rise to 24 experimental units. Variables taken with normal distribution were analyzed with DBCA and Tukey P .05 test and variables without normal or non-normal distribution with Shapiro-Wilks test (modified).

The analyzes determined that there is no significant difference in topological arrangements, nitrogen dose and interaction, which allows accepting the H<sub>0</sub> there is no influence of the topological arrangements and nitrogen dose on the fresh and dry yield of the white corn variety Nutrichoclo INIAP 543-QPM; However, there was a significant difference in the variable of large commercial ears A, the AT1 factor obtained the highest value unlike AT2 by means of the Tukey's test at 5%. At nitrogen levels.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1. Marco Teórico

### 1.1 Generalidades del cultivo de maíz en el mundo

Flores *et al* (2013) menciona que el cultivo de esta gramínea ha sido históricamente la labor agrícola de mayor significado en América, esto a partir de una perspectiva según las producciones: alimenticias, industriales, sociales y políticas. Asimismo, el maíz es considerado como fuente de alimentación con un valor muy significativo en las comunidades, a través de diversas preparaciones, desde el maíz tierno hasta el grano duro.

El maíz es considerado uno de los cereales más consumido a nivel mundial ocupando el primer lugar en superficie sembrada con 1 123 millones de toneladas junto con el trigo 733 millones de toneladas y el arroz 491 millones de toneladas USDA (2019), siendo un cultivo de gran importancia tanto en lo económico como en lo social; que se adapta ampliamente a las diversas condiciones ecológicas y edáficas, debido a ello puede ser cultivada en diversos ambientes que se encuentran alrededor del mundo (Yáñez *et al* 2013, Bonilla 2009).

Para el ciclo comercial 2018/2019 de acuerdo con información del USDA se estimó 1 123 millones de toneladas de maíz. Entre los cinco principales países productores concentraron el 74,8 % de la producción mundial con un rendimiento promedio de 11,1 T/ha en Estados Unidos; 8,4 T/ha en Argentina; 7,8 T/ha en la Unión Europea; 6,1 T/a en China y 5,8 T/ha en Brasil (USDA 2019).

La producción mundial de maíz blanco se estima en 65 a 70 millones de toneladas, de las cuales más del 90% se producen en los países en desarrollo; por su parte, la producción anual de maíz amarillo es de uno 430 millones de toneladas. El maíz blanco QPM se cultiva principalmente para nutrición y seguridad alimentaria de países en desarrollo, siendo África y algunos países de Latinoamérica donde más se siembra. La superficie dedicada a maíz blanco es muy similar a la de maíz amarillo en los países en desarrollo, mientras que en los países desarrollados casi toda el área de siembra con maíz amarillo (Ospina 2015)

Los maíces de alta calidad proteica (QPM) son cultivares portadores del gen opaco-2, que promueve una reducción del contenido de zeína e incremento de la glutelina. Llegan a duplicar las cantidades de lisina y triptófano, y los convierte en maíz con valor nutritivo superior al maíz convencional (Ortega *et al* 1986; García *et al* 2017); Hernández *et al* (2018), en estudios realizados en varias localidades de México obtuvo rendimientos promedios de 6,2 a 7,0 t/ha de maíz con alta calidad de proteína; similar con promedios en Centroamérica con rendimientos de 6,12 t/ha (Deras *et al* 2019)

## **1.2 Generalidades del Cultivo del maíz en el Ecuador**

Durante el año 2018 las estadísticas indicaron que de 89 143 unidades productivas agropecuarias (UPAs), 42 313 pertenecen a agricultores que siembran desde menos de 1 hasta 10 ha (MAG 2018, Villao 2018); Siendo la agricultura el mayor componente del PIB del Ecuador (17,5%); y la cadena del Maíz representa el 3% del PIB agrícola, es el único cultivo con cobertura nacional (Álvarez *et al.* 2018). Registra una siembra anual de 322 846 ha de maíz amarillo duro existiendo cerca de 60 000 productores maiceros. Con una producción de 1,4 millones de toneladas, donde la provincia de Los Ríos dedica un 43,8% a este cultivo, Manabí con un 28,1% y la provincia del Guayas con el 16,3% de la producción nacional (ESPAC 2019).

Para maíces de grano blanco cultivados en el Litoral ecuatoriano no se dispone de información estadística, pero se conoce que la producción está mayormente concentrada en la provincia de Manabí (Eguez *et al.* 2019).

Entre el 2018 y 2019 se realizaron experimentos multi-ambiente en las provincias de Manabí, Los Ríos, Guayas y Santa Elena, evaluando en 10 localidades la producción de mazorcas en fresco (choclos) y en cuatro localidades a nivel de grano el potencial de producción en fresco de la variedad INIAP 543 - QPM durante la época seca bajo riego es de 40 000 choclos comerciales y en la época lluviosa 35 000 choclos; con un rendimiento de promedio en seco que oscila entre los 5 a 6 TM/ha (INIAP 2019).

### 1.3 Densidades de siembra

En toda comunidad ecológica se establece que existe una competencia cuando el acceso a los recursos se encuentra en forma limitada, generando interacciones entre los individuos. Una de las variables que controlan las interacciones se encuentra la densidad poblacional (Aruta 2011); que mediante densidades adecuadas u óptimas provee a los cultivos de las condiciones favorables para la expresión del mayor rendimiento potencial (Gargicevich 2000, Cruz 2013); A través de esta práctica agrícola pueden incrementarse la producción de biomasa y el rendimiento de grano en los cultivos, debido al aumento en el área foliar, el índice de área foliar y la duración de la misma, ocasionado por el mayor número de hojas por unidad de superficie resultado de un mayor aprovechamiento de los recursos hídricos y nutrimentales (Olalde *et al* 2000, Aguilar *et al* 2005).

De acuerdo con Lafitte (1994), la densidad óptima en condiciones no limitantes es distinta para variedades y debe ser establecida para las variedades importantes en la región. Según lo indicado por el CIMMYT, la densidad óptima se podría relacionar con la altura de la planta y la madurez en el germoplasma, para tierras tropicales bajas, cultivado en un solo ambiente:

**Tabla 1** Densidades óptimas y densidades recomendadas para materiales del CIMMUT en tierras tropicales bajas

Altura de planta (m)	Días a 50% de floración masculina	Densidad óptima (plantas/ha)	Densidad (plantas/ha)
1,6 – 1,8	< 50	85 000	60 000
1,8 – 2,0	50 – 55	78 000	55 000
2,0 – 2,2	56 – 60	70 000	50 000
2,2 – 2,4	> 60	65 000	45 000

En un ensayo llevado a cabo en Argentina sobre densidades de siembra con 50 000, 65 000, 80 000, 95 000 y 110 000 pl/ha, el rendimiento tuvo respuesta significativa; se alcanzó un máximo de rendimiento entre 65 000 y 80 000 pl/ha,

con densidades mayores decae el rendimiento por abortos de granos y aumento de individuos estériles y en densidades bajas por la escasa capacidad de compensación, tanto vegetativa como reproductiva (Vallone *et al* 2010)

Al elevar la densidad se reduce la biomasa y el rendimiento por planta (Rojas *et al* 2007, Boves *et al* 1993); sin embargo, la producción de biomasa y el rendimiento de semilla por unidad de superficie son más altos (Vega *et al* 2001, Aguilar *et al* 2002, Cirilo 2004); debido a que, a menor competencia intraespecífica para la toma de nutrientes y mayor aireación, que favorece el desarrollo fisiológico y reproductivo de las plantas; al existir mayor fotosíntesis y translocación de asimilados a las estructuras reproductivas, también hay menor afectación por enfermedades, lo cual se refleja de manera directa en el mayor peso de los granos y de las vainas (Forero *et al.* 2009).

Cirilo (2004), menciona que el rendimiento en maíz es particularmente sensible a las variaciones en la población de plantas. Bajo condiciones de riego y fertilización, reducciones de 75% en la densidad correcta producen mermas de rendimiento cercanas al 50%, mientras que la duplicación de la densidad inicial disminuyó el rinde un 20%. Un pronunciado incremento en el aborto de granos y de individuos estériles en las densidades excesivas y su escasa capacidad de compensación, tanto vegetativa (en cobertura por planta) como reproductiva (en rendimiento por planta) en las densidades reducidas, explican esa sensibilidad en maíz (Pérez *et al.* 2005).

En un estudio de rendimiento de grano en maíz QPM donde se probaron 5 variedades en 3 diferentes densidades, se obtuvo el mejor rendimiento de grano en densidades entre 50,000 y 70,000 pl/ha; ya que aquellos desarrollados en años recientes toleran mayor número de plantas por unidad de superficie que los anteriores; con la influencia del incremento de la fertilización con nitrógeno de 100 a 200 kg/ha (Mendoza-Elos *et al.* 2006).

#### **1.4 Fertilización del cultivo**

El análisis de suelos nos permite diagnosticar problemas nutricionales y establecer recomendaciones de fertilización, con este se pretende determinar el

grado de suficiencia o deficiencia de los nutrientes del suelo, así como las condiciones adversas que pueden perjudicar a los cultivos (Molina *sf*); la mejor respuesta al uso de fertilizantes se obtiene si el suelo tiene un nivel elevado de fertilidad. Los principales factores determinantes de la fertilidad del suelo son: la materia orgánica (incluyendo la biomasa microbiana), la textura, la estructura, la profundidad, el contenido de los nutrientes, la capacidad de almacenamiento (capacidad de adsorción), la reacción del suelo y la ausencia de los elementos tóxicos (FAO 2002).

La fertilización, como parte de la nutrición vegetal, tiene como fin lograr que el aporte de nutrimentos a la planta satisfaga las expectativas del cultivo, por su relevancia, a la nutrición se le considera como el factor de producción más importante después de la disponibilidad de agua (Quesada *et al* 2013), donde los rendimientos se pueden incrementar con un mejor manejo de la población y de nutrición (Rodríguez-Sosa 2018).

De los trece elementos esenciales obtenidos del suelo, seis son requeridas relativamente en grandes cantidades: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio y magnesio, se encuentran en cantidades mayores de 0,05% en peso seco y se designan como macronutrientes. Los otros elementos: hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno y cloro, son utilizados en muy pequeñas cantidades, encontrándose en cantidades menores de 0,05% en peso seco y son llamados micronutrientes (Miranda 2018)

Se han demostrado un efecto de incremento proporcional de los rendimientos conforme se incrementan los niveles de nitrógeno (Bonatti *et al.* 2014, Alvarez *et al.* 2003). Reportes de García *et al.* (2009) en maíz mostraron valores sobre la eficiencia agronómica de N (EAN), que variaron entre 23,6 u 33,3 kg de grano/kg N aplicado. Mientras que para González *et al.* (2016) la mejor EAN en maíz forrajero la encontraron con valores de 11,1 a 29,3 kg MS/Kg N aplicado.

## **1.5 Nitrógeno**

El nitrógeno es uno de los elementos más limitantes para llegar a altos rendimientos del cultivo de maíz; así, una adecuada aplicación de nitrógeno al

suelo produce un incremento del rendimiento en grano (Salvagiotti *et al.* 2012, Salhuana *et al.* 2004) citado por Sotomayor *et al.* (2017). De mismo modo, Tisdale *et al.* (1991) indican que, en comparación de los demás cultivos, el maíz extrae cantidades importantes de nitrógeno. De los cereales el maíz es el cultivo que más extrae nitrógeno en la producción en campo.

Desempeña un papel fundamental en muchos procesos fisiológicos y bioquímicas de las plantas (Fageria *et al.* 2005). El nitrógeno es un componente de varios compuestos orgánicos importantes que van desde las proteínas a ácidos nucleicos. Es un constituyente de la molécula de clorofila, que desempeña un papel importante en la actividad fotosintética (Barker *et al.* 2007, Fageria 2009)

Por lo tanto, los fertilizantes de nitrógeno tales como sulfato de amonio y urea han sido ampliamente utilizados en la agricultura moderna. Estos fertilizantes generalmente se oxidan a nitrato a través de nitrito por microorganismos nitrificantes en el campo agrícola (Ishii *et al.* 2011, Isobe y Ohte 2014)

El N llega a las raíces de la planta a través del proceso denominado “Flujo masal”, o transporte en la solución del suelo siguiendo un gradiente hídrico (el N es llevado por el flujo transpiratorio de la planta). A mayor contenido de agua en el suelo, concentración del nutriente en la solución, tasa transpiratoria de la planta y temperatura del suelo y aire, mayor será la absorción de N por la planta. La planta puede absorber N tanto bajo la forma de nitrato (NO<sub>3</sub>) como de amonio (NH<sub>4</sub>) (Quiroga y Bono 2012)

Estos iones llegan en primera instancia al espacio libre de la raíz (paredes celulares) y luego atraviesan las membranas entrando en las células vegetales. La absorción de nitrato se realiza contra un gradiente electroquímico (las raíces tienen carga negativa al igual que el ion nitrato, y la concentración de este último es mayor en las células de la raíz que en el suelo que la circunda), implicando, por lo tanto, un gasto de energía metabólica (ATP). La absorción de amonio se realiza a través de mecanismos pasivos, sin gasto de energía (Gutiérrez 2012)

Para mejorar la eficiencia de uso del N es necesario fraccionar las aplicaciones de nitrógeno durante el periodo de mayor demanda del cultivo. El maíz absorbe pequeñas cantidades de N en el crecimiento inicial, pero la demanda se

incrementa durante los 24 y 48 días post emergencia. Se ha demostrado que aplicaciones posteriores de N, no son económicas (García *et al.* 2009, Ritchie *et al.* 1982).

