

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN HUÁNUCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA Y RENDIMIENTO DEL MAIZ (*Zea mays* L.) HÍBRIDO AMARILLO DURO DEKALB DX 7088 EN CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE CHOLON- MARAÑON - 2016.

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

LITMAN COHIBE VEGA SANTISTEBAN

HUÁNUCO – PERÚ

2017

DEDICATORIA

Ante todo a Dios, por haber sido mi guía espiritual en estos años de estudio y haberme dado las fuerzas necesarias para seguir adelante con mis sueños y esperanzas.

Con inmenso amor y cariño a mis Padres: que en vida fueron Adalberto y Marina y a mi Tío Isidoro, que sin el sacrificio realizado por ellos no hubiese sido posible llegar al término de esta importante etapa de la vida. Les agradezco también por ser un apoyo fundamental en cada uno de los momentos más difíciles y estar siempre ahí cuando uno los necesita, además de brindarme siempre el amor y comprensión necesario para lograr cada uno de los objetivos y metas trazados para mi tan anhelada profesión.

A mis hermanos el Prof. Nelson, Levita, Marina, Sandy y Saúl vega por entregarme en cada momento su cariño y apoyo, lo cual es esencial para poder realizar todo lo que uno sueña en la vida.

AGRADECIMIENTO

Al Mg. Santos Jacobo Salinas, por tener la confianza depositada en mí para realizar esta investigación, además de tener la mejor disposición en todo momento.

Un agradecimiento al Ing. José Espinoza por haber colaborado desinteresadamente en el trabajo experimental de esta Tesis, siendo él, un apoyo constante en todo este proceso.

A cada uno de los Docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias, por sus enseñanzas impartidas durante mi paso por las aulas universitarias

Por último les doy las gracias a todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la ejecución del presente trabajo de investigación.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

I.	INTRODUCCIÓN	09
II.	MARCO TEÓRICO	13
	2.1. Origen del maíz	13
	2.1.1. Distribución del maíz	14
	2.1.2. Mejoramiento genético del maíz	15
	2.1.2.1. Variedades e híbridos	15
	2.1.2.2. Características del híbrido Delkalb 7088	21
	2.1.3. Densidad de siembra	21
	2.1.4. Producción	24
	2.1.5. Rendimiento	25
	2.1.5.1. Rendimiento por regiones	27
	2.1.6. Condiciones agroecológicas	30
	2.2. Hipótesis y variables	32
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	35
	3.1. Lugar de ejecución	35
	3.2. Tipo y nivel de investigación	35
	3.3. Población y muestra	36
	3.4. Factores y Tratamientos en estudio	37

3.5.	Prueba de hipótesis	37
3.5.1.	El diseño de la investigación	37
3.5.2.	Datos registrados	43
3.5.3.	Técnicas e instrumentos para recabar información	44
3.5.3.1.	Técnicas e instrumentos bibliográficos	44
3.5.3.2.	Técnicas e instrumentos de campo	44
3.6.	Conducción de la investigación	45
3.6.1.	Labores agronómicas	45
3.6.2.	Labores culturales	46
IV.	RESULTADOS	48
V.	DISCUSION	64
	CONCLUSIONES	70
	RECOMENDACIONES	71
	LITERATURA CITADA	72
	ANEXOS	74

RESUMEN

La investigación, distanciamientos de siembra y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) híbrido amarillo duro Dekalb dx 7088 en condiciones edafoclimáticas de Cholón- Marañón, el diseño fue de Bloques Completamente al Azar, evaluando altura de planta, diámetro y longitud de mazorcas y número de mazorcas, peso de granos por área neta experimental y rendimiento por hectárea, con la técnica estadística del ANDEVA y Duncan. La técnica e instrumento de campo, la observación y la libreta de campo. Los resultados concluyen que existe efecto significativo de los distanciamientos de siembra en altura de planta, número de mazorcas por área neta experimental, longitud de mazorcas con los distanciamientos (T_3) (0,90 x 0,40 m) y (T_1) (0,70 x 0,40 m) con 2,30 m , 22 mazorcas , 18,33 cm , no existe efecto significativo en diámetro y peso de mazorcas por área neta experimental, sin embargo los mejores resultados fueron con los tratamientos (T_3) (0,90 x 0,40 m) y (T_1) (0,70 x 0,40 m) con 5,19 cm y 26,13 kilos respectivamente. Existe efecto significativo de los distanciamientos de siembra en el peso de grano y de mazorcas por área neta experimental y por hectárea donde el tratamiento (T_1) (0,70 x 0,40 m) obtuvo el mayor peso de mazorcas por hectárea con 12 085,65 kilos y granos por hectárea con 8 245,37 kg/ha recomendando que los agricultores utilicen los distanciamientos (T_3) (0,90 x 0,40 m) y (T_1) (0,70 x 0,40 m) para incrementar los rendimientos en el cultivo de maíz híbrido Delback 8780 en condiciones agroecológicas de Cholón Marañón.

PALABRAS CLAVES: Híbridos – rendimiento y condiciones agroecológicas

I. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L) es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen, pertenece a la familia de las poáceas (Gramíneas), tribu maydeas y es la única especie cultivada de este género. Otra especie del género *Zea* comúnmente llamada teosinte y las especies del género *Tripsacum* conocidas como arrocillo o maicillo son formas silvestres parientes de *Zea mays* consideradas del nuevo mundo porque su centro de origen está en América.

El maíz en la producción total está después del trigo y el arroz, pero es el primer cereal en rendimiento de grano por hectárea y de importancia económica, por ser alimento humano, del ganado o como fuente de gran número de productos industriales.

El consumo de maíz per cápita a nivel mundial tenemos a México, Guatemala, El Salvador y los países del Sur de África quienes son los principales consumidores. En el Perú su consumo viene desde épocas Precolombinas donde fue la base de la alimentación junto con el cacao, chile y calabaza.

La diversidad de ambientes en los cuales es cultivado el maíz es mucho mayor que cualquier otro cultivo, se cultiva hasta los 58° de Latitud Norte en Canadá y Rusia y hasta los 40° de Latitud Sur en Argentina y Chile. La mayor parte es cultivado en altitudes medias, pero se cultiva también por debajo del nivel del mar en las planicies Del Caspio y hasta los 3 800 msnm en la cordillera de los Andes.

Aldritch, Scott y Leng (2014) informan que el maíz es una de las especies cultivadas más productivas, con alta tasa de actividad fotosintética, tiene el más alto potencial en la producción de carbohidratos por unidad de superficie por día. Fue el primer cereal en ser sometido a rápidas e

importantes transformaciones tecnológicas en su forma de cultivo, tal como se pone en evidencia en la documentada historia del maíz híbrido de los Estados Unidos de América y posteriormente en Europa. El éxito de la tecnología basada en la ciencia para el cultivo del maíz, ha estimulado una revolución agrícola generalizada en muchas partes del mundo.

La siembra en épocas oportunas y la densidad de siembra adecuada permiten obtener buenos rendimientos, rentabilidad y calidad comercial, recomendando que antes de sembrar, el suelo debe tener suficiente humedad para garantizar una emergencia uniforme, sin embargo, los agricultores en la siembra de sus cultivos no utilizan la densidad de siembra adecuada siendo uno de los factores de sus bajos rendimientos, esa realidad se manifiesta en los agricultores dedicados al cultivo de maíz de ahí que es necesario proporcionar la densidad adecuada que está afectando el rendimiento de sus cosechas con los bajos rendimientos.

La producción del maíz en el 2007 fue de 707 millones de toneladas métricas, ubicándose primero Estados Unidos con más de 280 millones de toneladas seguido por China con más de 132 millones, Brasil con aproximadamente 34 millones, México con 20 millones, Argentina supera los 19 millones y otros países complementan la producción restante.

La producción nacional es aproximadamente de 1 millón de toneladas (alrededor del 50 % de la demanda interna) cultivándose en 277 000 ha respectivamente, con promedio nacional de 3 666 kg/ha. En la costa se siembra el 42 % del total nacional y se obtiene 68 % de la producción total, con un promedio mayor a 6 000 kg /ha asimismo en la selva, se siembra el 58 % del área total nacional, obteniéndose el 32 % de la producción total con un promedio de rendimiento de 2 200 kg/ha. Del total de la Producción Nacional, el 85 % es para alimento balanceado e industria anexas, 10 % para autoconsumo y 5 % para venta al menudeo.

MINAG (Ministerio de Agricultura) (2009) el maíz amarillo duro, es el principal componente (53 %) de los alimentos balanceados que se producen en el país, de los cuales el 64,24 % es utilizado para aves de carne, 26,52 % para aves de postura, 3,09 % para porcinos y 1,86 % para engorde de ganado; un menor porcentaje se utiliza en la alimentación humana en la forma de harinas, hojuelas, entre otros.

La tenencia de tierra en la actualidad se concentra en un 70 % en los pequeños agricultores que poseen entre 3 a 5 hectáreas representando aproximadamente 194 700 unidades agropecuarias, donde la instalación del cultivo de maíz amarillo duro de 310 000 ha , demanda una generación de mano de obra de 20 millones de jornales, que se traducen en 56 000 mil puestos de trabajo permanente. En el caso de maíz amarillo duro, no existe una organización representativa a nivel nacional, las que subsisten son muy débiles y aquellas que se encuentran debidamente constituidas son básicamente con representatividad regional.

Académica y científicamente el maíz es muy útil dada su versatilidad, como medio didáctico para explicar teorías, principios, leyes, generación de productos tecnológicos, social y económicamente es generadora de mano de obra, sostenibilidad del productor, alto volumen de producción, alimento de sectores marginales, etc.

Determinar los efectos de la densidad de siembra por cuanto los híbridos requieren adecuadas cantidades de plantas e insumos en cantidades mayores para obtener rendimientos óptimos rendimientos del maíz híbrido amarillo duro y luego recomendar a los agricultores que se dedican a este cultivo, la utilización adecuada de la fertilización inorgánica para mejorar sus rendimientos y la calidad del producto. El rendimiento del cultivo de maíz, posibilita obtener rentabilidad y mayor demanda local y nacional, permitiendo llevar a los agricultores los beneficios de la densidad de siembra adecuada contribuyendo con la mejora de la dinámica de nuestro país y en particularidad la limitada economía de los agricultores. Esta realidad permitió formular el problema de la siguiente manera: ¿Cuál es el

efecto de los distanciamientos de siembra en el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) híbrido amarillo duro Dekalb dx 7088 en condiciones edafoclimáticas de Cholón- Marañón - 2016?

Problemas específicos

1. ¿Tendrá efecto los distanciamientos de siembra en altura de planta, número de mazorcas por planta, longitud, diámetro de mazorcas y peso de 100 granos al 14 % de humedad?
2. ¿Cuál será el efecto de los distanciamientos de siembra en peso por área neta experimental y su estimación a hectárea al 14 % de humedad?

El objetivo general fue evaluar el efecto de los distanciamientos de siembra en el rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) híbrido amarillo duro Dekalb dx 7088 en condiciones edafoclimáticas de Cholón- Marañón y los objetivos específicos fueron:

1. Determinar el efecto de los distanciamientos de siembra en altura de planta, número de mazorcas por planta, longitud, diámetro de mazorca y peso de 100 granos al 14 % de humedad.
2. Identificar el efecto de los distanciamientos de siembra en el peso por área neta experimental y su estimación a hectárea al 14 % de humedad.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ORIGEN DEL MAÍZ

El 15 de noviembre de 1492 los mensajeros de Colón al regresar de una exploración a Cuba, declararon haber visto "una clase de grano, que llaman maíz, de buen sabor cocinado, seco y en harina, por lo que se cree que el maíz es originario de México porque en el Valle de Tehuacán se han identificado alrededor de 2 000 especies cultivadas y silvestres.

El Centro Internacional de Mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT) cuenta con el Banco de Germoplasma con más de 13 000 accesiones de 46 países y 29 complejos de germoplasma, más de 300 razas a nivel mundial.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (2007) reporta que el maíz es una especie nativa de las Américas y se tiene dos lugares como el posible origen del maíz: **a)** los valles altos de Perú, Ecuador y Bolivia y **b)** la región del Sur de México y América Central. Fue introducido a Europa en el siglo XVI, siendo el primer cultivo documentado realizado por el Almirante y Gobernador de la Florida Gonzalo Méndez de Cancio en sus tierras de Casariego en el occidente de Asturias.

Reporta que la evidencia más antigua del maíz como alimento humano proviene de algunos lugares arqueológicos de México donde pequeñas mazorcas estimadas en más de 5 000 años fueron encontradas en cuevas de los habitantes primitivos. Las teorías relacionadas con el centro de origen se pueden resumir en la siguiente forma:

Origen Asiático

El maíz se habría originado en Asia, en la región del Himalaya, producto del cruzamiento entre *Coix spp* con algunas andropógoneas, probablemente especies de *Sorghum*, ambos parentales con cinco pares de cromosomas.

Origen Andino

El maíz se habría originado en los Andes de Bolivia, Ecuador y Perú por la presencia del maíz reventón en América del Sur y la diversidad genética de maíces andinos, especialmente en las zonas altas de Perú.

Origen Mexicano

Muchos investigadores creen que el maíz se habría originado en México donde el maíz y el teosinte han coexistido desde la antigüedad y ambas especies presentan una diversidad muy amplia.

2.1.1. Distribución del maíz

FAO (2007) reporta que los habitantes de varias tribus indígenas de América Central y México llevaron el maíz a otras regiones de América Latina, El Caribe, Estados Unidos de América y Canadá. Los exploradores europeos llevaron a Europa y posteriormente los comerciantes al Asia y África.

