

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE TRES DENSIDADES DE
SIEMBRA DE MAÍZ (*Zea Mays*) DEKALB 7508, BAJO CONDICIONES
DEL VALLE DEL SANTA

PRESENTADO POR Bach. ALBORNOZ COTRINA VICTOR MANUEL

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2020

CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR DE TESIS

Damos la conformidad del presente Informe, desarrollando el cumplimiento del objetivo propuesto y presentado conforme al Reglamento General para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa(R.N° 492-2017-CU-R-UNS) titulado:

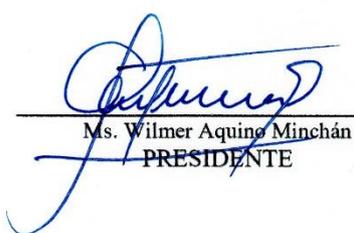
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
INGENIERÍA AGRÓNOMA:

“COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA DE MAIZ (Zea mays) DEKALB 7508, BAJO CONDICIONES DEL VALLE DEL SANTA”

TESISTA:

BACHILLER : ALBORNOZ COTRINA VICTOR MANUEL

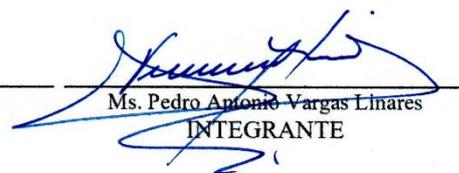
Nuevo Chimbote, noviembre 12 de 2020



Ms. Wilmer Aquino Minchán
PRESIDENTE



Ms. José Ismael Pérez Cotrina
SECRETARIO



Ms. Pedro Antonio Vargas Linares
INTEGRANTE

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL INFORME FINAL DE TESIS

Siendo las 6:00 p.m. del día 12 de noviembre del año dos mil veinte, el Jurado Evaluador integrado por los docentes: Ms. Wilmer Aquino Minchán (Presidente), Ms. José Ismael Pérez Cotrina (Secretario), Ms. Pedro Antonio Vargas Linares (Integrante), en cumplimiento a la Resolución N°155-2020-UNS-CFI y Resolución Decanal N° 377-2020-UNS-FI, mediante la plataforma virtual ZOOM, en concordancia con la Directiva N° 003-2020-UNSVRAC, aprobada con Resolución N° 306-2020-CU-R-UNS de fecha 12.06.2020, se da inicio a la sustentación de la Tesis titulada: **“COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA DE MAIZ (Zea mays) DEKALB 7508, BAJO CONDICIONES DEL VALLE DEL SANTA”**, presentado por el Bachiller: VICTOR MANUEL ALBORNOZ COTRINA, código N° 201115017, quien fue asesorado por el Ms. Pedro Antonio Vargas Linares, según Resolución Decanal N° 230-2018-UNS-FI.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran aprobar:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
ALBORNOZ COTRINA VICTOR MANUEL	16	DIECISÍS

Siendo las 7:00 p.m. del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, noviembre 12 de 2020



Ms. Wilmer Aquino Minchán
PRESIDENTE



Ms. José Ismael Pérez Cotrina
SECRETARIO



Ms. Pedro Antonio Vargas Linares
INTEGRANTE

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi familia la cual ha sido mi pilar fundamental en los proyectos que me he trazado como persona; muchos de mis éxitos se lo debo a ustedes, incluyendo este, ya que, con su apoyo y palabras de aliento y amor, he podido terminar este arduo trabajo.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a todas aquellas personas que han colaborado con la realización de esta tesis, entre los que pueden destacar mi familia, amigos y compañeros de estudio.

De igual manera, quiero agradecer a mi alma mater, la Universidad Nacional del Santa y en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, por darme la oportunidad de formarme como profesional de la ingeniería, así como darme todas las herramientas para el desarrollo de la tesis.

Igualmente quiero agradecer al Ms. Pedro Antonio Vargas Linares, quien colaboró a desarrollar mi tema de tesis y lograr mi meta, gracia por su tiempo, su apoyo y palabras de orientación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN	15
1.1.	Antecedentes	15
1.1.1.	Antecedentes internacionales	15
1.1.2.	Antecedentes nacionales	17
1.2.	Formulación del problema	20
1.3.	Objetivos	23
1.3.1.	Objetivo general	23
1.3.2.	Objetivos específicos	23
1.4.	Formulación de hipótesis	23
1.5.	Justificación	23
1.6.	Limitaciones del trabajo.....	24
II.	MARCO TEÓRICO	26
2.1.	Maíz	26
2.1.1.	Origen.....	26
2.1.2.	Clasificación taxonómica	27
2.1.3.	Descripción de la planta	29
2.1.4.	Preparación del suelo	31
2.1.5.	Sistema de riego	32
2.1.6.	Siembra.....	35
2.1.7.	Plagas y enfermedades del maíz	41
2.2.	Rendimiento.....	45
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	47
3.1.	Ubicación experimento	47
3.2.	Materiales.....	48
3.2.1.	Equipos.....	48
3.2.2.	Herramientas e insumos	48
3.2.3.	Materia prima e insumos	48
3.3.	Toma de datos y variables de estudio	49
3.3.1.	Toma de datos	49
3.3.2.	Variable dependiente.....	49
3.3.3.	Variable independiente.....	49

3.3.4.	Croquis del área experimental y disposición.....	50
3.3.5.	Tratamientos.....	50
3.3.6.	Población.....	51
3.3.7.	Muestra.....	51
3.3.8.	Parámetros a evaluar	51
3.4.	Metodología	53
3.4.1.	Manejo del experimento.....	53
3.5.	Análisis de datos	56
3.5.1.	Modelo aditivo lineal	56
3.5.2.	Hipótesis.....	56
3.5.3.	Análisis de varianza	57
3.5.4.	Estructura de los datos para ANOVA de una vía de clasificación.....	57
3.5.5.	Regla de decisión	58
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	59
4.1.	Resultados.....	59
4.2.	Discusión de resultados.....	56
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
VII.	ANEXOS.....	65

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Clasificación del género Zea de la Tribu Maydeae del hemisferio occidental y el género Tripsacum.	28
Cuadro 2: Principales características morfológicas del híbrido de maíz amarillo duro.	31
Cuadro 3: Principales características de los fertilizantes más utilizados.	36
Cuadro 4: Tabla de las tres densidades de siembra representadas por los tratamientos.....	51
Cuadro 5: La tabla ANOVA para el proyecto.	57
Cuadro 6: Estructura de los datos para ANOVA.....	57
Cuadro 7: Parámetros evaluados para las tres repeticiones del tratamiento T1 densidad de siembra. Distanciamiento: surco (50 cm) x 1 planta (22 cm).....	59
Cuadro 8: Características físicas de la mazorca obtenida para las tres repeticiones del tratamiento 1. Distanciamiento: surco (50 cm) x 1 planta (22 cm).	60
Cuadro 9: Parámetros de rendimiento de la siembra de maíz para las tres repeticiones del tratamiento T1. Distanciamiento: surco (50 cm) x 1 planta (22 cm).....	60
Cuadro 10: Parámetros evaluados para las tres repeticiones del tratamiento T2 densidad de siembra. Distanciamiento: surco (50 cm) x 1 planta (18 cm).....	61
Cuadro 11: Características físicas de la mazorca obtenida para las tres repeticiones del tratamiento T2. Distanciamiento: surco (50 cm) x 1 planta (18 cm).....	61
Cuadro 12: Parámetros de rendimiento de la siembra de maíz para las tres repeticiones del tratamiento 2. Distanciamiento: surco (50 cm) x 1 planta (18 cm).	62
Cuadro 13: Parámetros evaluados para las tres repeticiones del tratamiento T3 densidad de siembra. Distanciamiento: surco (80 cm) x 1 planta (16 cm).....	62
Cuadro 14: Características físicas de la mazorca obtenida para las tres repeticiones del tratamiento T3. Distanciamiento: surco (80 cm) x 1 planta (16 cm).	63
Cuadro 15: Parámetros de rendimiento de la siembra de maíz para las tres repeticiones del tratamiento T3. Distanciamiento: surco (50 cm) x 1 planta (18 cm).....	63
Cuadro 16: Parámetros evaluados para las tres repeticiones del tratamiento T0 densidad de siembra. Distanciamiento: surco (80 cm) x 2 planta (30 cm).....	64
Cuadro 17: Características físicas de la mazorca obtenida para las tres repeticiones del tratamiento T0. Distanciamiento: surco (80 cm) x 2 planta (30 cm).....	64
Cuadro 18: Parámetros de rendimiento de la siembra de maíz para las tres repeticiones del tratamiento 4. Distanciamiento: surco (80 cm) x 2 planta (30 cm).	65

Cuadro 19: Análisis de varianza (ANOVA) de los rendimientos promedio obtenidos para diferentes densidades de siembra.....	67
Cuadro 20: Prueba de Tukey para los rendimientos promedio obtenidos para diferentes densidades de siembra.	51
Cuadro 21: Análisis de varianza (ANOVA) de las rentabilidades promedio obtenidos para diferentes densidades de siembra.....	53
Cuadro 22: Prueba de Tukey para las rentabilidades promedio obtenidos para diferentes densidades de siembra.	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Principales características morfológicas del híbrido de maíz amarillo duro.....	34
Figura 2: Efecto del rendimiento en maíz con diferentes dosis de Nitrógeno en tres híbridos triple-stack, double-stack single-stack.	38
Figura 3: Efecto de la rotación de cultivos.	39
Figura 4: Disposición de las parcelas experimentales.	50
Figura 5: Rendimiento promedio de los tratamientos de densidad de siembra para la obtención de maíz.....	65
Figura 6: Rentabilidad promedio de los tratamientos de densidad de siembra para la obtención de maíz.....	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Características físicas de la mazorca obtenida para las tres repeticiones del tratamiento 1.	65
Anexo 2: Características físicas de la mazorca obtenida para las tres repeticiones del tratamiento 2.	67
Anexo 3: Características físicas de la mazorca obtenida para las tres repeticiones del tratamiento 3.	69
Anexo 4: Características físicas de la mazorca obtenida para las tres repeticiones del tratamiento 0.	71
Anexo 5: Diseño de bloque completo al azar para el análisis de varianza (ANOVA) del rendimiento y rentabilidad promedio.	73
Anexo 6: Gráfico de caja del rendimiento del maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i>) híbrido dekalb 7508 y los tratamientos de densidad de siembra.	74
Anexo 7: Gráfico de caja de la rentabilidad del maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i>) híbrido dekalb 7508 y los tratamientos de densidad de siembra.	74
Anexo 8: Desarrollo del ciclo del cultivo de maíz desde la a, b) preparación del terreno; c, d y e) siembra mecanizada de maíz dekalb 7508 a diferentes densidades; g) fumigación, h) fertilización; i) etapa V8 del cultivo; j) etapa R3 del cultivo, y, k) madurez fisiológica del cultivo.	75
Anexo 9: Evaluación en campo de punto de cosecha, a) toma de muestra y b) selección de mazorcas al azar.	76
Anexo 10: Evaluación de grano para determinar el punto de cosecha (punto negro).	76
Anexo 11: Cosecha de los tratamientos en campo: a) cosecha de mazorcas en 10 metros lineales de cada tratamiento y b) conteo de plantas a cosecha por tratamiento.	77
Anexo 12: Secado de los tratamientos para llegar a los 15.5% de humedad de grano para realizar las mediciones planteadas en el proyecto.	77
Anexo 13: Conteo de mazorcas por tratamiento para determinar el número de mazorcas por tratamiento y determinar la prolificidad de los tratamientos.	78
Anexo 14: Medición con caliper digital el a) largo de la mazorca y b) ancho de la mazorca para determinar los rendimientos de los tratamientos.	78

Anexo 15: Determinación de la humedad de grano con humidímetro de grano **a)** al momento de cosecha y **b)** 10 días después del secado para llegar al punto óptimo de 15.5% de humedad para la venta y así poder determinar el rendimiento por tratamiento.....79

Anexo 16: Pesado de los tratamientos en balanza gramera: **a)** pesado de mazorca; **b)** pesado de grano por mazorca, y, **c)** pesado de tusa para determinar la producción de los tratamientos.....79

RESUMEN

La presente investigación titulada: “Comparativo del rendimiento de tres densidades de siembra de maíz (*Zea mays*) dekalb 7508, bajo condiciones del Valle del Santa”, se efectuó en el centro de investigaciones “Fundo Santa Rosa” de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la Universidad Nacional del Santa. El objetivo principal fue: evaluar el rendimiento de tres densidades de siembra mecanizada de maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508, bajo condiciones del Valle del Santa.

Se realizó con el híbrido de maíz: dekalb 7508, con tres distancias de siembra, cuyas combinaciones resultaron tres tratamientos y tres repeticiones, se utilizó el diseño experimental diseño de bloque completo al azar (DBCA). Para la comparación de las medias se utilizó la prueba de Tukey con 95% de probabilidad. Se estudiarán en total seis parámetros, a saber: Altura de la mazorca y prolificidad, número de hileras por mazorca, número de grano por hilera, longitud de mazorca, peso de 1000 granos, rendimiento y rentabilidad.

Como resultado se obtuvo que el mejor tratamiento fue el T1, con un rendimiento promedio igual a 18 826.99 kg/ha y una rentabilidad promedio de 52.66%, observándose diferencias significativas con respecto al tratamiento denominado testigo del agricultor (T0), para el rendimiento se obtuvo un valor 15 109.80 kg/ha (significancia de 0,021) y para la rentabilidad un valor de 40.99% (significancia de 0,041). Por otro lado, el tratamiento que obtuvo el menor rendimiento promedio y la menor rentabilidad promedio fue el T3, con valores iguales a 11549.52 kg/ha y 22.89% respectivamente, estos resultados también tuvieron diferencia significativa al ser comparados con el T0, para el rendimiento se obtuvo una significancia de 0,027 y para la rentabilidad fue 0,004. Con respecto al tratamiento T2, se obtuvo un rendimiento promedio de 16 125.31 kg/ha y una rentabilidad de 44.47%, sin evidenciarse diferencias significativas con respecto al T0.

Palabras clave: Maíz, densidad, siembra, rendimiento y rentabilidad.

ABSTRACT

The present research entitled: "Comparative of the yield of three densities of sowing corn (*Zea mays*) dekalb 7508, under conditions of the Santa Valley", was carried out in the research center "Fundo Santa Rosa" of the Professional School of Agricultural Engineering of the National University of the Santa. The main objective was: to evaluate the yield of three densities of mechanized planting of hybrid hard yellow corn (*Zea mays*) dekalb 7508, under Santa Valley conditions.

It was carried out with the hybrid of corn: dekalb 7508, with three sowing distances, whose combinations resulted in three treatments and three repetitions, it was used the experimental design of complete randomized block design (DBCA). For the comparison of means, Tukey's test was used with 95% probability. A total of six parameters were studied, namely Ear height and prolificacy, number of rows per ear, number of grains per row, ear length, weight of 1000 grains, yield and profitability.

As a result, it was obtained that the best treatment was T1, with an average yield equal to 18 826.99 kg/ha and an average profitability of 52.66%, with significant differences observed with respect to the treatment called farmer's control (T0), for the yield a value of 15 109.80 kg/ha was obtained (significance of 0,021) and for the profitability a value of 40.99% (significance of 0,041). On the other hand, the treatment that obtained the lowest average yield and the lowest average profitability was the T3, with values equal to 11 549.52 kg/ha and 22.89% respectively, these results also had significant difference when compared with the T0, for the yield was obtained a significance of 0,027 and for the profitability was 0,004. With regard to the T2 treatment, it was obtained an average yield of 16 125.31 kg/ha and a profitability of 44.47%, without significant differences with respect to the T0.

Keywords: Corn, density, sowing, yield and profitability.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedentes internacionales

Zamora (2019) en su investigación titulada “*Densidad y distanciamiento entre hileras sobre el desarrollo y crecimiento de un nuevo híbrido de maíz en la zona de Quevedo*”, (tesis pre – grado), Universidad Técnica de Babahoyo – Ecuador. El objetivo de la investigación fue mejorar la rentabilidad del cultivo de maíz utilizando diferentes densidades y distanciamientos a través de la optimización de las labores culturales. El diseño de la investigación que se utilizó fue experimental-inductivo-deductivo en bloques completamente al azar, con parcelas subdivididas, las parcelas grandes fueron las densidades (50 000; 60 000 y 70 000 plantas/ha) y las pequeñas los tratamientos de distanciamiento (70 cm, 80 cm, 90 cm entre hileras) entre las plantas e hileras con 18 tratamientos y 4 réplicas. Se obtuvieron los mayores rendimientos al aumentar la densidad de plantas/ha y reducir los distanciamientos, consiguiéndose que el mejor rendimiento fue 7.4 t/ha, con una combinación de 70 000 plantas/ha y 70 cm, mientras que la mejor tasa de retorno marginal fue de 467.45 %, obtenida por la combinación de 70 000 plantas/ha y 70 cm.

Masaquiza & Cruz (2016) en su investigación titulada “*Valoración del rendimiento de maíz (Zea mays) en relación con la aplicación de biodegradantes en el sector la isla, Cantón Cumandá*”, (tesis pre – grado), Universidad Técnica de Ambato, Ambato – Ecuador. El objetivo de la investigación fue establecer la relación de la aplicación de dos biodegradantes orgánicos durante el periodo de productividad del cultivo de maíz. El diseño de la investigación que se utilizó fue experimental - explicativo en bloques completos al azar, la muestra estuvo compuesta por 3 parcelas divididas en 12 subparcelas cada una, cada parcela estuvo compuesta por cuatro surcos con separación entre sí de 1 metro constante y la longitud de los surcos es de 4 metros. La investigación presento los siguientes resultados: el coeficiente de variación obtenido fue de 29.24%, aceptable para procesos

experimentales, ello demuestra que los productos “Digestor y Maíz cat”, no influyen en la altura de la planta de maíz; no se presentaron diferencias significativas en la longitud de la mazorca de maíz entre los niveles de los tratamientos en las dosis de fertilizantes anteriormente mencionados (coeficiente de variación de 6.68%, aceptado en trabajos experimentales). El estudio concluyó que no se registraron resultados estadísticamente significativos en las variables: altura de planta, tamaño y peso de la mazorca y número de granos, variables que están determinadas por las características genéticas del tipo de maíz, puesto que estos biodegradantes utilizados no fueron favorables en el proceso de investigación.