### **1.6 Arreglos topológicos**

El termino topología se refiere al análisis *situs* o análisis de posición. La palabra “topos” proviene del griego y significar “lugar”. La topología es una rama muy importante de las matemáticas. Estudia aquellas propiedades de los objetos geométricos que tienen que ver con la “proximidad”, numero de agujeros y la “posición relativa” entre puntos. El arreglo topológico en la siembra se define como la distribución de las plantas en la superficie sembrada, cantidad y disposición de las mismas en un terreno (Zanabria 2015).

En el caso de la agricultura, los arreglos topológicos se refieren a la distribución de las plantas en un área determinada, especialmente considerando los anchos de surcos y las distancias entre plantas. También se dice que el arreglo topológico es la forma o el orden en la que se posicionan las plantas en una superficie de terreno (Zanabria 2015).

Loomis & Connor (2002), López *et al.* (2001) mencionan que esto produce variaciones en el rendimiento del cultivo de maíz; Alvadi *et al.* (2005), Alvarez (2011), Velez (2019) señalan que el arreglo topológico mejora la distribución de las hojas y de las raíces en el cultivo. Teóricamente esta situación influencia la capacidad de intercepción de radiación solar y el aprovechamiento de agua y nutrientes por el maíz, pudiendo aumentar la productividad de los granos.

### **1.7 Características de la variedad “NUTRICHOCLO” INIAP 543 - QPM**

INIAP 543-QPM es una variedad sintética de libre polinización generada de cuatro ciclos de selección de medios hermanos a partir de la población ACROSS-8363 introducida del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y desarrollada por el Programa de Maíz de la Estación Experimental Portoviejo del INIAP (Limongi *et al.* 2019)

**Tabla 2** Principales características de la variedad INIAP - 543 QPM

Descriptores	Datos agronómicos	media / Moda	valor mínimo	Valor máximo
Tipo de variedad:	Libre polinización			
Altura de planta (cm)		261.4	175.0	315.0
Altura de inserción de mazorca (cm)		142.3	80.0	176.0
Floración femenina (días):	Precoz	55.0	50.0	64.0
Acame de raíz (%):	Resistente	1.0	0.0	24.0
Acame de tallo (%):	Resistente	1.6	0.0	16.0
Tipo de mazorca:	Cónica-cilíndrica			
Cobertura de mazorca:	Buena	2	2	2
Longitud de mazorca (cm)		18.3	16.2	20.7
Diámetro de mazorca (cm)		4.5	2.8	5.0
Color del grano:	Blanco			
Textura del grano:	Dentado			
Peso 1000 Semillas (g)		373.7		
Cosecha en choclo:	75-80 días			
Ciclo Vegetativo:	120 días			
Proteína total (%)**		8.95		
Triptófano (%)**		0.074		
Lisina (%)**		0.396		
Índice de calidad**		0.827		
<i>Puccinia sorghi</i> :	<i>Infección débil*</i>	1	1	2
<i>Cercospora zea-maydis</i> :	<i>Infección débil*</i>	1	0	3
<i>Helminthosporium maydis</i> :	<i>Infección moderada*</i>	3	2	4
<i>Curvularia lunata</i> :	<i>Infección moderada*</i>	3	3	4

\* Escala de calificación de enfermedades foliares del CIMMYT, 1985

\*\* Laboratorio de Nutrición y Calidad CIMMYT, 2019.

**Fuente:** Limongi *et al.* (2019)

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La seguridad alimentaria es una condición compleja que requiere un enfoque holístico de todas las formas de malnutrición, la productividad, los ingresos de los pequeños productores de alimentos, la resiliencia de los sistemas de producción de alimentos, el uso sostenible de la biodiversidad y los recursos genéticos. En este contexto, uno de los mayores desafíos mundiales es cómo asegurar o prever que una población creciente estimada en unos 10 mil millones para el año 2050 tenga suficientes alimentos para satisfacer sus necesidades nutricionales y estimándose además que es necesario que la producción de alimentos aumente en un 50% a nivel mundial (FAO 2017).

El Ecuador, no escapa a esta realidad donde la problemática de la sociedad en todos los campos presenta necesidades insatisfechas y la obtención de proteína barata generalmente procede de muchas leguminosas comestibles y del maíz duro como producto básico para la producción de aproximadamente del 50% de los alimentos balanceados que sustentan la industria avícola, porcina y camaronera.

A partir de 1998 este cereal cobra importancia como cultivo de ciclo corto en mayor área sembrada, de mayor producción y consumo a nivel mundial (Ospina 2015). Entre los años 2009 – 2010 sus volúmenes de producción corresponden: el 90% a maíces de grano amarillo y el restante a maíces de grano blanco (FENALCE 2010:1); el cual a partir del 2011 tuvo una tasa de crecimiento de 2,50%, sobrepasando a otros cultivos importantes, entre estos al trigo, en la seguridad alimentaria (Ospina 2015, Sangoquiza 2011).

A nivel nacional, se estima que para el año 2017 el 92% de las siembras corresponden al maíz amarillo, con una tasa de crecimiento del 17,23% y de 31,62% para la región Costa, donde las provincias del Litoral ecuatoriano contribuyen el 79,98 % con 129 246 Ha de la superficie total cosechada (INEC 2017); para el maíz blanco no se dispone información estadística, pero la mayor producción se concentra en Manabí, con productores que cultivan maíces criollos semi – cristalinos o variedades mejoradas (Eguez Moreno *et al.* 2019).

### 3. JUSTIFICACIÓN

La siembra de maíz en arreglos topológicos con surcos angostos respecto a surcos convencionales (0,76 m), permite incrementar el rendimiento de grano como consecuencia de disminuir la competencia entre plantas dentro del surco (Reta *et al.* 2003). Entre los elementos minerales esenciales, el nitrógeno (N) es el que con más frecuencia limita el rendimiento del maíz, dada su participación en múltiples reacciones bioquímicas implicadas fisiológicamente en el crecimiento, desarrollo y producción (Rodrigues *et al.* 2018, Cool *et al.* 2018); Esta condición ocurre porque las plantas requieren cantidades relativamente grandes de N (de 1,5 a 3,5% de peso seco de la planta) y porque la mayoría de los suelos lo presentan en baja disponibilidad para mantener los niveles deseados de producción (Below 2004); este es el caso de los suelos de Manabí que presentan niveles bajos de N (Motato *et al.* 2016), que asociados a un limitado régimen pluviométrico y al desconocimiento de las dosis adecuadas de fertilizantes nitrogenados, ha reducido considerablemente los rendimientos y afectaciones en los costos de producción (Alfonso *et al.* 2018).

Generalmente la producción de maíces destinados para la comercialización en mazorcas (estado fresco o choclo) se realiza durante la época de verano, en valles irrigables del Litoral ecuatoriano (Alarcón *et al.* 2017, Alarcón *et al.* 2019); El INIAP, ha incursionado en esta línea de investigación de maíces duros de grano blanco tropicales ofertados para consumo en choclo así, por ejemplo, el Programa de Maíz de la Estación Experimental Portoviejo (PMEEP) entregó la variedad INIAP – 528 QPM= Corn Quality Protein (Alarcón 2017), y actualmente el PMEEP entregó a los productores, la variedad sintética de maíz “Nutrichoclo” INIAP 543 - QPM (Limongi *et al.* 2019); sin embargo, aún falta describir su tecnología alrededor de los sistemas de siembras y nutrición. Es así, que el presente trabajo se realizará de manera conjunta entre el INIAP y la ULEAM para fortalecer la investigación interinstitucional y la formación del talento humano de pregrado de acuerdo con los convenios vigentes.

#### **4. Hipótesis**

Ha. Existe influencia de los arreglos topológicos y dosis de nitrógeno sobre el rendimiento en fresco y seco de la variedad de maíz blanco “Nutrichoclo” INIAP 543 - QPM.

Ho. No existe influencia de los arreglos topológicos y dosis de nitrógeno sobre el rendimiento en fresco y seco de la variedad de maíz blanco “Nutrichoclo” INIAP 543 - QPM

#### **5. Objetivos**

##### **5.1 Objetivo General**

Generar tecnologías en sistemas topológicos y nutrición en el cultivo de maíz de grano blanco, variedad “Nutrichoclo” INIAP 543 - QPM.

##### **5.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar el efecto de dos arreglos topológicos sobre el rendimiento de mazorcas (choclos) y grano en la variedad de maíz blanco “Nutrichoclo” INIAP 543 - QPM.
- Determinar la dosis óptima de nitrógeno para incrementar el rendimiento de mazorcas (choclos) y grano en la variedad de maíz blanco “Nutrichoclo” INIAP 543 - QPM
- Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

## 6. Metodología

El experimento se realizó en el Lote Experimental “La Teodomira” durante el ciclo de verano 2019.

### 6.1 Características del sitio experimental

#### 6.1.1 Ubicación

**Tabla 3** Ubicación del sitio experimental.

<b>Ubicación</b>	<b>Localidad: EEP</b>
<b>Provincia</b>	Manabí
<b>Cantón</b>	Santa Ana
<b>Parroquia</b>	Lodana
<b>Sitio</b>	EEP: Teodomira
<b>Altitud (msnm)</b>	50
<b>Latitud</b>	1°09'52.1'' S
<b>Longitud</b>	80°22'532.7'' W

#### 6.1.2 Características edafo climáticas

**Tabla 4** Características edafo climáticas

<b>Características</b>	<b>Localidad: EEP</b>
<b>Zona climática</b>	Trópico seco
<b>Temperatura promedio</b>	26 °C
<b>Precipitación media anual</b>	580 mm
<b>Humedad relativa promedio</b>	77 %
<b>Topografía</b>	Plana
<b>Tipo de suelo</b>	Arcilloso

### 6.2 Factores en estudio

**Tabla 5** Factores en estudio

<b>Factores</b>	<b>Niveles</b>
<b>Arreglos Topológicos (AT)</b>	<b>AT1=</b> 0,6 m entre plantas con 2 plantas por sitio, 52082 plts/ha ( <b>T</b> )
	<b>AT2=</b> 0,3 m entre plantas con 1 planta por sitio, 52082 plts/ha
<b>Dosis de Nitrógeno (DN)</b>	<b>DN1=</b> 115 kg/ha ( <b>T</b> )
	<b>DN2=</b> 150 kg/ha
	<b>DN3=</b> 180 kg/ha

**T= Testigos**

### 6.3 Tratamientos

**Tabla 6** Tratamientos

<b>Tratamientos en estudio</b>		
<b>#</b>	<b>Arreglo topológico (AT)</b>	<b>Dosis de Nitrógeno (DN)</b>
1	AT1= 0,6 m con 2 plantas por sitio	DN1= 115 Kg/ha ( <b>T</b> )
2	AT1= 0,6 m con 2 plantas por sitio	DN2= 150 kg/ha
3	AT1= 0,6 m con 2 plantas por sitio	DN3= 180 kg/ha
4	AT2= 0,3 m con 1 planta por sitio	DN1= 115 Kg/ha ( <b>T</b> )
5	AT2= 0,3 m con 1 planta por sitio	DN2= 150 kg/ha
6	AT2= 0,3 m con 1 planta por sitio	DN3= 180 kg/ha

### 6.4 Diseño experimental

Diseño de Bloques completos al azar con cuatro repeticiones y estructura de tratamientos con dos arreglos topológicos de siembra, tres niveles de N, dando lugar a 24 unidades experimentales.

## 6.5 Análisis estadístico

**Tabla 7 ADEVA**

FV	ADEVA	
	GL	GL
Tratamientos	$(t - 1)$	5
Arreglos Topológicos	$(at - 1)$	1
Dosis Nitrógeno	$(dn - 1)$	2
AT x DN	$(at - 1) \times (dn - 1)$	2
Repeticiones	$(r - 1)$	3
Error	$(r - 1)(t - 1)$	15
Total	$(rt - 1)$	23

Previo a los análisis de varianza se realizó la prueba de Shapiro-Wilks (modificado) para determinar la normalidad de los datos. Las variables con distribución normal se analizaron con DBCA y prueba de Tukey  $p .05$  y las variables sin distribución normal con la prueba de Friedman.

## 6.6 Unidad experimental

Parcela de 2 surcos y 4 hileras

Longitud del surco: 5 m

Distancia entre surcos: 1,6 m x 0,4 m

Distancia entre plantas: De acuerdo a tratamientos en estudio

Número de surcos útiles/parcela: 1 surco con 2 hileras (producción en fresco)

1 surco con 2 hileras (producción en seco)

Plantas útiles: 36 plantas en tratamientos 1, 2 y 3.

34 plantas en tratamientos 4, 5 y 6.

Plantas por sitio:

Dos en tratamientos 1, 2 y 3 (en distanciamientos entre plantas a 0.60 m).

Uno en tratamientos 4, 5 y 6 (en distanciamientos entre plantas a 0.30 m).

Separación entre parcela: Hileras continuas

Hileras bordes generales: 1

Área total del ensayo: 537.6 m<sup>2</sup>

## **6.7 MANEJO AGRONOMICO**

### **6.7.1 Pre-siembra**

Se realizó la labranza del suelo 30 días antes de la siembra, con dos pases de rastras y posteriormente surcando a 0.80 m que permitía acomodar los distanciamientos entre surco definidos en los tratamientos en estudios.

### **6.7.2 Siembra**

La siembra se realizó el 16 de julio, haciendo el tratamiento previo de las semillas con la mezcla de Imidacloprid + Thiodicarb en dosis de 25 mL/Kg de semillas, se sembró de forma manual una semilla por sitio en distanciamiento de 30 cm entre planta, y dos semillas por sitio en los distanciamientos de 60 cm, según correspondía a los tratamientos en estudio. el uso de una y dos semillas por sitio para obtener las densidades esperadas fue logrado por la utilización de semilla de alta calidad genética con 100% de germinación.