Cuando Cristóbal Colón llegó a Cuba en 1492 los agricultores americanos, desde Canadá a Chile, ya estaban cultivando variedades mejoradas de maíz. Cuando regresó a España en 1493, probablemente llevó consigo semillas de varios cultivares locales de maíces duros y hacia fines de 1500 el maíz era extensivamente cultivado en España, Italia y Sur de Francia y luego lo introdujeron en África.

2.1.2. Mejoramiento genético de maíz

2.1.2.1. Variedades e híbridos

Las razas son poblaciones genotípicas similares en un área geográfica, y se considera al maíz un híbrido natural y la línea pura resultado de generaciones auto fecundadas. Debido a su constitución genética los híbridos son más productivos, tienen mayor vigor y precocidad, presentan mejor resistencia a plagas, enfermedades, encamado y a otros factores adversos.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo 1999) reporta que el maíz híbrido es indudablemente una de las más refinadas y productivas innovaciones en el ámbito del fitomejoramiento. Fue el principal cultivo alimenticio a ser sometido a transformaciones tecnológicas y en su productividad, rápida y ampliamente difundidas; ha sido también un catalizador para la revolución agrícola en otros cultivos. Actualmente la revolución híbrida no está limitada a los cultivos de fecundación cruzada donde se originó exitosamente, sino, que los híbridos se está difundiendo rápidamente a las especies auto fecundas: el algodón y el arroz híbridos son casos exitosos y el trigo híbrido puede ser una realidad en un futuro cercano.

a) Híbridos simples

Son el cruzamiento de dos líneas puras y tienen como principal ventaja su potencial productivo y uniformidad aunque ello pueda ser un inconveniente para adaptarse a condiciones ambientales variables. Su desventaja es el mayor costo de las semillas, como consecuencia su producción es inferior por efecto directo de la consanguinidad de las dos líneas puras parentales, que son malas productoras de semillas y de polen. Por esta razón el maíz híbrido simple obtenido al principio no fue considerado práctico para su utilización comercial, atribuyéndole también una mayor interacción genotipo-ambiente y una actuación menos estable.

b) Los híbridos dobles

Es el cruzamiento de dos híbridos simples y se atribuye mayor plasticidad y adaptabilidad a diversos ambientes al tener mayor variabilidad de plantas, siendo menor el costo de las semillas. Teóricamente el híbrido doble debe ser más estable que el híbrido simple en diferentes ambientes porque genéticamente es más heterogéneo lo que se denomina homeostasis genética.

c) Los híbridos de tres líneas

Es el cruzamiento de un híbrido simple y una línea pura, tienen características intermedias. En ellos el híbrido simple es utilizado como parental femenino y la línea pura como parental masculino, aunque el parental masculino, puede no ser siempre un productor de polen fiable. Esta ha sido probablemente una restricción para la utilización de este tipo de híbridos.

Sevilla y Nakahodo (2000) mencionan que las variedades del maíz que se cultivan en toda la tierra tienen su origen entre América Central y Meridional. Desde el punto de vista botánico, el maíz se diferencia de las demás plantas por sus flores de sexos separados y por la posición específica de las inflorescencias femeninas. Esto es muy comprensible, teniendo en cuenta que los granos de polen son grandes y por ello no pueden ser transportados por el viento. Para la polinización basta con que, estos granos avancen, girando simplemente sobre su eje, desde las inflorescencias masculinas que sobresalen en lo alto. La autopolinización está excluida, ya que las flores masculinas florecen siempre antes que las femeninas de la misma planta.

Marmolejo (1988) menciona que el éxito del fitomejoramiento depende no solamente de la habilidad del mejorador para seleccionar los mejores individuos dentro de una población genéticamente variable, sino también, de la completa comprensión y aplicación de los principios de la genética, conocimiento botánico de las plantas y conocimiento de las condiciones que afectan la producción.

Milton (1992) la comprensión de los métodos de mejoramiento depende del conocimiento de la forma de su polinización y de los efectos de los métodos de polinización sobre la composición genética de la planta del maíz. Las flores estaminadas se producen en la espiga y las flores pistiladas en el elote. La polinización se efectúa mediante la caída del polen sobre los estigmas. Aproximadamente el 95 % de los óvulos de un elote sufren polinización cruzada y el otro 5 % es auto polinizado.

MINAG (Ministerio de Agricultura 2009) reporta que teóricamente es posible identificar y seleccionar individuos de mayor rendimiento, los cuales al combinarlo darían origen a nuevas poblaciones de mayor productividad, con características sobresalientes en longitud y diámetro de mazorca, número de hileras y de granos.

Existen seis tipos fundamentales de maíz: dentado, duro, blando o harinoso, dulce, reventón y envainado.

Desde el punto de vista comercial es utilizado sólo un reducido número de tipos y usualmente se clasifican de acuerdo a la dureza del grano.

a) Los tipos duros

La raza representativa es cristalino colorado e incluye al maíz plata, requerido principalmente por la industria de molienda seca. Tradicionalmente se utilizaba para la obtención de polenta pero sus usos se han multiplicado progresivamente y se lo emplea para la fabricación de cereales para desayuno o como alimento para animales, así tenemos los blancos duros PMV – 865, híbrido PM - 803

b) Los tipos dentados

Entre los maíces nativos se destaca la raza Dentado Amarillo y son característicos los híbridos "Corn Belt" norteamericano. Estos tipos de maíces son muy utilizados por la industria de molienda húmeda para la

obtención de alcohol, almidones y fructosa, entre otros ingredientes empleados en la industria alimentaria.

c) Los tipos reventadores, pisingallo o popcorn

Corresponden a los maíces cuyo endospermo es vítreo, muy duro. En contacto con el calor, su endospermo se expande formando la "palomita" de maíz, así tenemos al reventón PMS – 273

d) Los tipos harinosos

El endospermo es casi enteramente harinoso. Son muy utilizados para su consumo fresco (choclo) y en la elaboración de diversas comidas tradicionales basadas en harina de maíz. Entre los tipos de maíces mencionados que son los tipos extremos, se encuentran numerosas formas raciales con texturas intermedias, que también son utilizadas para la elaboración de gran cantidad de platos regionales.

Entre los Chocleros harinosos tenemos PMS-265, PMV-271, PMS-261, Cuzco, Diente de mula, Chancayano, PMT-631 (Híbrido intervarietal) y con alta calidad proteica PMS-263-O2; PMS-264-O2; PMS-266, PMS-267

e) Tipos dulce

Es el que más se consume en los E.U.A. para enlatar o comer directamente de la mazorca.

UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina programa de cereales (s.f) viene trabajando con:

1. Grano amarillo duro
2. Grano amiláceo
3. Chocleros
4. Forraje
5. Calidad de proteína
6. Endospermo Waxy

7. Aceite

Las variedades de maíz se describen de la siguiente manera.

PM-102

PM-103

PM-212

PM-213

PM-302

PM-702

PM-865

PM-270

PM-581

PMS-264

Donde los símbolos identifica el tipo del cultivo.

1. PM Programa de Maíz Híbridos
2. PVM Programa de Maíz Variedad Mejorada
3. PMC Programa de Maíz Compuesto Mejorado
4. PMS Programa se Maíz Sintético
5. PMT Programa de Maíz Top-cross

Número de serie, identifica el área de utilización

1. De 100 - 200 lo denomina a la costa norte
2. De 200- - 300 lo denomina a la costa central
3. De 300 - 400 lo denomina a la costa sur

4. De 400 – 500 lo denomina a la sierra baja

Reporta que toda la variabilidad de maíces que existe está preservada en el Banco de germoplasma del PCIM y existen 55 grupos raciales

a) Razas primitivas: 5 Sierra (confite morocho, confite puntiagudo, confite puneño y kully) en Selva (enano)

b) Razas derivadas de las primeras: 20 Costa (mocho, alazán, pagladroga, rabo de zorro, chapareño, iqueño); Sierra (chullpi, huayleño, paro, morocho, huancavelicano, ancashino, shajatu, piscorunto, cuzco cristalino amarillo, cuzco blanco, granda, uchuquilla); Selva (sabanero, piricinco)

c) Razas de segunda derivación

10 en la Costa (Huachano, Chancayano); Sierra (San Gerónimo San Gerónimo Huancavelicano, Cuzco gigante, arequipeño); Selva (chimlos Maraón)

d) Razas introducidas

6 en la Costa (Pardo, Arizona, colorado); Selva (alemán, chuncho, cuban yellow)

e) Razas incipientes

12 en la Costa (jora, coruca, chancayano amarillo, tumbesino, morochillo); Sierra (morado canteño, morocho cajabambino, amarillo Huancabamba, allajara, huarmaca, blanco Ayabaca, huanuqueño)

f) Razas no definidas

2 en la Sierra (sarco); Selva (perlilla)

2.1.2.2. Características del maíz híbrido Delkalb 7088

El híbrido DEKALB DK – 7088 fue lanzado al mercado el 2009 por su alto potencial de rendimiento y tolerancia a enfermedades como el complejo de la mancha de asfalto, se viene consolidando como uno de los híbridos modernos más importantes en el mercado peruano debido a la gran acogida que ha tenido entre los agricultores. El maíz híbrido tiene las siguientes características:

Híbrido simple

Alto potencial de rendimiento

Arquitectura de la planta: hojas semi erectas

Altura de planta: 225 – 240 cm

Altura de mazorca: 130 – 140 cm

Días a la floración: 67 días

Cosecha: ciclo de invierno: 155 – 165 días. Ciclo de verano: 130 – 140 días

Alta tolerancia a plagas y enfermedades de la costa peruana (Ejemplo complejo de la mancha de asfalto)

Rendimiento promedio: en la sierra 9 toneladas, en la costa 14 toneladas

2.1.3. Densidad de siembra

Contreras y Remigio (2009) reportan la teoría de Gardner (1985) que el incremento de la densidad de siembra del cultivo, va a depender si el rendimiento es el producto final del desarrollo de la planta en la fase reproductiva o en la fase vegetativa. En otras palabras, la consideración fundamental depende de si el rendimiento económico es un componente de la planta (por ejemplo, peso de las semillas o peso de los frutos) o la planta entera (producción de biomasa o rendimiento biológico). Cuando el rendimiento es el producto del desarrollo de material vegetativo la respuesta

al incremento de la densidad de siembra es asintótica (el rendimiento se incrementa hasta un punto en el cual se hace constante) similar al índice crítico de área foliar. En este caso, una plantación densa para la interceptación máxima de radiación solar debe ser alcanzada tan rápidamente como sea posible; pero si la plantación es muy densa, la única pérdida se atribuye al mayor gasto de semillas.

Ferraris (2007) la elección de una densidad de siembra adecuada es una decisión importante para optimizar la productividad de un cultivo, ya que, junto con la adecuación del espaciamiento entre hileras, permiten al productor la obtención de coberturas vegetales adecuadas previo a los momentos críticos para la determinación del rendimiento. La densidad de siembra óptima de cualquier cultivo, es aquella que maximiza la interceptación de radiación fotosintéticamente activa durante el período crítico para la definición del rendimiento y permite alcanzar el índice de cosecha máximo.

Los diferentes cultivos en la cosecha varían en la capacidad para mantener sus rendimientos en un rango amplio de densidades de siembra. Ante variaciones en la densidad, entre los componentes del rendimiento, ocurre una modificación en el número de vainas y granos por planta originado por cambios en la capacidad de ramificación, lo que hace variar también el número de nudos y hojas por planta. A nivel fisiológico en bajas densidades, aumenta el número de nudos potenciales y disminuye el aborto de flores.

Agriculture & Food Institute y Corporation (2008) el rendimiento de los cultivos muchas veces se ve limitado por factores ajenos al control del agricultor (ausencia de lluvias, temperaturas frías) y otras veces el rendimiento es limitado por factores que el agricultor puede controlar (semilla apropiada, disponibilidad adecuada de nutrientes para el suelo, población de plantas y época de siembra). Si estos factores son óptimos para cada cultivo, el rendimiento será sustancialmente alto.

El objetivo del espaciamiento de siembra es obtener el máximo rendimiento en una unidad de área sin sacrificar la calidad. La frecuencia de siembra la dirige el objetivo final de qué clase de cultivo se quiere. Semillas espaciadas a distancia uniforme entre grupos de plantas en una fila, se usa para cultivos como maíz, frijoles, arvejas, soya y garbanzo. Estos cultivos son sensibles al espaciamiento y necesitan distancia entre plantas.

La población de plantas por hectárea depende de los siguientes factores:

Fertilidad del suelo. En suelos de baja fertilidad, la población de plantas debe ser más baja que los suelos con alta fertilidad.

Estructura del suelo. Los cultivos rendirán mejor en tipos de suelos pesados o livianos.

Disponibilidad de agua. En áreas donde el agua es un factor limitante la siembra debe hacerse a baja densidad.

El número de semillas que se necesita sembrar por metro a lo largo de la fila, depende completamente de la población de plantas y del ancho de las filas que se han escogido por recomendación. La preocupación principal es el tipo de siembra que se debe usar si se siembra la semilla sola o en grupo. Los pequeños agricultores que hacen la siembra manualmente, generalmente siembran varias semillas en un hueco en lugar de hacerlo de forma separada. Esto reduce tiempo, trabajo y también ayuda a brotar mejor las plántulas bajo condiciones de suelo con corteza, pero puede disminuir el rendimiento por el uso ineficiente de espacio e incrementar la competencia por luz, agua y nutrientes entre las plantas de una colina.