Ortiz (2016) en su investigación titulada “*Evaluación de la Respuesta del Maíz (Zea mays L.) ante cambios en la Densidad de Siembra y Dosis de Nitrógeno*”, (Artículo científico), Universidad Nacional de Itapúa, Itapúa – Paraguay. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada y tres densidades de siembra sobre el rendimiento del maíz. El diseño de la investigación que se utilizó fue experimental - explicativo en bloques completos al azar, la muestra estuvo compuesta por 1 parcela divididas en 8 subparcelas, las dosis fueron las siguientes: Nitrógeno: 0 kg/ha, 80 kg/ha y 150 kg/ha consideradas subparcelas y las densidades: 35 mil plantas/ha, 55 mil plantas/ha y 75 mil plantas/ha consideradas como parcela principal. La investigación presentó los siguientes resultados: el mayor rendimiento se obtuvo con la combinación de 150 kg/ha y 55 mil plantas/ha. El estudio concluyó que el nitrógeno y las distintas densidades de siembra son considerados entre los principales factores que tienen alta influencia respecto al rendimiento de maíz.

Sandoval (2016) en su investigación titulada “*Evaluación agronómica de dos híbridos de maíz (Zea mays L.) cultivados con tres distancias de siembra*”, (tesis pre – grado), Universidad de Guayaquil – Ecuador. El propósito de la investigación fue evaluar el efecto de dos híbridos de maíz, con tres distancias de siembra, para el mejoramiento en el rendimiento del cultivo. El diseño de la investigación que se utilizó fue experimental, con un diseño de bloques completamente al azar, con 6 tratamientos y 4 réplicas, la muestra estuvo compuesta por 24 parcelas, se estableció como distanciamiento de hileras 60 cm, la longitud de la hilera de 6 m y

5 hileras por parcelas. La investigación presento como resultados: El mejor rendimiento obtenido fue el tratamiento uno, es decir, el híbrido Dass 3383 con un valor de 13 100 kg/ha, con un distanciamiento de siembra 60 cm x 50 cm. Por otro lado, la mayor rentabilidad obtenida fue del tratamiento 5 siendo igual a 189%, con una relación beneficio-costo de 2.89, con un punto de equilibrio igual a USD 1.65 y un retorno de inversión de USD 22.00.

Chérrez (2015) en su investigación titulada “*Evaluación de dos distancias de siembra y tres niveles de fertilización con N, P, K, en el cultivo de maíz (Zea mays L.)*”, (tesis pre – grado), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador. El objetivo de la investigación fue identificar el efecto de tres niveles con fertilización de N, P, K, en los diferentes estados del ciclo del maíz. El diseño de la investigación que se utilizó fue experimental - explicativa en bloques completos al azar, la muestra estuvo compuesta por 6 parcela dividida en 11 subparcelas, cada parcela estuvo compuesta por cinco surcos con separación entre sí de 1 metro constantes y la longitud de los surcos es de 5 metros. La investigación presento los siguientes resultados: la diferencia mínima significativa para el % de emergencia, estableció la existencia de 2 niveles, notándose mayor % de emergencia en la distancia de siembra de 1 metro por 1 metro con un valor de 79.38 % ubicándose en el nivel A; mientras que la distancia de siembra de 80 cm por 50 cm se ubicó en el nivel B con un valor de 64.92 %. El estudio concluyó que las distancias de siembra 1 metro por 1 metro y 80 cm por 50 cm no están relacionadas en el rendimiento del cultivo de maíz (chazo), debido a que presentan valores no significativos respecto al análisis de la varianza.

1.1.2. Antecedentes nacionales

Fernandez (2019) en su investigación titulada “*Evaluación del rendimiento de tres variedades de maíz amarillo duro (Zea mays L.) bajo tres densidades de siembra en el Centro Poblado Ñunya Jalca, Distrito Bagua Grande – Amazonas, 2018*”, (tesis pre – grado), Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas – Perú. El objetivo fue evaluar del rendimiento de tres variedades de maíz amarillo duro (*Zea mays L.*) bajo tres densidades de siembra en

el centro poblado Ñunya Jalca, distrito de Bagua Grande, Amazonas, 2018. Se instaló el experimento bajo un DBCA con diseño factorial 3x3, con 9 tratamientos y 5 bloques. Para evaluar los parámetros agronómicos, se tomaron 8 plantas de los tres surcos centrales, Los datos que tuvieron una distribución normal se analizaron bajo un ANOVA y la prueba Tukey al 5% de significación y los que no tuvieron distribución normal se analizaron con la prueba no paramétrica de Friedman. El T6 (DEKALB 7508 y densidad de siembra de 60 cm x 25 cm) fue el que obtuvo el mayor rendimiento (14.50 t/ha), además presentó características agronómicas superiores respecto a los otros tratamientos. El T9 (Marginal 28 T y densidad de siembra de 60 cm x 25 cm) obtuvo un rendimiento de (12.28 t/ha) y el T3 (variedad local y densidad de siembra de 60 cm x 25 cm) obtuvo un rendimiento de (8.34 t/ha); En conclusión, la mejor opción si se quiere incrementar el rendimiento es la variedad DEKALB 7508 y una densidad de siembra de 60 cm x 25 cm.

Chumpitaz (2018) en su investigación titulada “*Densidades de siembra y dos variedades de maíz amarillo duro (Zea mays l.) con abono foliar en la localidad de La Molina*”, (tesis pre – grado), Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú. El objetivo de la investigación fue evaluar las características de dos híbridos de maíz amarillo duro: PM – 213 y EXP – 05 bajo tres densidades de siembra y la aplicación de fertilizante foliar. El diseño de la investigación que se utilizó fue experimental - explicativo en bloques completos al azar, la muestra estuvo compuesta por 4 parcelas dividida en 12 subparcelas cada una, cada parcela estuvo compuesta por seis surcos con separación entre sí de 0.8 metros constantes y la longitud de los surcos es de 7.2 metros. La investigación presento los siguientes resultados: no se encontró significancia estadística para el factor densidad de siembra, variedades, abono foliar, así como las interacciones densidad por abono foliar, variedad por abono foliar y la interacción densidad por variedad por abonamiento foliar. El estudio concluyó que el mayor rendimiento obtenido fue con la variedad EXP-05 cuando se siembra a la densidad de 83 333 plantas/ha y sin abono foliar con 10.28 toneladas por ha.

Rodríguez (2018) en su investigación titulada “*Efecto del número de plantas por golpe, a diferentes distanciamientos entre golpes, en el rendimiento de dos híbridos de maíz amarillo duro Zea mays L. (Poaceae)*”, (tesis pre – grado), Universidad

Privada Antenor Orrego, Trujillo – Perú. El objetivo de la investigación fue determinar el efecto de dos densidades de siembra en el rendimiento de dos híbridos de maíz amarillo duro (H1: INIA 605 y H2: DK 7508) a partir de diferentes distanciamientos entre golpes y número de plantas por golpe: 15 cm (1 planta/golpe), 20 cm (1 planta/golpe), 30 cm (2 plantas/golpe) y 40 cm (2 plantas/golpe) a una distancia entre surcos de 75 cm. El diseño de la investigación que se utilizó fue experimental - explicativo en bloques completos al azar, la muestra estuvo compuesta por 4 parcela dividida en 8 subparcelas cada una, cada parcela estuvo compuesta por cuatro surcos con separación entre sí de 75 cm constantes y la longitud de los surcos es de 5 metros. La investigación presento los siguientes resultados: el híbrido que obtuvo el mayor rendimiento fue el DK 7508 con un rendimiento promedio de 13.36 toneladas/ha, la cual superó estadísticamente al INIA 605 que solo alcanzó un rendimiento promedio de 6.66 toneladas/ha. El estudio concluyó que no existe diferencia respecto al rendimiento de grano empleado para sembrar una planta por golpe cada 15 cm y dos plantas por golpe cada 30 cm; ya que ambas opciones arrojan una densidad de 88 867 plantas/ha. Igualmente, del mismo modo para la siembra cada 20 cm (1 planta/golpe) y cada 40 cm (2 plantas/golpe), que originan una densidad de 66 667 plantas/ha.

Berrú (2015) en su investigación titulada *“Efecto de la modalidad y época de cosecha en el rendimiento del híbrido de maíz amarillo duro (Zea mays L.) PM - 212”*, (tesis pre – grado), Universidad Nacional de Piura, Piura – Perú. El objetivo de la investigación fue determinar la modalidad de cosecha más adecuada, para el rendimiento del híbrido de maíz. El diseño de la investigación que se utilizó fue experimental - explicativo en bloques completos al azar, la muestra estuvo compuesta por 8 parcelas dividida en 5 subparcelas cada una, cada parcela estuvo compuesta por cuatro surcos con separación entre sí de 1 metros constantes y la longitud de los surcos es de 6 metros. La investigación presento los siguientes resultados: el análisis físico - químico del suelo, demostró que se trata de un suelo de textura franco - arenosa, con 70% de arena, 22% de limo y 8% de arcilla; concluyendo que suelo es apropiado para el cultivo de maíz; con respecto al contenido de materia orgánica y de nitrógeno total, los valores fueron 1.10% y 0,06% respectivamente; lo cual ha afectado al cultivo de maíz. El estudio concluyó que respecto al rendimiento de maíz grano (modalidad doblado) superó a la

modalidad cortado en un rango de 2.60 toneladas/ha; referente a las interacciones se determinó respuestas significativas respecto al rendimiento de grano, longitud y diámetro de mazorca, peso de 100 granos y materia seca total/planta.

Astopilco (2015) en su investigación titulada “*Efecto de tres dosis de bioestimulante en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L. hibr. Dow 2B688) en Pacasmayo – La Libertad*”, (tesis pre – grado), Universidad Nacional de Trujillo, Guadalupe – Perú. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de dos bioestimulantes en el rendimiento de maíz amarillo duro. El diseño de la investigación que se utilizó fue experimental - explicativo en bloques completos al azar, la muestra estuvo compuesta por 8 parcelas dividida en 5 subparcelas cada una, cada parcela estuvo compuesta por cuatro surcos con separación entre sí de 1.20 metros constantes y la longitud de los surcos es de 5 metros. La investigación presento los siguientes resultados: el análisis de la varianza indica que los tratamientos no muestran significancia y que todos los tratamientos produjeron el mismo efecto respecto a los días de floración (0,6141), altura de la planta (0,6099), longitud de mazorca (0,6484). El estudio concluyó que las dosis de bioestimulante evaluadas, no produjeron efecto en el rendimiento con significancia estadística es el peso de tusa; sin embargo, esta no tiene relevancia ya que no es considerado parte de los componentes del rendimiento.

1.2. Formulación del problema

El maíz es considerado entre los principales alimentos a nivel mundial, debido a la diversidad de su aprovechamiento, no solo con el fruto, sino también con el resto de los componentes. A ello se le suma que con el pasar de los años, la superficie apta para el cultivo vegetal va disminuyendo, por ello es necesario tener en consideración la densidad de la siembra, para poder optimizar el rendimiento, así como también el uso adecuado del híbrido y el buen manejo de los aspectos climatológicos.

Mediante el artículo publicado en el portal web Agritotal de Argentina en setiembre del 2018, hace referencia a las principales prácticas de manejo de cultivos, entre las cuales menciona la definición de la densidad de plantas, que es la que permite

aprovechar recursos al máximo, la mejor época de siembra (considerar la región y el año en particular) y la elección del híbrido son de vital importancia en el cultivo. Además, agrego que la empresa KWS inicio un programa de mejoramiento genético (2017) en la cual implemento un sistema de evaluaciones de híbridos experimentales, la cual tiene el objetivo de determinar el mejor posicionamiento (fecha de siembra, densidad, entre otros aspectos), por ejemplo, si se estima 7 toneladas/ha, se puede convertir en 70 000 plantas/ha de un híbrido de espigas de 100 g o en 55 000 plantas/ha con espigas de 130 g de granos en promedio (Agritotal, 2018, p.1).

Según el artículo publicado en el portal web Voces en marzo del presente año, indica que el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) en coordinación con el GORE de San Martín, están promoviendo el desarrollo de nuevas tecnologías de mejora respecto al maíz, con el objetivo de obtener material genético con optimas características de producción y productividad, además el gobernador regional indico que en San Martín existen 44 mil hectáreas dedicadas al cultivo del maíz, pero la mayor problemática que afecta a los agricultores es el bajo nivel del rendimiento, la cual arroja apenas 2100 kg/ha, un indicador bajo considerando el rendimiento de otras regiones del país (Voces, 2019, p.1).

De acuerdo al analisis de la publicación en la sección Sociales del Diario La Republica en octubre del 2018, indica que en el centro poblado Huacapongo (provincia de Virú) fueron capacitados en el manejo del cultivo maíz, la capacitación consta en brindar información respecto al sembrío y producción del mega híbrido INIA 619 (posee una amplia adaptación en la costa y la selva), la cual se ha convertido en una gran alternativa para los productores de la región La Libertad, esto debido a su alto rendimiento (11 - 13 toneladas/ha) a la vez, por su doble aprovechamiento: grano y forraje (La República, 2018, p.1).

El cultivo principal de la provincia del Santa viene a ser el maíz con 14 000 – 15000 ha sembradas/año con rendimientos muy diferenciados en algunas zonas desde 8 - 12 toneladas/ha, pero muy pocas superan estas producciones a diferencia de otros

países que ya vienen aplicando tecnologías para mejorar el sistema de producción, esto ha permitido incrementar los rendimientos exponencialmente.

Los problemas del rendimiento de maíz en la provincia del Santa son debido a muchos factores manejables en el cultivo como: selección del híbrido, clima, fertilización, densidades entre otros, pero aun así los agricultores son reacios a los cambios de tecnologías que ya se vienen aplicando en otros lugares para lograr incrementar el rendimiento de maíz.

La provincia del Santa es conocida también como “*Callejón de Huaylas*”, es un valle aluvial ubicado en la cordillera de los andes (Región de Ancash), formado por el recorrido del río Santa desde su origen en la laguna Altoandina de Conococha hasta el Cañón del Pato. Este valle fundamenta su economía en la agricultura, siendo los principales productos que cosecha el arroz, la caña de azúcar, y el maíz, siendo este último, uno de los productos agrícolas que ha venido generando mayor importancia en los últimos años por su incremento en la demanda, pero a la vez, presenta un menor rendimiento, debido a diversos factores que vienen perjudicando su producción, entre los cuales se menciona: la hibridación, las densidades de siembra y fuentes de fertilización, que agregándole la carencia de conocimiento, preparación, y posibilidad tecnológica vienen generando un bajo rendimiento por hectárea.

De igual manera, es importante tener en consideración que los agricultores, trabajan las tierras como en la época incaica (actualmente se apoyan de equipos modernos como los tractores), en el sentido de que, elaboran surcos de 80 cm, en los que siembran a palana con 2 semillas de maíz con una medida equidistante de 30 a 35 cm entre plantas o golpes (agujeros), no aprovechando de manera eficiente el terreno disponible, de esta manera se afecta al rendimiento final de la plantación, siendo este el problema que se busca corregir.

De esta manera se considera que, es de vital importancia realizar un comparativo del rendimiento de tres densidades de siembra mecanizada de maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508, bajo condiciones del Valle del Santa.

¿Cuál es el efecto de las densidades de siembra mecanizada en el rendimiento del cultivo de maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508, bajo condiciones del Valle del Santa?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el rendimiento de tres densidades de siembra mecanizada de maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508, bajo condiciones del Valle del Santa.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la densidad de siembra en surcos de 50 cm y 80 cm de ancho sobre el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508, bajo condiciones del Valle del Santa.
- Determinar el efecto de la densidad de siembra en surcos de 50 cm y 80 cm de ancho sobre la rentabilidad del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508, bajo condiciones del Valle del Santa.

1.4. Formulación de hipótesis

Ho: Las tres densidades de siembra mecanizada afectan el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido Dekalb 7508, bajo condiciones del Valle del Santa.

Ha: Una de las tres densidades de siembra mecanizada afectan el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido Dekalb 7508, bajo condiciones del Valle del Santa.

1.5. Justificación

El presente estudio se justifica por la necesidad de implementar innovadoras y eficientes técnicas respecto al cultivo de maíz en la provincia del Santa, ya que

actualmente este cultivo es considerado como una fuente económica accesible para los agricultores de la zona. A ello se suma que el maíz es un cereal bien considerado en el mercado por su amplia diversidad de consumo, desde su forma de harina en la alimentación de la población, así como en la alimentación en animales, donde el grano es utilizado como el principal componente en la dieta de las aves, vacunos y porcinos. Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, en la provincia del Santa el rendimiento del maíz no está bien posicionado, esto debido a su rendimiento 8 a 12 toneladas/ha aproximadamente en comparación con otras zonas del país donde la producción supera a las 12 toneladas/ha.

El bajo rendimiento puede ser resultado de diversos factores como suelen ser la baja fertilidad de los terrenos, el uso de semillas no certificadas (ocasiona bajos % de germinación) y la reducida resistencia ante el ataque de plagas, enfermedades y climas adversos; y sobre todo el desconocimiento de los agricultores respecto al manejo del cultivo de maíz tales como: fertilización, densidad de siembra, entre otros; que influyen de manera directa al proceso productivo del cultivo.

Por ello para lograr un mayor rendimiento en el cultivo, se debe de mejorar de manera eficiente las densidades de población de los nuevos híbridos de maíz, la cual permita un óptimo aprovechamiento del terreno y eficiente distribución de las plantas; lo que permitiría la posibilidad de incrementar los rendimientos del cultivo del maíz.

El resultado de la presente investigación tendrá un aporte significativo respecto a los métodos para incrementar los niveles de producción, rentabilidad y buenas prácticas de manejo agronómicas, que satisfagan las necesidades básicas de los agricultores y mejorar el nivel socioeconómico de las familias que se dedican a dicha actividad económica.

1.6. Limitaciones del trabajo

La principal limitación fue el diseño de bloques complemente al azar del experimento en campo, ya que al momento de realizar la siembra mecanizada fue

complicada cuando el tractor realizo la siembra en campo. Asimismo, otra limitación fue la disponibilidad de espacio en el Fundo Santa Rosa de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma para realizar siembra mecanizada del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Maíz

Según el Boletín Agrario (2014) menciona que el maíz, es una planta que pertenece a la familia de las “*gramíneas*”, está conformada por un tallo grueso, que puede medir entre uno a tres metros de altura, la altura depende a la especie a la cual pertenece. Dicha planta es reconocida por diversas características entre las principales son sus hojas largas, planas y puntiagudas, acompañada de flores masculinas y las femeninas que se encuentran en las espigas axilares que están resguardadas por intermedio de una vaina., pero también es cultivada en el continente europeo (p.1).

2.1.1. Origen

Se cuenta con referencias que el maíz es originario de América Latina (básicamente de las zonas tropicales), dicha información está referida de manera específica para los géneros *Zea*, *Tripsacum* y *Euchlaena*.