### **6.7.3 Riego**

Antes de la siembra se aplicó un riego con el objeto de inducir la emergencia de semillas de malezas presentes en el suelo y así eliminar la primera población de malezas. El sistema de riego utilizado fue por gravedad en surcos de caracol que permitía regar a dos surcos a la vez; Posteriormente los riegos fueron cada 8 días, con un total de 8 riegos durante el ciclo del cultivo para la producción en estado de choclo y 14 riegos para la producción en estado de grano seco.

### **6.7.4 Fertilización**

La fertilización consistió en hacer una aplicación base de 75 Kg/ha Nutrimenores I + 100 kg de Muriato de Potasio + 50 kg de Sulfato de Magnesio/ha a los diez días después de la siembra (DDS). La aplicación de los tratamientos nutricionales con N se inició a los 20 DDS donde se aplicó el 50% de la dosis

respectiva de Nitrógeno y completando el restante 50% de la dosis de Nitrógeno a los 40 DDS.

### **6.7.5 Manejo fitosanitario**

#### **6.7.5.1 Manejo de malezas**

Se realizó al día siguiente de la siembra con una mezcla de herbicidas pre y post emergentes y consistió en la aplicación de 4L de Pendimetalina + 1L de Terbutrina + 4 L de Glifosato para combatir las principales malezas gramíneas y de hoja ancha presentes y por germinar en el cultivo. A los 35 DDS se aplicó 200 mL Gramoxone + 100 mL Amina - 6.

#### **6.7.5.2 Manejo de insectos plagas**

Al día siguiente de siembra y junto con el tratamiento de malezas se aplicó para insectos tierreros el insecticida Clorpirifos en dosis de 1 L/ha; Para el manejo de *Spodoptera frugiperda* a los 40 DDS se colocó en el verticilo o cogollo de cada planta un cebo compuesto por 70 Lb de arena + 200 ml de Clorpirifos.

### **6.7.6 Cosecha**

La cosecha se efectuó de forma manual en choclos a los 72 a 78 días para la evaluación en choclo y a los 120 días para evaluar el rendimiento de grano seco a 13% de humedad.

## **6.8 Variables a evaluadas**

**Porcentaje de germinación.** – A los 7 días después de la siembra se evaluó la germinación, contando cada una de las plantas emergidas en cada unidad experimental, lo que se transformó a porcentaje.

**Días a la floración masculina.** – Este dato se tomó en cada unidad experimental, cuando el 50% de las plantas presentaron liberación de polen.

**Días de la floración femenina.** – Este dato se evaluó cuando el 50% de las plantas de cada unidad experimental presentaban el estigma con una longitud de 2 a 3 cm.

**Diámetro del tallo.** – Se escogieron 10 plantas al azar de cada uno de los tratamientos, midiendo en el entrenudo (debajo del nudo de la inserción de la mazorca) con un calibrador tipo vernier graduado en mm. Esta variable se evaluó en cosecha en choclo y en seco.

**Número de plantas cortadas por tierreros.** – Este dato se obtuvo evaluando el total de plantas de cada unidad experimental contando el número de plantas sanas y número de plantas cortadas.

**Altura de planta.** - Al momento de la cosecha se escogieron 10 plantas al azar y con una regla graduada de 3 m se fue colocando junto a la base de cada planta hasta la base de la espiga, obteniendo los datos en cm.

**Altura de inserción de la mazorca.** – Estos datos se obtuvieron de las mismas 10 plantas que se evaluó la altura de planta, colocando desde la base de la planta hasta la base de la mazorca principal y su valor se obtuvo en cm.

**Número de plantas por parcela.** – Este dato se obtuvo contando el total de plantas presentes en cada unidad experimental.

**Días de la cosecha.** – Se contaron los días transcurridos desde la siembra, hasta que la mazorca mostro el estado óptimo para ser cosecha en estado fresco o en seco.

**Plantas acamadas de raíz.** – Antes de realizar la cosecha, se evaluó individualmente cada unidad experimental, registrando aquellas plantas que presentaban acame desde su raíz y se llevaron a porcentaje.

**Plantas acamadas de tallo.** – Antes de realizar la cosecha, se evaluó individualmente cada unidad experimental, registrando aquellas plantas que presentaban acame de tallo, el cual consistía en evaluar las plantas con el tallo roto y transformándolos a porcentaje.

**Cobertura de mazorca.** – Se la evaluó antes de la cosecha en cada una de las mazorcas por tratamiento, evaluándolas mediante la escala del 1 al 5 propuesta

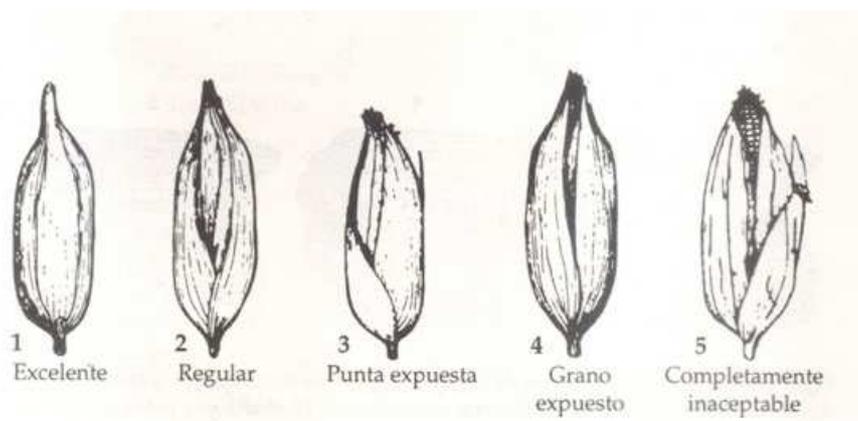
por CIMMYT 1985, donde 1 es excelente y 5 completamente inaceptable. (Tabla 9 e Ilustración 1).

**Tabla 8** Escala de evaluación de cobertura de mazorcas

Escala de calificación	Cobertura por las brácteas
1. Excelente	Las brácteas cubren apretadamente la punta de la mazorca y se extienden más allá de ella.
2. Regular	Cubren apretadamente la punta de la mazorca
3. punta expuesta	Cubren flojamente la mazorca hasta la punta
4. Grano expuesto	Las brácteas no cubre la mazorca adecuadamente y dejan la punta algo expuesta
5. Completamente inaceptable	Cobertura deficiente; punta está claramente expuesta

**Fuente** CIMMYT, 1985

Ilustración 1 Escala descriptiva de la cobertura de mazorcas



**Fuente** CIMMYT, 1985

**Mazorcas podridas por parcela.** – En cada parcela y posterior a la cosecha se separaron las mazorcas sanas de las enfermas y en estas se calificó la incidencia de pudriciones y de grano causada por *Diplodia maydis*, *Fusarium* spp., *Gibberella* spp., esta variable posteriormente se transformó a porcentaje según la siguiente escala:

1. 0% de granos infectados
2. 10% de granos infectados
3. 20% de granos infectados

4. 30% de granos infectados
5. 40% o más de granos infectados

**Aspecto de mazorca.** – Este dato se lo tomo días anteriores de la cosecha cuando la mazorca mostro su desarrollo casi por completo, considerando la uniformidad en la forma, tamaño, numero de hileras y profundidad de grano. Calificándolas según la siguiente escala propuesta por CIMMYT, 1985:

1. Excelente
2. Muy bueno
3. Bueno
4. Regular
5. Deficiente

**Enfermedades foliares.** – Se realizó esta evaluación en la parcela dejada para la cosecha en seco, tomándose el dato a los 80 DDS y las principales enfermedades evaluadas fueron (***Cercospora zae-maydis*, *Curvularia lunata*, *Helminthosporium maydis*, *Puccinia sorgh* y *Spiroplasma Kunkelii***) y se clasificó según la siguiente escala según CIMMYT (1985):

1. Ausencia de la enfermedad
2. Infección Leve
3. Infección ligera
4. Infección severa
5. Infección muy severa

**Diámetro de mazorcas (mm).** – Después de realizar la cosecha se tomaron 10 mazorcas al azar de cada parcela útil, evaluando el diámetro en la parte central de cada mazorca con ayuda de un calibrador tipo vernier graduado en mm.

**Longitud de mazorcas (cm).** – De las mismas 10 mazorcas de la parcela útil, con una regla graduada en cm se midieron desde la base de la mazorca hasta la punta y se tomó el dato sin hojas y con hojas

**Número de hileras de granos por mazorca.** – De las 10 mazorcas cosechadas se contaron las hileras de granos de cada mazorca y posteriormente se obtuvo la media aritmética.

**Número de granos por hilera.** – Estos datos se obtuvieron de las mismas 10 plantas que fueron tomadas al azar, donde se procedió a realizar las medidas de longitud con la ayuda de un flexómetro, contando el número de hileras y granos por cada una de las mazorcas

**Números de choclos por parcela.** – Este dato se obtuvo haciendo el conteo de todos los choclos presentes en la parcela útil y posteriormente se los clasifico en, Comerciales tipo A, Comerciales tipo B y No comerciales.

**Rendimiento en choclos por parcela y por hectárea.** – Se los clasifico según su tamaño, como choclos grandes comerciales tipo A (> 15 cm), choclos medianos comerciales tipo B (10 a 15 cm) y pequeños o no comerciales (< 10 cm).

**Rendimiento en seco.** – Esta variable se lo expresó en toneladas por hectárea de grano seco al 13% de humedad. Para el efecto, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Rendimiento (t/ha)} = \frac{PC \times (D/100) \times (MS/100)}{87 \times AP}$$

Dónde:

PC = Peso de campo (kg), por parcela.

D = Desgrane (Proporción de grano, expresado en %)

$$\text{Proporción de grano} = \frac{\text{Peso de grano (5 mazorcas)}}{\text{Peso total (5 mazorcas)}}$$

MS = Materia seca de grano cosechado (100-porcentaje de humedad del grano a la cosecha).

87 = Porcentaje de materia seca que contendrá el grano como prueba de uniformidad

AP = Área de la parcela experimental, expresada en metros cuadrados.

**Porcentaje de desgrane.** – Se realizó el peso en gramos de cinco mazorcas seleccionadas al azar de cada unidad experimental y posteriormente fueron

desgranadas y pesados sus granos y posteriormente llevados a porcentaje. Esta actividad se realizó con ayuda de una balanza analítica calibrada en gramos.

**Porcentaje de humedad.** – De las mismas 5 mazorcas utilizadas anteriormente de cada unidad experimental y una vez obtenido el peso del grano, se recogió una muestra y con ayuda de un determinador de humedad portátil exclusivo para maíz se obtuvo el porcentaje de humedad.

**Peso de 1000 granos secos (g).** – Con ayuda de una balanza analítica graduada en gramos se contaron y pesaron 1000 granos recolectados de cada una de las parcelas útiles.

## **7. RESULTADOS**

### **7.1 Porcentaje de Germinación**

La germinación se cumplió al 100% en todas las unidades experimentales, producto del uso de semilla básica de excelente calidad obtenida por el programa de maíz de la estación experimental Portoviejo.

### **7.2 Días de floración masculina**

La floración masculina se dio a los 53 días en todas las unidades experimentales.

### **7.3 Días de floración femenina**

La floración femenina se dio a los 55 días en todas las unidades experimentales

### **7.4 Plantas acamadas de raíz**

No se presentó incidencia de plantas acamadas de raíz en todas las unidades experimentales.

### **7.5 Plantas acamadas de Tallo**

No se presentó incidencia de plantas acamadas de tallo en todas las unidades experimentales

## **A. Variables asociadas al rendimiento de mazorcas en fresco o choclo.**

### **A.1 Estadística descriptiva en variables para producción de mazorcas o choclo**

La Tabla 9 presenta las principales medidas de tendencia central y otras estadísticas descriptivas de 19 variables asociadas al rendimiento en fresco.

**Tabla 9** Estadística descriptiva en 19 variables de rendimiento en mazorcas o choclo.

Variable	n	Media	D.E.	CV	Min.	Máx.	Mediana
Mazorcas Grandes (Comerciales A) /ha	24	30052,08	3138,11	10,44	25000,00	36250,00	30000,00
Longitud (cm) de mazorca con hojas CA	24	39,03	1,50	3,84	35,12	41,90	39,23
Diámetro (mm) de mazorca con hojas CA	24	58,54	1,44	2,46	55,20	61,10	58,73
Peso de choclo con hojas en Kg/ha CA	24	7415,10	1073,76	14,48	5500,00	9325,00	7687,50
Longitud (cm) de mazorca sin hojas CA	24	20,90	0,75	3,59	19,15	22,05	20,93
Diámetro (mm) de mazorca sin hojas CA	24	45,17	0,97	2,15	42,95	47,05	45,30
Peso de choclo Kg sin hojas CA	24	3,17	0,27	8,35	2,70	3,75	3,18
Mazorcas Medianas (Comerciales B) /ha	24	7343,75	2838,80	38,66	0,00	13750,00	7500,00
Longitud (cm) de mazorca con hojas CB	24	31,91	7,01	21,97	0,00	36,20	32,85
Diámetro (mm) de mazorca con hojas CB	24	50,71	10,94	21,57	0,00	56,30	52,90
Peso de choclo con hojas en Kg/ha CB	24	2269,96	834,71	36,77	0,00	3650,00	2262,50
Longitud (cm) de mazorca sin hojas CB	24	17,58	3,91	22,23	0,00	20,30	18,30
Diámetro (mm) de mazorca sin hojas CB	24	42,01	9,02	21,47	0,00	46,90	43,55
Mazorcas Pequeñas (No comerciales) /ha	24	4375,00	1843,02	42,13	0,00	6250,00	5000,00
Longitud (cm) de mazorca con hojas NC	24	29,15	6,82	23,41	0,00	34,70	30,65
Diámetro (mm) de mazorca con hojas NC	24	40,49	10,18	25,15	0,00	51,70	41,30
Longitud (cm) de mazorca sin hojas NC	24	14,15	3,84	27,11	0,00	21,00	14,55
Diámetro (mm) de mazorca sin hojas NC	24	33,20	9,10	27,40	0,00	50,50	34,15
Peso de choclo en Kg/ha NC	24	892,29	452,44	50,68	0,00	1550,00	856,25

CA: Comerciales A, CB, Comerciales B, NC: No comerciales

## A.2 Prueba de normalidad en variables asociadas al rendimiento en mazorcas o choclo

La prueba de normalidad de *Shapiro-Wilks* (modificado) en las variables asociadas al rendimiento en choclo determinó que 13 variables presentan tendencia “normal” y 7 variables tendencia “no normal” (Tabla 10).