2.1.4. Producción

MINAG (2009) reporta que la producción mundial de maíz en el año 2000 ascendió a 590 millones de toneladas, experimentando un crecimiento

del 11 %, debido al cultivo intensivo y la abundante aplicación de fertilizantes y herbicidas. Estados Unidos es el primer productor y acumula más del 40 % de la producción mundial. China (17,8 %), Brasil (5,4 %), México (3,2 %), Francia (2,8 %) y Argentina (2,7 %) son otros importantes países maiceros.

La producción mundial de maíz amarillo duro para el año 2001 fue de 604 millones de toneladas considerando, la producción para consumo humano, animal y maíz blanco, siendo Estados Unidos (40 %) uno de los primeros países productores, seguido de China, (18 %) Brasil, (7 %) Francia, (3%) México, (3 %) Argentina (2 %) y otros países (27%).

Los rendimientos promedios de maíz por hectárea en el mundo para el año 2001 ha sido de 8 664 kg/ha para Francia, EEUU 8 554 kg/ha, Argentina 5 592 kg/ha, China 4 703 kg/ha, Brasil 3 352 kg/ha y México con 2 557 kg/ha respectivamente, siendo el rendimiento promedio mundial de 4 383 kg/ha .

La producción nacional de maíz amarillo duro a partir de 1991 no abastece la demanda interna importando grandes cantidades de este cereal. Para el año 2010 la importación fue de 1 990 000 t que equivale al 60,79 %.

La política del Sector Agrario, es disminuir la brecha entre la demanda interna y la oferta de maíz nacional por medio del incremento de la producción y la productividad lo que contribuirá a reducir la fuga de divisas, fortalecer la seguridad alimentaria e incrementar la competitividad y bienestar socio – económico de los productores de maíz amarillo duro.

MINAG (2011) reporta que la producción total de maíz amarillo duro a nivel nacional para el 2010 fue de 1 283 621 t en una superficie de 295 848 ha con rendimiento de 4,34 t/ha . La producción se da principalmente en las regiones de Lima, La Libertad, Lambayeque, San Martín, Ica, Ancash y Cajamarca que concentran el 78,14 % de la producción de todo el país, destacando las dos primeras con el 20,89 y 20,38 % con rendimientos promedios de 8,72 y 8,37 t/ha de maíz grano respectivamente.

2.1.5. Rendimiento

El Rendimiento es la efectividad de un cultivo en convertir los recursos del medio ambiente, expresados en la siguiente relación:

$$\text{Rendimiento} = \text{Agua} + \text{nutrientes} + \text{luz} - \text{patógenos} + \text{malezas.}$$

INIA (2007) entre los aspectos importantes de rendimiento están: las tenencias de tierras donde el 60 % de agricultores cuentan entre 3 a 5 ha la falta de adaptación de cultivares a las condiciones de costa central y la susceptibilidad que presentan a enfermedades, limitada estabilidad de rendimiento a falta de estudios de adaptación y época de siembra, prácticas agronómicas deficientes y la siembra extensiva durante todo el año, alto costo de semillas certificada importada que están fuera del alcance del pequeño agricultor, incidencia de plagas y enfermedades durante el proceso del cultivo que afectan en gran medida los rendimientos, causando grandes pérdidas económicas.

Entre los factores que afectan el rendimiento son:

- a) Genéticos:** adaptabilidad
- b) Agronómicos:** semillas que no germinan,
- c) Fisiológicos:** la semilla germina pero la planta no desarrolla, la planta desarrolla pero no produce mazorcas o mazorcas con pocos granos y se produce mazorcas pero con granos de poco peso.

Respecto al peso de grano los factores son:

El estrés por la presencia o ausencia de un factor que induce a la reducción del ritmo de acumulación de materia seca. El estrés por sequía afecta el ritmo de acumulación de materia seca, afecta el índice de cosecha.

Deficiencia de Nitrógeno: reduce el carbono y no se acumulan las proteínas en el grano; asimismo causa la falta de llenado de la punta de la mazorca

La materia seca está determinada por el número de células del endospermo y amiloplastos donde se deposita los granos de almidón, lo óptimo de un grano maduro es 38 % de carbono y 1,5 % nitrógeno, la cantidad de carbono está influenciada por la radiación y la cantidad de materia seca del grano depende de la cantidad de carbono asimilado.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 2007) reporta los siguientes factores del rendimiento:

- a) Los que siembran maíz en un 85 % son pequeños productores que desconocen los ingresos obtenidos como resultado de la actividad desarrollada donde los principales problemas que afectan a los agricultores son:
- b) Inexistencia de variedades adaptadas a las condiciones agroecológicas de la localidad y limitada disponibilidad de semilla de calidad en el ámbito (la presencia de centros de generación de semillas certificadas prácticamente inexistente).
- c) Incidencia de plagas y enfermedades durante el proceso del cultivo que afectan en gran medida los rendimientos, causando grandes pérdidas económicas. Baja adopción de prácticas adecuadas debido a la falta de interés de los productores, limitado e ineficiente capacitación por parte de los proveedores de servicios.
- d) Los pequeños productores de maíz amiláceo no cuentan con los recursos económicos para adquirir los insumos para el proceso productivo. Ello conlleva a la obtención de productos de mala calidad, baja productividad, precios relativamente bajos por la venta del maíz grano y choclo y por ende lento crecimiento del desarrollo agrícola en la región.

2.1.5.1 Rendimiento por regiones

INIA (2007) entre los factores limitantes tenemos el uso de tecnología tradicional que limita la competitividad productiva, organización de

productores incipiente y débil, baja adopción de prácticas adecuadas debido a la falta de interés de los productores, limitado e ineficiente capacitación por parte de los proveedores de servicios, débil planificación de siembras y cosechas y uso de semillas F2. La interacción de un adecuado manejo agronómico con la utilización de semillas de variedades mejoradas y en ambientes adecuados, es una alternativa que contribuirá a mejorar la producción y productividad en la zona.

La participación en la producción de maíz en diferentes regiones se indica a continuación:

Lima

MINAG (2011) reporta que Lima ocupa el primer lugar en la producción de maíz con más de 211 000 toneladas anuales, obtenidas en más de 27 000 ha con un rendimiento promedio de 7 667 kg/ha . La producción es del 19,5 % respecto a la producción nacional y ocupa el primer lugar en importancia productiva en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción se ha reducido a una tasa promedio anual de 1,4 %.

La Libertad

MINAG (2011) reporta que La Libertad en la producción de maíz tiene 199 mil toneladas producida en más de 27 000 ha con promedio de 7 000 kg/ha . La producción es del 16,9 % respecto a la producción nacional y ocupa el segundo lugar en importancia productiva debido a que las hectáreas son dedicadas al sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz aumentó a una tasa promedio anual de 0,8 %.

San Martín

Produce más 131 000 t en más de 59 000 ha y un promedio de 2 200 kg/ha . La producción de maíz es del 12,1 % respecto a la producción nacional y ocupa el tercer lugar en importancia productiva porque son

dedicadas al sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha ido incrementando a una tasa promedio anual de 3,8 %.

Lambayeque

La producción de maíz es del 9,1 % respecto a la producción nacional y ocupa el cuarto lugar en importancia productiva debido a que aproximadamente 25 mil hectáreas son dedicadas al sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha ido reduciendo a una tasa promedio anual de 3,6 %.

Ancash

MINAG (2011) reporta aproximadamente 103 000 toneladas en 20 000 ha y 5 060 kg/ha como rendimiento promedio. La producción de maíz es del 8,3 % respecto a la producción nacional y ocupa el quinto lugar en importancia productiva debido a que las hectáreas son dedicadas al sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha incrementado a una tasa promedio anual de 2,9 %.

Loreto

Produce más de 63 000 t obtenidas en 32 000 ha con un promedio de 1 947 kg/ha . La producción de maíz es del 6,2 % respecto a la producción nacional y ocupa el sexto lugar en importancia productiva por el sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los 7 últimos años la producción de maíz se ha ido incrementando a una tasa promedio anual de 3,4 %.

Ica

La producción de maíz es del 6 % respecto a la producción nacional y ocupa el séptimo lugar en importancia productiva debido a que la cosecha máxima que se ha obtenido ha sido de 12 mil hectáreas cuya producción ha

significado 78 mil toneladas en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha reducido a una tasa promedio anual de 7,7 %.

Piura

La producción de maíz es del 5,9 % respecto a la producción nacional y ocupa el octavo lugar en importancia productiva debido a que la cosecha máxima que se ha obtenido ha sido de 20 mil hectáreas cuya producción ha significado 76 mil toneladas en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha incrementado a una tasa promedio anual de 5,6 %.

Cajamarca

Produce alrededor de 54 000 t en 18 000 ha con un rendimiento promedio de 2 900 kg/ha . La producción de maíz es del 5,5 % respecto a la producción nacional y ocupa el noveno lugar en cuanto a importancia productiva debido a que son dedicadas al sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha ido incrementando a una tasa promedio anual de 5,6 %.

Huánuco

Huánuco presenta una superficie cosechada de 11 080 ha con una producción de 29 131 t y un rendimiento promedio de 2 634 kg/ha , el cual es considerado bajo comparado con los rendimientos obtenidos en la costa. La producción de maíz es del 2,5 % respecto a la producción nacional y ocupa el décimo lugar en importancia productiva debido a que son dedicadas al sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha ido incrementando a una tasa promedio anual de 10 %.

Ucayali

La producción de maíz es del 2,0 % respecto a la producción nacional y ocupa el onceavo lugar en importancia productiva debido a que aproximadamente 11 mil hectáreas son dedicadas al sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha incrementado a una tasa promedio anual de 4,1 %.

Amazonas

La producción de maíz es del 1,6 % respecto a la producción nacional y ocupa el doceavo lugar en importancia productiva debido que aproximadamente 9 mil hectáreas son dedicadas al sembrío de este cereal en condiciones climáticas normales, en los últimos 7 años la producción de maíz se ha ido reduciendo a una tasa promedio anual de 0,4 %.

2.1.6. Condiciones agroecológicas

Clima

Manrique (1997) el maíz tiene gran adaptabilidad a diferentes climas, así mismo se observan variedades que exigen ciertas condiciones especiales. Prefieren los climas cálidos, disponibilidad de humedad ambiental y agua, climas subtropicales húmedos. Son sensibles a heladas, granizo y temperaturas bajas y plantas de fotoperiodo corto en promedio de 13 horas de luz por día, también hay plantas de fotoperiodo neutro, los días largos retardan la floración, de 11 a 14 horas de luz por día favorecen mejores rendimientos, mientras los días cortos aceleran la floración.

La precipitación pluvial óptima de 450 a 500 mm y máximo de 900 a 1100 mm . La temperatura óptima a la germinaciones de 20 a 25 °C, mínima de 10 y máxima de 40 °C, el crecimiento vegetativo óptimo de 20 a 30 °C mínima de 15 y máxima de 40 °C, en la floración la óptima es de 21 a 30 °C mínima de 20 y máxima de 30 °C.

Temperaturas menores a 10 ° retardan la germinación y emergencia, temperaturas altas de 40 °C resecan el polen y los estigmas, las heladas y granizo son perjudiciales al estado lechoso del grano y la altitud desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 3 600 msnm .

La presencia de vientos en condiciones de baja humedad ambiental tienden a producir el acame de las plantas y desecación de lo estigmas y las espigas.

FAO (2007) reporta que el maíz requiere una temperatura de 25 a 30 °C, bastante incidencia de luz solar y en climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 °C, llega a soportar temperaturas mínimas hasta 8 °C y a partir de los 30 °C pueden tener problemas serios debido a mala absorción de nutrientes minerales y agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32 °C.

Las fuertes necesidades de agua, condicionan también el área del cultivo. El periodo crítico de requerimiento corresponde a la época de la floración, comenzando 15 ó 20 días antes.

Se considera suficiente una estación de lluvia con 700 a 1 000 mm los cuales deben estar bien distribuidos. En el maíz la disponibilidad de agua en el momento oportuno, es quizás, el factor ambiental más crítico para determinar el rendimiento final. El periodo con mayor exigencia de agua, es el que va desde 15 días antes hasta 30 días después de la floración.

Un "stress" causado por deficiencia de agua en el período de floración puede ser motivo de merma del 6 al 13 % por día en el rendimiento final y la pérdida se reduce de 3 – 4 % por día si el "stress" ocurre en otros períodos. Cuando la hoja se seca aproximadamente de 30 a 35 días después de la floración, el cultivo no debería recibir más agua. Como es lógico, la exigencia

de agua varía según la fase del cultivo; esa exigencia se puede expresar bajo forma de un coeficiente, producto de la relación entre la evapotranspiración del cultivo y la evapotranspiración potencial.

Suelo

Propiedades físicas

Manrique (1997) recomienda los suelos franco - limosos o franco - arcillosos, fértiles y profundos, ricos en materia orgánica con buena capacidad de retención de agua, pero bien drenados para no producir encharques que originen asfixia radicular. El pH debe estar entre 5,5 y 7,5 donde el cultivo tiene mejores condiciones de adaptabilidad.

Propiedades químicas

El maíz es un cultivo muy exigente en fósforo y nitrógeno. La falta de nitrógeno, en la época de floración, es crítica para el rendimiento final. Prefiere los suelos fértiles con buen contenido de materia orgánica, pH próximo a 7, topografía plana, o de baja pendiente, buen drenaje, suelos de buena capilaridad, medianamente profundos, capa arable mayor a 20 cm .