A continuación, se detallará las diversas hipótesis respecto al origen del maíz:

– Origen Asiático

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2013) menciona que una de las principales hipótesis, menciona que el maíz tendría sus raíces originarias en el continente asiático, de manera específica en la región del Himalaya, como un resultado de un cruzamiento entre *Coix spp.* y algunas *Andropogóneas*, probablemente especies de *Sorghum*, ambos parentales conformadas por cinco pares de cromosomas, esto fue mencionado por Anderson (1945). Esta hipótesis no conto con mayores defensores, sin embargo, la teoría de que el maíz es considerado un anfiploide está generando expectativa por intermedio de investigaciones citológicas y con marcadores moleculares (p.1).

– **Andino**

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2013) menciona que existe evidencia científica que el maíz, tiene sus orígenes en los altos andes de países de la zona entre las cuales se puede mencionar a Bolivia, Ecuador y Perú, esto considerando las investigaciones realizadas por Mangelsdorf y Reeves (1959). Esta hipótesis está justificada mediante la presencia de maíz reventón en zonas de América del Sur y la abundante diversidad genética encontrada en los maíces andinos, de manera específica en las zonas andinas de Perú. Es necesario mencionar que para dicha hipótesis también existe objeciones, la principal es que no se conoce ningún pariente salvaje del maíz, incluyendo teosinte, en dicha región, esto fue manifestado por Wilkes (1989). Mangelsdorf en los últimos años descartó la hipótesis que menciona que el origen es andino (p.1).

– **Origen mexicano**

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2013) menciona que existen diversos investigadores la cual basan su teoría en que el maíz sea originario de México, pues sus estudios justifican que el maíz y el teosinte han coexistido en el país azteca desde la antigüedad, a la vez la amplia diversidad en lo que respecta a las especies de maíz, dicha información considerada por diversos investigadores entre los cuales se menciona a Weatherwax (1955), Galinat (1988) y Wilkes (1989). Entre las principales evidencias que cuenta esta hipótesis es el hallazgo de polen fósil y la presencia de mazorcas de maíz en cuevas (zonas arqueológicas), son sustentos que refuerzan fuertemente la posición de que el maíz tendría sus orígenes en territorio mexicano (p.1).

2.1.2. Clasificación taxonómica

Según el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba (2009) menciona que teniendo en cuenta la clasificación efectuada por la Organización para la

Cooperación Económica y el Desarrollo, en lo que respecta a la clasificación para el maíz, los géneros *Zea* y *Tripsacum* son incluidos en la tribu Maydeae. El maíz, denominado de manera científica como “*Zea mays L.*” es uno de los principales granos alimenticios que cuenta con mayor antigüedad. Dicho grano pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu Maydeas, la cual es la única especie cultivada en lo que respecta al género. A las diversas especies que provienen del género *Zea*, son denominadas “*teocintle*” y las del género *Tripsacum*, son referenciadas como “*arrocillo o maicillo*”, estas especies son denominadas como del “*Nuevo Mundo*”, esto debido a la ubicación geográfica de sus orígenes, la cual es en América. Inicialmente, los taxónomos clasificaron los géneros *Zea* y *Euchlaena* de manera independiente. Actualmente, tomando en cuenta la compatibilidad para la hibridación entre esos grupos y a la vez, considerando estudios citogenéticos, es generalmente aceptado que ambas pertenecen al género *Zea* (p.4)

Cuadro 1: Clasificación del género *Zea* de la Tribu Maydeae del hemisferio occidental y el género *Tripsacum*

	Descripción
Familia	Poaceae
Subfamilia	Panicoideae
Tribu:	Maydeae
Hemisferio	Occidental
Género	<i>Zea</i>
Sección	ZEA
	<i>Zea mays L.</i> (maize)
	<i>Zea mays</i> subsp. <i>mays</i> (L.) Iltis (maize, 2n= 20)
	<i>Zea mays</i> subsp. <i>Mexicana</i> (Schrader) Iltis (teocintle, 2n= 20))
	race Nobogame
	race Central Plateau
	race Durango
	race Chalco
	<i>Zea mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Iltis and Doebley (teocintle, 2n= 20)
	var. <i>parviglumis</i> Iltis and Doebley (=race Balsas)
	var. <i>huehuetenagensis</i> Doebley (=race Huehuetenango)
SecciónG	LUXURIANTES Doebley and Iltis
	<i>Zea diploperennis</i> Iltis, Doebley and Guzman (perennial teocintle, 2n= 20)
	<i>Zea luxurians</i> (Durieu) Bird (teocintle, 2n= 20)
	<i>Zea nicaraguensis</i> (2n = 20?)

	<i>Zea perennis</i> (Hitchc.) Reeves and Mangelsdorf (2n= 40)
Género	<i>Tripsacum</i>
	<i>T. andersonii</i> (2n= 64)
	<i>T. australe</i> (2n= 36)
	<i>T. bravum</i> (2n= 36, 72)
	<i>T. cundinamarce</i> (2n= 36)
	<i>T. dactyloides</i> (2n= 72)
	<i>T. floridanum</i> (2n= 36)
	<i>T. intermedium</i> (2n= 72)
	<i>T. manisuroides</i> (2n= 72)
	<i>T. latifolium</i> (2n= 36)
	<i>T. pereuvianum</i> (2n= 72, 90, 108)
	<i>T. zopilotense</i> (2n= 36, 72)
	<i>T. jalapense</i> (2n= 72)
	<i>T. lanceolatum</i> (2n= 72)
	<i>T. laxum</i> (2n= 36?)
	<i>T. maizar</i> (2n= 36, 72)

FUENTE: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba. El cultivo del maíz, su origen y clasificación.

2.1.3. Descripción de la planta

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador (2014) menciona que la radícula de la semilla es el inicio del sistema radicular del maíz, la cual se tiene que sembrar teniendo considerado una profundidad adecuada, para poder propiciar el adecuado desarrollo de la planta. El crecimiento de las raíces se reduce posteriormente que la plúmula emerge, y virtualmente, se tiene de manera completa su crecimiento en la etapa de tres hojas de la plántula.

Las primeras raíces adventicias empiezan su evolución desde el primer nudo en el extremo del mesocotilo; esto se genera mayormente desde una profundidad uniforme, sin tener en consideración la profundidad con la que fue insertada la semilla. Las raíces adventicias van en pleno crecimiento desde cada nudo sucesivo hasta llegar a siete o diez nudos; los nudos se desarrollan por debajo de la superficie del suelo. Las raíces adventicias de manera conjunta cumplen el papel de sistema de fijación para la planta, y a la vez, cumple la función de absorber agua y nutrientes. Los investigadores Mistrik y Mistrikova (1995)

determinaron que el sistema de raíces seminales conforma aproximadamente el 52% y que el sistema de nudos de las raíces constituye el 48% de la masa total de la planta.

Entre las características de la planta de maíz, se puede detallar que cuenta con un tallo robusto, conformado por nudos y entrenudos distanciados de manera regular; además presenta entre un intervalo de 15 - 30 hojas alargadas y abrazadoras con las siguientes magnitudes: de 4 - 10 cm de ancho por 35 - 50 cm de longitud; entre otras características menores se puede mencionar que cuentan con borde áspero, finamente ciliado y medianamente ondulado, la sección del tallo tiene forma circular hasta la panícula (p.9).

2.1.3.1. Híbrido maíz

Según el Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura de México (2017) menciona que un híbrido de maíz es la consecuencia de la mejora genética de la especie mediante el cruce de dos líneas que cuentan con las características que se desean obtener. Entre las principales ventajas que desean contener con la aplicación de esta técnica se menciona: el mejoramiento en el rendimiento y en la composición del grano, resistencia plagas y enfermedades, así como la capacidad de adaptación a situaciones de estrés abiótico, resistencia al acame y precocidad, entre otras.

Por ello, la importancia de saber que híbrido utilizar, por ese motivo es necesario tener en consideración que los híbridos perfectos no existen, pero en el mercado existe una gran variedad de semillas, la cual permite a las personas ligadas al sembrío a elegir la opción que sea más propicia según sus necesidades y diversas características (p.1).

Para la presente investigación se utilizará el híbrido Dekalb 7508 la cual presenta las siguientes características:

Cuadro 2: Principales características morfológicas del híbrido de maíz amarillo duro

Características	DK 7508
Tipo de híbrido	Simple
Días a la floración	51 - 51
Altura de mazorca (cm)	151.13
Altura de planta (cm)	262.3
Prolificidad	1.02
Longitud de mazorca (cm)	15.13
Número de hileras	17
Número de granos/hilera	36
Tipo de grano	Semi cristalino

FUENTE: La selección del híbrido de maíz.

2.1.4. Preparación del suelo

Según la Universidad Nacional Agraria La Molina (2010) menciona que los suelos más adecuados son los terrenos que tienen la característica de ser profundos y con una pendiente promedio. En la mayoría de los casos es necesario utilizar el subsolador o disco, mediante una preparación en seco. El objetivo de esta estrategia es retener la mayor cantidad de agua, permitiendo que las raíces del maíz en el futuro se puedan desarrollar de manera normal y por intermedio de una amplia cabellera de raíces le permita a absorber agua y nutrientes del suelo. Se sugiere que es necesario la aplicación de un riego de machaco o riego pesado.

Cuando se dice que terreno está a punto (capacidad de campo), se usa una rastra ligera, para posteriormente realizar la nivelación del terreno. Esto promueve la mejora de los riegos y las condiciones que generan el aprovechamiento de la humedad en el perfil suelo.

A continuación, se detalla los beneficios a lo que respecta a la labranza mínima:

Este tipo de labranza se puede clasificar como una práctica intermedia entre la labranza de tipo convencional y labranza de tipo cero o sistema de siembra directa.

Para este tipo de labranza se realiza las labores estrictamente necesarias y el uso de su principal implemento que es el subsolado, que se puede utilizar en surcos que han sido usados para un cultivo anterior, con la condición que se tenga un intervalo de distancia entre surcos de 70 a 80 cm (recomendado de manera exclusiva para el cultivo de maíz), con respecto a los suelos que recién se van a preparar, el primer paso a realizar es rufear el terreno y luego se debe subsolar, esta acción se ejecuta en la dirección de cada uno de los futuros surcos a realizar.

Este proceso es de suma importancia en suelos que eligen el tipo de riego por gravedad. En las zanjales que quedan por el subsolado, deben ser aprovechadas para ser rellenadas mediante compost y humus de lombriz. Es necesario mencionar que tipo de labranza, tiene mayores ventajas en el periodo de verano, preferiblemente en los valles que están expuestas a altas temperaturas ambientales, como es en el caso de la costa peruana.

Por consiguiente, se optimiza el desarrollo radicular del cultivo, además se genera un incremento en el rendimiento del maíz en un promedio de 40%, y las leguminosas en 50%. Esta práctica elimina la información en la que refieren que épocas de verano los valles de las zonas costa norte y selva del Perú, se obtienen bajos rendimientos, como resultado de las altas temperaturas ambientales. (pp.5-6)

2.1.5. Sistema de riego

Según la Universidad Nacional Agraria La Molina (2010) menciona que para un eficiente sistema de riego para el maíz es necesario utilizar aproximadamente 7000 m³ por hectárea mediante el tipo de riego por gravedad, en el caso que se utilice el sistema tecnificado de riego por goteo, el consumo de agua es de 3000 a 3500 m³.

A continuación, se menciona las ventajas del tipo de riego por goteo:

- Reducción del consumo de agua por hectárea en el 50%.

- Incremento del rendimiento del maíz en un 30%.
- No requiere que el terreno se encuentre nivelado para su normal funcionamiento.
- En el caso de utilizarlo en siembras directas, permite ahorrar en la preparación del terreno con respecto a las campañas subsiguientes.

La necesidad de agua es de suma importancia, a continuación, se detalla su repercusión en las siguientes fases de desarrollo del cultivo:

- **La falta de agua al inicio de la floración masculina**

La planta de maíz se caracteriza por ser sensible respecto a la falta de agua, y de ser el caso, puede llegar a reducir el 9% del potencial de rendimiento por día, que pasa sin tener agua; en época de sequía el rendimiento se puede reducir hasta el 50% del rendimiento potencial. Es necesario que en época de sequía se tenga que aplicar cantidades considerables de agua en riego por gravedad y/o con el sistema de riego por goteo.

- **Al inicio del llenado de grano**

La carencia de agua en época de sequía no facilita llenar la mazorca hasta la punta, esto debido a que se dificulta el traslado de nutrientes desde las hojas hacia las mazorcas, generando la reducción del rendimiento. Generalmente se realiza entre los 20 o 25 días posteriores al riego de floración y se debe de realizar un riego semi - pesado.

- **En el crecimiento vegetativo del cultivo**

Generalmente se realiza el segundo abonamiento (30 días posteriores a la siembra). El riego se debe de realizar de manera ligera.

– **A los 20 días después de la siembra (primer riego “de enseñó”)**

Es recomendable realizar un riego muy ligero, se determina ejecutarse solo cuando exista una fuerte presencia de gusano de tierra. En esta etapa la planta de maíz se encarga de absorber los nutrientes de manera normal. (es recomendable que cuando no se evidencia la presencia de gusanos de tierra es preferible que no se aplica y se debe de realizar el primer riego a los 30 días después de la siembra, esto contribuirá el enraizamiento de la planta del maíz.

Del mismo modo los riegos son necesarios que se realicen por la noche o de ser el caso al atardecer, esto con el objetivo de no exponerse a los cambios bruscos de temperatura en las plantas (las plantas de maíz requieren días con altas temperatura y noches templadas).

Referente al sistema de riego por goteo, es utilizado teniendo en cuenta las necesidades de las plantas y de manera general se realizan los riegos de acuerdo con la capacidad de campo.

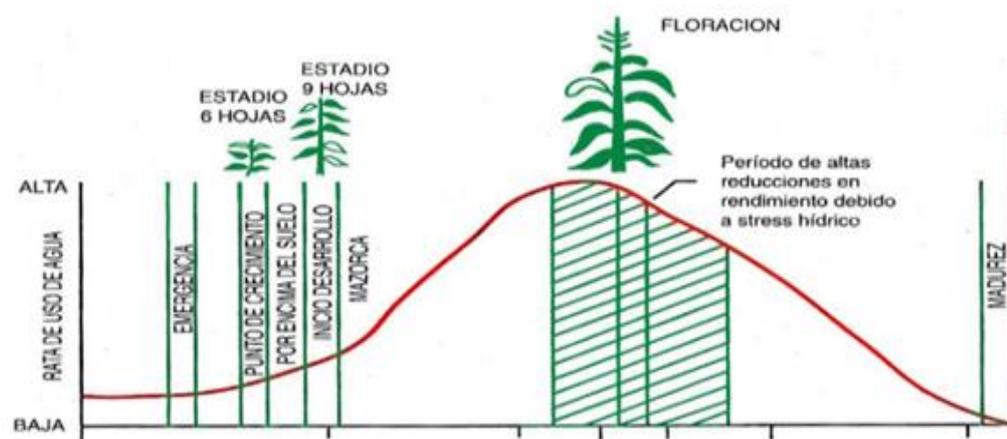


Figura 1. Principales características morfológicas del híbrido de maíz amarillo duro. En figura N°1, se observa como la planta de maíz utiliza el agua de riego, consumiendo una mayor cantidad a inicios del proceso de floración, la cual es la etapa donde la planta tiene una mayor demanda de nutrientes (pp.13-14). FUENTE: Universidad Nacional Agraria La Molina. Manejo integrado de maíz amarillo duro.

2.1.6. Siembra

Según el Desarrollo alternativo de Satipo (2016) menciona que la siembra es considerada una carrera con el objetivo de obtener los mejores rendimientos, a la vez, es denominada la etapa más importante. Es necesario mencionar que una eficiente distribución de la semilla tiene repercusiones directas en lo referente al rendimiento. Se recomienda que la semilla sea colocada en una excavación de aproximadamente 5 cm; la producción total esta referenciada por el número de plantas que se tendrán en campo.

A continuación, se menciona los principales factores correspondientes a la siembra:

– Elección de suelo y preparación

El terreno más adecuado para la siembra son los llanos, ya que permitir una siembra más densa en comparación de los que presentan pendiente.

La preparación del suelo es una de las actividades de mayor importancia que se realiza previamente a la cosecha, ya que, es la que permite brindar la cantidad suficiente de nutrientes, agua y aire, a disposición de la planta en las proporciones adecuadas para no afectar su crecimiento.

– En forma manual

Existe una diversidad de híbridos simples que se pueden sembrar de manera manual los cuales pueden llegar hasta 70 000 plantas/ha; en surcos de una dimensión de 80 cm y en golpes es de 30 cm a dos plantas por golpes, existe la posibilidad que los surcos puedan ser de 70 cm y en golpes de 40 cm a 2 plantas por golpe.

– **Cultivar**

Esta parte está referida al híbrido que se utilizará para la siembra, la cual debe estar adaptado y asegurada un buen potencial de rendimiento.

– **Calidad de la semilla**

Es necesario que la semilla debe tener certificación, entre sus principales cualidades debe contar con un buen poder germinativo y vigor. La semilla debe demostrar capacidad para aumentar proporcionalmente su rendimiento, al estar expuesta a condiciones que propicien el aumento de la productividad.

– **Fertilización**

Este factor necesita la mayor importancia y atención, aún más cuando se trata de incrementar su rendimiento. El uso de fertilizante es una técnica que tiene que ser bien utilizada para poder lograr un óptimo nivel de rendimiento, para ello es necesario que la planta tenga a su disposición los nutrientes necesarios para óptimo desarrollo (pp. 8-10).

A continuación, se detalla los principales fertilizantes:

Cuadro 3: Principales características de los fertilizantes más utilizados

Nitrógeno	Fosforo	Potasio
Situación actual	Situación actual	Situación actual
Suele faltar en los suelos de todas las zonas maiceras	Hay deficiencias en grandes áreas de las zonas	Es deficitario en pocos suelos de las áreas maiceras
Aplicación	Aplicación	Aplicación
Primera fertilización 50% y en la segunda fertilización el restante (50%)	Primera fertilización 100%	Primera fertilización 100%
163 kg Urea	217 kg Fosfato diamónico	166 kg Cloruro de potasio

FUENTE: Desarrollo alternativo de Satipo. Cultivo de maíz.

– **Época de siembra**

Según la Universidad Nacional Agraria La Molina (2010) menciona que, en las zonas maiceras, existe un intervalo de tiempo que se dedica a la siembra (época de siembra), dentro de este intervalo se tiene que determinar las fechas idóneas en donde el híbrido exprese su potencial de rendimiento y mayor calidad de grano. Las distintas regiones de la costa norte del Perú son idóneas para realizar el sembrío de maíz amarillo duro todo el año. Pero es necesario mencionar que las mejores siembras de invierno se encuentran entre los meses de marzo - julio y con respecto a las siembras de verano entre octubre – diciembre.

