UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN SOBRE LOS INDICADORES MORFOFISIOLOGICOS Y PRODUCTIVOS DEL CULTIVO DE MAIZ *(ZEA MAYS L.)*.

AUTOR(ES):

Anabel Carmen Licuy Cerda

Araceli Andrea Grefa Alvarado

DOCENTE - TUTOR:

Reinaldo Demesio Alemán Pérez Ph D.

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

INFLUENCIA DE LA DENSIDAD DE POBLACIÓN SOBRE LOS INDICADORES MORFOFISIOLOGICOS Y PRODUCTIVOS DEL CULTIVO DE MAIZ *(ZEA MAYS L.)*.

AUTOR(ES):

Anabel Carmen Licuy Cerda

Araceli Andrea Grefa Alvarado

DOCENTE - TUTOR:

Reinaldo Demesio Alemán Pérez Ph D.

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Adecuadamente redactado
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Cumple con los componentes que debe llevar el resumen
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	Cumple adecuadamente y de manera sistemática con cada uno de los componentes que se requieren en este apartado.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	13/15	Mejoró sustancialmente.
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	Se describe adecuada, clara y sistemáticamente en función de los objetivos del trabajo

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	24/25	Si bien se cumple con la entrega de los resultados en unción de los objetivos del trabajo se recomienda realizar unos pequeños cambios donde se incluyan algunas figuras o tablas para mejorar la presentación de los mismos.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Se redactan adecuadamente en función de los objetivos
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Atiende adecuadamente a las normas APA
VALORACIÓN TOTAL	97	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	97

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
CARLOS ALFREDO BRAVO MEDINA

Carlos Alfredo Bravo Medina

Docente-Titular Agregado 3

Dado en la ciudad de Puyo, a los 09 días del mes de marzo de 2023.

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	4/5	Falta argumentar más sobre los resultados y las conclusiones
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	12/15	No cumple con las normas APA
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	10/15	En algunos párrafos no realizo la corrección necesaria, aun se observa que expresa algunos temas en tiempo futuro

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	19/25	No hay concordancia entre lo que describe y la información de las tablas, además no cumple con las normas APA
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	7/10	No están bien redactadas las conclusiones
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	3/5	En algunas partes no cumple con las normas APA
VALORACIÓN TOTAL	80/100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	80/100

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
WILSON RODRIGO QUIZHPE CORONEL

Wilson Rodrigo Quizhpe Coronel PAR CIEGO

Dado en la ciudad de El Pangui, a los ocho días del mes de marzo de 2023

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE AGROPECUARIA

Puyo, 03/03/2023

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Anabel Carmen Licuy Cerda, con C.I. 1500791874, con el Tema: "Influencia de la densidad de población sobre los indicadores morfofisiológicos y productivos del cultivo de maíz (*Zea Mays* L.)", de la carrera de Ingeniería Agropecuaria. Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, Reinaldo Demesio Alemán Pérez, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio OURIGINAL, reportando una similitud del 8 %, Informe generado con fecha 03 de marzo de 2023 por parte del director conforme archivo adjunto.

Ouriginal by Turnitin

Document Information

Analyzed document	Trabajo día 3 de marzo RA para Urkund.docx (D159999296)
Submitted	2023-03-03 14:24:00
Submitted by	
Submitter email	raleman@uea.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	raleman.uea@analysis.urkund.com

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

5(,1$/'2
'(0(6,2
$/(0$1 3(5(=

)LUPDGR GLJLWDOPHQWH SRU5(,1$/'2 '(0(6,2
$/(0$1 3(5(=
'1 FQ 5(,1$/'2 '(0(6,2 $/(0$1 3(5(=
F (& R 6(&85,7< '7 6 $ RX (17,'$'
'(&(57,),&$&,21 '(,1)250$&,21
(RWLYR (R) HO DXWRU GH HVWH GRFXPHQWR
8ELFDFLyQ
)HFKD

Reinaldo Demesio Alemán Pérez

Docente-director del Trabajo de Integración Curricular

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE AGROPECUARIA

Puyo, 03/03/2023

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Araceli Andrea Grefa Alvarado, con C.I. 1501228454, con el Tema: "Influencia de la densidad de población sobre los indicadores morfofisiológicos y productivos del cultivo de maíz (*Zea Mays* L.)", de la carrera de Ingeniería Agropecuaria. Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, Reinaldo Demesio Alemán Pérez, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio OURIGINAL, reportando una similitud del 8 %, Informe generado con fecha 03 de marzo de 2023 por parte del director conforme archivo adjunto.