2.2. HIPÓTESIS Y VARIABLES

HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Si se usa los distanciamientos de siembra adecuados en el maíz híbrido amarillo duro Dekalb dx 7088 entonces se tendrá efecto significativo en el rendimiento en condiciones edafoclimáticas de San Pedro de Chonta –Cholón- Marañón superiores al promedio local

Hipótesis específicas

1. Si sembramos con distanciamientos de siembra 0,70 0,80 y 0,90 entre surcos y 0,40 entre golpes al cultivo de maíz entonces se obtendrán efectos significativos en altura de plantas, número de

mazorcas/planta, longitud, diámetro de mazorca y peso de 100 granos al 14 % de humedad.

2. Si los distanciamientos de siembra son los óptimos entonces se obtendrán efectos significativos en el rendimiento por parcela y su estimación a hectárea.

VARIABLES

Variable Independiente

Distanciamientos de siembra

Indicadores:

Distanciamiento entre surcos

Distanciamiento entre golpes

Variable dependiente

Rendimiento

Indicadores

Número de mazorcas por planta.

Longitud de mazorcas.

Diámetro de mazorcas.

Rendimiento por parcela.

Peso de 100 granos

Rendimiento estimado por hectárea.

Variable interviniente

Condiciones edafoclimáticas

Indicadores:

Clima

Suelo

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

La investigación, se desarrolló en la localidad de San Pedro de Chonta Cholón, cuya posición geográfica y ubicación política es la siguiente:

Posición geográfica

Latitud Sur	:	8° 31` 35”
Longitud Oeste	:	76° 11` 28”
Altitud	:	1533 msnm.

Ubicación política

Región	:	Huánuco
Provincia	:	Marañón
Distrito	:	Cholón
Localidad	:	San Pedro de Chonta.

3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación

Aplicada, porque generó nuevos conocimientos tecnológicos expresados en el distanciamiento de siembra adecuada, destinados a la

solución de los bajos rendimientos que obtienen los agricultores de San Pedro de Chonta, Cholón dedicados al cultivo de maíz.

Nivel de investigación

Experimental, porque se manipuló la variable independiente distanciamientos de siembra, con diferentes distanciamientos entre surcos y entre golpes, se midió el efecto en el rendimiento y se comparó los resultados con un testigo que constituyó los distanciamientos de siembra local del agricultor.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población

Constituida por 2 352 plantas de maíz por experimento y 84 por unidad experimental.

Muestra

Constituida por 504 plantas del cultivo de maíz de las áreas netas experimentales y cada área neta experimental de 18 plantas.

Tipo de muestreo

Probabilístico, en forma de Muestra Aleatorio Simple (MAS), porque cualquiera de las semillas de maíz al momento de la siembra tuvieron la misma probabilidad de formar parte del área neta experimental.

Unidad de análisis

Las parcelas con las plantas de maíz.

3.4. FACTORES Y TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

El factor fue los distanciamientos de siembra y los tratamientos los distanciamientos entre surcos y golpes:

FACTOR	DS	DG	SEMILLAS GOLPE	DENSIDAD HECTAREA
DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA	D1 = 0,70	DG = 0,40	2	71 428,6
	D2 = 0,80	DG = 0,40	2	62 500,0
	D3 = 0,90	Dg = 0,40	2	55 555,5
	Do = 1,00	Dg = 0,40	2	50 000,0

3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

3.5.1. Diseño de la investigación

Experimental, en su forma de Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) constituido por 4 repeticiones, 4 tratamientos que hacen un total de 16 unidades experimentales.

MODELO ADITIVO LINEAL

$$Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Unidad experimental que recibe el tratamiento i , y esta en el bloque j .

- i = 1, 2, 3...10. Tratamientos/bloque.
 j = 1, 2, 3, 4 Repeticiones/experimento.
 e = Observación/experimento.
 u = Efecto de media general.
 T_i = Efecto del (i – ésimo) tratamiento.
 B_j = Efecto del (j – ésimo) bloque
 E_{ij} = Error experimental de las observaciones (Y_{ij}).

Para la prueba de hipótesis se usó la técnica estadística del Análisis de Variancia (ANDEVA) y para la comparación de los promedios de los tratamientos la Prueba de Significación de DUNCAN al nivel de significación del 0,01 y 0,05

ESQUEMA DEL ANALISIS DE VARIANCIA

FUENTE DE VARIABILIDAD (F. V)		GRADOS DE LIBERTAD (GL)	CME
Bloques o repeticiones	($r-1$)	3	$\alpha^2 e + t \alpha^2 r$
Tratamientos	($t-1$)	3	$\alpha^2 e + r \alpha^2 t$
Error Experimental	($r-1$) ($t-1$)	9	$\alpha^2 e$
TOTAL	($r \cdot t - 1$)	15	

Campo experimental

Largo de campo	: 16,20 m.
Ancho del campo	: 15,60 m.
Área total del campo experimental	: 252,72 m ²
Área de parcela experimental	: 152,32 m ²
Área de caminos	: 100,4 m ²

Características de los bloques

Nº de bloques	: 4
Nº de tratamientos por bloque	: 4
Longitud del bloque	: 11,6 m.
Ancho de bloque	: 2,80 m.
Área total de bloques	: 32,40 m ²
Ancho de las calles	: 1,00 m.

Características de las parcelas experimentales

Longitud	: 2,8 m.
Ancho	: 3,60 m, 3,20 m, 2,80 m y 4,0 m
Área total de la parcela	: 10,08 m ² 8,96 m ² 7,84 m ² 11,20 m ²
Área neta experimental	: 2,16 m ² 1,92 m ² 1,68 m ² 2,40 m ²

Características de los surcos

Número de surcos por parcela	: 4
Distanciamientos entre surcos	: 0,90 m, 0,80 m y 0,70 m, 1,0 m.
Distanciamiento entre golpes	: 0,40 m.
Semillas por golpe	: 02

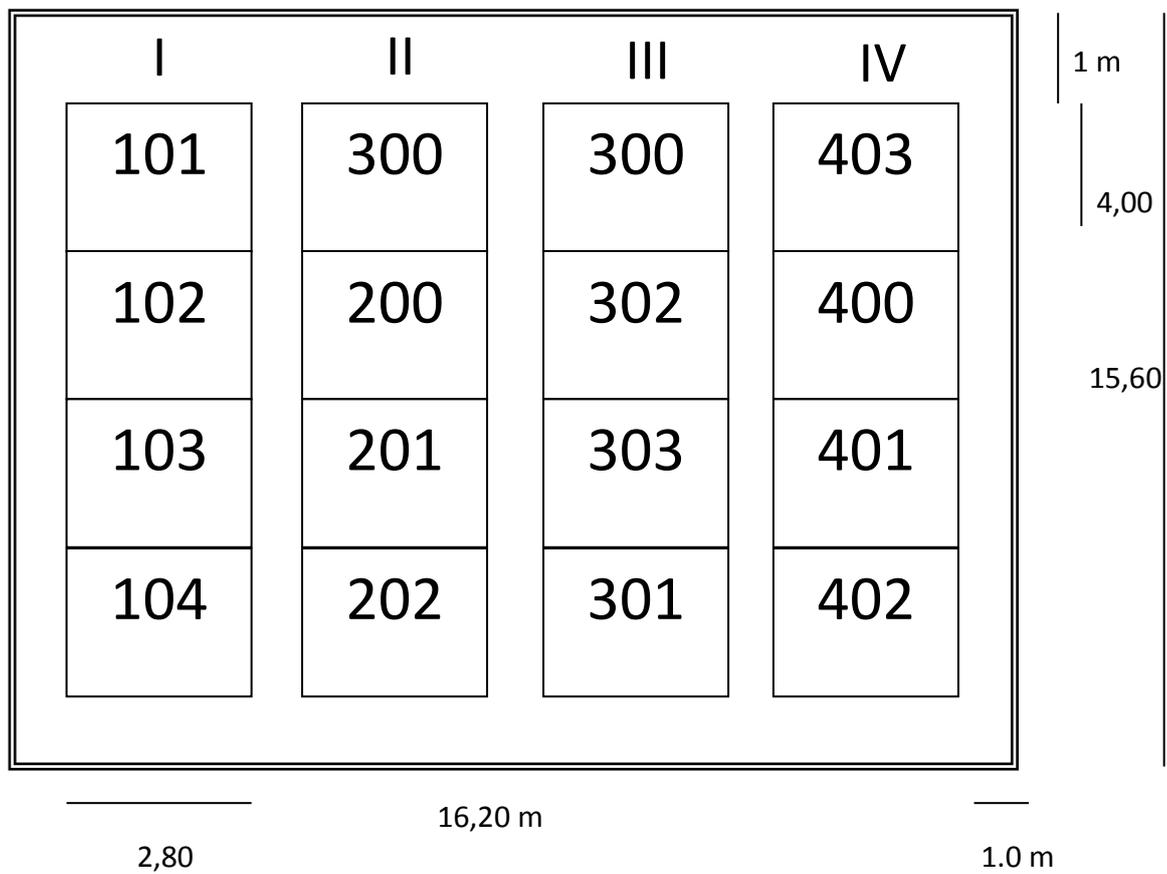


Fig 01. Detalle del campo experimental – maíz

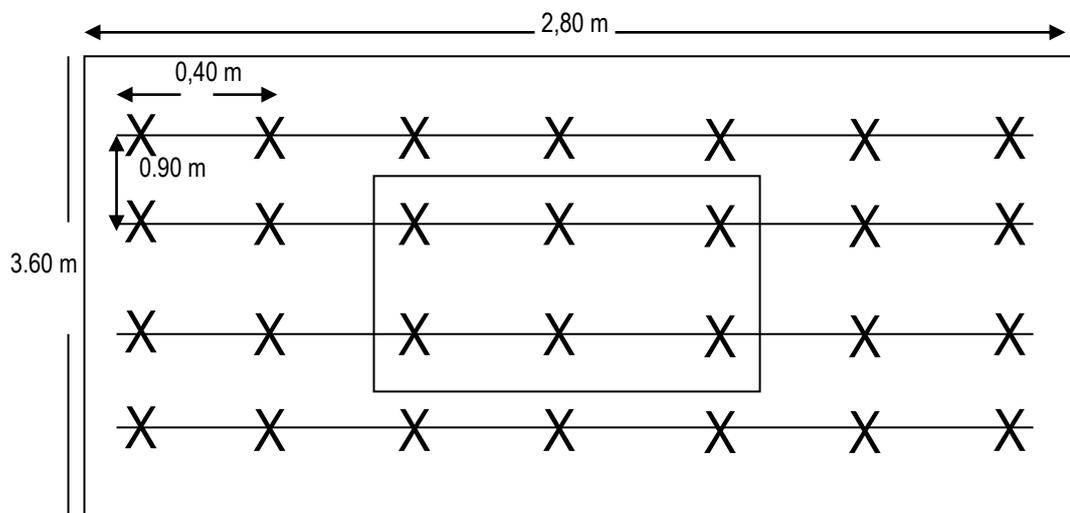


Fig 02. Croquis de la parcela experimental (DS: $0,90 \times 0,40 \times 2 = 55\ 555,5$ Planta/ha). (7 plantas/surco)

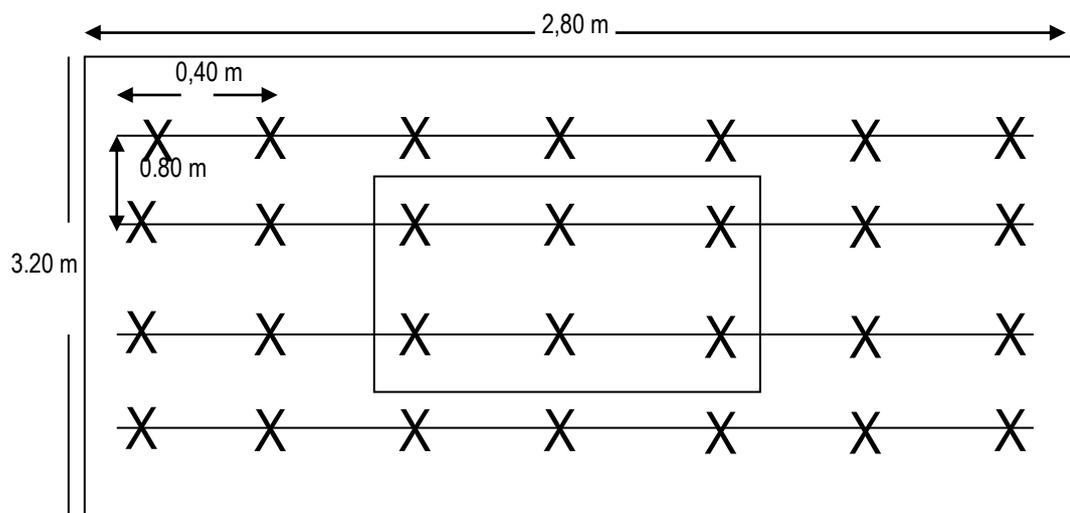


Fig 03. Croquis de la parcela experimental (DS: $0,80 \times 0,40 \times 2 = 62\ 5000$ Planta/ha). (7 plantas/surco)