Se denomina siembra de verano cuando la etapa de floración llega a coincidir con la aparición de la panoja y del llenado de grano en plena época de verano (enero - marzo) y de invierno cuando coincide la floración en plena época de invierno. Esto no significa una limitante en lo que respecta al sembrío de maíz se realice en cualquier época del año (pp. 6-7).

– **Nitrógeno**

Según el Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura (2015) indica que el nitrógeno es considerado un factor de igual importancia que el clima en lo que respecta al rendimiento del maíz. Cuando existe una condición favorable tanto el nitrógeno como el clima se combinan para determinar más del 50% del rendimiento, pero en ocasiones el clima influye en la pérdida de nitrógeno, afectando considerablemente el cultivo. Se considera que un promedio respecto al potencial rendimiento asciende aproximadamente a 16.3 toneladas/ha (p.2).

En la siguiente figura se muestra el efecto del rendimiento en maíz con diferentes dosis de nitrógeno en tres híbridos:

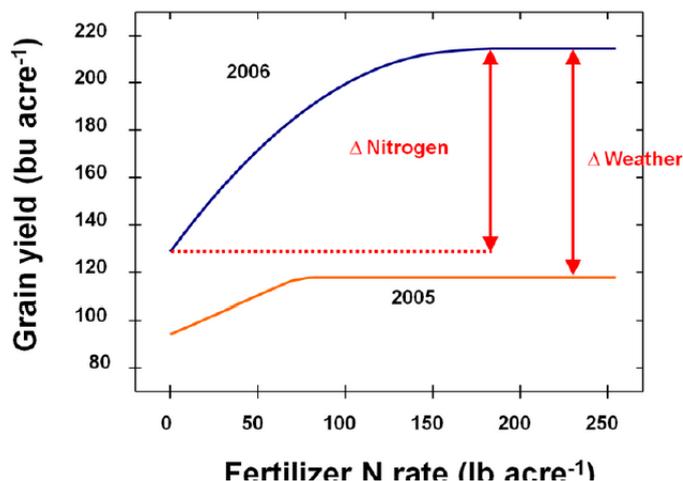


Figura 2: Efecto del rendimiento en maíz con diferentes dosis de Nitrógeno en tres híbridos. triple-stack, double-stack single-stack. FUENTE: Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura. Las 7 Maravillas del Alto Rendimiento en Maíz.

– **Cultivo anterior**

Según el Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura (2015) menciona que es de suma importancia tener información respecto al terreno, de manera específica al cultivo anterior. El buen manejo de esta información permite obtener ganancias significativas hasta en un 10% en referencia de la producción normal, además se considera necesario realizar una inspección crítica del historial del terreno, la cual permite evitar problemas como limitaciones respecto a los nutrientes, incidencia de plagas y enfermedades (esencialmente en las etapas prematuras del crecimiento del maíz). Existe información científica la cual indica que, si el terreno solo es utilizado para el cultivo de maíz, existe una disminución en lo que respecta al rendimiento (a la vez al nitrógeno), caso contrario si el terreno fue utilizado para el sembrío de especies leguminosas (tienen la capacidad de dejar una mayor reserva de nitrógeno en el suelo), la cual genera un mayor rendimiento del maíz y un mejor vigor. Es necesario mencionar que la acumulación constante de residuos de maíz, generan la disminución de fósforo y potasio, la cual genera la acumulación de compuestos tóxicos que perjudican el rendimiento del maíz (p.1).

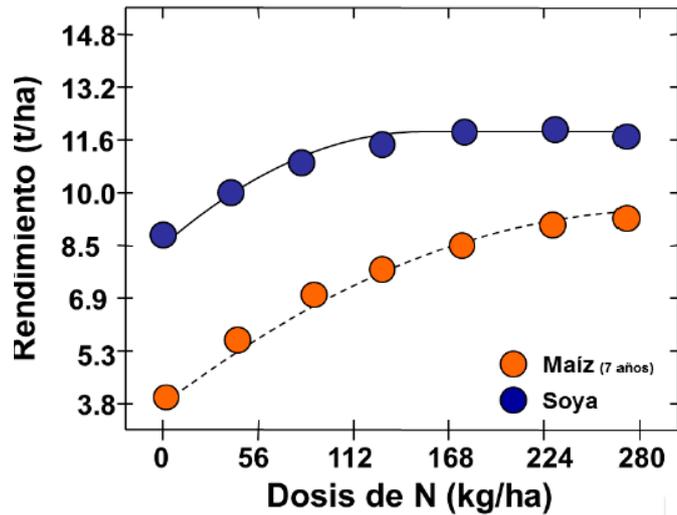


Figura 3: Efecto de la rotación de cultivos. FUENTE: Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura. Las 7 Maravillas del Alto Rendimiento en Maíz.

– **Densidad de siembra**

Según el Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura de México (2017) menciona que, de manera que los procedimientos de siembra han ido evolucionando, se ha logrado identificar los diferentes factores que influyen de manera negativa al alto rendimiento del cultivo de maíz, entre los principales se puede mencionar a los siguientes: el clima, tipo de riego, nutrición, clase de híbrido, densidad de población, entre otros. Con el transcurrir del tiempo las técnicas para el cultivo del maíz han evolucionado sustancialmente minimizando la repercusión negativa de cada uno de estos factores con el propósito de alcanzar que la planta logre su máximo potencial productivo.

Dentro de los factores anteriormente mencionados, la densidad de población (cantidad de plantas establecidas en un terreno), es una decisión difícil y de vital importancia que tienen que ser tomadas por los agricultores, por ello el denominado arreglo espacial del cultivo es una actividad fundamental, ya que se debe de evitar que exista competencia entre las plantas por agua, nutrientes, y luz.

La densidad óptima se logra cuando se determina la cantidad adecuada de plantas, la cual permite su pleno desarrollo, y por consiguiente permite obtener

un alto nivel de rendimiento. Esta cantidad de plantas se considera la justa y necesaria para lograr el mayor rendimiento posible, ya que faltar o sobrepasar dicha cantidad, se arriesga el óptimo desarrollo de las plantas. Existe evidencia que al realizar una mala elección de densidad puede ocasionar reducciones del 10% - 40% correspondiente al rendimiento potencial, esto debido a que cuando existe un número elevado de plantas en el espacio, aumenta la competencia por absorber los nutrientes, el aborto de granos y cantidad de adultos estériles.

Por ello, con el objetivo de incrementar el rendimiento, uno de los esfuerzos ha estado enfocado a incrementar las densidades de siembra de maíz, de tal manera que las densidades se han visto duplicadas en los últimos 50 años, del mismo modo respecto al rendimiento. Inicialmente la arquitectura de la planta tenía una estructura diferente a la actual entre las características más resaltantes eran: alta, de tallo grueso y hojas extendidas, debido a esta particularidad no cabían muchas plantas en un determinado sitio, pero con la mejora de la tecnología, se logró incorporar insumos como los fertilizantes, además se necesitaba incrementar la producción de la planta, a la vez, era necesario que las plantas ocuparan un volumen menor para poder acercarlas y sembrar un mayor número por superficie. Una modificación considerable fue el cambio de la estructura de la planta, la cual genera que las plantas cuenten con hojas más erectas (p.1).

– **Reguladores de crecimiento**

Según el Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura (2015) menciona que estos factores permiten que las plantas obtengan un mayor vigor y contribuyen a lograr un mayor rendimiento, siempre y cuando sean utilizados de la manera adecuada (cantidad, forma y control). El principal beneficio de los fungicidas es el crecimiento de la planta sin la presencia de enfermedades, así como el retraso en la aparición del envejecimiento de hojas viejas. Es necesario mencionar que a pesar de que el clima es el factor que más influye en el rendimiento del maíz, es necesario utilizarlo para incrementar la productividad (p.4).

2.1.7. Plagas y enfermedades del maíz

Según Cultura científica (2018) menciona que el maíz es un cereal, con alto consumo a nivel mundial, esto debido a su gran aporte nutritivo, ya sea para el ser humano, así como para los animales. El maíz es aprovechado al máximo, desde los granos, tallos, etc. Sin embargo, su cultivo en muchas oportunidades se ve afectado por innumerables plagas y enfermedades.

A continuación, se detallará las principales plagas y enfermedades que afectan al maíz:

2.1.7.1. Las plagas del maíz

Las principales plagas que atacan la producción de maíz para Avilés et al. (2016) “es afectada por varios factores que ocasionan daños en la producción al no ser controlados. Este es el caso de las plagas y las enfermedades que cíclicamente se presentan y atacan a las plantas”.

2.1.7.2. Gusanos trozadores (*Agrotis ipsilon* y *Feltia sp.*)

Los gusanos trozadores son de varias especies que atacan al cultivo de maíz y provocan una disminución en el rendimiento cortando las plantas a nivel del suelo en las primeras etapas del cultivo. Las larvas se encuentran enterrados bajo el suelo en el día y en la noche provocan los daños, pasan por seis instares para luego empupar bajo el suelo y emerger como adulto o palomillas, para tomar medidas de control se recomienda conocer el ciclo biológico y las más recomendables son el control químico.

2.1.7.3. Trips (*Frankiniella spp*)

Los trips adultos colocan los huevecillos en el envés de las hojas, las ninfas pasan por cuatro instares. Los trips raspan y dañan las plantas al alimentarse

sobre todo en periodos de resequedad; cuando se encuentren más de 5 trips por planta se recomienda realizar el control químico.

2.1.7.4. Pulgón del cogollo (*Rhopalosiphum maidis*)

El pulgón es de color verde azulado y tienen forma redondeada con antenas y patas negras además de contar algunas especies con alas, los daños iniciales ocurren en el cogollo y luego pueden a pasar a infestar toda la planta. Los controles se recomiendan cuando se puede visualizar inicios de fumagina, los daños pueden reducir hasta el 30% del rendimiento.

2.1.7.5. Gusano mazorquero (*Helicoverpa zea*)

Es considerada dentro de las principales plagas del cultivo de maíz y sus daños característicos los presenta en la mazorca al alimentarse de granos en formación, las pérdidas son considerables ya que disminuye el rendimiento y la calidad. Los adultos colocan los huevecillos cerca de las mazorcas en formación y las larvas al nacer se alimentan primero de tejido joven para luego pasar a la mazorca y allí completar el ciclo. El control químico es complicado cuando se establece en la mazorca por lo cual es recomendable hacer aplicaciones preventivas o liberaciones de *Trichogramma sp.*

2.1.7.6. Araña roja (*Tetranychus sp.*)

Los adultos son de color rojo y los huevecillos son colocados en el envés de las hojas. Los daños lo ocasionan al succionar la savia produciendo manchas amarillas para luego secar las hojas cuando se encuentran en altas poblaciones. El control químico se recomienda cuando la infestación supere cubrir el 20% del follaje.

2.1.7.7. Chicharrita del maíz (*Dalbulus maidis*)

Los adultos son alados y las ninfas son de color amarillo claro, las hembras insertan los huevecillos dentro del tejido de la planta. Los daños aparecen en el cogollo, y, estos son realizados por adultos y ninfas succionando la savia de las plantas, sin embargo, su principal importancia como plaga es por ser transmisor principal de virus en el cultivo de maíz.

2.1.7.8. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Según Intagri (2016) menciona:

Las fuertes infestaciones provocan daños severos a los cultivos reduciendo el rendimiento en niveles superiores al 30%. Durante su ciclo biológico pasa por los estadios de huevo, larva, pupa y adulto, y su ciclo de vida se completa aproximadamente en 30 días en verano, 60 días en primavera y 90 días en el invierno. El control oportuno del gusano cogollero se logra ejerciendo un enfoque de Manejo Integrado de la Plaga (MIP), y las herramientas a utilizar dependen del estadio que presenta (p.2)

2.1.7.9. Las enfermedades principales del maíz

Según Varón y Sarria (2008) dicen:

Las enfermedades foliares causadas por hongos se presentan con mayor frecuencia en las etapas finales del cultivo, y solamente son importantes cuando su aparición ocurre antes de floración o muy cercana a ella, o cuando son de carácter epidémico, como es el caso de la mancha de asfalto. (p.7)

2.1.7.10. Complejo mancha de asfalto

Este complejo es producido por la interacción de tres hongos: *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae*, se alimentan de los azúcares de la planta provocando puntos negros iniciales para luego

diseminarse rápidamente por hojas y provocando finalmente la muerte de la planta si las condiciones son frescas y húmedas. Las infecciones aparecen normalmente después de floración causando pérdidas en el rendimiento, pero, también si las condiciones son favorables se presenta mucho antes.

2.1.7.11. Royas

A pesar de que el maíz es atacado por varias especies de royas, la más frecuente es *Puccinia sorghi*. Los ataques inician en las hojas del tercio inferior presentándose en forma de pústulas circulares, puede atacar también en tallos y mazorcas si las condiciones son favorables con temperaturas de 16 a 23°C y alta humedad relativa.

2.1.7.12. Mildew velloso (*Peronosclerospora sorghi* y *Sclerophthora macrospora*)

Esta enfermedad se encuentra en el suelo en forma de Oosporas y al germinar entran en las raíces provocando una infección sistémica. Los conidióforos se desarrollan en hojas y están son diseminadas por el viento en alta humedad relativa y temperaturas de 14 a 17°C. Los daños en hojas presentan bandas cloróticas y luego se secan formándose la hoja en forma de látigo, las inflorescencias no se forman y presentan gran cantidad de hojas pequeñas disminuyendo el rendimiento.

2.1.7.13. Pudrición acuosa del tallo (*Erwinia sp.*)

Esta enfermedad es causada por una bacteria en condiciones de humedad por exceso de riego o lluvia además de altas temperaturas, los daños se presentan en los tallos y hojas con una pudrición y mal olor; se puede diseminar por insectos o el agua de riego.

2.1.7.14. Virus del maíz

Las enfermedades causadas por virus más frecuentes son el Virus del Rayado Fino del Maíz (MRFV) y el Virus del Mosaico del Enanismo del Maíz (MDMV) los síntomas se visualizan rápidamente después de la infección que son transmitidos por diferentes vectores donde destacan algunas especies de áfidos y hemípteros.

2.2. Rendimiento

Según la Universidad Estatal de Kansas (2014) menciona que para lograr estimar y conocer el posible rendimiento del maíz, se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

- **Número de mazorcas por hectárea:** Este parámetro es logrado por el conteo de mazorcas existentes en una superficie. La separación para tener en cuenta entre líneas es de 75 cm y 13.3 metros de longitud lineales equivalentes a 10 m².
El número de mazorcas encontradas en 13.3 metros lineales es multiplicado por 1000 para obtener así el número de mazorcas por hectárea. Mientras mayor sea el conteo, más rigor y fuerza tendrá la estimación del rendimiento.
- **Número de granos por mazorca:** Para el cálculo, se cuenta el número de filas existentes en cada mazorca, así como el número de granos por fila. Para terminar, se multiplica el número de filas por el número de granos por fila. Se recomienda no contar los granos abortados ni los que se encuentran en la punta de la mazorca, sino solamente los que se encuentran completos alrededor de cada mazorca. Además, si el número de granos en las mazorcas son desiguales, se recomienda establecer un promedio.
- **Número de granos por hectárea y peso de mil granos (PMG):** El peso de mil gramos, es definido de manera precisa, en la etapa de madurez. Mientras llega dicha etapa, se recomienda estimar rangos de acuerdo con la expectativa

que cada uno tiene hasta que el maíz sea cosechado. Los valores más utilizados son:

De 339 a 317 g Son considerados en excelentes condiciones.

De 298 a 282 g Medianas condiciones.

De 269 a 241 g Malas condiciones (pp.1-2).

Debido a ello, la fórmula para estimar el rendimiento se expresa de la siguiente manera:

Rendimiento = densidad (plantas/ha) x n° mazorcas/planta x n° granos/mazorca x peso 1000 g

N° granos/ha

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación experimento

La presente investigación fue realizada en el Fundo Santa Rosa de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma de la Universidad Nacional del Santa, el cual cuenta con una temperatura media anual de 24/17 °C y una altitud de 6 m.s.n.m. La humedad relativa promedio es de 85%, este se ubica en el distrito de Santa, a una distancia de 20 km de la ciudad de Nuevo Chimbote, provincia del Santa, región Ancash.

Distrito: Chimbote

Provincia: Santa

Región: Ancash

Ubigeo: 021801

Latitud Sur: 8° 59' 47" S

Longitud Oeste: 78° 36' 57" W

Altitud: 6 msnm

Huso horario: UTC-5

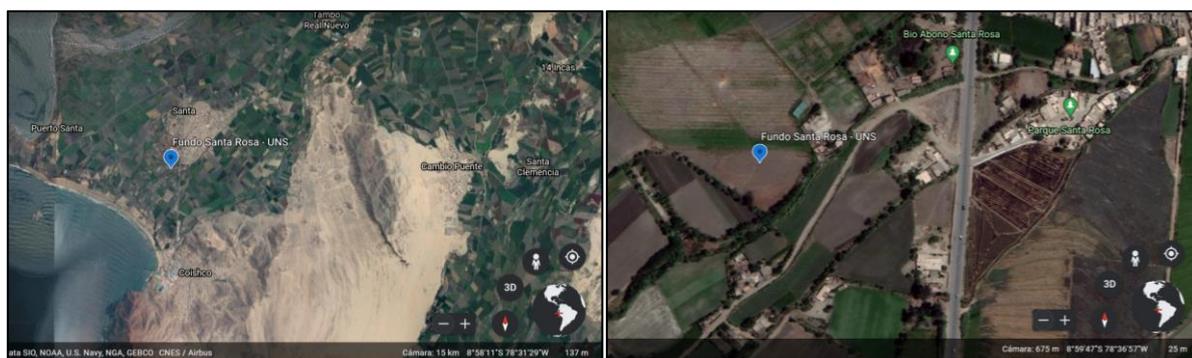


Figura 4. Ubicación geográfica del Fundo Santa de la Universidad Nacional del Santa

3.2. Materiales

3.2.1. Equipos

1. Laptop con acceso a internet.
2. Balanza electrónica.
3. Wincha.
4. Humedímetro portátil (Medidor de humedad de granos).
5. Caliper digital.
6. Cámara fotográfica.

3.2.2. Herramientas e insumos

- a) Plaguicidas.
- b) Fertilizantes edáficos.
- c) Reguladores de crecimiento foliares.
- d) Palas.
- e) Cilindro para mezcla de productos para aplicaciones.
- f) Baldes marca basa con medida en litros.
- g) Mochila pulverizadora manual.
- h) Vasos medidores de un litro.
- i) Equipo de protección personal.
- j) Plumones.
- k) Cuaderno de apuntes.