Ouriginal by Turnitin

Document Information

Analyzed document	Trabajo día 3 de marzo RA para Urkund.docx (D159999296)
Submitted	2023-03-03 14:24:00
Submitted by	
Submitter email	raleman@uea.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	raleman.uea@analysis.urkund.com

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

5(,1$/'2 '(0(6,2 $/(0$1 3(5(=

)LUPDGR GLJLWDOPHQWH SRU5(,1$/'2 '(0(6,2 $/(0$1 3(5(= '1 FQ 5(,1$/'2 '(0(6,2 $/(0$1 3(5(= F (& R 6(&85,7< '7 6 $ RX (17,'$' '(,&(57,),&$&,21 '(,1)250$&,21 0RWLYR 6RI HD DXWRUG H HVWH GRFXPHQWR 8ELFDFLyQ)HFKD

Reinaldo Demesio Alemán Pérez

Docente-director del Trabajo de Integración Curricular

Influencia de la densidad de población sobre los indicadores morfofisiológicos y productivos del cultivo de maíz (*Zea Mays* L.).

Anabel Carmen Licuy Cerda [1]
Agp2017184@uea.edu.ec

Araceli Andrea Grefa Alvarado [1]
Agp2017039@uea.edu.ec

Reinaldo Demesio Alemán Pérez, Ph D. [2]
raleman@uea.edu.ec

[1]Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencia de la Tierra, Carrera de Agropecuaria

Resumen

El presente estudio consistió en una revisión bibliográfica de tipo cualitativa con criterio descriptivo y de tipo documental de carácter científico acerca de la influencia de la densidad de población sobre los indicadores morfofisiológicos y productivos del cultivo de maíz (*Zea Mays* L.) que constituye uno de los cultivos básicos más importantes y extendidos en todo el mundo y una de las fuentes principales de alimento de millones de personas, sobre todo en América y Asia. En Ecuador se cultiva 341.3 miles de hectáreas de maíz duro, que es utilizado principalmente a nivel industrial en la producción de balanceados, mientras que el maíz suave es destinado al consumo familiar. Se realizó un análisis documental mediante revisión bibliográfica de fuente**s** de información con validez científica tanto primarias como secundarias a través de la búsqueda de fuentes de investigación especializada, en buscadores académicos tales como Wiley, SciELO, Google Scholar, Springer Link, lo que permitió evaluar la influencia de la densidad de población sobre los indicadores morfofisiológicos y productivos del cultivo. Se citan más de 129 publicaciones científicas de los últimos 10 años, de las cuales más del 70 % corresponden a los últimos 4 años. Se demuestra que en la medida en que se incrementa la densidad de población se obtiene una mayor altura de la planta y un menor diámetro del tallo, así como una disminución en el número de plantas que producen mazorca, sin embargo, se obtiene una gran eficiencia en la producción de biomasa asociada a una elevada tasa fotosintética. De igual forma en las mayores densidades analizadas aumenta

el rendimiento por unidad de área a pesar de la afectación sufrida en los componentes del rendimiento, obteniéndose un mayor rendimiento agrícola dado por la mayor cantidad de plantas por unidad de área.

***Palabras Clave**:* indicadores morfológicos, indicadores fisiológicos, indicadores productivos, densidad de población, Zea maíz.