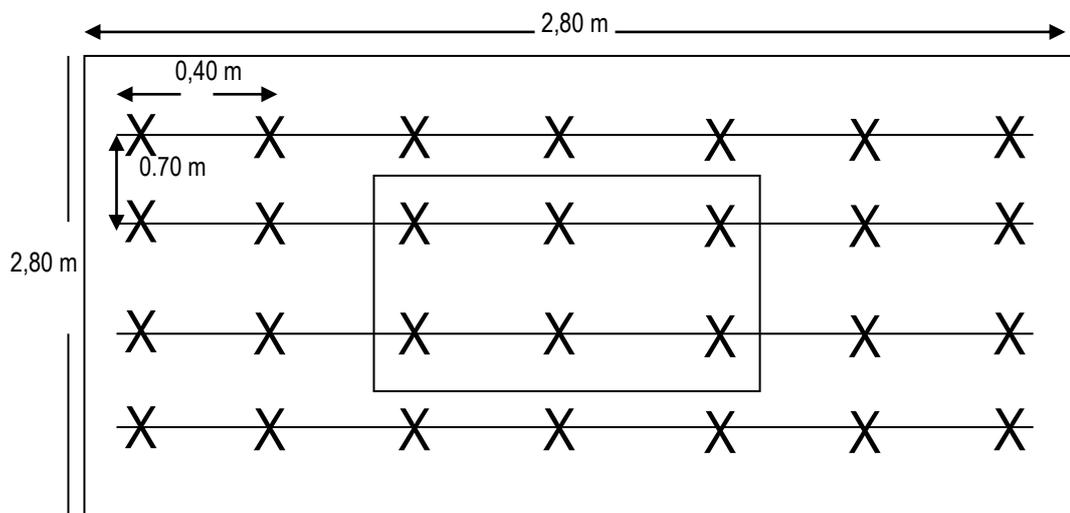


Fig 04. Croquis de parcela experimental (DS: $0,70 \times 0,40 \times 2 = 71\ 428,6$ Planta/ha). (7 plantas/surco)

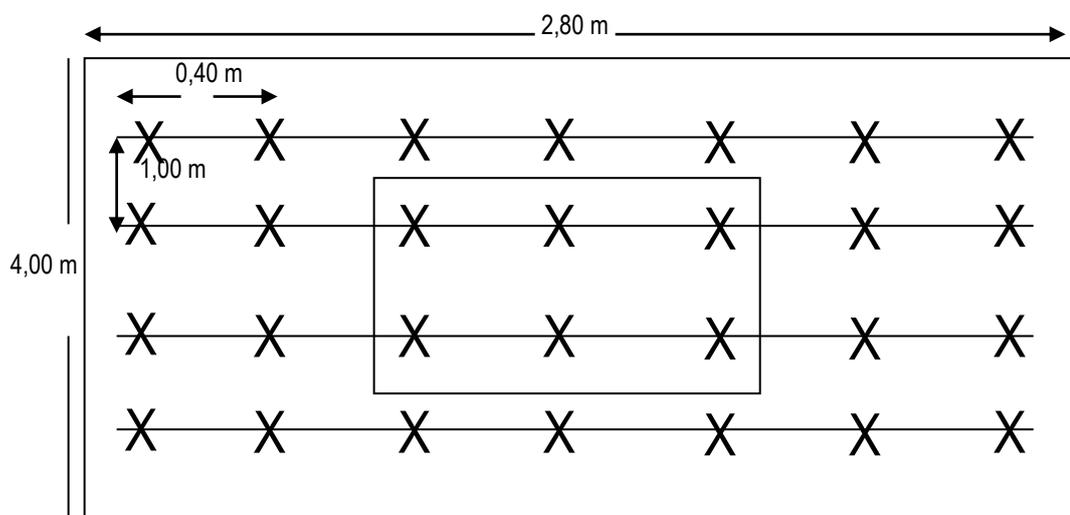


Fig 05. Croquis de parcela experimental (DS: $1,00 \times 0,40 \times 2 = 50\ 0008,6$ Planta/ha). (7 plantas/surco)

3.5.2. Datos registrados

1. Altura de plantas

Se midió las plantas del área neta experimental desde el cuello de la planta hasta la espiga, se realizó antes de la floración y el promedio se expresó en metros.

2. Tamaño de la mazorca

Se tomaron 10 mazorcas del área neta experimental y se midió el tamaño de la mazorca (longitud y diámetro) y se obtuvo el promedio por mazorca y los resultados se expresaron en cm .

3. Número de mazorcas por planta

Se contaron las mazorcas de las plantas del área neta experimental de la parcela y se obtuvo el promedio por planta expresada en cantidades.

4. Peso de 100 granos

Cuando las plantas de maíz alcanzaron la madurez fisiológica se cosecharon y desgranaron las mazorcas del área neta experimental y se pesarán 100 granos tomados al azar y el promedio se expresó en gramos.

5. Rendimiento por área neta experimental

De todas las plantas de maíz del área neta experimental se cosecharon, se pesaron y se determinó el rendimiento tanto en mazorca como en grano.

6. Rendimiento por hectárea

De los pesos obtenidos de mazorcas y granos del área neta experimental de cada parcela se transformaron a hectárea a través de una regla de tres simple y los promedios se expresó en kilos por hectárea.

3.5.3. Técnicas e instrumentos para recabar la información

3.5.3.1. Técnicas e instrumentos bibliográficos

Fichaje

Permitió obtener aspectos esenciales de los materiales leídos y que ordenados sistemáticamente sirvieron de valiosa fuente para elaborar la literatura citada. El instrumento donde se registró la información fueron las fichas de localización siendo éstas: bibliográficas y hemerográficas y fueron redactadas con el modelo IICA – CATIE (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza)

Análisis de contenido

Sirvió para estudiar y analizar de manera objetiva y sistemática los libros, artículos científicos, etc que sirvió para elaborar el sustento teórico de la investigación. Los instrumentos fueron las fichas de Documentación e Investigación siendo éstas: fichas textuales, resumen y de comentario y fueron redactadas con el modelo IICA – CATIE (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza)

3.5.3.2. Técnicas e instrumentos de campo

Observación

Permitió obtener información sobre las observaciones realizadas directamente del campo de la variable dependiente. El instrumento de campo fue la libreta de campo, registrándose las observaciones de la variable dependiente así como las actividades en la conducción del cultivo.

Procesamiento y presentación de los resultados

Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por computadora, mediante el programa Excel, de acuerdo al diseño de investigación propuesto. La presentación de los resultados fue en cuadros estadísticos, tablas y figuras utilizando los programas respectivos.

Laboratorio de suelos y Estación Meteorológica

Se registró el resultado del análisis del suelo del campo experimental y las condiciones del clima durante los meses que duró el experimento.

3.6. CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.6.1. Labores agronómicas

Elección del terreno y toma de muestras

El terreno fue plano para evitar efectos negativos en la conducción del cultivo, se tomó la muestra del suelo aplicando el método del zig-zag, obteniendo una muestra representativa de toda el área experimental y consistió en limpiar la superficie de cada punto escogido de 50 x 50 cm luego con la ayuda de una pala recta se abrió un hoyo a la profundidad de 30 a 40 cm y se extrajo una tajada de 4 cm de espesor; luego se depositó en un recipiente desechando los bordes laterales y se mezclaráo las sub-muestras obteniendo de ello una muestra representativa de 1 kg.

Análisis del suelo

La muestra obtenida fue llevada al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán para su análisis físico y químico respectivo.

Preparación del terreno

Una vez verificado la humedad adecuada del terreno, se realizó la preparación a tracción mecánica con el objetivo de modificar la estructura del suelo y obtener condiciones favorables para la siembra, emergencia y un

adecuado desarrollo de las plántulas, el mismo que permitió una distribución uniforme del agua, semilla y los fertilizantes.

Surcado del terreno

El surcado se realizó a tracción mecánica, con las dimensiones previamente establecidas siendo 1,00 0,80 y 0,70 entre surcos y 0,40 entre plantas.

3.6.2. Labores culturales

Selección de semilla

Las semillas de maíz amarillo duro fueron adquiridas a través de la tienda de agroquímicos de la ciudad de Huánuco.

Método de siembra

La siembra consistió en depositar 3 semillas/golpe para asegurar la población y finalmente se dejó 2 plantas con distanciamiento de 0,40 m entre golpes.

Fertilización

La incorporación de los fertilizantes se efectuó en dos partes: al momento de la siembra el 50 % de nitrógeno y la totalidad del fósforo y potasio y al aporque el resto del nitrógeno. Como fuente de nitrógeno, se utilizó la Urea (46 % de N.) y de fósforo el Superfosfato triple de calcio (46 % de P) y de Potasio, el Cloruro de Potasio (60 % de K)

Riegos

Se realizaron riegos por gravedad de acuerdo a las necesidades hídricas de la planta y aplicados de manera oportuna.

Aporque

Tuvo como objetivo lograr que las plantas tengan un normal desarrollo y favorecer una adecuada humedad y aireación del terreno, así mismo propiciar un buen sostenimiento del área foliar y prevenir ataques de plagas y enfermedades.

Deshierbo

El principal objetivo fue eliminar las malezas y evitar la competencia con las plantas de maíz por nutrientes, agua y luz, etc.

Control fitosanitario

Se realizó utilizando productos químicos en forma preventiva cuando se notó la presencia de plagas y enfermedades.

Cosecha

Se realizó en forma manual utilizando envases de polipropileno, cuando llegó a su madurez fisiológica; esto se comprueba con la aparición de la capa negra en la base del grano de maíz y entre el punto de inserción con la tusa, generalmente ocurrió cuando las hojas de toda la planta comienzan a tomar una coloración amarillenta.

IV. RESULTADOS

Los resultados se presentan en cuadros y figuras, interpretados estadísticamente con las técnicas de Análisis de Varianza (ANVA) a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos, donde los parámetros que son iguales se denota con (ns), quienes tienen significación (*) y altamente significativos (**). Para la comparación de los promedios, se aplicó la Prueba de Significación de Duncan a los niveles de 5 y 1 % de margen de error.

4.1. ALTURA DE PLANTAS

Los resultados se indican en el anexo 01 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 01. Análisis de varianza para altura de plantas (m)

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F t	
					0,05	0,01
Bloques	3	0.002	0.001	3.326 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	0.052	0.017	80.463 ^{**}	3,86	6,99
Error experimental	9	0.002	0.000			
TOTAL	15	0.057				

CV: 0,67 %

$s\bar{x} = \pm 0,007$

El análisis de varianza reporta no significativo para bloques y alta significación entre tratamientos, indicando el efecto del distanciamiento de siembra en la altura de planta. El coeficiente de variabilidad fue de 0,67 % y la desviación estándar de $\pm 0,007$ que expresan la confiabilidad de los datos obtenidos.

Cuadro 02. Prueba de Duncan de la variable altura de plantas (m)

O.M	TRATAMIENTOS (distanciamientos)	PROMEDIOS (m)	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			5%	1%
1º	T3 (0,90 x 0,40 m)	2,30	a	a
2º	T1 (0,70 x 0,40 m)	2,21	b	b
3º	T4 (1,00 x 0,40 m)	2,16	c	c
4º	T2 (0,80 x 0,40 m)	2,15	c	c

X : 2,20 m

La Prueba de Duncan establece que el tratamiento T_3 (0,90 x 0,40 m) difiere estadísticamente de los demás tratamientos en ambos niveles de significación. El rango estadístico en esta variable es de 0,15 metros.

El mayor promedio lo obtuvo el tratamiento T_3 (0,90 x 0,40 m) con 2,30 metros y el menor fue obtenido por el tratamiento T_2 (0,80 x 0,40 m) con 2,15 metros, tal como se representa en la Figura 01. El promedio general es de 2,20 metros.

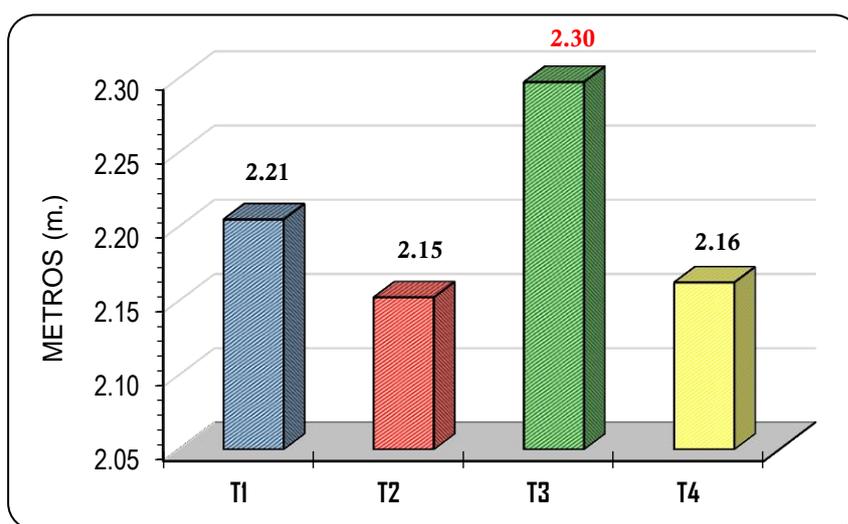


Figura 01. Representación gráfica de la altura de plantas

4.2. NÚMERO DE MAZORCAS POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL

Los resultados se indican en el anexo 02 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 03. Análisis de varianza para número de mazorcas por área neta experimental

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F t	
					0,05	0,01
Bloques	3	0.688	0.229	0.137 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	91.188	30.396	18.162 ^{**}	3,86	6,99
Error experimental	9	15.063	1.674			
TOTAL	15	106.938				

CV: 7,21 %

$s\bar{x} = \pm 0,647$

El análisis de varianza reporta no significativo para bloques y alta significación entre tratamientos, indicando el efecto del distanciamiento de siembra en el número de mazorcas. El coeficiente de variabilidad es de 7,21 % y la desviación estándar de $\pm 0,647$ que expresan la confiabilidad de los datos obtenidos.