3.2.3. Materia prima e insumos

La materia prima empleada fue la semilla de maíz.

3.3. Toma de datos y variables de estudio

3.3.1. Toma de datos

La toma de datos se realizó a los 15 días después de la siembra para la evaluación del tratamiento de semilla para el control de plagas iniciales en el suelo, también a los 15 días antes de la cosecha donde se contó el número de plantas a cosecha y altura de inserción de la mazorca, la última toma de datos fue después de la cosecha donde se midió las características de rendimiento a evaluar en la presente investigación.

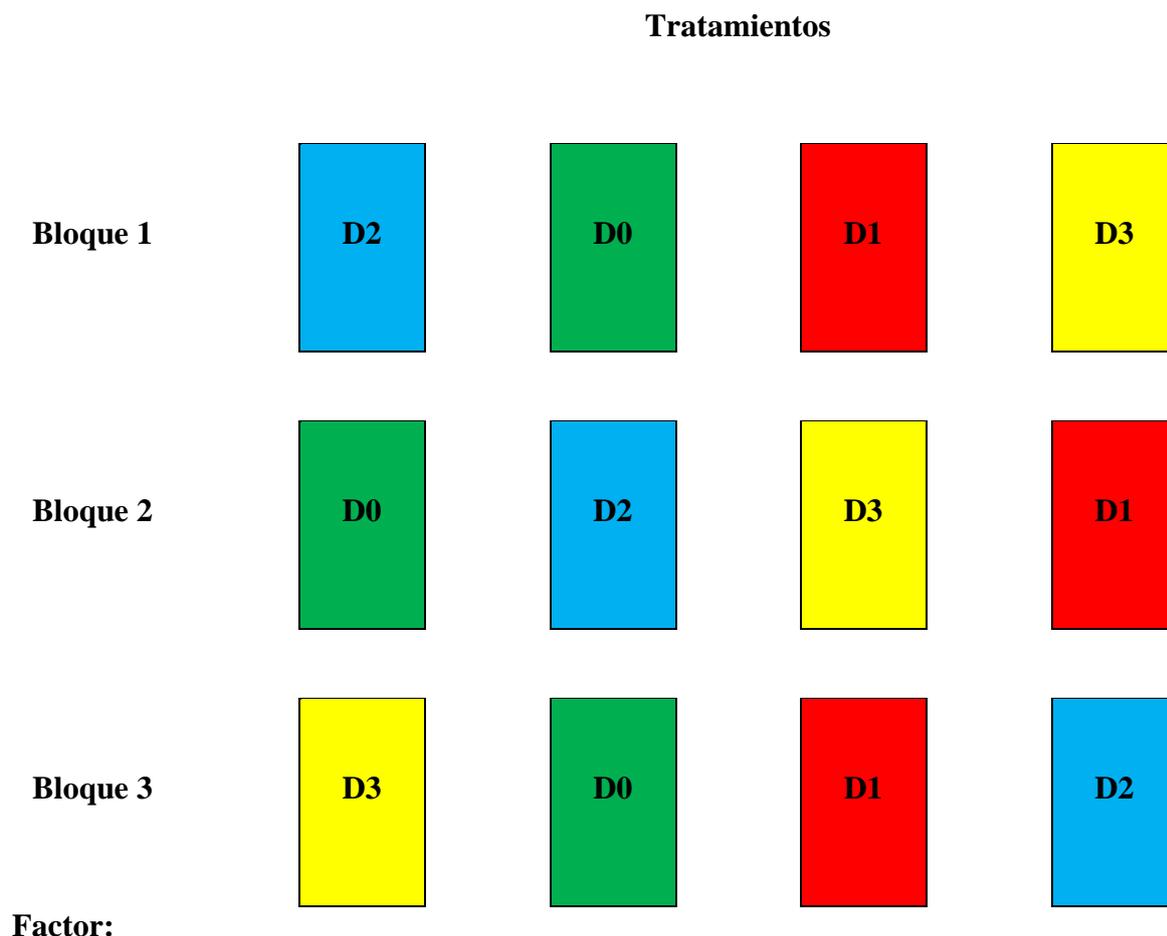
3.3.2. Variable dependiente

- Densidades de siembra de maíz (*Zea mays*).

3.3.3. Variable independiente

- Rendimiento.

3.3.4. Croquis del área experimental y disposición



D0: Densidad testigo 80x30 cm

D1: Densidad 50x22 cm

D2: Densidad 50x18 cm

D3: Densidad 80x16 cm

Figura 5: Disposición de las parcelas experimentales. FUENTE: Croquis de los tratamientos (Elaboración propia).

3.3.5. Tratamientos

La población en estudio estuvo determinada por el uso de tres densidades de siembra, en base al análisis de suelo y bibliografía consultada. Las densidades de siembra es la siguiente:

Cuadro 4: Tabla de las tres densidades de siembra representadas por los tratamientos

Tratamientos	Distanciamiento	
	Surco (cm)	Planta (cm)
T0 (Testigo del agricultor)	80	30 (2 plantas)
T1	50	22
T2	50	18
T3	80	16

FUENTE: Tratamientos expresados en campo (Elaboración propia).

3.3.6. Población

La población estuvo constituida por el universo de plantas del cultivo de maíz planteadas en el proyecto de investigación.

3.3.7. Muestra

La muestra lo constituyó el número de plantas sometidas al tratamiento del presente estudio (plantas de maíz).

3.3.8. Parámetros evaluados

Se cosecharon 10 metros lineales ubicados en los surcos centrales (3 y 4) de cada unidad experimental, y se seleccionaron 20 mazorcas al azar para determinar las siguientes variables de cosecha:

- **Altura de la mazorca y Prolificidad.** La altura de la mazorca se determinó al momento de la madurez fisiológica (R6), por cada unidad experimental se realizó la medición en cuatro submuestras de un metro lineal, se estimó la altura de la mazorca dominante y el número de mazorcas en cada planta presente dentro del marco de referencia. El instrumento que se utilizó fue una wincha midiendo desde la base de la planta hasta la inserción de la mazorca.

Se cosecharon 10 metros lineales ubicados en los surcos centrales (3 y 4) de cada unidad experimental, y se seleccionaron 20 mazorcas al azar, se utilizó una balanza electrónica para el peso de los tratamientos y para determinar la humedad del grano se utilizó el medidor de humedad portátil Dickey. Se anotaron los datos en tablas y se determinó las siguientes variables de cosecha:

- **Número de hileras por mazorca.** Con las veinte mazorcas seleccionadas se contó el número de hileras de cada mazorca.
- **Número de granos por hilera.** En las veinte mazorcas seleccionadas se eligieron 4 hileras al azar (se anotó el promedio por mazorca) y se contó la totalidad de los granos.
- **Longitud de mazorca.** En las veinte mazorcas seleccionadas se midió con un caliper digital la longitud de cada mazorca.
- **Peso de 1000 granos.** Este parámetro se determinó mediante la ecuación (1), donde P es el peso de 1000 granos (g), P_{maz} es el peso de la mazorca (g), P_{tus} es el peso de la tusa (g), Hum es el porcentaje de humedad de grano, N_{hil} es el número de hileras por mazorca y N_{gra} es el número de granos por hilera.

$$P = \left[\frac{(P_{maz} - P_{tus}) \times 0.12}{N_{hil} \times N_{gra}} \right] \times 1000 \quad (\text{Ec. 1})$$

- **Rendimiento.** El rendimiento de cada tratamiento se calculó con la ecuación (2), donde R es el rendimiento en kilogramos por hectárea (kg/ha), Pl es la prolificidad y Pc es el número de plantas a cosecha.

$$R = \left[\frac{(P_{maz} - P_{tus}) \times 0.12}{N_{hil} \times N_{gra}} \right] \times Pl \times Pc \quad (\text{Ec. 2})$$

- **Rentabilidad.** El cálculo de la rentabilidad para cada tratamiento se realizó mediante un seguimiento durante todo el ciclo del cultivo del maíz a los costos de

producción. Esta variable se calculó con la ecuación (3), donde Re es la rentabilidad (%), Pv es el precio de venta por kilogramo en la bolsa nacional agropecuaria (\$/kg) y C_{tot} son los costos totales de producción por hectárea (\$/ha).

$$Re = \left[\frac{(R \times Pv) - C_{tot}}{R \times Pv} \right] \times 100 \quad (E. 3)$$

El análisis estadístico de los datos se realizó con el paquete estadístico SPSS, en el que se analizaron las variables de manera independiente con la prueba de significancia de Tukey a una probabilidad del 95%.

3.4. Metodología

3.4.1. Manejo del experimento

La siguiente investigación se realizó con todas las labores recomendadas para obtener el normal desarrollo del cultivo. Las cuales se describen a continuación:

3.4.1.1. Limpieza del terreno y acequias (1 día)

Para la preparación del terreno se inició con la limpia de acequias y restos de la cosecha anterior en el campo con la utilización de palas y rastrillo donde se llevó a cabo la instalación del experimento de la investigación.

3.4.1.2. Riego de machaco (1 día)

Esta labor se realizó inmediatamente después de terminada la limpieza del terreno, inundando el campo con agua para el control de larvas, pupas y tener una buena capacidad de campo para la preparación del terreno y siembra, esta labor tomó 8 días desde el riego hasta obtener el campo listo para empezar con la preparación del suelo.

3.4.1.3. Preparación del suelo (1 día)

La preparación del suelo se realizó ocho días después del riego de machaco haciendo uso de un tractor con aradura profunda y la rastra cruzada en dos veces.

3.4.1.4. Surcado

El surcado se realizó el mismo día de la preparación del suelo con arado a una distancia de 50 cm y 80 cm con una profundidad adecuada para aprovechar al máximo la humedad del suelo.

3.4.1.5. Semilla

La elección de la semilla de maíz híbrido dekalb 7508 se realizó por las buenas características agronómicas presentadas en el Valle del Santa y diferentes partes del Perú.

3.4.1.6. Siembra

Se sembró el mismo día del surcado con el suelo bien preparado con una profundidad de dos veces y medio el diámetro de la semilla (2 a 5 cm), y, distanciamiento entre plantas (22 cm, 18 cm y 16 cm).

3.4.1.7. Riegos

Los riegos fueron ligeros y frecuentes cada 8 días durante 5 meses, siendo la etapa de floración la más sensible a la falta de agua.

3.4.1.8. Fertilización nitrogenada

La fertilización del maíz se realizó en base a los resultados del análisis de suelo y requerimiento nutricional del cultivo, divididas en tres momentos oportunos: la primera fertilización se sembró con palana a los 12 días después de la siembra, la segunda en la etapa de V3-V4 y al inicio de floración botadas en chorro en medio del surco.

3.4.1.9. Control de malezas (1 día)

El control de malezas se realizó inmediatamente después del primer riego (7 días después de la siembra) haciendo el uso de un herbicida pre emergente aplicadas con mochila pulverizadora.

3.4.1.10. Control fitosanitario

El control fitosanitario se realizó con el método de control químico con el 5% de infestación para el caso de plagas y enfermedades según se presentó durante el ciclo del cultivo.

3.4.1.11. Cosecha (15 días)

La cosecha se realizó cuando el grano presentó el punto de madurez fisiológica (punto negro) 150 días aproximadamente después de la siembra.

3.5. Análisis de datos

En el presente trabajo de investigación se utilizó un Diseño Experimental de Bloques Completo al Azar (DBCA). Cada bloque tuvo el mismo número de tratamientos. Se realizaron 4 tratamientos o densidades de siembra y tres repeticiones, y, en el análisis estadístico se utilizó el ANOVA y la prueba de Tukey a un nivel de 0,05 de significancia con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas en los cuatro distanciamientos de siembra para el rendimiento del cultivo de maíz híbrido dekalb 7508.

3.5.1. Modelo aditivo lineal

El modelo lineal para el diseño de bloques completos al azar del estudio estuvo dado por la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$i = 1, 2, \dots, k$ (Tratamiento)

$j = 1, 2, \dots, b$ (Repeticiones)

Y_{ij} = efecto del i -ésimo tratamiento con la j -ésima repetición.

μ = la media general del experimento.

α_i = efecto del resultado del i -ésimo tratamiento.

β_j = efecto del resultado del i -ésimo bloque.

ε_{ij} = error experimental.

3.5.2. Hipótesis

La hipótesis por probar en este tipo de diseño experimental fue la siguiente:

$H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4$ (Todos los tratamientos producen el mismo efecto)

vs

$H_a = \tau_1 \neq \tau_2 \neq \tau_3 \neq \tau_4$ (al menos uno de los tratamientos produce efectos)

3.5.3. Análisis de varianza

El análisis de varianza para el diseño completamente al azar estuvo dado por el siguiente cuadro:

Cuadro 5: La tabla ANOVA para el proyecto

Fuentes de variación (F.V.)	Grados de libertad (G.L.)	Suma de cuadrados (S.C.)	Cuadrado medios (C.M.)	F calculada (F_0)	Valor-p
Tratamientos	$k - 1$	$\sum_{i=1}^t \frac{Y_i^2}{k_i} - FC$	$\frac{SC_{trat}}{GL_{trat}}$	$\frac{CM_{trat}}{CM_{error}}$	$P = (F > F_0)$
Bloques	$b - 1$	$\sum_{i=1}^b \frac{Y_{.j}^2}{k} - \frac{Y_{..}^2}{N}$	$\frac{SC_{trat}}{GL_{bloq}}$	$\frac{CM_{bloq}}{CM_{error}}$	$P = (F > F_0)$
Error experimental	$(k - 1)(b - 1)$	$SC_{total} - SC_{trat} - SC_B$	$\frac{SC_{error}}{GL_{error}}$		
Total	$N - 1$	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{b_i} Y_{ij}^2 - FC$			

FUENTE: Gutiérrez y de la Vara (2008)

3.5.4. Estructura de los datos para ANOVA de una vía de clasificación

Cuadro 6: Estructura de los datos para ANOVA

Tratamiento	Bloques				
	1	2	3	...	b
1	Y_{11}	Y_{21}	Y_{31}	...	Y_{b1}
2	Y_{12}	Y_{22}	Y_{31}	...	Y_{b1}
.
.
.
k	Y_{1k}	Y_{2k}	Y_{3k}	...	Y_{bk}

FUENTE: Gutiérrez y de la Vara (2008)

3.5.5. Regla de decisión

La regla de decisión para el rechazo de la hipótesis fue:

Se rechaza H_0 si $F_{\text{cal}} > F_{\text{tab}}$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

A continuación, se presentan los resultados de los parámetros evaluados, para lo cual se tomaron diferentes muestras de mazorcas al azar que se obtuvieron de las cosechas de 10 metros lineales ubicados en los surcos centrales (3 y 4) de cada unidad experimental.

Para el tratamiento T1 se realizaron tres repeticiones, de las cuales, se obtuvieron los resultados preliminares que se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7: Parámetros evaluados para las tres repeticiones del tratamiento T1 densidad de siembra. Distanciamiento: surco (50 cm) x 1 planta (22 cm)

Parámetros	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
	Valor	Valor	Valor
Número de mazorcas obtenidas	46	47	51
Peso (1000 granos)	300 g	298 g	296 g
Prolificidad	1.012	1.034	1.122
Humedad de grano (%)	15.5	15.5	15.5
Número de plantas a cosecha	90 000	90 000	90 000
Plantas dominadas	7	5	3

Fuente: elaboración propia.

Asimismo, a las muestras tomadas se les midió las características físicas necesarias para obtener los resultados de pesos de 1000 granos, rendimiento y rentabilidad de cada una de las parcelas de maíz (ver anexo 1), los resultados promedios de cada repetición para el tratamiento T1 se pueden observar en el cuadro 8.

Cuadro 8: Características físicas de la mazorca obtenida para las tres repeticiones del tratamiento 1. Distanciamiento: surco (50 cm) x 1 planta (22 cm)

Tratamiento T1			
Parámetros	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Muestras de mazorcas	46	47	51
Hilera	17.70*	17.50*	17.90*
Granos/hilera	33.15*	34.70*	34.95*
Peso de mazorca (g)	174.48*	175.81*	186.27*
Peso de tusa (g)	23.20*	23.68*	24.22*

Fuente: Elaboración propia. *Valor promedio.

Los valores obtenidos en los cuadros 12 y 13 se emplearon para calcular, a partir de las ecuaciones 1, 2 y 3, el peso de 1000 granos, el rendimiento y la rentabilidad promedio para las tres réplicas del tratamiento T1. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 9.

Cuadro 9: Parámetros de rendimiento de la siembra de maíz para las tres repeticiones del tratamiento T1. Distanciamiento: surco (50 cm) x 1 planta (22 cm)

Tratamiento T1			
Parámetros	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Peso de 1000 granos (g)	199.6098	193.9502	200.5497
Rendimiento (kg/ha)	18 180.4562	18 049.0046	20 251.5088
Rentabilidad (%)	51.1074	50.7514	56.1075

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, para el tratamiento T2 se realizaron tres repeticiones a diferentes muestras, de las cuales, se obtuvieron los resultados preliminares que se muestran en el cuadro 10.

Cuadro 10: Parámetros evaluados para las tres repeticiones del tratamiento T2 densidad de siembra. Distanciamiento: surco (50 cm) x 1 planta (18 cm)

Tratamiento T2			
Parámetros	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Número de mazorcas muestreadas	45	52	52
Peso (1000 granos)	297 g	301 g	289 g
Prolificidad	0,81	0,918	0,936
Humedad de grano (%)	15.5	15.5	15.5
Número de plantas a cosecha	93 333.33	93 333.33	93 333.33
Plantas dominadas	5	6	5

Fuente: elaboración propia.

De igual forma, a esas muestras se les midió las características físicas necesarias para obtener los resultados de pesos de 1000 granos, rendimiento y rentabilidad de cada una de las parcelas de maíz (ver anexo 2), los resultados promedios de cada repetición para el tratamiento 2 se pueden observar en el cuadro 11.

Cuadro 11: Características físicas de la mazorca obtenida para las tres repeticiones del tratamiento T2. Distanciamiento: surco (50 cm) x 1 planta (18 cm)

Tratamiento T2			
Parámetros	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Número de mazorcas muestreadas	45	52	52
Hilera	17.90*	18.20*	17.40*
Granos/hilera	34.20*	32.65*	32.10*
Peso de mazorca (g)	171.02*	177.77*	160.54*
Peso de tusa (g)	22.18*	23.48*	20.79*

Fuente: Elaboración propia. *Valor promedio.

Los valores obtenidos en los cuadros 15 y 16 se emplearon para calcular, a partir de las ecuaciones 1, 2 y 3, el peso de 1000 granos, el rendimiento y la rentabilidad para las tres réplicas del tratamiento T2. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 12.