Los resultados obtenidos por la prueba de normalidad de *Shapiro-Wilks* indicaron que las variables: Número de mazorcas grandes (Comerciales A) /ha, Longitud (cm) de mazorcas con hojas CA, Diámetro (mm) de mazorca con hojas CA, Peso de choclo con hojas en kg/ha CA, Longitud (cm) de mazorca sin hojas CA, Diámetro (mm) de mazorca sin hojas CA, Peso de choclo en kg sin hojas CA, Número de mazorcas medianas (Comerciales B) /ha, Peso de choclo con hojas en kg/ha CB, Diámetro (mm) de mazorcas con hojas NC, Longitud (cm) de mazorcas sin hojas NC, Diámetro (mm) de mazorcas sin hojas NC y Peso en choclo con hojas en kg/ha NC, presentan una tendencia de distribución normal, mientras las variables: Longitud (cm) de mazorca con hojas CB, Diámetro (mm) de mazorca con hojas CB, Longitud (cm) de mazorca sin hojas CB, Diámetro (mm) de mazorca sin hojas CB, Número de mazorcas pequeñas (No comerciales) /ha, Longitud (cm) de mazorcas con hojas NC, Longitud (cm) de mazorcas sin hojas NC, presentan una tendencia de distribución no normal.

**Tabla 10** Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) en las variables de rendimiento en choclo

Variable	n	Media	p(Unilateral D)
Mazorcas Grandes (Comerciales A) /ha	24	30052,00	0,2982 *
Longitud (cm) de mazorca con hojas CA	24	39,03	0,9071 *
Diámetro (mm) de mazorca con hojas CA	24	58,54	0,8092 *
Peso de choclo con hojas en Kg/ha CA	24	7415,10	0,1648 *
Longitud (cm) de mazorca sin hojas CA	24	20,90	0,4162 *
Diámetro (mm) de mazorca sin hojas CA	24	45,17	0,8579 *
Peso de choclo en Kg sin hojas CA	24	3,17	0,6552 *
Mazorcas Medianas (Comerciales B) /ha	24	7343,80	0,9310 *
Longitud (cm) de mazorca con hojas CB	24	31,91	<0,0001 **
Diámetro (mm) de mazorca con hojas CB	24	50,71	<0,0001 **
Peso de choclo con hojas en Kg/ha CB	24	2269,80	0,6100 *
Longitud (cm) de mazorcas sin hojas CB	24	17,58	<0,0001 **
Diámetro (mm) de mazorca sin hojas CB	24	42,01	<0,0001 **
Mazorcas Pequeñas (No comerciales) /ha	24	4375,00	<0,0001 **
Longitud (cm) de mazorca con hojas NC	24	29,15	<0,0001 **
Diámetro (mm) de mazorcas con hojas NC	24	14,15	<0,0030 **
Longitud (cm) de mazorca sin hojas NC	24	40,49	<0,0001 **
Diámetro (mm) de mazorca sin hojas NC	24	33,20	<0,0030 **
Peso de choclo con hojas en Kg/ha NC	24	892,71	0,1218 *

\*: Tendencia Normal

\*\* : Tendencia no normal

CA: Comerciales A, CB, Comerciales B, NC: No comerciales

### A.3 Variables asociadas al rendimiento de mazorcas o choclo con tendencia normal

#### A.3.1 Número de mazorcas grandes CA/ha

El análisis de varianza (Tabla 11) mostró que no existen diferencias significativas entre los factores principales: Arreglos topológicos (AT) y Dosis de nitrógeno (DN), y su interacción (AT x DN). El AT1 con 31 145,83 mazorcas/ha superó numéricamente con 2187 mazorcas al AT2 que obtuvo 28959 mazorcas/ha, representando esto un 7% de incremento entre los dos niveles. Para el factor Dosis de nitrógeno, el nivel DN2 con 30 468,75 mazorcas/ha obtuvo el valor numérico más alto y un 2% más de mazorcas comerciales A en relación a los

otros dos niveles. para las interacciones en estudio, la interacción AT1 x DN2 con 32 187,50 mazorcas CA/ha presento el mayor valor. El promedio general fue de 30 050,08 mazorcas comerciales A y de coeficiente de variación del 10,66%.

### **A.3.2 Longitud (cm) de mazorcas con hojas CA**

El análisis de varianza (Tabla 11) mostró que no existen diferencias significativas entre los factores principales: Arreglos topológicos (AT) y Dosis de nitrógeno (DN), y su interacción (AT x DN). El AT1 con 39,14 cm superó numéricamente con 0,22 cm AT2 que obtuvo 38,92 cm, representando esto un 1% de incremento entre los dos niveles. Para el factor Dosis de nitrógeno, el nivel DN1 con 39,11 cm obtuvo el valor numérico más alto. Para las interacciones en estudio, la interacción AT1 x DN1 con 39,84 cm presento el mayor valor. El promedio general fue de 39,03 cm y de coeficiente de variación del 3,87%.

### **A.3.3 Diámetro (mm) de mazorcas con hojas CA**

El análisis de varianza (Tabla 11) mostró que no existen diferencias significativas entre los factores principales: Arreglos topológicos (AT) y Dosis de nitrógeno (DN), y su interacción (AT x DN). El AT2 con 58,84 mm superó numéricamente con 0,59 mm al AT2 que obtuvo 58,25 mm, representando esto un 1% de incremento entre los dos niveles. Para el factor Dosis de nitrógeno, el nivel DN2 con 59,02 mm obtuvo el valor numérico más alto. Para las interacciones en estudio, la interacción AT2 x DN3 con 59,24 mm presento el mayor valor. El promedio general fue de 58,55 mm y de coeficiente de variación del 1,99%.

### **A.3.4 Peso de choclo con hojas en kg/ha CA**

El análisis de varianza (Tabla 11) mostró que no existen diferencias significativas entre los factores principales: Arreglos topológicos (AT) y Dosis de nitrógeno (DN), y su interacción (AT x DN). El AT1 con 7 582,29 kg/ha superó

numéricamente con 334,37 kg/ha al AT2 que obtuvo 7 247,92 kg/ha, representando esto un 5% de incremento entre los dos niveles. Para el factor Dosis de nitrógeno, el nivel DN2 con 7667,19 kg/ha obtuvo el valor numérico más alto. Para las interacciones en estudio, la interacción AT1 x DN2 con 8 053,13 kg/ha presentó el mayor valor. El promedio general fue de 7 415,11 kg/ha y de coeficiente de variación del 15,32%.

### **A.3.5 Longitud (cm) de mazorcas CA sin hojas**

El análisis de varianza (Tabla 11) mostró que no existen diferencias significativas entre los factores principales: Arreglos topológicos (AT) y Dosis de nitrógeno (DN), y su interacción (AT x DN). El AT1 con 20,99 cm superó numéricamente con 0,18 cm al AT2 que obtuvo 20,81 cm, representando esto un 1% de incremento entre los dos niveles. Para el factor Dosis de nitrógeno, el nivel DN2 con 21,13 cm obtuvo el valor numérico más alto. Para las interacciones en estudio, la interacción AT1 x DN2 con 21,47 cm presentó el mayor valor. El promedio general fue de 20,90 cm y de coeficiente de variación del 3,27%.

### **A.3.6 Diámetro (mm) de mazorcas CA sin hojas**

El análisis de varianza (Tabla 11) mostró que no existen diferencias significativas entre los factores principales: Arreglos topológicos (AT) y Dosis de nitrógeno (DN), y su interacción (AT x DN). El AT2 con 45,25 mm superó numéricamente con 0,16 cm al AT2 que obtuvo 45,09 mm, representando esto un 1% de incremento entre los dos niveles. Para el factor Dosis de nitrógeno, el nivel DN2 con 45,32 mm obtuvo el valor numérico más alto. Para las interacciones en estudio, la interacción AT2 x DN3 con 45,72 mm presentó el mayor valor. El promedio general fue de 45,17 mm y de coeficiente de variación del 2,16%.

### **A.3.7 Peso de choclo sin hojas en Kg CA**

El análisis de varianza (Tabla 11) mostró que no existen diferencias significativas entre los factores principales: Arreglos topológicos (AT) y Dosis de nitrógeno (DN), y su interacción (AT x DN). El AT2 con 3,19 kg superó numéricamente con 0,04 al AT1 que obtuvo 3,15 kg, representando esto un 1% de incremento entre los dos niveles. Para el factor Dosis de nitrógeno, el nivel DN2 con 3,25 kg obtuvo el valor numérico más alto. Para las interacciones en estudio, la interacción AT1 x DN2 con 3,25 kg presentó el mayor valor. El promedio general fue de 3,17 kg y de coeficiente de variación del 9,00%.

### **A.3.8 Mazorcas Medianas CB/ha**

El análisis de varianza (Tabla 11) mostró que no existen diferencias significativas entre los factores principales: Arreglos topológicos (AT) y Dosis de nitrógeno (DN), y su interacción (AT x DN). El AT1 con 7 604,17 mazorcas/ha superó numéricamente con 520,84 mazorcas/ha al AT2 que obtuvo 7 083,33 mazorcas/ha, representando esto un 7% de incremento entre los dos niveles. Para el factor Dosis de nitrógeno, el nivel DN3 con 7 812,50 mazorcas/ha obtuvo el valor numérico más alto. Para las interacciones en estudio, la interacción AT1 x DN3 con 8 427,50 mazorcas/ha presentó el mayor valor. El promedio general fue de 7 342,75 y de coeficiente de variación del 42,41%.

### **A.3.9 Peso de choclo con hojas en kg/ha CB**

El análisis de varianza (Tabla 11) mostró que no existen diferencias significativas entre los factores principales: Arreglos topológicos (AT) y Dosis de nitrógeno (DN), y su interacción (AT x DN). El AT2 con 2 285,58 kg/ha superó numéricamente con 31,25 kg/ha al AT1 que obtuvo 2 254,17 kg/ha, representando esto un 7% de incremento entre los dos niveles. Para el factor Dosis de nitrógeno, el nivel DN3 con 2 506 kg/ha obtuvo el valor numérico más alto. Para las interacciones en estudio, la interacción AT1 x DN3 con 2 556,25 kg/ha presentó el mayor valor. El promedio general fue de 2 258,33 kg/ha y de coeficiente de variación del 39,75%.

### **A.3.10 Peso de choclo con hojas en kg/ha NC**

El análisis de varianza (Tabla 11) mostró que no existen diferencias significativas entre los factores principales: Arreglos topológicos (AT) y Dosis de nitrógeno (DN), y su interacción (AT x DN). El AT1 con 3 896,88 kg/ha superó numéricamente con 8,34 kg/ha al AT2 que obtuvo 888,54 kg/ha, representando esto un 1% de incremento entre los dos niveles. Para el factor Dosis de nitrógeno, el nivel DN1 con 1 056,25 kg/ha obtuvo el valor numérico más alto. Para las interacciones en estudio, la interacción AT2 x DN1 con 1 056,25 kg/ha presentó el mayor valor. El promedio general fue de 892,71 kg/ha y de coeficiente de variación del 54,16%.