Cuadro 04. Prueba de Duncan para número de mazorcas por área neta experimental (und)

O.M	TRATAMIENTOS (distanciamientos)	PROMEDIOS (und)	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			5%	1%
1º	T1 (0,70 x 0,40 m.)	22,00	a	a
2º	T2 (0,80 x 0,40 m.)	17,25	b	b
3º	T3 (0,90 x 0,40 m.)	16,50	b	b
4º	T4 (1,00 x 0,40 m.)	16,00	b	b

X : 17,94 mazorcas

La Prueba de Duncan establece que el tratamiento T₁ (0,70 x 0,40 m) difiere estadísticamente de los demás tratamientos en ambos niveles de significación. El rango estadístico es de 6,0 mazorcas.

El mayor promedio lo obtuvo el tratamiento T_1 (0,70 x 0,40 m) con 22,00 mazorcas y el menor por el tratamiento T_4 (1,00 x 0,40 m) con 16,00 mazorcas, tal como se representa en la Figura 02. El promedio general fue de 17,94 mazorcas.

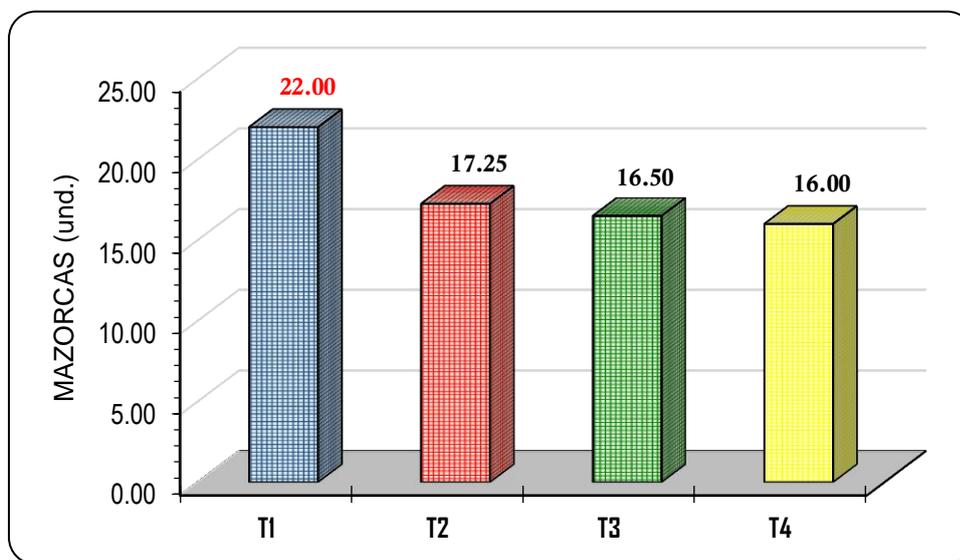


Figura 02. Representación gráfica del número de mazorcas por área neta experimental

4.3. LONGITUD DE MAZORCAS

Los resultados se indican en el anexo 03 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 05. Análisis de varianza para longitud de mazorcas (cm)

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F t	
					0,05	0,01
Bloques	3	2.500	0.833	2.857 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	22.375	7.458	25.571 **	3,86	6,99
Error experimental	9	2.625	0.292			
TOTAL	15	27.500				

CV: 3,22 %

$\bar{x} = \pm 0,270$

El análisis de varianza reporta no significativo para bloques y alta significación entre tratamientos, indicando el efecto del distanciamiento de siembra en la longitud de mazorcas. El coeficiente de variabilidad fue de 3,22 % y la desviación estándar de $\pm 0,270$ que expresan la confiabilidad de los datos obtenidos.

Cuadro 06. Prueba de Duncan para longitud de mazorcas (cm)

O.M	TRATAMIENTOS (distanciamientos)	PROMEDIOS (cm)	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			5%	1%
1º	T1 (0,70 x 0,40 m)	18,38	a	a
2º	T3 (0,90 x 0,40 m)	17,38	b	a
3º	T4 (1.00 x 0,40 m)	15,75	b	b
4º	T2 (0.80 x 0,40 m)	15,50	b	b

X : 16,75 cm

La Prueba de Duncan establece que al nivel del 5 % el tratamiento T₁ (0,70 x 0,40 m) difiere estadísticamente de los demás tratamientos. Al nivel del 1 % los tratamientos T₁ (0,70 x 0,40 m) y T₃ (0,90 x 0,40 m)

estadísticamente son iguales y superan a los demás tratamientos. El rango estadístico es de 2,88 centímetros.

El mayor promedio lo obtuvo el tratamiento T_1 (0,70 x 0,40 m) con 18,38 cm y el menor por el tratamiento T_2 (0,80 x 0,40 m) con 15,50 cm , tal como se representa en la Figura 03. El promedio general fue de 16,75 cm .

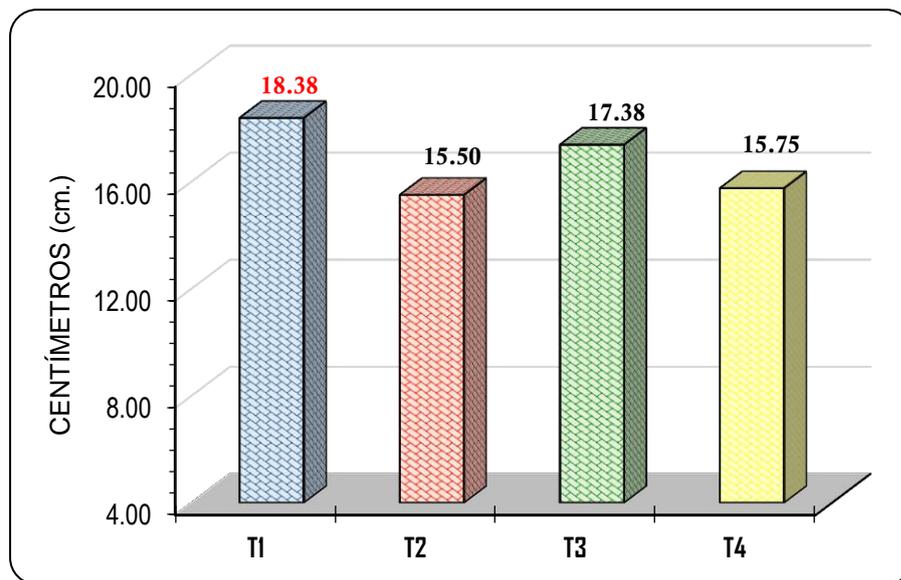


Figura 03. Representación gráfica de la longitud de mazorcas

4.4. DIÁMETRO DE MAZORCAS

Los resultados se indican en el anexo 04 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 07. Análisis de varianza para diámetro de mazorcas (cm)

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F t	
					0,05	0,01
Bloques	3	0.102	0.034	0.459 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	0.282	0.094	1.271 ^{ns}	3,86	6,99
Error experimental	9	0.666	0.074			
TOTAL	15	1.050				

CV: 5,47 %

$\bar{s} = \pm 0,136$

El análisis de varianza reporta no significativo para bloques y tratamientos, indicando que no hubo efecto del distanciamiento de siembra en el diámetro de mazorcas. El coeficiente de variabilidad fue de 5,47 % y la desviación estándar de $\pm 0,136$ que expresan la confiabilidad de los datos obtenidos.

Cuadro 08. Prueba de Duncan para diámetro de mazorcas (cm)

O.M	TRATAMIENTOS (distanciamientos)	PROMEDIOS (cm)	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			5%	1%
1º	T3 (0,90 x 0,40 m.)	5,19	a	a
2º	T1 (0,70 x 0,40 m.)	4,95	a	a
3º	T2 (0,80 x 0,40 m.)	4,93	a	a
4º	T4 (1,00 x 0,40 m.)	4,83	a	a

X : 4,97 cm

La Prueba de Duncan establece que los tratamientos estadísticamente son iguales. El rango estadístico es de 0,36 centímetros.

El mayor promedio lo obtuvo el tratamiento T_3 (0,90 x 0,40 m) con 5,19 cm y el menor fue con el tratamiento T_4 (1,00 x 0,40 m) con 4,83 cm , tal como se representa en la Figura 04. El promedio general fue de 4,97 cm .

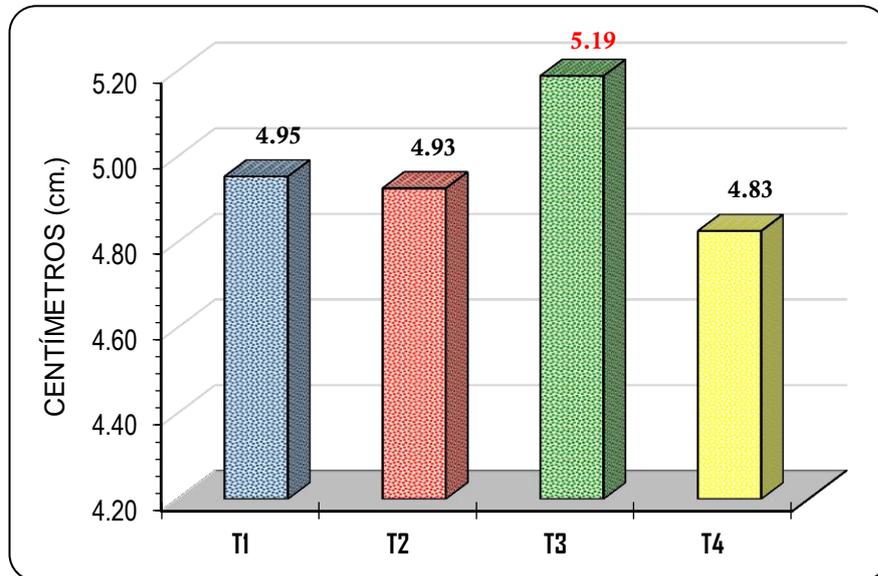


Figura 04. Representación gráfica del diámetro de mazorcas

4.5. PESO DE 100 GRANOS

Los resultados se indican en el anexo 05 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 09. Análisis de varianza para peso de 100 granos (gr)

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F t	
					0,05	0,01
Bloques	3	3.992	1.331	0.258 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	31.312	10.437	2.020 ^{ns}	3,86	6,99
Error experimental	9	46.506	5.167			
TOTAL	15	81.809				

CV: 9,80 %

$\bar{s}_x = \pm 1,137$

El análisis de varianza reporta no significativo para bloques y tratamientos, indicando que no hubo efecto del distanciamiento de siembra en el peso de 100 granos. El coeficiente de variabilidad fue de 9,80 % y la desviación estándar de 1,137 que expresan la confiabilidad de los datos obtenidos.

Cuadro 10. Prueba de Duncan para peso de 100 granos (gr)

O.M	TRATAMIENTOS (distanciamientos)	PROMEDIOS (g)	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			5%	1%
1º	T1 (0,70 x 0,40 m)	26,13	a	a
2º	T2 (0,80 x 0,40 m)	25,85	a	a
3º	T3 (0,90 x 0,40 m)	23,30	a	a
4º	T4 (1,00 x 0,40 m)	23,10	a	a

X : 23,20 g

La Prueba de Duncan establece que los tratamientos estadísticamente son iguales. El rango estadístico es de 3,03 gramos.

El mayor promedio lo obtuvo el tratamiento T_1 (0,70 x 0,40 m) con 26,13 gramos y el menor por el tratamiento T_4 (1,00 x 0,40 m) con 23,10 gramos, tal como se representa en la Figura 03. El promedio general fue de 23,20 gramos.

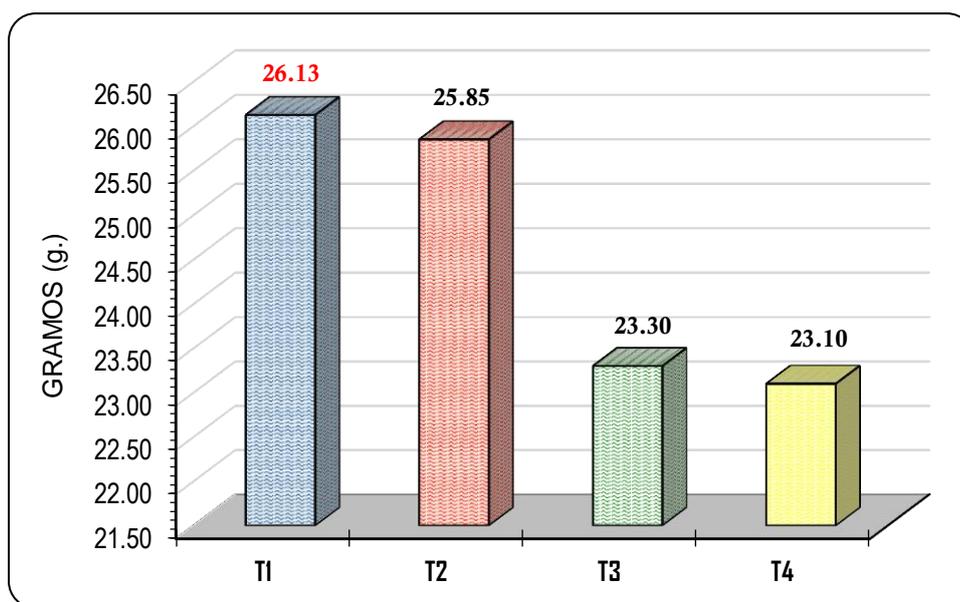


Figura 05. Representación gráfica del peso de 100 granos

4.6. RENDIMIENTO DE MAZORCAS POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL

Los resultados se indican en el anexo 06 donde se presentan los promedios obtenidos y a continuación el Análisis de Varianza y la prueba de significación de Duncan.