Cuadro 12: Parámetros de rendimiento de la siembra de maíz para las tres repeticiones del tratamiento 2. Distanciamiento: surco (50 cm) x 1 planta (18 cm)

Tratamiento T2			
Parámetros	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Peso de 1000 granos (g)	188.2362	201.0150	193.7078
Rendimiento (kg/ha)	14 230.6527	17 222.9629	16 922.3118
Rentabilidad (%)	37.5370	48.3893	47.4724

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente, para el tratamiento T3 se realizaron tres repeticiones a diferentes muestras, de las cuales, se obtuvieron los resultados preliminares que se muestran en el cuadro 13.

Cuadro 13: Parámetros evaluados para las tres repeticiones del tratamiento T3 densidad de siembra. Distanciamiento: surco (80 cm) x 1 planta (16 cm)

Tratamiento T3			
Parámetros	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
	Valor	Valor	Valor
Número de mazorcas obtenidas	57	61	63
Peso (1000 granos)	285	298	300
Prolificidad	0,912	0,976	1.008
Humedad de grano (%)	15.5	15.5	15.5
Número de plantas a cosecha	60 416.67	60 416.67	60 416.67
Plantas dominadas	2	2	3

Fuente: elaboración propia.

De igual forma, se tomó muestras de menor tamaño para medir las características físicas necesarias para obtener los resultados de pesos de 1000 granos, rendimiento y rentabilidad de cada una de las parcelas de maíz (ver anexo 3), los resultados promedios de cada repetición para el tratamiento T3 se pueden observar en el cuadro 14.

Cuadro 14: Características físicas de la mazorca obtenida para las tres repeticiones del tratamiento T3. Distanciamiento: surco (80 cm) x 1 planta (16 cm)

Tratamiento T3			
Parámetros	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Número de mazorcas muestreadas	46	47	51
Hilera	17.70*	17.5*	17.9*
Granos/hilera	33.15*	34.7*	34.95*
Peso de mazorca (g)	174.48*	175.81*	186.27*
Peso de tusa (g)	23.20*	23.68*	24.22*

Fuente: Elaboración propia. *Valor promedio.

Los valores obtenidos en los cuadros 18 y 19 se emplearon para calcular, a partir de las ecuaciones 1, 2 y 3, el peso de 1000 granos, el rendimiento y la rentabilidad para las tres réplicas del tratamiento T3. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 15.

Cuadro 15: Parámetros de rendimiento de la siembra de maíz para las tres repeticiones del tratamiento T3. Distanciamiento: surco (80 cm) x 1 planta (16 cm)

Tratamiento T3			
Parámetros	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Peso de 1000 granos (g)	199.6098	193.9502	200.5497
Rendimiento (kg/ha)	10 998.4979	11 436.5968	12 213.4775
Rentabilidad (%)	19.1809	22.2768	27.2207

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, para el tratamiento T0 se realizaron tres repeticiones a diferentes muestras, de las cuales, se obtuvieron los resultados preliminares que se muestran en el cuadro 16.

Cuadro 16: Parámetros evaluados para las tres repeticiones del tratamiento T0 densidad de siembra. Distanciamiento: surco (80 cm) x 2 planta (30 cm)

Tratamiento T0			
Parámetros	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Número de mazorcas obtenidas	76	61	69
Peso (1000 granos) (g)	249	275	296
Prolificidad	1.14	0,915	1.035
Humedad de grano (%)	15.5	15.5	15.5
Número de plantas a cosecha	80 416.67	80 416.67	80 416.67
Plantas dominadas	6	3	5

Fuente: elaboración propia.

De igual forma, a las muestras tomadas se les midió las características físicas necesarias para obtener los resultados de pesos de 1000 granos, rendimiento y rentabilidad de cada una de las parcelas de maíz (ver anexo 4), los resultados promedios de cada repetición para el tratamiento T0 se pueden observar en el cuadro 17.

Cuadro 17: Características físicas de la mazorca obtenida para las tres repeticiones del tratamiento T0. Distanciamiento: surco (80 cm) x 2 planta (30 cm)

Tratamiento T0			
Parámetros	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Número de mazorcas muestreadas	76	61	69
Hilera	17.80*	17.60*	16.90*
Granos/hilera	35.10*	33.90*	33.25*
Peso de mazorca (g)	151.28*	174.74*	163.43*
Peso de tusa (g)	21.64*	24.72*	21.46*

Fuente: Elaboración propia. *Valor promedio.

Los valores obtenidos en los cuadros 21 y 22 se emplearon para calcular, a partir de las ecuaciones 1, 2 y 3, el peso de 1000 granos, el rendimiento y la rentabilidad para las tres réplicas del tratamiento T0. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 18.

Cuadro 18: Parámetros de rendimiento de la siembra de maíz para las tres repeticiones del tratamiento 4. Distanciamiento: surco (80 cm) x 2 planta (30 cm)

Tratamiento T0			
Parámetros	Réplica 1	Réplica 2	Réplica 3
Peso de 1000 granos (g)	160.6324	194.6596	195.6009
Rendimiento (kg/ha)	14 725.9790	14 323.2998	16 280.1092
Rentabilidad (%)	39.6380	37.9411	45.4003

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, a partir de los resultados observados para el rendimiento y la rentabilidad de cada una de las réplicas de los tratamientos para la obtención del maíz, se obtuvieron los valores promedios finales, los cuales se muestran en las figuras 6 y 7.

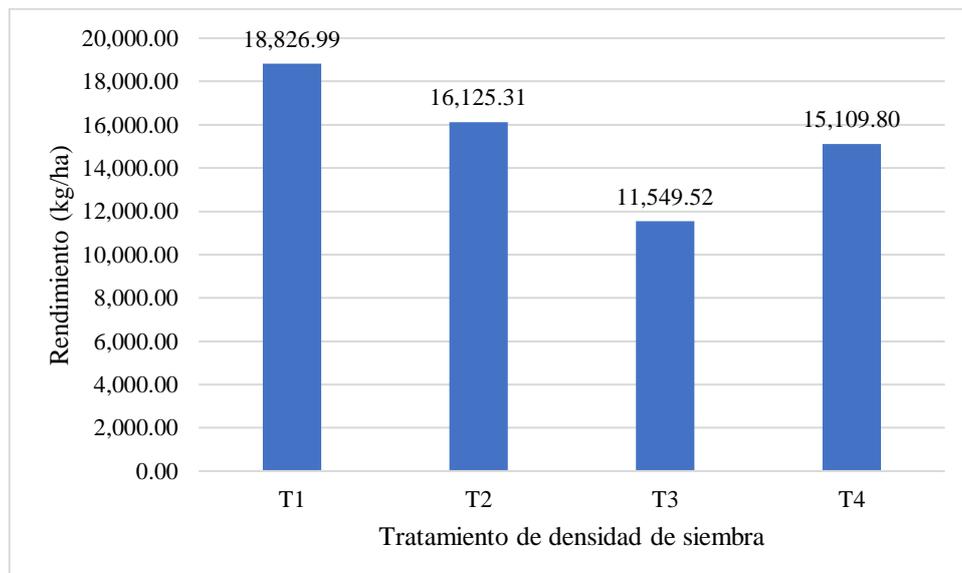


Figura 6: Rendimiento promedio de los tratamientos de densidad de siembra para la obtención de maíz.

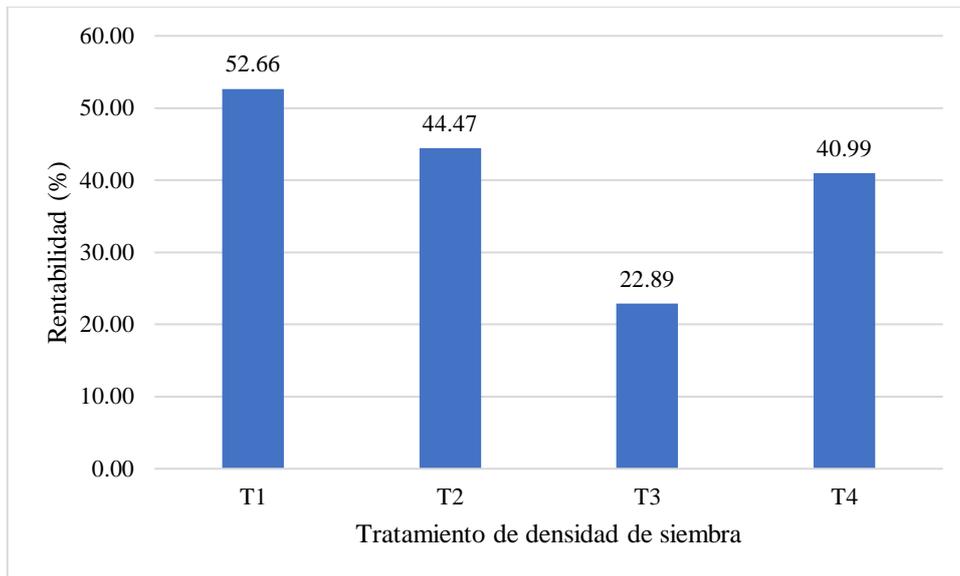


Figura 7: Rentabilidad promedio de los tratamientos de densidad de siembra para la obtención de maíz.

Como se puede observar en la figura 6, el tratamiento que tuvo mejor rendimiento al comparar los tres tratamientos de densidad de siembra fue el T1, teniendo un rendimiento promedio de 18 826.99 kg/ha, mientras que el tratamiento T2 tuvo un valor promedio de 16 125.31 kg/ha, el tratamiento T3 tuvo el promedio más bajo con un valor igual a 11 549.52 kg/ha y el tratamiento T0 (Testigo del agricultor) tuvo un rendimiento promedio de 15 109.80 kg/ha.

En relación con la rentabilidad obtenida para los diferentes tratamientos en estudio, se puede observar en la figura 7 que el tratamiento T1 tuvo la mejor rentabilidad con un valor igual a 52.66%, seguido del tratamiento T2 con un valor obtenido de 44.47%, mientras que el valor más bajo de rentabilidad fue para el tratamiento T3 con un valor igual a 22.89%, finalmente para el tratamiento T0 (Testigo del agricultor) se obtuvo un valor promedio de 40.99%.

Ahora bien, para saber si estas diferencias entre las medias determinadas para el rendimiento y la rentabilidad de cada tratamiento son significativas se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para los cuatro tratamientos y la prueba de Tukey, los resultados de estos análisis se presentan a continuación.

Efecto de la densidad de siembra en surcos de 50 cm y 80 cm de ancho sobre el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508, bajo condiciones del Valle del Santa.

En este sentido, para la determinación de efecto de la densidad de siembra (tratamientos estudiados) sobre el rendimiento del maíz amarillo duro, se planteó un diseño de bloque completo al azar (ver anexo 5) y se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y se planteó las siguientes hipótesis:

- $H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4$ (Todos los tratamientos producen el mismo efecto sobre el rendimiento)
- $H_a = \tau_1 \neq \tau_2 \neq \tau_3 \neq \tau_4$ (al menos uno de los tratamientos produce efectos sobre el rendimiento)

Ahora bien, para el rechazo de la hipótesis nula, se toma como criterio, la comparación del valor de significancia calculado para los datos con el valor de significancia teórico de 0,05. Si el valor de significancia calculado es $> 0,05$, se aceptará H_0 . Pero, si el valor de significancia calculado $\leq 0,05$, se aceptará H_a (Levin y Rubin, 2004). Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) de los rendimientos promedios obtenidos para diferentes densidades de siembra se presenta en el cuadro 19.

Cuadro 19: Análisis de varianza (ANOVA) de los rendimientos promedio obtenidos para diferentes densidades de siembra.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
	Entre grupos	81 542 047.228	3	27 180 682.409	19.116	0,001
Rendimiento	Dentro de grupos	11 375 042.405	8	14 21 880.301		
	Total	92 917 089.633	11			

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, el valor de significación obtenido entre los grupos es 0,001, este valor al ser menor que el parámetro teórico de 0,050, aceptándose la hipótesis alternativa, por lo que se puede afirmar, que al menos uno de los

tratamientos evaluados tiene un efecto significativo sobre el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508.

Para conocer cuál de los tratamientos es el que tiene un efecto significativo sobre el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508, se aplicó la prueba de Tukey, estos resultados se pueden observar en el cuadro 20.

Cuadro 20: Prueba de Tukey para los rendimientos promedio obtenidos para las diferentes densidades de siembra.

Variable dependiente	(I) Densidad de siembra	(J) Densidad de siembra	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Rendimiento	T1	T2	2701.6807333	973.6119352	,091	-416.167399	5819.528866
		T3	7277.4658000*	973.6119352	,000	4159.617667	10395.313933
		T0	3717.1938667*	973.6119352	,021	599.345734	6835.041999
	T2	T1	-2701.6807333	973.6119352	,091	-5819.528866	416.167399
		T3	4575.7850667*	973.6119352	,007	1457.936934	7693.633199
		T0	1015.5131333	973.6119352	,731	-2102.334999	4133.361266
	T3	T1	-7277.4658000*	973.6119352	,000	-10395.313933	-4159.617667
		T2	-4575.7850667*	973.6119352	,007	-7693.633199	-1457.936934
		T0	-3560.2719333*	973.6119352	,027	-6678.120066	-442.423801
	T0	T1	-3717.1938667*	973.6119352	,021	-6835.041999	-599.345734
		T2	-1015.5131333	973.6119352	,731	-4133.361266	2102.334999
			T3	3560.2719333*	973.6119352	,027	442.423801

Fuente: Elaboración propia. *. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,050.

Como se puede observar, los valores de significación obtenidos con el tratamiento T3 en relación con los valores T1, T2 y T0, son 0,000; 0,007 y 0,027; siendo estos valores menores que el parámetro teórico de 0,050, por lo que se puede afirmar, que el tratamiento T3 tiene un efecto significativo sobre el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508, pero siendo este tratamiento el que menos rendimiento obtuvo no es recomendable emplear esa densidad de siembra.

Por otro lado, al comparar las significancias entre los tratamientos T2 con los T1 y T0, se observa que los valores obtenidos son elevados ($> 0,050$), lo que quiere decir que cualquiera de estos tres tratamientos que se emplee pueden originar resultados de rendimiento similares.

Al comparar las significancias entre los tratamientos T1 con los T2 y T0, se evidencia un comportamiento similar ($> 0,050$) para la T1 y T2, es decir, cualquiera que se emplee generará resultados similares. Mientras que el valor obtenido para la comparación de T1 y T0 es igual a 0,021, por lo que se puede afirmar, que el tratamiento T1 tiene un efecto significativo sobre el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508.

Efecto de la densidad de siembra en surco de 50 cm y 80 cm de ancho sobre la rentabilidad del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido Dekalb 7508, bajo condiciones del Valle del Santa.

Ahora bien, para la determinación de efecto de la densidad de siembra (tratamientos estudiados) sobre la rentabilidad del maíz amarillo duro, se empleó el diseño de bloque completo al azar (ver anexo 5) y se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y se planteó las siguientes hipótesis:

- $H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4$ (Todos los tratamientos producen el mismo efecto sobre la rentabilidad)
- $H_a = \tau_1 \neq \tau_2 \neq \tau_3 \neq \tau_4$ (al menos uno de los tratamientos produce efectos sobre la rentabilidad)

Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) de las rentabilidades promedio obtenidas para diferentes densidades de siembra se presenta en el cuadro 21.

Cuadro 21: Análisis de varianza (ANOVA) de las rentabilidades promedio obtenidos para diferentes densidades de siembra.

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
	Entre grupos	1420.488	3	473.496	24.622	,000
Rentabilidad	Dentro de grupos	153.843	8	19.230		
	Total	1574.331	11			

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, el valor de significación obtenido entre los grupos es 0,000, este valor al ser menor que el parámetro teórico de 0,050, aceptándose la hipótesis alternativa, por lo que se puede afirmar, que al menos uno de los tratamientos evaluados tiene un efecto significativo sobre la rentabilidad del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508.

Para conocer cuál de los tratamientos es el que tiene un efecto significativo sobre la rentabilidad del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508, se aplicó la prueba de Tukey, estos resultados se pueden observar en el cuadro 22.

Cuadro 22: Prueba de Tukey para las rentabilidades promedio obtenidos para las diferentes densidades de siembra.

Variable dependiente	(I) Densidad de siembra	(J) Densidad de siembra	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
						Límite inferior	Límite superior
Rentabilidad	T1	T2	8.1892000	3.5805384	,180	-3.276944	8.1892000
		T3	29.7626333*	3.5805384	,000	18.296489	29.7626333
		T0	11.6623000*	3.5805384	,046	.196156	11.6623000
	T2	T1	-8.1892000	3.5805384	,180	-19.655344	-8.1892000
		T3	21.5734333*	3.5805384	,001	10.107289	21.5734333
		T0	3.4731000	3.5805384	,770	-7.993044	3.4731000
	T3	T1	-29.7626333*	3.5805384	,000	-41.228778	-18.296489
		T2	-21.5734333*	3.5805384	,001	-33.039578	-10.107289
		T0	-18.1003333*	3.5805384	,004	-29.566478	-6.634189
	T0	T1	-11.6623000*	3.5805384	,046	-23.128444	-.196156
		T2	-3.4731000	3.5805384	,770	-14.939244	7.993044
		T3	18.1003333*	3.5805384	,004	6.634189	29.566478

Fuente: Elaboración propia. *. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,050.

Como se puede observar, los valores de significación obtenidos en el tratamiento T3 en relación con los valores T1, T2 y T0, son 0,000; 0,001 y 0,004; siendo estos valores menores que el parámetro teórico de 0,050, por lo que se puede afirmar, que el tratamiento T3 tiene un efecto significativo sobre la rentabilidad del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508, pero siendo este tratamiento el que menos rentabilidad obtuvo no es recomendable emplear esa densidad de siembra.

Por otro lado, al comparar las significancias entre los tratamientos T2 con los T1 y T0, se observa que los valores obtenidos son elevados ($> 0,050$), lo que quiere decir que cualquiera de estos tres tratamientos que se emplee pueden originar resultados de rentabilidad similares.

Al comparar las significancias entre los tratamientos T1 con los T2 y T0, se evidencia un valor para el T1 y T2 igual 0,180 siendo este mayor que 0,050, es decir, cualquiera que se emplee generará resultados similares. Mientras que el valor obtenido para la comparación de T1 y T0 es igual a 0,046, siendo este valor menor al teórico, por lo que se puede afirmar que el tratamiento T1 tiene un efecto significativo sobre el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508.