**Tabla 11** Promedios y valor de significación de las principales variables de rendimiento en choclo

Factores	Mazorcas CA							Mazorcas CB		Mazorcas NC
	# Mazorcas	Longitud (cm) CH	Diámetro (mm) CH	Peso Kg CH	Longitud (cm) SH	Diámetro (mm) SH	Peso Kg SH	# Mazorcas	Peso Kg CH	Peso Kg CH
<b>Arreglos Topológicos (AT)</b>										
AT1= 0,6 m entre plantas con 2 plantas por sitio, 52082 plts/ha (T)	24,92 *	39,14 ns	58,25 ns	6,07 ns	20,99 ns	45,09 ns	3,15 ns	6,18 ns	1,80 ns	0,70 ns
AT2= 0,3 m entre plantas con 1 planta por sitio, 52082 plts/ha	23,17 *	38,92 ns	58,84 ns	5,80 ns	20,81 ns	45,25 ns	3,19 ns	5,73 ns	1,83 ns	0,70 ns
<i>p-valor</i>	0,0431	0,7265	0,227	0,1313	0,5212	0,6941	0,7364	0,7018	0,9365	0,9999
<b>Dosis de Nitrógeno (DN)</b>										
DN1= 115 kg/ha (T)	23,88 ns	39,11 ns	58,36 ns	5,79 ns	20,85 ns	44,99 ns	3,16 ns	5,71 ns	1,88 ns	0,81 ns
DN2= 150 kg/ha	24,38 ns	38,98 ns	59,02 ns	6,13 ns	21,13 ns	45,32 ns	3,25 ns	5,75 ns	1,56 ns	0,58 ns
DN3= 180 kg/ha	33,63 ns	39,01 ns	58,26 ns	5,88 ns	20,72 ns	45,21 ns	3,11 ns	6,43 ns	2,00 ns	0,73 ns
<i>p-valor</i>	0,8394	0,9841	0,3925	0,2456	0,4826	0,7973	0,6381	0,8738	0,5074	0,4458
<b>AT x DN</b>										
AT1 x DN1	34,25 ns	39,84 ns	58,43 ns	6,06 ns	21,13 ns	45,32 ns	3,19 ns	5,33 ns	1,90 ns	0,80 ns
AT1 x DN2	35,50 ns	38,76 ns	59,02 ns	6,44 ns	21,47 ns	45,26 ns	3,25 ns	6,25 ns	1,45 ns	0,55 ns
AT1 x DN3	34,50 ns	38,83 ns	57,29 ns	5,70 ns	20,36 ns	44,70 ns	3,02 ns	6,75 ns	2,05 ns	0,78 ns
AT2 x DN1	32,00 ns	38,38 ns	58,29 ns	5,52 ns	20,56 ns	44,66 ns	3,14 ns	6,00 ns	1,85 ns	0,83 ns
AT2 x DN2	31,50 ns	39,20 ns	59,01 ns	5,83 ns	20,79 ns	45,38 ns	3,24 ns	5,25 ns	1,68 ns	0,60 ns
AT2 x DN3	32,75 ns	39,19 ns	59,24 ns	6,05 ns	21,07 ns	45,72 ns	3,20 ns	6,00 ns	1,95 ns	0,68 ns
<i>p-valor</i>	0,4162	0,385	0,1668	0,0589	0,1115	0,2583	0,6874	0,9062	0,8992	0,9078
Promedio	32,42	39,03	58,55	5,93	20,90	45,17	3,17	5,93	1,81	0,71
CV (%)	9,00	3,87	1,99	6,92	3,27	2,16	9,00	45,73	41,73	51,34

ns: Diferencia estadística no significativa

\*: Significativo al 5% de probabilidad

CH: Con hojas, SH: Sin hojas

CA: Comerciales A; CB: Comerciales B;

NC: No comerciales

## **A.4 Variables asociadas al rendimiento de mazorcas o choclo con tendencia no normal**

### **A.4.1 Longitud (cm) de mazorcas con hojas CB**

En el Tabla 12 muestra que la prueba de Friedman determinó dos rangos de significación para la variable longitud (cm) de mazorcas CB donde predominó el T1 (media de 2,00) el T2 (media de 2,50), T3 (media de 5,00), T5 (media de 4,00) Y T6 (media de 3,25) comparten el primer rango y el T4 (media de 4,25) presentó el menor rango.

### **A.4.2 Diámetro (mm) de mazorcas con hojas CB**

En la variable diámetro (mm) de mazorca con hojas CB (Cuadro 12) la prueba de Friedman determinó un solo rango, donde demuestra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

### **A.4.3 Longitud (cm) de mazorcas sin hojas CB**

En la variable longitud (cm) de mazorca sin hojas CB la prueba de Friedman (Tabla 12) determinó un solo rango, donde demuestra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

### **A.4.4 Diámetro (mm) de mazorcas sin hojas CB**

En la variable diámetro (mm) de mazorca CB la prueba de Friedman (Tabla 12) determinó un solo rango, donde demuestra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

### **A.4.5 Número de mazorcas pequeñas NC/ha**

En la variable número de mazorcas pequeñas NC/ha la prueba de Friedman (Tabla 12) determinó un solo rango, donde demuestra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

#### **A.4.6 Longitud (cm) de mazorcas con hojas NC**

En la variable longitud (cm) de mazorcas pequeñas NC la prueba de Friedman (Tabla 12) determinó un solo rango, donde demuestra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

#### **A.4.7 Diámetro (mm) de mazorcas con hojas NC**

En la variable diámetro (mm) de mazorcas con hojas NC, la prueba de Friedman (Tabla 12) determinó 5 rangos de diferencias, donde el T2 (media de 1,50) predomina, seguido del T3 (media 3,25) y T5 (media de 3,50) compartiendo el primer rango de significancia, donde T4 (media de 5,75) obtuvo el menor rango.

#### **A.4.8 Longitud (cm) de mazorcas sin hoja NC**

En la variable longitud (cm) de mazorcas sin hojas NC, la prueba de Friedman (Tabla 12) determinó 6 rangos de diferencias, donde el T2 (media de 1,63) predomina, seguido del T3 (media de 2,63) y T5 (media de 2,75) compartiendo el primer rango de significancia, donde T6 (media de 4,13) y T4 (media de 6,00) obtuvieron el menor rango.

#### **A.4.9 Diámetro (mm) de mazorcas sin hojas NC**

En la variable diámetro (mm) de mazorcas sin hojas NC, la prueba de Friedman (Tabla 12) determinó 4 rangos de diferencias, donde T2 (media de 1.25) predomina, seguido el T3 (media de 3,00) compartiendo el primer rango, y el T4 (media de 5,53), T5 (media de 3,75) y T6 (media de 4,00) obtuvieron el menor rango.

**Tabla 12** Resultados de media de las variables no paramétricas con prueba de Friedman en rendimiento en choclo

Tratamientos	Mazorcas Comerciales B				Mazorcas No comerciales				
	Longitud (cm) CH	Diámetro (mm) CH	Longitud (cm) SH	Diámetro (mm) SH	# Cosechadas/ha	Longitud (cm) CH	Diámetro (mm) CH	Longitud (cm) SH	Diámetro (mm) SH
T1	2,00 a	4,75 a	2,38 a	4,00 a	4,38 a	3,75 a	3,75 b c d e	3,88 b c d	3,38 b c
T2	2,50 a b	3,13 a	2,63 a	2,25 a	3,25 a	3,25 a	1,50 a	1,63 a	1,25 a
T3	5,00 a b	2,00 a	3,25 a	3,63 a	4,00 a	3,75 a	3,25 a b c	2,63 a b	3,00 a b
T4	4,25 b	3,50 a	4,50 a	2,75 a	3,38 a	4,13 a	5,75 e	6,00 f	5,63 d
T5	4,00 a b	4,38 a	4,75 a	4,75 a	3,00 a	2,50 a	3,50 a b c d	2,75 a b c	3,75 b c d
T6	3,25 a b	3,25 a	3,50 a	3,63 a	3,00 a	3,63 a	3,25 a b	4,13 b c d e	4,00 b c d

CH: Con hojas  
SH: Sin hojas

## B. Variables asociadas al rendimiento de grano en seco.

### B.1 Estadística descriptiva en variables para producción de rendimiento de grano seco

La Tabla 13 presenta las principales medidas de tendencia central y otras estadísticas descriptivas de 19 variables asociadas al rendimiento en fresco.

**Tabla 13** Estadística descriptiva en 12 variables de rendimiento de grano en seco.

<b>Variab</b>	<b>n</b>	<b>Media</b>	<b>D.E.</b>	<b>CV</b>	<b>Min.</b>	<b>Máx.</b>	<b>Mediana</b>
Altura de Planta (cm)	24	267,17	12,56	4,70	246,13	292,00	266,30
Altura de inserción de primera Mazorca (cm)	24	137,38	7,49	5,45	125,93	154,80	137,13
Helminthosporium	24	2,13	0,34	15,90	2,00	3,00	2,00
Curvularia lunata	24	2,17	0,38	17,57	2,00	3,00	2,00
Pudrición de mazorcas (%)	24	2,91	3,74	128,42	0,00	12,10	1,55
Diámetro (cm) de tallo	24	29,28	2,21	7,56	25,33	32,13	29,94
Longitud (cm) de Mazorca en seco	24	17,01	1,10	6,47	14,07	19,93	17,10
Diámetro (mm) de Mazorca en seco	24	49,88	2,71	5,44	44,87	52,87	51,10
Número de hileras/Mazorca	24	14,83	0,48	3,25	13,33	15,60	14,93
Número de granos/hileras	24	33,11	1,99	6,01	26,93	36,47	33,57
Peso 1000 semillas (g) 13%	24	340,87	21,46	6,29	297,33	391,36	340,98
Rendimiento (t/ha)	24	6,10	0,70	11,45	4,40	7,80	6,10

### B.2 Prueba de Normalidad para las variables de rendimiento de grano seco

Los resultados obtenidos por Shapiro-Wilks indicaron que las variables Helminthosporium, Curvularia, Pudrición de mazorca (%), diámetro (mm) de tallo, diámetro (mm) de mazorca en seco presentan una distribución no normal, las restantes 7 variables presentan una tendencia de sus datos de distribución normal.

**Tabla 14** Prueba de Shapiro-Wilks (modificado) en las variables en seco

Variable	n	Media	p(Unilateral D)
Altura de Planta (cm)	24	267,17	0,3115 *
Altura de inserción de primera Mazorca (cm)	24	137,38	0,4386 *
Helminthosporium	24	2,13	<0,0001 **
Curvularia lunata	24	2,17	<0,0001 **
Pudrición de mazorcas (%)	24	2,91	<0,0001 **
Diámetro (mm) de tallo	24	29,28	<0,0001 **
Longitud (cm) de Mazorca en seco	24	17,01	0,3591 *
Diámetro (mm) de Mazorca en seco	24	49,88	<0,0001 **
Número de hileras/Mazorca	24	14,83	0,1221 *
Número de granos/hileras	24	33,11	0,3639 *
Peso 1000 semillas (g) 13%	24	340,87	0,5668 *
Rendimiento (t/ha)	24	6,10	0,9904 *

\*: Tendencia Normal

\*\*: Tendencia no normal

### B.3 Variables asociadas al rendimiento de grano en seco con tendencia normal

#### B.3.1 Altura de Planta (cm)

El análisis de varianza (Tabla 15) mostró que no existen diferencias significativas entre los factores principales: Arreglos topológicos (AT) y Dosis de nitrógeno (DN), y su interacción (AT x DN). El AT2 con 268,96 cm superó numéricamente con 3,58 cm al AT1 que obtuvo 265,38 cm, representando esto un 1% de incremento entre los dos niveles. Para el factor Dosis de nitrógeno, el nivel DN2 con 268,03 cm obtuvo el valor numérico más alto. Para las interacciones en estudio, la interacción AT2 x DN1 con 270,20 cm presentó el mayor valor. El promedio general fue de 267,17 cm y de coeficiente de variación del 2,83%.

#### B.3.2 Altura de inserción de mazorca (cm)

El análisis de varianza (Tabla 15) mostró que no existen diferencias significativas entre los factores principales: Arreglos topológicos (AT) y Dosis de nitrógeno (DN), y su interacción (AT x DN). El AT2 con 138,58 cm superó numéricamente con 2,41 cm al AT1 que obtuvo 136,17 cm, representando esto un 1% de

incremento entre los dos niveles. Para el factor Dosis de nitrógeno, el nivel DN2 con 137,88 cm obtuvo el valor numérico más alto. Para las interacciones en estudio, la interacción AT2 x DN1 con 139,08 cm presentó el mayor valor. El promedio general fue 137,38 cm y de coeficiente de variación del 6,06%.

### **B.3.3 Cobertura de mazorca**

La cobertura de mazorca en todos los tratamientos, utilizando la escala del CIMMYT (1985) dio como resultado 2 Regular que cubre apretadamente la punta de la mazorca.

### **B.3.4 Aspecto de mazorca**

El aspecto de mazorca en todos los tratamientos, según la escala del CIMMYT (1985) resultó en 2 definida como Muy Buena.

### **B.3.5 Longitud (cm) de mazorca en Seco**

El análisis de varianza (Tabla 15) mostró que no existen diferencias significativas entre los factores principales: Arreglos topológicos (AT) y Dosis de nitrógeno (DN), y su interacción (AT x DN). El AT1 con 17,22 cm superó numéricamente con 0,46 cm al AT2 que obtuvo 16,79 cm, representando esto un 1% de incremento entre los dos niveles. Para el factor Dosis de nitrógeno, el nivel DN2 con 17,23 cm obtuvo el valor numérico más alto. Para las interacciones en estudio, la interacción AT2 x DN2 con 17,48 cm presentó el mayor valor. El promedio general fue 17,00 cm y de coeficiente de variación del 6,83%.

### **B.3.6 Número de hileras por mazorca**

El análisis de varianza (Tabla 15) mostró que no existen diferencias significativas entre los factores principales: Arreglos topológicos (AT) y Dosis de nitrógeno (DN), y su interacción (AT x DN). El AT1 con 14,86 hileras/mazorca superó numéricamente con 0,06 hileras/mazorca al AT2 que obtuvo 14,80

hileras/mazorca, representando esto un 1% de incremento entre los dos niveles. Para el factor Dosis de nitrógeno, el nivel DN2 con 14,93 hileras/mazorca obtuvo el valor numérico más alto. Para las interacciones en estudio, la interacción AT1 x DN2 con 15,15 hileras/mazorca presentó el mayor valor. El promedio general fue 14,83 hileras/mazorca y de coeficiente de variación del 3,22%.