Cuadro 11. Análisis de varianza para rendimiento de mazorcas por área neta experimental (kg)

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F t	
					0,05	0,01
Bloques	3	0.032	0.011	0.196 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	3.257	1.086	20.312 ^{**}	3,86	6,99
Error experimental	9	0.481	0.053			
TOTAL	15	3.770				

CV: 12,52 %

$\bar{s}x = \pm 0,116$ kg

El análisis de varianza reporta no significativo para bloques y alta significación para tratamientos, indicando que existe efecto del distanciamiento de siembra en el peso de mazorcas por área neta experimental. El coeficiente de variabilidad fue de 12,52 % y la desviación estándar de $\pm 0,116$ kg que expresan la confiabilidad de los datos obtenidos.

Cuadro 12. Prueba de Duncan para rendimiento de mazorcas por área neta experimental (kg)

O.M	TRATAMIENTOS (distanciamientos)	PROMEDIOS (kg)	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			5%	1%
1º	T1 (0,70 x 0,40 m)	2,61	a	a
2º	T2 (0,80 x 0,40 m)	1,70	b	b
3º	T4 (1,00 x 0,40 m)	1,64	b	b
4º	T3 (0,90 x 0,40 m)	1,44	c	b

X : 1,85 kg

La Prueba de Duncan establece que el tratamiento T_1 (0,70 x 0,40 m) difiere estadísticamente de los demás tratamientos en ambos niveles de significación. El rango estadístico es 1,17 kilos.

El mayor promedio lo obtuvo el tratamiento T_1 (0,70 x 0,40 m) con 2,61 kilos y el menor fue obtenido por el tratamiento T_3 (0,90 x 0,40 m) con 1,44 kilos tal como se representa en la Figura 05. El promedio general fue de 1,85 kg .

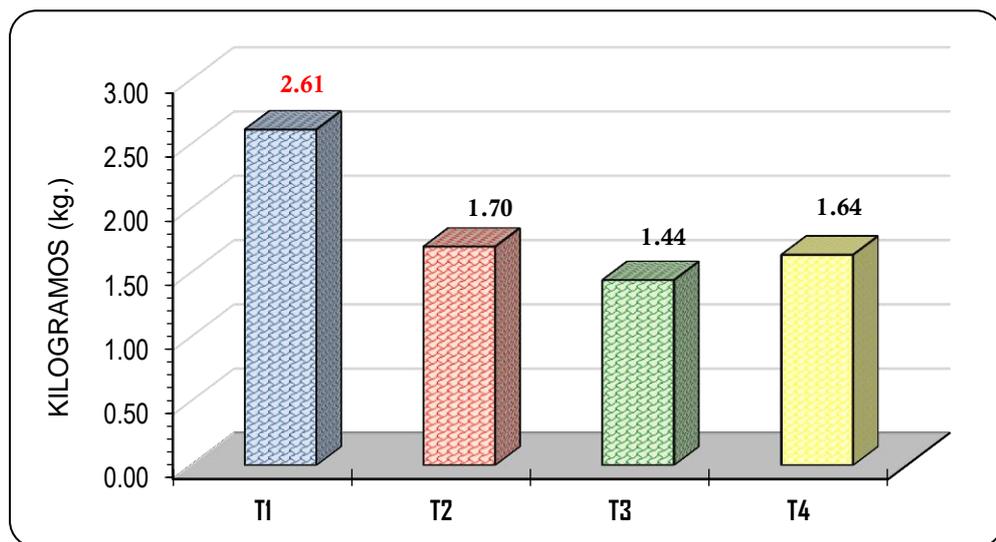


Figura 05. Representación gráfica del rendimiento de mazorcas por área neta experimental

4.7. RENDIMIENTO DE GRANOS POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL

Cuadro 13. Análisis de varianza para rendimiento de granos por área neta experimental (kg)

Fuentes de Variabilidad	GL	SC	CM	Fc	F t	
					0,05	0,01
Bloques	3	0.067	0.022	0.463 ^{ns}	3,86	6,99
Tratamientos	3	2.152	0.717	14.859**	3,86	6,99
Error experimental	9	0.435	0.048			
TOTAL	15	2.654				

CV: 18,47 %

$\bar{s}x = \pm 0,110$ kg

El análisis de varianza reporta no significativo para bloques y alta significación para tratamientos, indicando que existe efecto del distanciamiento de siembra en el peso de granos por área neta experimental. El coeficiente de variabilidad fue de 18,47 % y la desviación estándar de $\pm 0,110$ kg que expresan la confiabilidad de los datos obtenidos.

Cuadro 14. Prueba de Duncan de la variable rendimiento de granos por área neta experimental (kg)

O.M	TRATAMIENTOS (distanciamientos)	PROMEDIOS (kg)	NIVEL DE SIGNIFICACION	
			5%	1%
1º	T1 (0,70 x 0,40 m.)	1,78	a	a
2º	T2 (0,80 x 0,40 m.)	1,16	b	b
3º	T3 (0,90 x 0,40 m.)	1,08	b	b c
4º	T4 (1,00 x 0,40 m.)	0,74	c	c

X : 1,19 kg

La Prueba de Duncan establece que el tratamiento T₁ (0,70 x 0,40 m) difiere estadísticamente de los demás tratamientos en ambos niveles de significación. El rango estadístico es 0,99 kilos.

El mayor promedio lo obtuvo el tratamiento T₁ (0,70 x 0,40 m) con 1,78 kilos y el menor por el tratamiento T₄ (1,00 x 0,40 m) con 0,74 kilos tal como se representa en la Figura 07. El promedio general fue de 1,19 kg .

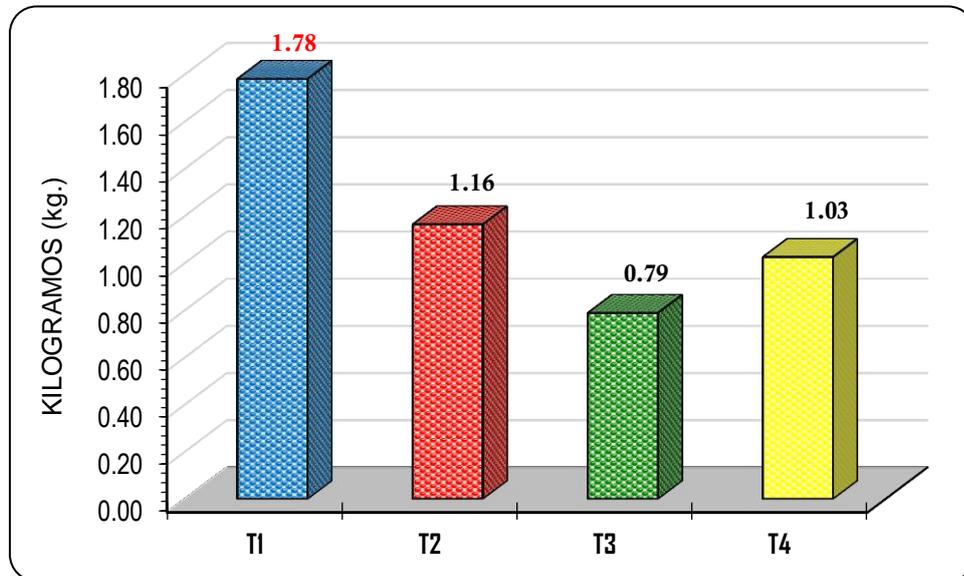


Figura 07. Representación gráfica del rendimiento de granos por área neta experimental

4.8. RENDIMIENTO ESTIMADO DE MAZORCAS Y GRANOS POR HECTÁREA

El rendimiento de mazorca y grano por área neta experimental se transformaron a kilogramos por hectárea, tal como se visualiza en la Figura 08, donde el tratamiento T1 (0,70 x 0,40 m) obtuvo el mayor rendimiento por hectárea en mazorca y grano con 12 085,65 y 8 245,37 kilogramos respectivamente.

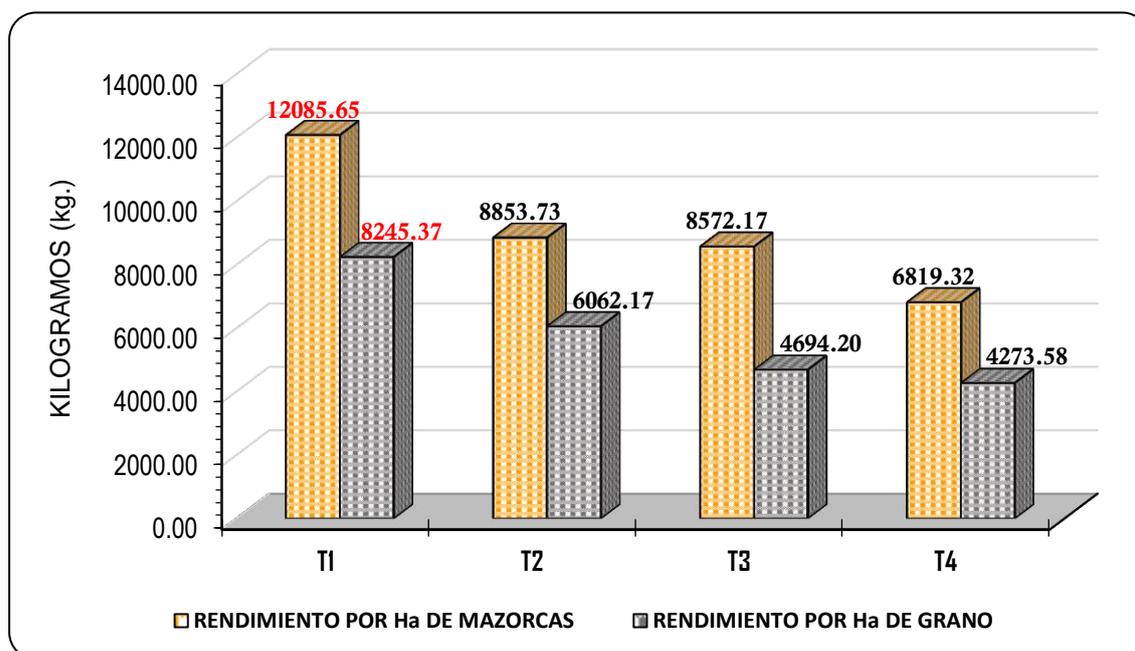


Figura 08. Representación gráfica del rendimiento de mazorca y granos por hectárea (ha)

V. DISCUSIÓN

5.1. ALTURA DE PLANTAS

El análisis de varianza reporta alta significación entre tratamientos, indicando el efecto del distanciamiento de siembra. La Prueba de Duncan establece que el tratamiento T_3 (0,90 x 0,40 m) difiere estadísticamente de los demás tratamientos en ambos niveles de significación con el mayor promedio con 2,30 metros y el menor fue obtenido por el tratamiento T_2 (0,80 x 0,40 m) con 2,15 metros, con el promedio general es de 2,20 metros.

Estos resultados confirman el efecto de los distanciamientos de siembra que concuerda con las características del híbrido que menciona una altura de plantas entre 2,25 a 2,40 metros. Al respecto Ferraris (2007) la elección de una densidad de siembra adecuada es una decisión importante para optimizar la productividad de un cultivo, ya que, junto con la adecuación del espaciamiento entre hileras, permiten al productor la obtención de coberturas vegetales adecuadas previo a los momentos críticos para la determinación del rendimiento.

5.2. NÚMERO DE MAZORCAS POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL

El análisis de varianza reporta alta significación entre tratamientos, indicando el efecto del distanciamiento de siembra. La Prueba de Duncan establece que el tratamiento T_1 (0,70 x 0,40 m) difiere estadísticamente de los demás tratamientos en ambos niveles de significación con el mayor

promedio con 22,00 mazorcas y el menor por el tratamiento T_4 (1,00 x 0,40 m) con 16 mazorcas, con promedio general de 17,94 mazorcas. Estos resultados confirman el efecto de los distanciamientos de siembra, donde Ferraris (2007) los diferentes cultivos en la cosecha varían en la capacidad para mantener sus rendimientos en un rango amplio de densidades de siembra. Ante variaciones en la densidad, entre los componentes del rendimiento, ocurre una modificación en el número de granos por planta originado por cambios en la capacidad de ramificación, lo que hace variar también el número de nudos y hojas por planta.

5.3. LONGITUD DE MAZORCAS

El análisis de varianza reporta alta significación entre tratamientos, indicando el efecto del distanciamiento de siembra en la longitud de mazorcas. La Prueba de Duncan establece que los tratamientos T_1 (0,70 x 0,40 m) y T_3 (0,90 x 0,40 m) estadísticamente son iguales y superan a los demás tratamientos con los mayores promedios con 18,38 cm y el menor con el tratamiento T_2 (0,80 x 0,40 m) con 15,50 cm con promedio general de 16,75 cm .

5.4. DIÁMETRO DE MAZORCAS

El análisis de varianza reporta no significativo para tratamientos, indicando que no hubo efecto del distanciamiento de siembra. La Prueba de Duncan establece que los tratamientos estadísticamente son iguales. El mayor promedio lo obtuvo el tratamiento T_3 (0,90 x 0,40 m) con 5,19 cm y el menor fue con el tratamiento T_4 (1,00 x 0,40 m) con 4,83 cm . El promedio general fue de 4,97 cm .

5.5. PESO DE 100 GRANOS

El análisis de varianza reporta no significativo estadísticamente entre tratamientos, indicando que no hubo efecto del distanciamiento de siembra.