4.2. Discusión de resultados

Una vez obtenido los resultados sobre el rendimiento a diferentes densidades de siembra (Ver Figura 06), se obtuvo que el tratamiento con mayor rendimiento fue el T1 de surco 50 cm x 1 planta (22 cm), con un rendimiento promedio de 18 826.99 kg/ha; mientras que la mejor rentabilidad también se obtuvo para el T1 con un valor promedio igual a 52.66%. Asimismo, se demostró que el tratamiento T1 y T3 tienen efectos significativos sobre el rendimiento (0,021 y 0,027) y la rentabilidad (0,046 y 0,004) del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508.

Al comparar el rendimiento obtenido con el resultado publicado por Chumpitaz (2018) el cual evaluó las densidades de siembra y dos variedades de maíz amarillo duro (*Zea mays L.*) con abono foliar en la localidad de La Molina, obtuvo un rendimiento de 10.281 t/ha de maíz amarillo duro con abono sin foliar, se evidencia que el tratamiento T1 aplicado en este estudio genera un rendimiento mayor. De la misma manera no se encontró efectos significativos el factor densidad de siembra, variedades, abono foliar, así como las interacciones densidad por abono foliar, variedad por abono foliar y la interacción densidad por variedad por abonamiento foliar en la investigación de Chumpitaz (2018), lo cual difiere de los hallazgos encontrados en el presente estudio, donde la densidad siembra del tratamiento T1 y T3 tienen efectos significativos sobre el rendimiento y la rentabilidad.

Cuando se compara el tratamiento T1 que generó el mejor rendimiento promedio, con el resultado obtenido por Berrú (2015), el cual determinó el efecto de la modalidad y época de cosecha en el rendimiento del híbrido de maíz amarillo duro (*Zea mays L.*) PM – 212, donde se obtuvo que la modalidad de doblado tuvo una diferencia de 2.60 t/ha sobre la modalidad de cortado, siendo esta diferencia significativa estadísticamente, se puede observar algunos comportamientos similares, debido a que la diferencia entre el tratamiento T1 y T2 fue igual a 2701.68 kg/ha (ver Cuadro 25), sin embargo se observó que el T1 no evidenció diferencia significativa en el rendimiento promedio del maíz amarillo duro con respecto T2.

Al comparar los resultados de T1 y T0 de la prueba Tukey aplicada (ver Cuadro 20), se observa que la diferencia entre las medias fue 3717.19 kg/ha, siendo esta

diferencia significativa (0,021), este valor es mayor al reportado por Berrú (2015), pero se evidencian diferencias significativas en ambos casos.

En el estudio realizado por Astopilco (2015) donde se evaluó el efecto de dos bioestimulantes en el rendimiento de maíz amarillo duro (*Zea mays L.*) híbrido Dow 2B688 en Pacasmayo – La Libertad, no se observó resultados con efectos significativos en los parámetros empleados para determinar el rendimiento del maíz amarillo duro días de floración (0,6141), altura de la planta (0,6099), longitud de mazorca (0,6484), esto son similares con los resultados obtenidos por el tratamiento T2, el cual al compararlo con el T0 se obtuvo un valor de significancia de 0,731, lo cual demuestra que las diferencias entre ambos tratamientos no son significativas.

En el caso de los resultados obtenidos por Rodríguez (2018) donde determinó el efecto de dos densidades de siembra en el rendimiento de dos híbridos de maíz amarillo duro (H1: INIA 605 y H2: DK 7508) a partir de diferentes distanciamientos entre golpes y número de plantas por golpe, obtuvo que el híbrido DK 7508 fue el de mayor rendimiento promedio igual a 13.64 t/ha, sin embargo no se evidenció diferencia significativa respecto al rendimiento de grano empleado para sembrar una planta por golpe cada 15 cm y dos plantas por golpe cada 30 cm, estos resultados difieren a los obtenidos en la presente investigación, donde si se evidenció diferencia significativa entre los tratamientos T1 y T0, donde la distancia entre las plantas fue de 22 cm (1 planta) y 30 cm (2 plantas) respectivamente. Asimismo, se evidenció diferencia significativa entre el T3 y T0, donde la distancia entre las plantas fue de 16 cm (1 planta) y 30 cm (2 plantas) respectivamente.

Finalmente, al observar los resultados por Fernandez (2019) donde evaluó el rendimiento de tres variedades de maíz amarillo duro (*Zea mays L.*) bajo tres densidades de siembra en el centro poblado Ñunya Jalca, distrito de Bagua Grande, Amazonas. El T6 (DEKALB 7508 y densidad de siembra de 60 cm x 25 cm) fue el que obtuvo el mayor rendimiento (14.50 t/ha), además presentó características agronómicas superiores respecto a los otros tratamientos. El T9 (Marginal 28 T y densidad de siembra de 60 cm x 25 cm) obtuvo un rendimiento de (12.28 t/ha) y el T3 (variedad local y densidad de siembra de 60 cm x 25 cm) obtuvo un rendimiento de (8.34 t/ha); todos los valores son más bajos a los obtenidos en la presente

investigación, ya que para el mejor tratamiento T1 se obtuvo un rendimiento promedio igual a 18 826.99 kg/ha, con excepción del T3 con un rendimiento promedio igual a 11 549.52 kg/ha.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se concluye que los tratamientos de la densidad de siembra T1 (surco de 50 cm) y T3 (surcos de 80 cm) tienen efectos significativos sobre el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508, bajo condiciones del Valle del Santa. Mientras que, el tratamiento T2 no tienen efecto significativo sobre el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508, bajo condiciones del Valle del Santa.
- Se concluye que los tratamientos de la densidad de siembra T1 (surco de 50 cm) y T3 (surco de 80 cm) tienen efectos significativos sobre la rentabilidad del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508, bajo condiciones del Valle del Santa. Mientras que, el tratamiento T2 no tiene efecto significativo sobre la rentabilidad del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508, bajo condiciones del Valle del Santa.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar dosis de fertilizante nitrogenada como factor que pueden afectar el rendimiento y la rentabilidad del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508.
- Se recomienda realizar un diseño factorial donde se evalúen diversos factores en distintos niveles para observar su efecto en el rendimiento y la rentabilidad del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508.
- Se recomienda evaluar el efecto de la densidad de siembra estudiadas sobre la altura de la mazorca.
- Se recomienda evaluar otras densidades de siembra para encontrar el rendimiento y la rentabilidad máxima del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508, bajo condiciones del Valle del Santa.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agritotal. (18 de Setiembre de 2018). *Maíz: ¿cuál es la mejor densidad para mi lote?* Obtenido de <http://www.agritotal.com/nota/36489-maiz-cual-es-la-mejor-densidad-para-mi-lote/>
- Agrosíntesis. 2016. Principales plagas que atacan al cultivo de Maíz. Categoría Fitosanidad. Artículos Técnicos de AGROSÍNTESIS. México. Recuperado de: <https://www.agrosintesis.com/principales-plagas-que-atacan/>
- Astopilco, M. (2015). *Efecto de tres dosis de bioestimulante en el rendimiento de maíz amarillo duro (Zea mays L. hybr. Dow 2B688) en Pacasmayo – La Libertad*. Guadalupe: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/7742>
- Berrú, C. (2015). *Efecto de la modalidad y época de cosecha en el rendimiento del híbrido de maíz amarillo duro (Zea mays L.) PM - 212*. Piura: Universidad Nacional de Piura. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/407/AGR-VERGAR-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Boletín Agrario. (2014). Glosario. *Boletín Agrario*, 1. Obtenido de <https://boletinagrario.com/ap-6,maiz,114.html>
- Chérrez, V. (2015). *Evaluación de dos distancias de siembra y tres niveles de fertilización con N, P, K, en el cultivo de maíz (Zea mays L.)*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4262/1/13T0806%20.pdf>
- Cultura científica. (2018). Plas y enfermedades del maíz. *Cuaderno de Cultura científica*, 1. Obtenido de <https://culturacientifica.com/2018/02/18/los-insectos-agricolas/>

Desarrollo alternativo de Satipo. (2016). *Cultivo de Maíz*. Satipo: IMPREGAR E.I.R.L.

Obtenido de

[http://www.devida.gob.pe/documents/20182/334733/manual+maiz.pdf/9dd91887-](http://www.devida.gob.pe/documents/20182/334733/manual+maiz.pdf/9dd91887-3b8a-47e3-a876-3f787e099301)

[3b8a-47e3-a876-3f787e099301](http://www.devida.gob.pe/documents/20182/334733/manual+maiz.pdf/9dd91887-3b8a-47e3-a876-3f787e099301)

Díaz, C. (2008). *Metodología de investigación científica: Pautas metodológicas pa diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Lima: San Marcos.

Gutiérrez, H., & de la Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.

Hernández, R., & Fernández, C. y. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw Hill.

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de Cuba. (2009). El cultivo del maíz, su origen y su clasificación. *Cultivos tropicales*, 9. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193215047017.pdf>

Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura. (5 de Mayo de 2015). *Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura*. Obtenido de Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura: <https://www.intagri.com/quienes-somos>

Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura de México. (2017). La Selección del Híbrido de Maíz. Obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/cereales/la-seleccion-del-hibrido-de-maiz>

Intagri. 2016. El Momento Oportuno para el Control del Gusano Cogollero. Serie Fitosanidad. Núm. 43. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 3 p.

La Prensa. (27 de Abril de 2019). Mejor nutrición para maíces tardíos. *Campo*, pág. 1. Obtenido de <http://www.laprensa.com.ar/475836-Mejor-nutricion-para-maices-tardios.note.aspx>

La República. (2 de Octubre de 2018). La Libertad: capacitarán a agricultores en el cultivo de nuevas variedades de maíz. *Economía*, pág. 1. Obtenido de

<https://larepublica.pe/reportero-ciudadano/1329930-libertad-capacitaran-agricultores-cultivo-nuevas-variedades-maiz>

Levin, R., & Rubin, D. (2004). *Estadísticas para administración y economía*. México D.F.: Pearson Educación.

Masaquiza, J. C. (2016). *Valoración del rendimiento de maíz (Zea mays) en relación con la aplicación de biodegradantes en el sector la isla, Cantón Cumandá*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/24084>

Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador. (2014). *Guía técnica: El cultivo del maíz*. San Salvador: IICA. Obtenido de <http://repiica.iica.int/docs/b3469e/b3469e.pdf>

Mozo, C. (2014). *Efecto de la fertilización NPK en el rendimiento de maíz pímte en Virú*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/7751>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2013). Origen, evolución y difusión del maíz. *El maíz en los trópicos*, 1. Obtenido de <http://www.fao.org/3/x7650s/x7650s00.htm#toc>

Ortiz, A. (2016). Evaluación de la Respuesta del Maíz (Zea Mays L.) ante cambios en la Densidad de Siembra y Dosis de Nitrógeno. *Revista sobre Estudios e Investigaciones del Saber Académico*, 4. Obtenido de <http://publicaciones.uni.edu.py/index.php/eisa/article/view/118>

Rodríguez, B. (2018). *Efecto de dos densidades de siembra y dos dosis de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de dos híbridos de maíz amarillo duro Zea mays L. (Poaceae)*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4650>

- Rodríguez, L. (2018). *Efecto del número de plantas por golpe, a diferentes distanciamientos entre golpes, en el rendimiento de dos híbridos de maíz amarillo duro Zea mays L. (Poaceae)*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3663/1/RE_ING.AGRON_LUCIAN A.RODRIGUEZ_N%C3%9AMERO.DE.PLANTAS.POR.GOLPE_DATOS.PDF
- Sandoval, I. (2016). *Evaluación argonómica de dos híbridos de maíz (Zea mays L.) cultivados con tres distancia de siembra*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/9189/1/Sandoval%20Endara%20Ingrid%20Lourdes.pdf>
- Sotomayor, R., Chura, J., Calderón, C., & Sevilla, R. y. (2017). *Fuentes y dosis de nitrógeno en la productividad del maíz amarillo duro bajo dos sistemas de siembra*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. Obtenido de <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/1061>
- Universidad Estatal de Kansas. (2014). Estimación del potencial de rendimiento. *Apuntes técnicos*, 2. Obtenido de <https://www.lgseeds.es/blog/apuntes-tecnicos-maiz-estimacion-del-potencial-de-rendimiento-del-maiz/>
- Varón, F., & Sarria, G. (2008). *Enfermedades del maíz y su manejo*. Colombia: ICA. Obtenido de <http://www.fenalce.org/archivos/maiz.pdf>
- Voces. (4 de Marzo de 2019). *Voces*. Obtenido de Voces: <https://www.diariovoces.com.pe/127529/prpmueven-nuevas-tecnologias-mejora-maiz-amarillo-duro>
- Zamora, C. (2019). *Densidad y distanciamiento entre hileras sobre el desarrollo y crecimiento de un nuevo híbrido de maíz en la zona de Quevedo*. Babahoyo: Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6801/TE-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000215.pdf?sequence=1>

VII. ANEXOS

Anexo 1: Características físicas de la mazorca obtenida para las tres repeticiones del tratamiento 1.

N°	Tratamiento 1-Réplica 1				Tratamiento 1-Réplica 2				Tratamiento 1-Réplica 3			
	Hilera	Granos /Hilera	Peso de mazorca (g)	Peso de Tusa (g)	Hilera	Granos /Hilera	Peso de mazorca (g)	Peso de Tusa (g)	Hilera	Granos /Hilera	Peso de mazorca (g)	Peso de Tusa (g)
1	22	32	250	34	14	37	173	23	20	35	210	25
2	18	33	185	20	18	30	184	25	16	35	172	24
3	18	32	198	30	18	42	234	27	20	37	231	33
4	16	35	184	23	18	45	173	28	18	39	213	31
5	16	35	209	29	18	39	191	23	18	35	197	28
6	16	29	185	27	16	32	191	24	16	32	179	20
7	18	34	228	32	18	29	168	25	20	31	177	28
8	16	31	153	21	18	40	248	34	14	35	198	24
9	16	33	189	22	20	35	217	26	16	31	185	24
10	20	34	220	25	20	35	235	32	20	37	224	25
11	20	30	192	27	18	30	171	23	18	28	170	20
12	12	34	197	32	16	32	168	21	14	40	211	24
13	20	28	198	23	16	36	201	28	18	39	216	25
14	22	36	248	32	18	34	213	27	22	36	208	24
15	16	42	260	35	16	37	187	22	20	38	237	25
16	18	33	184	23	16	42	216	25	16	34	209	27
17	18	32	204	23	18	32	198	23	20	32	195	25
18	16	31	160	18	20	28	178	22	16	36	227	31
19	16	40	210	27	18	34	191	26	18	37	226	29
20	20	29	196	22	16	25	117	13	18	32	173	21
21			212	30			260	33			210	30
22			191	22			236	32			179	23
23			222	29			199	25			197	29
24			195	26			195	31			121	15
25			243	28			200	26			155	20
26			197	22			161	21			198	26
27			178	19			130	18			225	29
28			208	27			177	22			152	22
29			159	22			224	27			222	29
30			198	23			167	25			95	13
31			202	26			213	28			200	29
32			128	15			191	23			172	24
33			173	22			176	25			205	27

34			128	13			192	27			215	25
35			125	14			249	38			192	28
36			117	14			197	25			77	9
37			88	16			195	26			186	27
38			249	67			179	24			228	31
39			125	18			149	20			60	12
40			94	12			150	22			198	25
41			200	25			105	17			224	29
42			77	11			101	14			235	33
43			69	9			88	12			189	22
44			80	11			85	17			195	26
45			63	11			94	14			194	26
46			55	10			64	12			194	15
47							32	12			207	27
48											226	28
49											196	26
50											49	7
51											46	10

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2: Características físicas de la mazorca obtenida para las tres repeticiones del tratamiento 2.

N°	Tratamiento 2-Réplica 1				Tratamiento 2-Réplica 2				Tratamiento 2-Réplica 3			
	Hilera	Granos /Hilera	Peso de mazorca (g)	Peso de Tusa (g)	Hilera	Granos /Hilera	Peso de mazorca (g)	Peso de Tusa (g)	Hilera	Granos /Hilera	Peso de mazorca (g)	Peso de Tusa (g)
1	18	38	234	29	18	35	237	32	20	32	190	25
2	20	35	200	26	20	30	195	28	18	31	208	29
3	18	40	272	40	20	32	211	28	16	37	217	28
4	20	37	224	26	16	35	220	39	16	32	186	26
5	22	29	179	19	18	36	182	21	16	36	162	21
6	20	39	228	30	20	30	206	28	18	33	200	29
7	16	35	203	28	22	32	214	29	18	34	146	16
8	16	36	189	27	18	26	173	22	14	37	169	20
9	16	38	235	30	14	38	228	29	16	39	212	32
10	20	32	219	29	18	32	199	28	18	26	140	18
11	18	33	199	26	18	37	210	26	14	25	153	20
12	16	27	171	23	18	36	237	29	18	34	177	21
13	18	28	163	20	16	38	207	31	18	30	200	24
14	18	30	184	23	16	34	167	23	16	35	178	20
15	16	36	210	28	18	28	198	26	18	19	122	15
16	16	35	204	25	18	38	197	24	20	27	189	22
17	18	36	213	30	20	29	173	18	18	34	194	22
18	14	27	175	23	18	30	191	24	16	39	206	27
19	18	38	219	29	18	33	206	27	20	28	179	23
20	20	35	221	28	20	24	142	17	20	34	185	23
21			98	12			169	21			134	18
22			196	21			194	27			108	12
23			161	24			197	25			169	23
24			154	20			247	33			211	25
25			186	21			159	20			169	24
26			127	17			202	27			149	18
27			169	19			190	25			178	24
28			128	17			140	20			213	24
29			181	23			242	33			203	29
30			142	19			176	27			136	17
31			91	11			226	27			158	22
32			106	12			130	16			212	30
33			171	22			144	16			240	34
34			123	19			155	22			159	19
35			127	11			165	18			208	26
36			195	25			157	24			144	15
37			173	20			139	17			147	20

38			151	20			179	22			186	20
39			167	22			212	29			212	30
40			153	19			211	27			193	28
41			148	21			166	21			72	10
42			143	20			246	29			177	23
43			163	22			179	25			85	10
44			78	11			178	19			190	23
45			23	11			118	17			134	17
46			98	12			162	18			109	16
47							91	12			118	15
48							113	21			92	10
49							98	13			96	14
50							43	14			61	9
51							174	19			36	8
52							49	8			36	7

Anexo 3: Características físicas de la mazorca obtenida para las tres repeticiones del tratamiento 3.