### **B.3.7 Número de granos por hilera de mazorca**

El análisis de varianza (Tabla 15) mostró que existe diferencia significativa en el factor principal: Arreglos topológicos (AT); pero no en los factores Dosis de nitrógeno (DN), y su interacción (AT x DN). Determinando dos rangos con la prueba de (Tukey 5%) el AT2 con 34,25 granos/hilera superó con 2,27 granos/hilera al AT1 que obtuvo 31,98 granos/hilera, representando esto un 7% de incremento entre los dos niveles. Para el factor Dosis de nitrógeno, el nivel DN2 con 33,44 granos/hilera obtuvo el valor numérico más alto. Para las interacciones en estudio, la interacción AT2 x DN2 con 34,98 granos/hilera presentó el mayor valor. El promedio general fue 33,11 granos/hilera y de coeficiente de variación del 4,94%.

### **B.3.8 Peso de 1000 granos (g)**

El análisis de varianza (Tabla 15) mostró que no existen diferencias significativas entre los factores principales: Arreglos topológicos (AT) y Dosis de nitrógeno (DN), y su interacción (AT x DN). El AT1 con 341,22 g superó numéricamente con 0,69 g al AT2 que obtuvo 340,53 g, representando esto un 1% de incremento entre los dos niveles. Para el factor Dosis de nitrógeno, el nivel DN3 con 343,18 g obtuvo el valor numérico más alto. Para las interacciones en estudio, la interacción AT2 x DN1 con 351,59 g presentó el mayor valor. El promedio general fue 340,87 g y de coeficiente de variación del 5,96%.

### **B.3.9 Rendimiento T/ha**

El análisis de varianza (Tabla 15) mostró que no existen diferencias significativas entre los factores principales: Arreglos topológicos (AT) y Dosis de nitrógeno (DN), y su interacción (AT x DN). El AT2 con 6,31 T/ha superó numéricamente con 0,43 T/ha al AT1 que obtuvo 5,88 T/ha, representando esto un 7% de incremento entre los dos niveles. Para el factor Dosis de nitrógeno, el nivel DN2 con 6,14 T/ha obtuvo el valor numérico más alto. Para las interacciones en estudio, la interacción AT2 x DN1 con 6,63 T/ha presentó el mayor valor. El promedio general fue 6,10 T/ha y de coeficiente de variación del 10,22%.

**Tabla 15** Promedios y valor de significación de las principales variables de rendimiento en grano seco

Factores	Rendimiento de grano seco						
	Alt. Planta	Alt. Mazorca	Longitud de mazorca (cm)	Número de hileras/maz	Número de granos/hileras	Peso 1000 semillas (g) 13%	Rendimiento (t/ha)
Arreglos Topológicos (AT)							
AT1= 0,6 m entre plantas con 2 plantas por sitio, 52082 plts/ha (T)	265,38	136,17	17,22	14,86	31,98	341,22	5,88
AT2= 0,3 m entre plantas con 1 planta por sitio, 52082 plts/ha	268,96	138,58	16,79	14,80	34,25	340,53	6,31
<i>p-valor</i>	0,2647 <i>ns</i>	0,4881 <i>ns</i>	0,94431 <i>ns</i>	0,41598 <i>ns</i>	0,0039 *	0,9351 <i>ns</i>	0,1156 <i>ns</i>
Dosis de Nitrógeno (DN)							
DN1= 115 kg/ha (T)	267,40	137,36	16,57	14,75	32,50	340,36	6,10
DN2= 150 kg/ha	268,03	137,88	17,23	14,93	33,44	339,08	6,14
DN3= 180 kg/ha	266,08	136,89	17,22	14,82	33,40	343,18	6,05
<i>p-valor</i>	0,8704 <i>ns</i>	0,9725 <i>ns</i>	1,4094 <i>ns</i>	0,62086 <i>ns</i>	0,4481 <i>ns</i>	0,9186 <i>ns</i>	0,9612 <i>ns</i>
AT x DN							
AT1 x DN1	264,60	135,63	16,35	14,47	31,13	329,13	5,58
AT1 x DN2	266,33	136,92	16,98	15,15	31,90	344,65	6,10
AT1 x DN3	265,22	135,97	17,05	14,97	32,90	349,87	5,98
AT2 x DN1	270,20	139,08	16,78	15,03	33,87	351,59	6,63
AT2 x DN2	269,73	138,83	17,48	14,70	34,98	333,51	6,18
AT2 x DN3	266,93	137,82	17,38	14,67	33,90	336,49	6,13
<i>p-valor</i>	0,8765 <i>ns</i>	0,9767 <i>ns</i>	2,49312 <i>ns</i>	1,09825 <i>ns</i>	0,4156 <i>ns</i>	0,1759 <i>ns</i>	0,2514 <i>ns</i>
Promedio	267,17	137,38	17,00	14,83	33,11	340,87	6,10
CV (%)	2,83	6,06	6,38	3,22	4,94	5,96	10,22

\*: Significativo al 5% de probabilidad  
 ns: Diferencia estadística no significativa

## B.4 Variables asociadas al rendimiento en seco con tendencia normal

**Tabla 16** Resultados de media de las variables no paramétricas con prueba de Friedman en rendimiento en seco

Tratamientos	<i>Helminthosporium maydis</i>	<i>Curvularia lunata</i>	Diámetro de tallo	Mazorca	
				Diámetro (mm)	Pudrición (%)
T1	3,13 a b c d	2,75 a b c	3,75 a	4,50 a	3,88 a b c
T2	4,63 e	3,50 a b c d e	4,50 a	4,00 a	3,38 a b c
T3	3,13 a b c	2,75 a b	2,75 a	2,63 a	5,13 c
T4	3,13 a b	5,75 f	2,75 a	2,63 a	2,50 a
T5	3,13 a	2,75 a	4,50 a	4,50 a	3,63 a b c
T6	3,88 e	3,50 a b c d	2,75 a	2,75 a	2,50 a b

### B.4.1 Mancha foliar o Tizón de hoja por *Helminthosporium maydis*

Para la enfermedad producida por el HONGO *H. maydis* la prueba de Friedman (Tabla 16) determinó 5 rangos de diferencias, donde el T5 (media de 3,13) predomina, seguido del T1 (media de 3,13), T3 (media de 3,13), T4 (media de 3,13) compartiendo el primer rango de significancia, donde T2 (media de 4,63) y T6 (media de 3,88) obtuvieron el menor rango.

### B.4.2 Mancha foliar *Curvularia* por *Curvularia lunata*

En la variable *C. lunata* la prueba de Friedman (Tabla 16) determinó 6 rangos de diferencias, donde el T5 (media de 2,75) predomina, seguido del T1 (media de 2,75), T2 (media de 3,50), T3 (media de 2,75), T6 (media de 3,50) compartiendo el primer rango de significancia, donde T2 (media de 3,50) y T4 (media de 5,75) obtuvieron el menor rango.

### B.4.3 Mancha foliar Roya por *Puccinia sorgh*

En todas las unidades experimentales destinadas a la evaluación del rendimiento del grano, No se presentó afectación por *P. sorgh*.

#### **B.4.4 Mancha foliar por *Cercospora zae-maydis***

En todas las unidades experimentales destinadas a la evaluación del rendimiento del grano, No se presentó afectación por ***C. zae-maydis***.

#### **B.4.5 Achaparramiento del maíz por *Spiroplasma Kunkelii***

En todas las unidades experimentales destinadas a la evaluación del rendimiento del grano, No se presentó afectación por ***S. Kunkelii***.

#### **B.4.6 Diámetro del tallo**

En la variable diámetro de tallo la prueba de Friedman (Tabla 16) determinó un solo rango, donde demuestra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

#### **B.4.7 Pudrición de mazorcas (%)**

En la variable pudrición de mazorcas (%) la prueba de Friedman (Tabla 16) determinó 3 rangos de diferencias, donde el T4 (media de 2,50) predomina, seguido del T1 (media de 3,88), T2 (media de 3,38), T5 (media de 3,63), T6 (media de 2,50) compartiendo el primer rango de significancia, donde T3 (media de 5,13) obtuvo el menor rango.

#### **B.4.8 Diámetro (mm) de mazorca cosechada en seco**

En la variable diámetro (mm) de mazorca cosechada en seco la prueba de Friedman (Tabla 16) determinó un solo rango, donde demuestra que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos.

## 7.6 Análisis económico

### 7.6.1 Presupuesto parcial de rendimiento en mazorcas en choclo CA y CB

**Tabla 17** Presupuesto parcial de mazorcas comerciales A y B en choclo

Variables	TRATAMIENTO					
	AT1xDN1	AT1xDN2	AT1xDN3	AT2xDN1	AT2xDN2	AT2xDN3
Rendimiento <sup>A</sup> /ha	34,25	35,50	34,50	32,00	31,50	32,75
Rendimiento <sup>B</sup> /ha	5,33	6,25	6,75	6,00	5,25	6,00
Rendimiento ajustado 10% <sup>A</sup>	30,82	31,95	31,05	28,80	28,35	29,48
Rendimiento ajustado 10% <sup>B</sup>	4,80	37,50	6,08	5,40	4,73	5,40
Beneficio bruto \$ /ha <sup>A</sup>	8136,48	8434,80	8197,20	7603,20	7484,40	7781,40
Beneficio bruto \$ /ha <sup>B</sup>	1266,41	9900,00	1603,80	1425,60	1247,40	1425,60
Costo Variables \$ /ha						
Sistema de siembra (Ahoyado)	26,25	26,25	26,25	50,00	50,00	50,00
Nitrógeno	125,00	163,04	195,65	125,00	163,04	195,65
Aplicación de fertilizante (jornal)	26,25	26,25	26,25	50,00	50,00	50,00
Total de costos variables \$/ha	177,50	215,54	248,15	225,00	263,04	295,65
Beneficio neto \$ /ha <sup>A</sup>	7958,98	8219,26	7949,05	7378,20	7221,36	7485,75
Beneficio neto \$ /ha <sup>B</sup>	1088,91	9684,46	1355,65	1200,60	984,36	1129,95

Precio de campo 264 \$ T

Jornal 15 \$

<sup>A</sup> Mazorca comercial tipo A

<sup>B</sup> Mazorca comercial tipo B

### 7.6.2 Análisis marginal de rendimiento en mazorcas en choclo CA

**Tabla 18** Análisis marginal en choclo de mazorcas comerciales A de tratamientos no dominados en interacción de arreglos topológicos y dosis de nitrógeno

Tratamiento	Beneficios netos	Costos variables	Incremento marginal de beneficio neto	Incremento marginal de costos variables	tasa de retorno marginal %
AT2xDN3	295,65	7485,75	32,61	264,39	12,33
AT2xDN2	263,04	7221,36	14,89	727,69	2,05
AT1xDN3	248,15	7949,05	23,15	570,85	4,06
AT2xDN1	225,00	7378,20			

### 7.6.3 Análisis marginal de rendimiento en mazorcas en choclo CB

**Tabla 19** Análisis marginal en choclo de mazorcas comerciales B de tratamientos no dominados en interacción de arreglos topológicos y dosis de nitrógeno

Tratamiento	Beneficios netos	Costos variables	Incremento marginal de beneficio neto	Incremento marginal de costos variables	tasa de retorno marginal %
AT2xDN1	225,00	1200,60	23,15	155,05	14,93
AT1xDN3	248,15	1355,65	14,89	371,29	4,01
AT2xDN2	263,04	984,36			

#### 7.6.4 Presupuesto parcial de rendimiento en grano seco

**Tabla 20** Presupuesto parcial en seco de dos arreglos topológicos y tres dosis de nitrógeno

Variables	TRATAMIENTO					
	AT1xDN1	AT1xDN2	AT1xDN3	AT2xDN1	AT2xDN2	AT2xDN3
Rendimiento T/ha	5,58	6,10	5,98	6,63	6,18	6,13
Rendimiento ajustado 15%	4,74	5,19	5,08	5,64	5,25	5,21
Beneficio bruto \$ /ha	1252,15	1368,84	1341,91	1487,77	1386,79	1375,57
Costo Variables \$ /ha						
Sistema de siembra (Ahoyado)	26,25	26,25	26,25	50,00	50,00	50,00
Nitrógeno	125,00	163,04	195,65	125,00	163,04	195,65
Aplicación de fertilizante (jornal)	26,25	26,25	26,25	50,00	50,00	50,00
Total de costos variables \$/ha	177,50	215,54	248,15	225,00	263,04	295,65
Beneficio neto \$ /ha	1074,65	1153,30	1093,76	1262,77	1123,75	1079,92
Precio de campo 264 \$ T						
Jornal 15 \$						

#### 7.6.5 Análisis marginal de rendimiento en grano seco

**Tabla 21** Análisis marginal en seco de tratamientos no dominados en interacción de arreglos topológicos y dosis de nitrógeno

Tratamientos	Beneficios netos	Costos variables	Incremento marginal de beneficio neto	Incremento marginal de costos variables	tasa de retorno marginal %
AT2xDN1	1262,77	225,00	109,47	9,46	1157,21
AT1xDN2	1153,30	215,54	78,65	38,04	206,75
AT1xDN1	1074,65	177,50			

## 8 DISCUSIÓN

Es poca la información estadística y artículos científicos realizados alrededor de materiales de grano blanco para el consumo directo de su mazorca a nivel de América latina. En Ecuador, el INIAP presenta dos variedades con características de alta calidad de proteína (QPM) y un híbrido, por ello, que este trabajo presenta su relevancia en la generación de tecnología alrededor de los arreglos topológicos y nutrición.

La floración masculina y femenina de 53 y 55 días presenta una muy buena sincronización entre estas estructuras reproductivas y no fue influenciada por los arreglos topológicos ni por las dosis de nitrógeno, lo cual determina que el ritmo fenológico de la variedad de maíz NUTRICHOCLO INIAP 543-QPM para estas variables se mantiene constante y más bien responde a las características genéticas/fisiológicas del material, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Limongi *et al.* (2019) en Ecuador y Gómez *et al.* (2003), en variedades de libre polinización provenientes de la Población Across y por Reyes *et al.* (2004), con el híbrido INIAP H-601; ambos materiales se caracterizan por tener germoplasma de la raza Tuxpeño.