La Prueba de Duncan establece que los tratamientos estadísticamente son iguales. El mayor promedio lo obtuvo el tratamiento T_1 (0,70 x 0,40 m) con 26,13 gramos y el menor por el tratamiento T_4 (1,00 x 0,40 m) con 23,10 gramos. El promedio general fue de 23,20 gramos.

Estos resultados confirman que los distanciamientos de siembra no influyen que según Ferraris (2007) la elección de una densidad de siembra adecuada es una decisión importante para optimizar la productividad de un cultivo, ya que, junto con la adecuación del espaciamento entre hileras, permiten al productor la obtención de coberturas vegetales adecuadas previo a los momentos críticos para la determinación del rendimiento.

Los diferentes cultivos en la cosecha varían en la capacidad para mantener sus rendimientos en un rango amplio de densidades de siembra. Ante variaciones en la densidad, entre los componentes del rendimiento, ocurre una modificación en el número de granos por planta originado por cambios en la capacidad de ramificación, lo que hace variar también el número de nudos y hojas por planta.

5.6. RENDIMIENTO DE MAZORCAS POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL

El análisis de varianza reporta alta significación para tratamientos, indicando que existe efecto del distanciamiento de siembra en el peso de mazorcas por área neta experimental. La Prueba de Duncan establece que el tratamiento T_1 (0,70 x 0,40 m) difiere estadísticamente de los demás tratamientos con el mayor promedio 2,61 kilos y el menor obtenido por el tratamiento T_3 (0,90 x 0,40 m) con 1,44 kilos. El promedio general fue de 1,85 kg .

Estos resultados confirman el efecto de los distanciamientos de siembra en el rendimiento que según Ferraris (2007) la densidad de siembra óptima de cualquier cultivo, es aquella que maximiza la intercepción de

radiación fotosintéticamente activa durante el período crítico para la definición del rendimiento y permite alcanzar el índice de cosecha máximo.

Agriculture & Food Institute y Corporation (2008) el rendimiento de los cultivos muchas veces se ve limitado por factores ajenos al control del agricultor (ausencia de lluvias, temperaturas frías) y otras veces el rendimiento es limitado por factores que el agricultor puede controlar (semilla apropiada, disponibilidad adecuada de nutrientes para el suelo, población de plantas y época de siembra). Si estos factores son óptimos para cada cultivo, el rendimiento será sustancialmente alto.

La población de plantas por hectárea depende de los siguientes factores: Fertilidad del suelo. En suelos de baja fertilidad, la población de plantas debe ser más baja que los suelos con alta fertilidad, estructura del suelo. Los cultivos rendirán mejor en tipos de suelos pesados o livianos y disponibilidad de agua. En áreas donde el agua es un factor limitante la siembra debe hacerse a baja densidad.

5.7. RENDIMIENTO DE GRANOS POR ÁREA NETA EXPERIMENTAL

El análisis de varianza reporta alta significación para tratamientos, indicando que existe efecto del distanciamiento de siembra en el peso de granos por área neta experimental. La Prueba de Duncan establece que el tratamiento T_1 (0,70 x 0,40 m) difiere estadísticamente de los demás tratamientos con el mayor promedio 1,78 kilos y el menor por el tratamiento T_4 (1,00 x 0,40 m) con 0,74 kilos. El promedio general fue de 1,19 kg .

5.8. RENDIMIENTO ESTIMADO DE MAZORCAS Y GRANOS POR HECTÁREA

El rendimiento de mazorca y grano por área neta experimental se transformaron a kilogramos por hectárea, donde el tratamiento T_1 (0,70 x

0,40 m) obtuvo el mayor rendimiento por hectárea en mazorca y grano con 12 085,65 y 8 245,37 kilogramos respectivamente.

Estos resultados confirman el efecto de los distanciamientos de siembra que coinciden con las características del híbrido que indica entre 9 a 14 toneladas por hectárea, asimismo superan al promedio en Huánuco que es de 2 634 kg/ha y al rendimiento promedio en Lima que es de 7 667 kg/ha

Ferraris (2007) la elección de una densidad de siembra adecuada es una decisión importante para optimizar la productividad de un cultivo, ya que, junto con la adecuación del espaciamiento entre hileras, permiten al productor la obtención de coberturas vegetales adecuadas previo a los momentos críticos para la determinación del rendimiento. La densidad de siembra óptima de cualquier cultivo, es aquella que maximiza la intercepción de radiación fotosintéticamente activa durante el período crítico para la definición del rendimiento y permite alcanzar el índice de cosecha máximo.

Los diferentes cultivos en la cosecha varían en la capacidad para mantener sus rendimientos en un rango amplio de densidades de siembra. Ante variaciones en la densidad, entre los componentes del rendimiento, ocurre una modificación en el número de vainas y granos por planta originado por cambios en la capacidad de ramificación, lo que hace variar también el número de nudos y hojas por planta. A nivel fisiológico en bajas densidades, aumenta el número de nudos potenciales y disminuye el aborto de flores.

Agriculture & Food Institute y Corporation (2008) el rendimiento de los cultivos muchas veces se ve limitado por factores ajenos al control del agricultor (ausencia de lluvias, temperaturas frías) y otras veces el rendimiento es limitado por factores que el agricultor puede controlar (semilla apropiada, disponibilidad adecuada de nutrientes para el suelo, población de plantas y época de siembra). Si estos factores son óptimos para cada cultivo, el rendimiento será sustancialmente alto.

El objetivo del espaciamiento de siembra es obtener el máximo rendimiento en una unidad de área sin sacrificar la calidad. La frecuencia de siembra la dirige el objetivo final de qué clase de cultivo se quiere. Semillas espaciadas a distancia uniforme entre grupos de plantas en una fila, se usa para cultivos como maíz, frijoles, arvejas, soya y garbanzo. Estos cultivos son sensibles al espaciamiento y necesitan distancia entre plantas.

CONCLUSIONES

1. Existe efecto significativo de los distanciamientos de siembra en altura de planta, número de mazorcas por área neta experimental, longitud de mazorcas con los distanciamientos (T₃) (0,90 x 0,40 m) y (T₁) (0,70 x 0,40 m) con 2,30 m , 22 mazorcas y 18,33 cm respectivamente.

No existe efecto significativo en diámetro de mazorca y peso de 100 granos con resultados de los tratamientos (T₃) (0,90 x 0,40 m) y (T₁) (0,70 x 0,40 m) de 5,19 cm y 26,13 gramos respectivamente.

2. Existe efecto significativo de los distanciamientos de siembra del maíz en el peso de mazorcas y granos por área neta experimental y estimación a hectárea donde el tratamiento (T₁) (0,70 x 0,40 m) obteniendo el mayor peso de mazorcas por área neta experimental de 2,61 kilos y por hectárea 12 085,65 kilos y granos por área neta experimental de 1,78 kilos y estimado a hectárea de 8 245,37 kg/ha .

RECOMENDACIONES

1. Que los agricultores utilicen los distanciamientos (T_3) (0,90 x 0,40 m) y (T_1) (0,70 x 0,40 m) para incrementar los rendimientos en el cultivo de maíz híbrido Delback 8780 en condiciones agroecológicas de Cholón Maraón.
2. Repetir el ensayo en diferentes épocas de siembra, fertilización, identificación y control de plagas y enfermedades en localidades con condiciones agroecológicas diferentes.

LITERATURA CITADA

1. Agriculture & Food Institute y Corporation. 2008. (En línea) (Consultado el 20 de julio del 2015) Disponible en <http://bensoninstitute.org/Publication/Lessons/SP/Agronomia/Arreglos.asp>.
2. Aldritch, Sc0tt y Leng, 2014. Importancia del maíz [en línea]. [Consulta Noviembre 2014]. Disponible en: http://www.portalagrario.gob.pe/dgpa1/ARCHIVOS/ami_diag1.pdf.
3. CIMMYT. (Centro Internacional de Maíz y trigo).1999. El Maíz en los Trópicos. México.
4. Conteras y Remigio. 2009. Efecto de la Densidad de Siembra sobre el Establecimiento y Supervivencia de (*Gliricidia sepium*) Propagada Sexualmente. Técnicos Asociados a la Investigación del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP).
5. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2007. Importancia económica del maíz en el Perú [en línea]. [Consulta Octubre 2011]. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/003/X7650S/x7650s02.htm>.
6. Ferraris G. 2007. Densidad de siembra (Consultado 20 de julio 2012) (En Línea) Disponible <http://www.elsitioagricola.com/articulos/ferraris>

[/Densidad%20de%20Siembra%20y%20Espaciamientos%20en%20Soja.asp](#)

7. INIA. (Instituto Nacional de Investigación Agraria.). 2007. Impacto ambiental [en línea]. [Consulta Octubre 2010]. Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/boletin/boletin0001/>.
8. INTA. (INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA.). Factores que afectan el rendimiento del maíz [en línea]. [Consulta Octubre 2007]. Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/leales/info/indices/alfabetico/def/factores.htm>
9. Manrique C. 1997. El maíz en el Perú. 2 ed. CONCYTEC. Oficina de apoyo al investigador. Lima, Perú. 347 p.
10. Marmolejo, G. D. 1988. Fitomejoramiento General. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo Perú.
11. MINAG. (Ministerio de Agricultura). 2009. Plan estratégico Proyecto Nacional de investigación en maíz.
12. MINAG. (Ministerio de Agricultura). 2011. Compendio estadístico de series históricas de producción agrícola.
13. Milton, P. J. 1992. Mejoramiento Genético de cosechas. Editado por Limusa S.A. pp. 288-310.
14. Sevilla, R. R. y Nakhodo, J. W. 2000. Herencia de la tolerancia al frío en el primer estado de desarrollo en el maíz amiláceo. Memorias del IV congreso peruano de Genética, Lima - Perú. pp. 137-139.
15. UNALM (Universidad Nacional Agraria La Molina - Programa de cereales.) s.f. Cultivo del maíz en el Perú. Lima-Perú.

ANEXOS

CUADRO 01. Altura de planta

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1	2.20	2.21	2.21	2.20	8,82	2,21
T2	2.15	2.16	2.15	2.15	8,61	2,15
T3	2.25	2.33	2.31	2.30	9,19	2,30
T4	2.15	2.18	2.16	2.16	8,65	2,16
PROMEDIO	2.19	2.22	2.21	2.20		2,20
TOTAL	8.75	8.88	8.83	8.81	35,27	

CUADRO 02. Número de mazorcas por ANE

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1	23.00	22.00	21.00	22.00	88,00	22,00
T2	17.00	18.00	16.00	18.00	69,00	17,25
T3	16.00	15.00	19.00	16.00	66,00	16,50
T4	17.00	16.00	16.00	15.00	64,00	16,00
PROMEDIO	18.25	17.75	18.00	17.75		17,94
TOTAL	73.00	71.00	72.00	71.00	287,00	

CUADRO 03. Longitud de mazorca

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1	18.00	19.00	18.50	18.00	73,50	18,38
T2	16.00	16.00	15.00	15.00	62,00	15,50
T3	17.00	18.00	17.50	17.00	69,50	17,38
T4	17.00	16.00	15.00	15.00	63,00	15,75
PROMEDIO	17.00	17.25	16.50	16.25		16,75
TOTAL	68.00	69.00	66.00	65.00	268,00	

CUADRO 04. Diámetro de mazorca

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1	4.77	5.09	4.82	5.12	19,81	4,95
T2	4.81	4.89	4.85	5.16	19,70	4,93
T3	5.09	5.41	5.19	5.06	20,75	5,19
T4	5.41	4.84	4.52	4.54	19,31	4,83
PROMEDIO	5.02	5.06	4.85	4.97		4,97
TOTAL	20.09	20.23	19.39	19.88	79,58	

CUADRO 05. Peso de 100 granos

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1	25.40	27.30	25.50	26.30	104,50	26,13
T2	25.10	26.30	26.60	25.40	103,40	25,85
T3	25.30	21.20	21.60	25.10	93,20	23,30
T4	20.20	26.50	25.30	20.40	92,40	23,10
PROMEDIO	24.00	25.33	24.75	24.30		23,20
TOTAL	96.00	101.30	99.00	97.20	393,50	

CUADRO 06. Rendimiento de mazorcas por área neta experimental

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1	2.51	2.75	2.39	2.79	10,44	2,61
T2	1.59	1.78	1.65	1.79	6,80	1,70
T3	1.34	1.13	1.78	1.51	5,76	1,44
T4	1.74	1.89	1.42	1.49	6,55	1,64
PROMEDIO	1.80	1.89	1.81	1.89		1,85
TOTAL	7.18	7.55	7.24	7.58	29,55	

CUADRO 07. Rendimiento de grano por área neta experimental

TRATAMIENTOS	BLOQUES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
T1	1.70	2.01	1.52	1.90	7,12	1,78
T2	1.09	1.19	1.12	1.25	4,66	1,16
T3	0.75	0.53	1.01	0.87	3,15	0,79
T4	1.15	1.34	0.73	0.89	4,10	1,03
PROMEDIO	1.17	1.27	1.09	1.22		1,19
TOTAL	4.68	5.07	4.38	4.90	19,04	

CUADRO 8. Rendimiento por hectárea de mazorca y grano

TRATAMIENTOS	RENDIMIENTO DE MAZORCAS (ha)	RENDIMIENTO DE GRANO (ha)
T1	12 085,65	8 245,37
T2	8 853,73	6 062,17
T3	8 572,17	4 694,20
T4	6 819,32	4 273,58