N°	Tratamiento 3-Réplica 1				Tratamiento 3-Réplica 2				Tratamiento 3-Réplica 3			
	Hilera	Grano s/Hiler a	Peso de mazorca (g)	Peso de Tusa (g)	Hilera	Grano s/Hiler a	Peso de mazorca (g)	Peso de Tusa (g)	Hilera	Grano s/Hiler a	Peso de mazorca (g)	Peso de Tusa (g)
1	22	32	250	34	14	37	173	23	20	35	210	25
2	18	33	185	20	18	30	184	25	16	35	172	24
3	18	32	198	30	18	42	234	27	20	37	231	33
4	16	35	184	23	18	45	173	28	18	39	213	31
5	16	35	209	29	18	39	191	23	18	35	197	28
6	16	29	185	27	16	32	191	24	16	32	179	20
7	18	34	228	32	18	29	168	25	20	31	177	28
8	16	31	153	21	18	40	248	34	14	35	198	24
9	16	33	189	22	20	35	217	26	16	31	185	24
10	20	34	220	25	20	35	235	32	20	37	224	25
11	20	30	192	27	18	30	171	23	18	28	170	20
12	12	34	197	32	16	32	168	21	14	40	211	24
13	20	28	198	23	16	36	201	28	18	39	216	25
14	22	36	248	32	18	34	213	27	22	36	208	24
15	16	42	260	35	16	37	187	22	20	38	237	25
16	18	33	184	23	16	42	216	25	16	34	209	27
17	18	32	204	23	18	32	198	23	20	32	195	25
18	16	31	160	18	20	28	178	22	16	36	227	31
19	16	40	210	27	18	34	191	26	18	37	226	29
20	20	29	196	22	16	25	117	13	18	32	173	21
21			212	30			260	33			210	30
22			191	22			236	32			179	23
23			222	29			199	25			197	29
24			195	26			195	31			121	15
25			243	28			200	26			155	20
26			197	22			161	21			198	26
27			178	19			130	18			225	29
28			208	27			177	22			152	22
29			159	22			224	27			222	29
30			198	23			167	25			95	13
31			202	26			213	28			200	29
32			128	15			191	23			172	24
33			173	22			176	25			205	27
34			128	13			192	27			215	25
35			125	14			249	38			192	28
36			117	14			197	25			77	9
37			88	16			195	26			186	27

38			249	67			179	24			228	31
39			125	18			149	20			60	12
40			94	12			150	22			198	25
41			200	25			105	17			224	29
42			77	11			101	14			235	33
43			69	9			88	12			189	22
44			80	11			85	17			195	26
45			63	11			94	14			194	26
46			55	10			64	12			194	15
47							32	12			207	27
48											226	28
49											196	26
50											49	7
51											46	10

Anexo 4: Características físicas de la mazorca obtenida para las tres repeticiones del tratamiento 0.

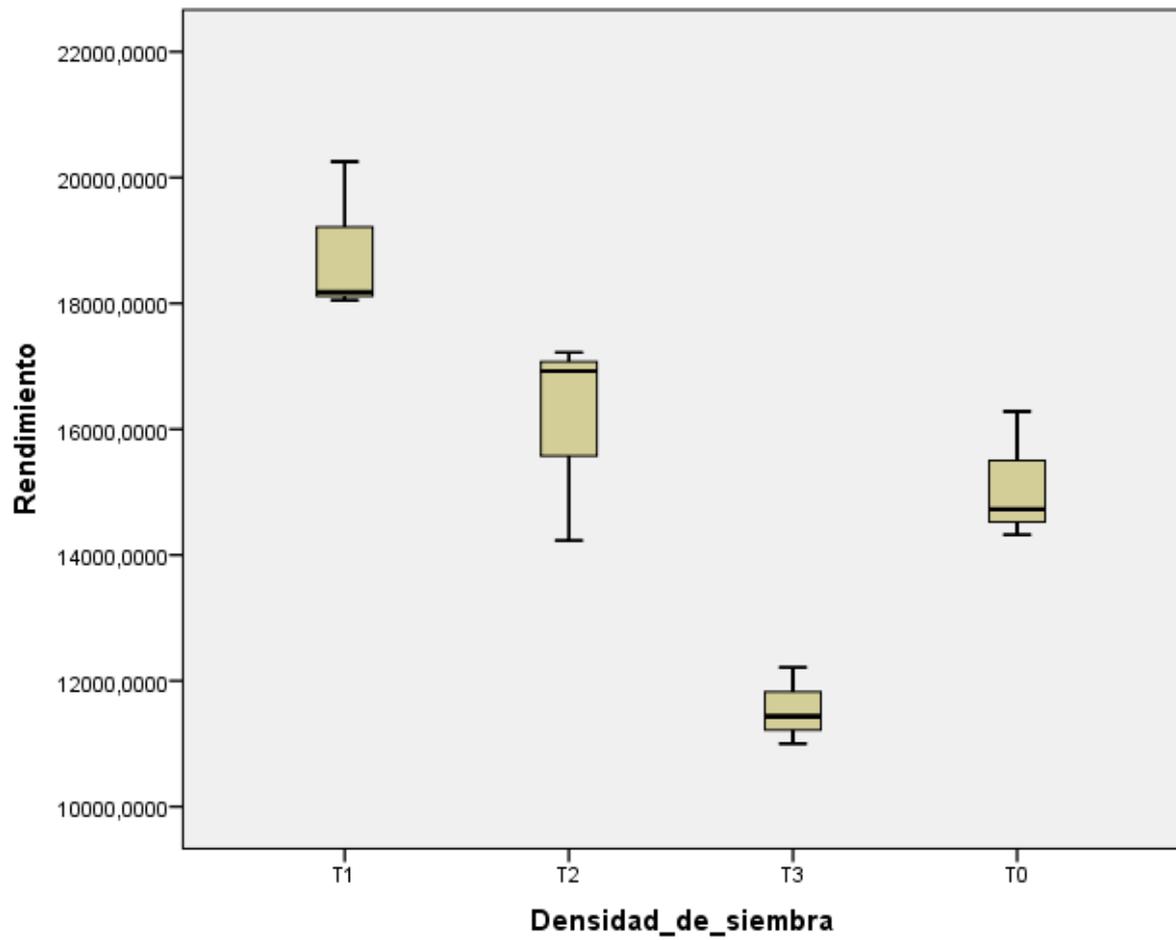
N°	Tratamiento 0-Réplica 1				Tratamiento 0-Réplica 2				Tratamiento 0-Réplica 3			
	Hilera	Granos /Hilera	Peso de mazorca (g)	Peso de Tusa (g)	Hilera	Granos /Hilera	Peso de mazorca (g)	Peso de Tusa (g)	Hilera	Granos /Hilera	Peso de mazorca (g)	Peso de Tusa (g)
1	16	36	172	21	20	38	237	32	18	25	151	20
2	18	30	165	25	20	33	193	26	20	36	234	30
3	18	37	196	27	20	38	257	34	18	31	164	24
4	16	35	178	29	18	35	195	24	16	33	179	26
5	18	36	185	26	16	35	205	31	16	37	186	22
6	18	30	157	21	16	34	212	28	16	33	194	25
7	20	37	203	30	16	32	224	35	16	29	186	26
8	20	34	164	26	14	32	187	26	16	34	181	22
9	16	38	174	24	18	28	168	26	14	33	188	27
10	18	37	194	27	16	32	114	25	16	32	195	26
11	16	34	156	21	20	36	211	31	20	38	230	29
12	18	34	202	29	16	33	193	26	18	30	177	21
13	18	37	195	27	20	27	176	23	20	31	200	28
14	18	32	191	28	20	34	203	27	18	35	202	26
15	16	38	193	29	18	35	188	24	16	39	218	29
16	18	29	159	20	18	33	180	21	16	35	195	25
17	18	39	196	25	16	34	183	24	16	33	179	23
18	18	37	185	25	16	38	224	29	16	35	202	24
19	18	37	170	24	18	35	210	27	16	33	204	33
20	20	35	185	27	16	36	180	22	16	33	162	20
21			215	30			159	22			144	21
22			166	26			205	28			146	23
23			144	22			143	21			191	25
24			191	26			163	21			195	27
25			213	30			187	26			102	14
26			160	26			248	37			212	32
27			187	30			172	22			151	21
28			130	18			210	32			248	31
29			194	30			139	19			184	19
30			158	19			159	20			161	20
31			147	16			110	17			150	21
32			230	35			221	31			127	18
33			144	20			176	25			148	19
34			170	24			187	27			131	15
35			127	17			166	23			151	18
36			193	27			72	11			93	12
37			165	26			149	21			79	12

38			184	25			148	20			42	7
39			121	18			179	29			197	22
40			178	27			162	25			212	18
41			166	23			210	29			174	16
42			143	18			163	24			182	22
43			167	23			152	23			176	21
44			142	20			69	8			236	25
45			152	21			162	24			193	26
46			125	24			161	24			131	18
47			116	16			215	30			196	26
48			185	25			104	21			65	14
49			143	23			190	23			171	23
50			52	12			102	16			114	13
51			172	21			172	26			212	29
52			124	16			201	30			176	24
53			126	18			165	22			202	25
54			79	11			174	25			54	8
55			178	26			162	24			69	14
56			177	27			191	27			94	14
57			154	20			175	29			98	12
58			43	6			194	31			189	22
59			109	18			91	13			194	27
60			16	4			127	13			165	22
61			136	20			184	28			142	18
62			92	13							164	18
63			80	11							127	25
64			41	12							198	22
65			176	26							87	16
66			162	23							84	13
67			111	15							182	25
68			139	20							147	20
69			142	19							164	22
70			73	10								
71			140	21								
72			139	18								
73			97	14								
74			109	16								
75			105	14								
76			149	18								

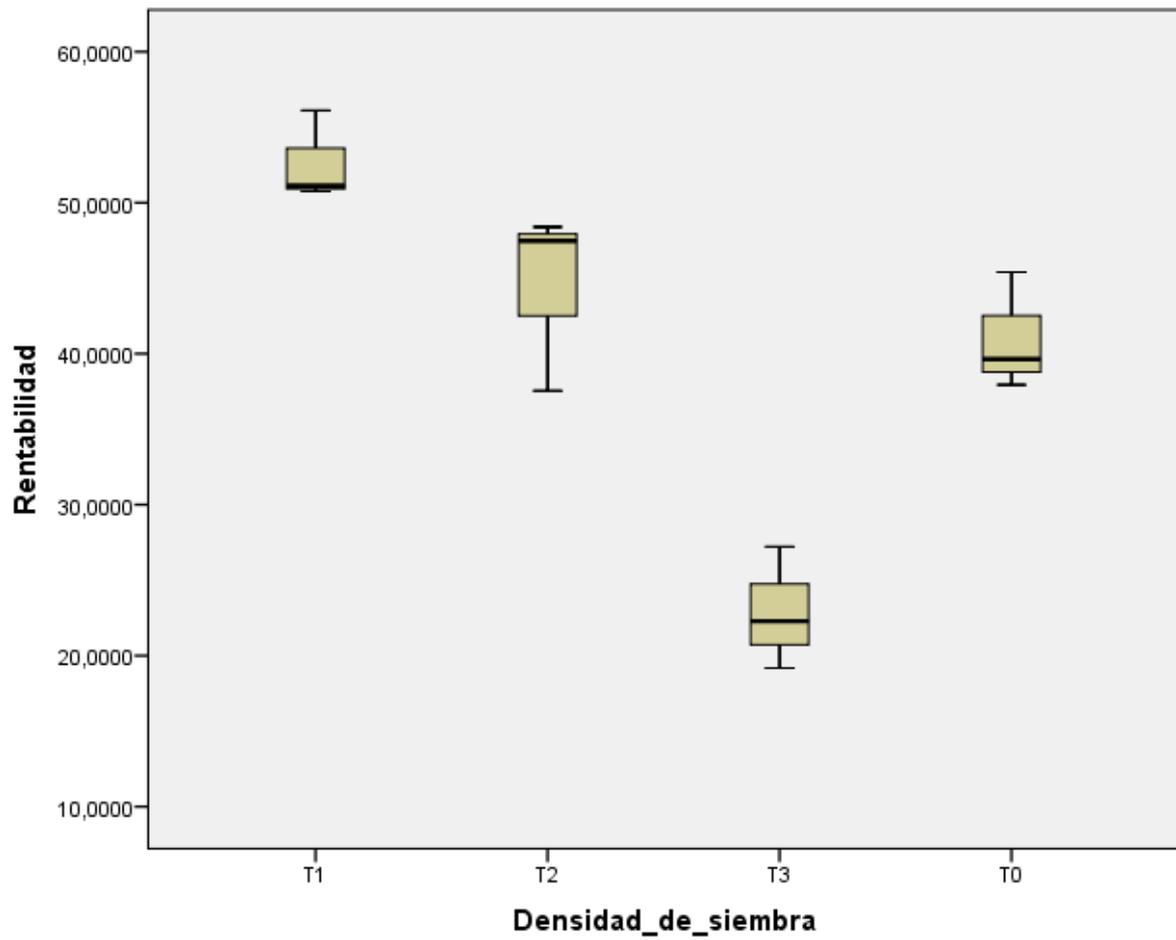
Anexo 5: Diseño de bloque completo al azar para el análisis de varianza (ANOVA) del rendimiento y rentabilidad promedio.

Bloque	Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Rentabilidad (%)
1	T1	18 180.4562	51.1074
1	T0	14 725.9790	39.6380
1	T3	10 998.4979	19.1809
1	T2	14 230.6527	37.5370
1	T3	11 436.5968	22.2768
1	T3	12 213.4775	27.2207
1	T0	14 323.2998	37.9411
1	T1	18 049.0046	50.7514
1	T2	17 222.9629	48.3893
1	T2	16 922.3118	47.4724
1	T1	20 251.5088	56.1075
1	T0	16 280.1092	45.4003

Anexo 6: Gráfico de caja del rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508 y los tratamientos de densidad de siembra.



ANEXO 7. Gráfico de caja de la rentabilidad del maíz amarillo duro (*Zea mays*) híbrido dekalb 7508 y los tratamientos de densidad de siembra.





ANEXO 08: Desarrollo del ciclo del cultivo de maíz desde la **a, b)** preparación del terreno; **c, d y e)** siembra mecanizada de maíz dekalb 7508 a diferentes densidades; **g)** fumigación, **h)** fertilización; **i)** etapa V8 del cultivo; **j)** etapa R3 del cultivo, y, **k)** madurez fisiológica del cultivo.



ANEXO 09: Evaluación en campo de punto de cosecha, **a)** toma de muestra y **b)** selección de mazorcas al azar.



ANEXO 10: Evaluación de grano para determinar el punto de cosecha (punto negro) **a)** y **b).**



ANEXO 11: Cosecha de los tratamientos en campo: **a)** cosecha de mazorcas en 10 metros lineales de cada tratamiento y **b)** conteo de plantas a cosecha por tratamiento.



ANEXO 12: Secado de los tratamientos para llegar a los 15.5% de humedad de grano para realizar las mediciones planteadas en el proyecto.



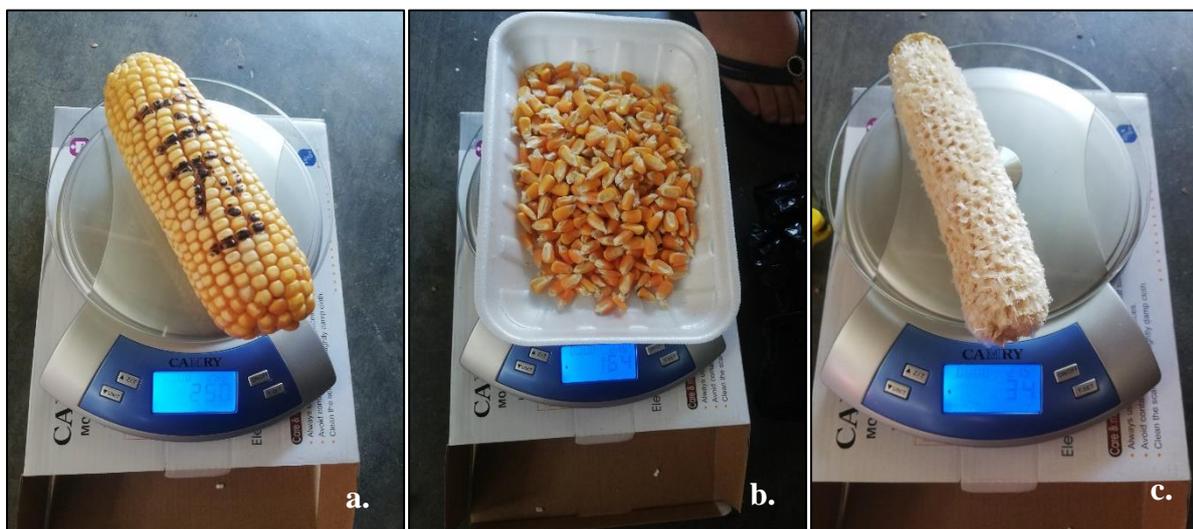
ANEXO 13: Conteo de mazorcas por tratamiento para determinar el número de mazorcas por tratamiento y determinar la prolificidad de los tratamientos.



ANEXO 14: Medición con caliper digital el **a)** largo de la mazorca y **b)** ancho de la mazorca para determinar los rendimientos de los tratamientos.



ANEXO 15: Determinación de la humedad de grano con humidímetro de grano **a)** al momento de cosecha y **b)** 10 días después del secado para llegar al punto óptimo de 15.5% de humedad para la venta y así poder determinar el rendimiento por tratamiento.



ANEXO 16: Pesado de los tratamientos en balanza gramera: **a)** pesado de mazorca; **b)** pesado de grano por mazorca, y, **c)** pesado de tusa para determinar la producción de los tratamientos.



DECLARACION JURADA DE AUTORÍA

Yo, ALBORNOZ COTRINA VICTOR MANUEL estudiante de

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	X
Escuela Profesional:	INGENIERÍA AGRÓNOMA					
Departamento Académico:	AGROINDUSTRIA Y AGRONOMÍA					
Escuela de Posgrado	Maestría			Doctorado		

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa; Declaro que el Informe Final de Tesis, titulado:

COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE TRES DENSIDADES DE SIEMBRA DE MAÍZ (*Zea Mays*) DEKALB 7508, BAJO CONDICIONES DEL VALLE DEL SANTA

presentado en un folio, para la obtención del Título Profesional:

()

Título profesional:

(X)

Investigación anual:

()

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presente trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote, 10 de diciembre de 2020

Firma:

Nombres y Apellidos: VICTOR MANUEL ALBORNOZ COTRINA

DNI: 47991296

NOTA: *Esta Declaración Jurada simple indicando que su investigación es un trabajo inédito, no exime a tesis e investigadores, que no bien se retome el servicio con el software antiplagio, ésta tendrá que ser aplicado antes que el informe final sea publicado en el Repositorio Institucional Digital UNS.*