Los resultados en altura de planta de 267,17 cm con la variedad INIAP 543 – QPM fueron superiores a los obtenidos por Palma (2015), Martínez *et al.* (2004) y Paz (2009) cuando se utilizaron dosis de Nitrógeno entre 185 a 270 kg/ha, contrario a lo mencionado por Benavides y Siles (1990) quienes indican que existe una tendencia lineal positiva entre la cantidad de Nitrógeno aplicado y la altura de planta.

La altura de inserción de mazorca es un factor íntimamente relacionado con los rendimientos del cultivo (Celiz y Duarte 1996) y los 137,38 cm obtenidos en esta investigación son similares a los estudios realizados por Palma (2015); superando a los obtenidos por Martínez (2004) y Paz (2009), en contraposición a lo que menciona Martínez (2004) que un aumento en la población causa un incremento en la altura de inserción a la primera mazorca.

Adicionalmente, la altura de planta está muy correlacionado con la altura de inserción de la mazorca, en donde la relación óptima está dada en índices entre

0,5 a 0,6 (CIMMYT 1995). INIAP 543-QPM en el presente estudio alcanzó un índice de 0,51, similar al obtenido por Limongi *et al.* (2019) con 0,54 y superiores a las variedades QPM V-537C y V-538C con índices de 0,42 y 0,41 descritas por Gómez *et al.* (2003).

En número de mazorcas/ha cosechadas no se encontraron diferencias significativas entre los factores, y su interacción, el promedio general obtenido de 30 050,08 mazorcas es inferior al reportado por Limongi *et al.* (2019). En las variables longitud de mazorcas en choclo con y sin hojas, no se evidenciaron diferencias significativas entre los factores estudiados y su interacción, siendo los valores promedios encontrados de 39,03 cm (con hojas) y de 20,90 cm (sin hojas) más bajos a los obtenidos por Rodríguez (2013); sin embargo, superan a los obtenidos por Rodríguez (2014) y Tejada (2015). En relación a los factores estudiados los resultados obtenidos para esta variable no concuerdan con lo mencionado por López (1991) sobre la disminución de la longitud de mazorca cuando se incrementa el número de planta por sitio y lo expresado por Camacho y Bonilla (1999) sobre el incremento en la longitud de la mazorca al aumentar los niveles de nitrógeno.

Para las variables diámetro de mazorca en choclo con y sin hojas, no se detectaron diferencias significativas entre los factores y su interacción, y el valor promedio establecido con hojas (58,55 mm) es similar al evidenciado por Rodríguez (2013); mientras que el promedio general sin hojas (45,17 mm) es inferior al reportado por el mismo autor, pero supera a los logrados por Rodríguez (2014) y Tejada (2015).

En la variable longitud de mazorca en seco, no hubo diferencias significativas en los factores e interacción; el promedio general encontrado de 17,00 cm es similar a los resultados obtenidos por Palma (2015) y Martínez (2004), respectivamente; y superior al establecido por Valerazo (2017). El diámetro de mazorca en seco, no mostró diferencia significativa en los factores e interacción, presentando un promedio general de 49,88 mm valor similar a los reportados por Palma (2015).

En la variable número de hileras por mazorca, no se encontraron diferencias significativas en los factores e interacción, el promedio general obtenido (14,83)

es menor al expresado por Rodríguez (2013), y mayor al de Palma (2015) con niveles de Nitrógeno superiores a 185 kg/ha. En número de granos por hilera se encontró diferencias significativa en el factor arreglos topológicos, donde una planta por sitio en AT2 incrementó el número de granos en relación a dos plantas por sitios de AT1, lo que se explica posiblemente por la superposición de la masa aérea (Loomis & Connor 2002) que influye en la polinización y posterior llenado de granos (Casanova *et al.* 2012); así como a la competencia de las plantas por radiación solar, agua y nutrientes (Alvadi *et al.* 2005; Alvarez 2011; Velez 2019); Los valores promedios encontrados en AT2 de 34,25 granos por hilera superan a los obtenidos por Martínez (2004) con una densidad mayor (62 500 plt/ha), lo que concuerda con Flores y Durán (1997) quienes señalan que a medida que se aumentan las densidades poblacionales decrece el número de granos por hilera. En cuanto al factor dosificación de nitrógeno los resultados obtenidos en esta variable no concuerdan con lo mencionado por Lemcoff y Loomis (1986) sobre la influencia del nitrógeno en la calidad, cantidad y tamaño de los granos.

Uno de los componentes del rendimiento del grano es el peso de la semillas y en este sentido los factores e interacciones en estudio no influyeron en la variable peso de 1000 semillas con valores promedios de 340,87, valores menores a los reportados por Alarcón (2018) y Limongi *et al.* (2019) con 373 g esta misma variedad y a los obtenidos por Egeuz *et al.* 2019 (400 g) y Reyes *et al.* (2004) (412 g) con híbridos de grano blanco y amarillo en su orden; posiblemente influido en el uso de otros arreglos espaciales a nivel de monocultivos.

El rendimiento de grano seco en t/ha no fue influenciado por los factores e interacciones en estudio, con un promedio general de 6,09 t/ha, similares a los rendimientos descritos por Limongi *et al* (2019) con 6,30 t/ha en condiciones tropicales de Manabí e inferiores en condiciones del Trópico húmedo presente en la provincia de Los Ríos con rendimientos de 2,9 t/ha.

En México Martínez (2004) y Perú Tejada (2015) obtuvieron similares rendimientos a este estudio, sin embargo, Palma (2015) reporta menores rendimientos; todos estos estudios fueron realizados con densidades poblacionales de 100 000 plts/ha.

Referente a la rentabilidad de grano parecería que el uso de un arreglo topológico con mayor distancia entre planta con la colocación de dos semillas por sitio permite reducir un poco los costos de producción, así como el uso de 150 kg N/ha genera las condiciones para que los procesos fisiológicos se realicen con buena eficiencia, todo aquello definido en el supuesto de un uso eficiente de los recursos hídricos constantes, nutrición base con micronutrientes y fraccionamiento del nitrógeno, el manejo de insectos plagas sin reducción de la lámina foliar, todos estos elementos de una u otra forma contribuyeron para evitar el estrés de la planta y producir rendimientos mayores o similares aun a muchos híbridos convencionales aún con una densidad poblacional menor.

## 9 CONCLUSIONES

- No existió influencia de los arreglos topológicos y dosis de nitrógeno sobre el rendimiento en fresco y seco de la variedad de maíz blanco QPM INIAP 543.
- No existe influencia de los arreglos topológicos sobre las variables en estudio, excepto en la variable número de granos por hilera (Seco), donde el factor AT2 (0,3 m entre plantas con 1 planta por sitio, 52082 plts/ha) muestra la cantidad mayor con 34,25 granos.
- De acuerdo a los resultados obtenidos las dosis de Nitrógeno no tienen influencia sobre las variables evaluadas, tanto en la producción en fresco y de grano seco.
- En el análisis económico, el cálculo de presupuesto parcial determina que el arreglo topológico de 0,6 m entre plantas con 2 plantas por sitio y dosis de Nitrógeno de 150 kg/ha se ajusta menor a la economía de pequeños y medianos productores.

## **10 RECOMENDACIONES**

- Repetir el experimento en época lluviosa con los mismos sistemas de arreglos topológicos y niveles de dosificación de nitrógeno, para comparar los resultados obtenidos con la presente investigación.
- En base a los resultados sería importante generar información sobre nuevas evaluaciones de estudio bajo diferentes zonas del Litoral ecuatoriano.
- Realizar nuevas investigaciones con diferentes sistemas de arreglos topológicos y niveles de nutrientes.

## 11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, G; Escalante, E; Rodriguez, G; & Fucikovsky, Z. 2002. Materia seca, rendimiento y corriente geofitoeléctrica en girasol. *Revista Terra* 20:277-284 pp.
- Aguilar, L; Escalante, J; Fucikovsky, L; Tijerina, L; Mark, E. 2005. Area foliar, tasa de asimilación neta, rendimiento y densidad de población en girasol. *Terra Latinoamericana* 23(3): 303 – 310 pp.
- Alarcón, D. 2018. INIAP 528: Variedad de maíz blanco con alta calidad de proteína para consumo en choclo. INIAP - MAG. Estación Experimental Portoviejo. Programa de Maíz. Plegable 102. Cuarta reimpresión
- Alarcón, D. Limongi; R. Zambrano, E; Navarrete, J. 2019. Desarrollo de una variedad de maíz tropical de grano blanco con calidad de proteína para consumo en fresco. Programa de Maíz EE Portoviejo. *Avances en Ciencias e Ingenierías* 11 (17), 30 - 39.
- Alarcón, D; Limongi, R; Zambrano, E; Navarrete, J. 2017. Avances en la formación de una variedad de maíz tropical de grano blanco con calidad de proteína para consumo en choclo. INIAP - MAG. Estación Experimental Portoviejo. Programa de Maíz EE Portoviejo. In. *Archivos académicos USFQ. Memorias de la XXIII reunión latinoamericana del maíz*. Quevedo, Ecuador. ISSN 2528-7753. No 9. 81 p.
- Alfonso G; Mero J. 2018. Efectividad de fuentes nitrogenadas de liberación controlada sobre el rendimiento del maíz amarillo duro en el valle del Rio Carrizal. Tesis Ing. Agr. (En línea). Ecuador. Consultado 21 de ago. 2019.

Disponível en:  
<http://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/871/TTA5.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Alvadi, A; Nilson, G. 2005. Reducao do espacamento entre fileiras: beneficios y limitacoes. Revista Plantio Directo. Brasil. p 2-3.

Álvarez, M; Álvarez, H. 2018. Parametros hídricos: cultivo de maíz en el Valle de Joa, Ecuador. Ecuador. 137 p.

Alvarez, R; Steinbach, H.S; Alvarez, C.R; Grigera, S. 2003. Recomendaciones para la fertilización nitrogenada de trigo y maíz en la pampa ondulada. Informaciones Agronómicas. 18: 14-19 pp.

Alvarez. 2011. La densidad optima en condiciones no limitantes, distinta para variedades diferentes. FAO.

Aruta, M. 2011. Evaluación agronómica de la densidad de siembra en habas de crecimiento determinado (*Vicia faba L.* var. Major), en Valdivia, Región de Los Ríos, Universidad Austral de Chile. Chile. p 53.

Barker, A; Pilbeam, D. 2007. Handbook of plant nutrition, Florida, United States. Taylor & Francis Group, LLC. 662p.

Below, F.E. 2004. Fisiología, nutrición y fertilización nitrogenada de maíz. Informaciones Agronómicas 54:3-9.

- Benavides, D; Siles, R. 1990. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno, fraccionamientos y momentos de aplicación sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays L.*) Variedad NB – 6. Tesis Ing. Agr, Universidad Nacional Agraria Managua. Nicaragua. 54p
- Bonatti, R; Calvo, S; Giancola, S; Centeno. M. Lacovino, R; Jaldo, M. 2014. Análisis cualitativo de los factores que afectan a la adopción de tecnología en los cultivos de soja y maíz de la provincia de San Luis.
- Bonilla, N. 2009. Manual de recomendaciones de técnicas: cultivo de maíz. INTA. San José.
- Boves, M; Lugo, Y; Castillo, R; Gutiérrez, W. 1993. Efecto de la densidad de siembra y el método de control de malezas sobre yuca *Manihot esculenta* Crantz variedad “Tempranita”, en suelos de la altiplanicie de Maracaibo. Universidad de Zulia. Venezuela. 33 p.
- Camacho, J. Bonillas, R. 1999. Efecto de tres niveles de nitrógeno y tres densidades poblacionales sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*) Var NB-6. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua, 63 p.
- Casanova, L; Solarte, J; Checa, O. 2012. Evaluación de cuatros densidades de siembra en siete líneas promisorias de arveja arbustiva (*Pisum sativum L.*). Revista de Ciencias Agrícolas 29(2): 129-140 pp.
- CIMMYT. 1985. Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de maíz de polinización libre. El Batán, México. 11p

- CIMMYT. 1995. Manejo de los ensayos e informe de los datos para el Programa de Ensayos Internacionales de Maíz del CIMMYT. México, D.F
- Cirilo, A. 2004. Manejo de la densidad y distancia entre surcos en maíz. En INTA, Rendimiento del cultivo de maíz, INTA. Buenos Aire, Argentina. 128-133 pp.
- Cool, G; Mero, J. 2018. Efectividad de fuentes nitrogenadas de liberación controlada sobre el rendimiento del maíz amarillo duro en el Valle del Rio Carrizal. ESPAM. Tesis. Ing. Agro. (En línea). Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/871/TTA5.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cruz. 2013. secretaria de agricultura y ganadería dirección de ciencia y tecnología agropecuaria. Manual para el cultivo del maíz en Honduras. Honduras. p 200.
- De la Cruz, E; Cordoba, H; Estrada, M; Mendoza, J; Gómez, A; Brito, N. 2009. Rendimiento de grano de genotipos de maíz sembrados bajo tres densidades de población. Universidad y Ciencia 25(1):93-98.
- Deras, H; Mejía C; Montano, J. 2019. Comportamiento agronómico de híbridos de maíz de endosperma blanco normal y alto contenido nutricional. Honduras. CENTA.
- Eguez Moreno, JF; Pintado, PW; Ruilova Narvaez, FL; Zambrano Mendoza, JL; Villavicencio Linzán, JP; Caicedo Villafuerte, MB; Alarcón Cobeña, FD; Zambrano Zambrano, EE; Limongi Andrade, JR; Yáñez Guzmán, CF; Narro, LA; San-Vicente, FM. 2019. Desarrollo de un híbrido de maíz de

grano blanco para consume en fresco en Ecuador. Desarrollo de un híbrido de maíz de grano blanco en Ecuador. INIAP - CIMMYT. ACI, avances en ciencias e ingenierías.

ESPAC. 2019. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria continua. Ecuador.

Fageria, N. 2009. The use of nutrients in crop plants. Florida, United State. Taylor & Francis Group, LLC. 448 p.

Fageria, N; Baligar, V. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. Adv. Agron. 88: 94-187 pp.

FAO. 2002. Los fertilizantes y su uso. En línea: <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>. 83 p.

FAO. 2017. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. En línea: <http://www.who.int/nutrition/publications/foodsecurity/state-food-security-nutrition-2017-fullreport-es.pdf?ua=1>. 144 p.

FENALCE. Historia e importancia del maíz. Valle del Alto Magdalena. Forteco Ltda. 2010. p. 1- 32.

Flores, A; Griselda, M. 2013. El cultivo de maíz y su futuro: una visión desde la perspectiva campesina en comunidades rurales de la sierra Motozintla. México.

Forero, A; & Ligarreto, A. 2009. Evaluación de dos sistemas de tutorado para el cultivo de la arveja voluble (*Pisum sativum* L.) en condiciones de la Sabana de Bogotá. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 3(1): 81-94 pp.

Flores, M; & Durán L. 1997. Efecto de niveles de nitrógeno y tres densidades de siembra sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de tres variedades de maíz (*Zea mays* L.). Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria Managua, Nicaragua. 50 p.

García, J; Cervantes, F; Ramírez, J; Aguirre, C; Rodríguez, G; Ochoa, F; Mendoza, M. Determinación de lisina, triptófano y proteína en germinados de maíz criollo y QPM Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 8, núm. 4, mayo-junio, 2017, pp. 877-890 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México, México

García, J; Espinoza, J. 2009. Efecto del fraccionamiento del nitrógeno en la productividad y en la eficiencia agronómica de macronutrientes en maíz. Informaciones Agronomicas 72: 1-5 pp.

Gargicevich, A. 2002. Efecto de la irregularidad en el espaciamiento interplantas en la línea de siembra sobre el rendimiento del maíz. INTA. Argentina.

Gómez, M; Sierra, M; Cantú, A; Rodríguez, F; Manjarrez, M; González, M; Espinosa, A; Betanzos, E; Córdova, H; Caballero, F; Turrent, A; García, A; Ramírez. 2003. Genovevo V-537C y V-538C, nuevas variedades de maíz con alta calidad de proteína para el trópico mexicano Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 26, núm. 3. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México. 213-214 pp.

Gutiérrez, R. 2012. Systems Biology for Enhances Plant Nitrogen Nutrition. Science 336(6089): 1673-1675 pp.

- Hernández, J; Jaramillo, J; Espinosa, A; Peña, B; Díaz, R; Sierra, M. (2018). Indicadores económicos en el uso de semilla de maíz de calidad normal y proteica (QPM) en Veracruz. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(4), 865-870.
- INEC. 2017. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC. 23 p.
- Ireta, M. 1988. Enfermedades del Maíz, Frijol, Trigo y Papa. Centro de Fitopatología. Colegios de Postgraduados. Montecillo. México. 84p.
- Ishii, S; Ikeda, S; Minamisawa, M; Senoo, K. 2011. Nitrogen cycling in rice paddy environments: pasta achievements and future challenge. *Microbes Environ.* 26: 282-292 pp.
- Isobe, K; Ohte, N. 2014. Ecological perspectives on microbes involved in N-cycling. *Microbes Environ.* 29 4-16 pp.
- Kresovic, B; Tolimir, M; Pajic, Z. 1997. Growing of sweet corn as a second or stubble crop. *J. of Sci. Agric. Aes.* 48:23-30.
- Lafitte, H. 1994. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical. Guía de campo. México. CYMMYT. p 122.
- Lemcoff, J; Loomis, R. 1986. Nitrogen influences on yield determination in maize. *Crop Sci.* 26:1017-1022.
- Lemcoff, J; Loomis, R. 1994. Nitrogen and density influence on silk emergence, endosperm development and grain yield in

Limongi, R; Alarcón, D; Zambrano, E. 2019. Variedad INIAP 543-QPM con la calidad de proteína para el consumo en choclo en el litoral ecuatoriano. Portoviejo, Ecuador. INIAP, Estación Experimental Portoviejo. Plegable n° 444.

Loomis, R; & Connor, D. 2002. Ecología de cultivos: Productividad y manejo en sistemas agrarios. Mundi-Prensa, España. p 593.

López, B. 1991. Cultivos herbáceos. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

López, F; López, L; López, R. 2001. La densidad de plantas en el cultivo. Revista Agricultura. España. 849:196-199 p.

MAG. 2018. Maíz. Cadenas agro productivas

Maya, L; Ramírez, D. 2002. Respuesta de híbridos de maíz a la aplicación de potasio en diferentes densidades de población. Rev. Fitotec. Mex. 25(4): 333-338.

Martínez M, Pérez 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, Masatepe, Masaya. Tesis Facultad de agronomía. Programa recursos genéticos nicaragüenses. Universidad Nacional Agraria. Disponible en; <http://repositorio.una.edu.ni/1919/1/tnf01m385e.pdf>.

Mendoza-Elos, M; Mosqueda-Villagómez, C, Rangel-Lucio, C, Alfonso López-B, Rodríguez-Herrera, S, Latournerie-Moreno, L; Moreno-Martinez, E.

Densidad de población y fertilización nitrogenada en la clorofila, materia seca y rendimiento de maíz normal y QPM. *Agric. Téc. Méx* [online]. 2006, vol.32, n.1, pp.89-99. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0568-25172006000100009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172006000100009&lng=es&nrm=iso). ISSN 0568-2517.

Miranda, E. 2018. Fertilización química con micronutrientes en el híbrido de maíz, INIAP H-603 en Lodana, Cantón Santa Ana, Provincia de Manabí. Tesis. Ing. Agr. Ecuador. (En línea). Disponible en: <https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/1962/1/ULEAM-AGRO-0046.pdf>

Molina, E. s.f. Análisis de suelos y su interpretación. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Costa Rica.

Motato, N; Pincay, J; Avellan, M; Falcones, V; Aveiga, V. 2016. Fertilización de Híbrido experimental de Maíz INIAP H603, con base en la eficiencia agronómica del nitrógeno. Calzeta, Manabí.

Nielson, RL. 1988. Influence of hybrids and plant density on grain yield and stair breakage in corn growth in 15- inch row spacing. *J. Prod. Agric.* 190-195

Olalde, V; Escalante, J; Sánchez, P; Chávez, L; Mastache, A; Carreño, E. 2000. Crecimiento y distribución de biomasa en girasol en función del nitrógeno y densidad de población en clima cálido. *Revista Terra Latinoamericana*.

Ortega, E.; Villega, E. and Vasal, S. K. 1986. A comparative study of protein changes in normal and quality protein maize during tortilla making. *Cereal Chem.* 63:446-451.

Ospina R. 2015. Manual técnico de cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas.

Palma, J. 2015. Efecto fertilización con NPK sobre el rendimiento de dos híbridos experimentales de maíz (*Zea mays L.*). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. Tesis Ing. Agr. (En línea). Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/jspui/bitstream/43000/10/1/T-UTEQ-0001.pdf>

Pérez, A; Carew, L; Battey, N. 2005. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo de la fres cv Elsanta. *Bioagro*. 17(1): 11-15 pp.

Quesada, G; Hernández, B (2013). Obtención de la curva de extracción nutrimental del híbrido de tomate Fb-17. *Revista Terra latinoamericana*. 31(1) 2 p.

Quiroga, A; Bono, A. 2012. Manual de fertilidad evaluación de suelos. La pampa, Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 162 p. .

Reta, D.G; Mascorro, G.A; Carillo J.S. 2003. Rendimiento y componentes del rendimiento de maíz en respuesta a arreglos topológicos. México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Vol. 26. Pp 75-80.

Reyes, P. 1985. *Fitogenotecnia Básica y Aplicada*. Primera edición. AGT. Editor, S.A. México D.F. 384–460p.

Reyes, S; Alarcón, D; Carrillo, R; Carvajal, T; Cedeño, N; Castillo, C. 2004. INIAP-H-601 Híbrido de maíz para condiciones de ladera del trópico seco

ecuatoriano. Portoviejo, Ecuador. INIAP, Estación Experimental Portoviejo. Plegable n° 201.

Ritchie, S; Hanway J. 1982. How a corn plant develops. Iowa State University of science and technology. Cooperative extensión service ames. Special Report N 48.

Rodriguez-Sosa; Breno, A; Vivas, G; Samanta, Y. 2018. Eficiencia de uso del nitrógeno en maíz fertilizado de forma orgánica y mineral. Costa Rica. Agronomía Mesoamericana. Vol 29. Consultada 21 de ago. 2019. Disponible en: [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v29n01\\_207.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v29n01_207.pdf)

Rodríguez, J. 2013. Comportamiento agronómico de cinco híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en estado de choclo cultivados a dos distancias de siembra. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias. Tesis Ing. Agr (En línea). Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2901/1/Tesis%20en%20Ma%c3%adz%20Jaime%20Rodriguez.pdf>

Rodríguez, E. 2014. Evaluación agronómica de cinco híbridos de maíz (*Zea mays*. L) en estado de choclo cultivados con dos poblaciones de siembra, en la zona de Balzar. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias. Tesis Ing. Agr (En línea). Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6059/1/RODRIGUEZRodriguezELIO.pdf>

Rojas, R; Gutiérrez, W; Esparza, D; Medina, B; Villalobos, Y; Morales, L. 2007. Efecto de la densidad de plantación sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de la yuca *Manihot esculenta* Crantz, bajo las condiciones

agroecológicas de la Altiplanicie de Maracaibo. Revista de la Facultad de Agronomía. 24(1): 94-112 p.

Salhuana, W; Valdez, A; Scheuch, F; Davelouis, J. 2004. Cincuenta años del Programa Cooperativo de Investigaciones en Maíz (PCIM), 1953- 2003. Programa Cooperativo de Investigaciones de Maíz, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 537 p.

Salvagiotti, D; Ferraguti, F; Manila, A. 2012. Respuesta a la fertilización y eficiencia en el uso del nitrógeno en maíz de siembra tardía sobre diferentes antecesores utilizando inhibidores de ureasa. Informaciones Agronómicas. 8: 1-5 pp.

Sangoi, L. 2000. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. Ciencia Rural, Santa Maria. 31(1): 159-158.

Sangoquiza, C. 2011. Selección de cepas de Azospirillum spp. Como biofertilizante de Zea mays, L. bajo estrés salino. Cuba.

Sotomayor, R; Chura, J; Constantino, C; Sevilla, R; Sevillano, R. 2017. Fuentes y dosis de nitrógeno en la productividad del maíz amarillo duro bajo dos sistemas de siembra. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Anales Científicos. 78(2): 232-240 p.

Stamp, P; Schowchong, S; Menzi, M; Weingarther, U; Kaiser, O. 2000. Increase in the yield of cytoplasmic male sterile maize revisited. Crop. Sci. 40:1586-1587

Tisdale, S; Nelson, W. (1991). Fertilidad del suelo y fertilizantes. Editorial Limusa S.A. México.

Tejada, J. 2015. Efecto de densidades de siembra en el rendimiento de grano de maíz (*Zea mays* L.) variedad opaco malpaso en el centro experimental agrícola III, Los Pichones Tacna, 2015. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna. Tesis Ing. Agr (En Línea). Disponible en: [http://www.tesis.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1812/834\\_2015\\_tejada\\_jimenez\\_ia\\_fcag\\_agronomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.tesis.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1812/834_2015_tejada_jimenez_ia_fcag_agronomia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

USDA. 2019. United State Department of Agriculture.

Vallone, P; Gudelj, V; Galarza, C; Masiero, B; Vranicich, C; Nebrada, J. 2010. Ensayo de densidad y distancias de siembra en maíz. INTA. Estacion Experimental Marcos Juárez. Argentina. p 11 – 15. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-10\\_1.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-10_1.pdf)

Vega, M; Escalante, E; Sánchez, G; Ramírez, A; & Cuenca, A. 2001. Asignacion de biomasa y rendimiento de girasol con relación al nitrógeno y densidad de población. Revista Terra 19:75-81 pp.

Velez, M. 2019. Efecto de tres distancias de siembra en tres híbridos de maíz (*Zean mays* L.). Tesis Ing. Agr. (En línea). Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/38350/1/V%C3%A9lez%20Bartzola%20Miguel%20%C3%81ngel.pdf>

Villao, G. 2018. Comercialización de maíz (*Zea mays* L.) en el cantón Ventanas. Provincia de los Ríos. Tesis. Ing. Agr. Universidad de Guayaquil. (En línea). Ecuador. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/27064/1/Villao%20Valle%20Gabriel%20Michael.pdf>

Yáñez, C; Zambrano, J; Caicedo, M. 2013. Guía de producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras. Ecuador. Iniap. Programa de maíz p 28.

Zanabria, K. 2015. Efecto de arreglo topológico sobre el rendimiento de variedades de frijol arbustivo, Chimal Tenango. Tesis. Ing., Agr. Universidad Rafael Landívar. (En línea). Guatemala. Disponible en: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/17/Zanabria-Karen.pdf>