Abstract

The present study consists of a qualitative bibliographic review with descriptive and documentary criteria of a scientific nature about the influence of population density on the morphophysiological and productive indicators of the corn crop (*Zea Mays L.*), which constitutes one of the the most important and widespread staple crops in the world and one of the main sources of food for millions of people, especially in America and Asia. In Ecuador, 341.3 thousand hectares of hard corn are cultivated, which is used mainly at an industrial level in the production of balanced foods, while soft corn is intended for family consumption. A documentary analysis was carried out through a bibliographic review of information sources with scientific validity, both primary and secondary, through the search for specialized research sources, in academic search engines such as Wiley, SciELO, Google Scholar, Springer Link, which allowed evaluating the Influence of population density on the morphophysiological and productive indicators of the crop. More than 129 scientific publications from the last 10 years are cited, of which more than 70% correspond to the last 4 years. It is shown that as the population density increases, a greater height of the plant and a smaller diameter of the stem are obtained, as well as a decrease in the number of plants that produce ears, however, a great efficiency is obtained in biomass production associated with a high photosynthetic rate. In the same way, in the highest densities analyzed, the yield per area unit increases despite the affectation suffered in the yield components, obtaining a higher agricultural yield given by the greater number of plants per area unit.

Keywords: morphological indicators, physiological indicators, productive indicators, population density, Zea maize.

1. INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea Mays L.*) es uno de los cultivos básicos más importantes y extendidos en todo el mundo. Constituye una de las fuentes principales de alimento de millones de personas, sobre todo en América y Asia. Se trata de una de las primeras plantas que se domesticaron y se difundieron por todo el mundo Gutiérrez y Guzmán (2017). Es un cereal que forma parte de la alimentación tanto humana como animal. Es un cultivo tradicional de importancia significativa en la economía del mundo, siendo Estados Unidos es el mayor productor de esta planta (González & Ávila, 2014).

Por varios años el *(Zea mays L.)* ocupa una posición destacada en la agricultura de América Latina al destinarse gran parte de su producción para el consumo humano, animal y en los últimos años se ha potenciado su uso como biocombustible, lo que ha conllevado al encarecimiento del producto a nivel mundial, siendo hoy en día uno de los cereales más cultivados en todo el mundo como lo mencionan (Cordova & Soto, 2012).

En Ecuador se cultiva 341.3 miles de hectáreas de maíz duro, que es utilizado principalmente a nivel industrial en la producción de balanceados, mientras que el maíz suave es destinado al consumo familiar Araujo & Velásquez, (2021) Roca (2016) Este cereal alimenticio ocupa el primer lugar en cuanto a rendimiento de grano por hectárea (Guamán, 2020).

La densidad de población tiene un efecto significativo en el alto rendimiento del maíz, es importante considerar la cantidad de plantas en el espacio debido a la competencia por nutrientes, minerales, agua y luz solar. Sin embargo, la variación de esta densidad de población conlleva un impacto en los parámetros morfológicos, fisiológicos e indicadores productivos del cultivo de maíz (Blanco & González, 2021).

Las variaciones morfológicas en la planta de maíz se dan en relación a la raíz, el tallo, las hojas, cambios durante la floración y en el fruto agrícola. Sin embargo, la densidad de cultivo también afecta fisiológicamente a la planta con respecto al área foliar, la producción de materia seca, la tasa de asimilación neta (TAN), la potencia fotosintética y el índice de productividad foliar (Aguilar, Escalante, & Aguilar, 2015).

Las modificaciones en la densidad de plantas influyen sobre los componentes de rendimiento, la cantidad de mazorcas por planta, el número de hileras de granos por mazorca y la cantidad de granos por planta, un incremento excesivo de la densidad de

población afecta al maíz debido a la competencia por factores físicos ambientales, disminuye el rendimiento a causa de la reducción del número de mazorcas por planta (Eyhérabide, 2020) (Pérez & Hernández, 2022).

Planteamiento del problema

¿La información recolectada, sobre la influencia de la densidad de población en los indicadores morfofisiológicos y productivos del cultivo de maíz, es relevante para identificar los mejores rendimientos?

Tomando en cuenta lo anteriormente descrito esta investigación se propuso como objetivos:

2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia de la densidad de población sobre los indicadores morfofisiológicos y productivos del cultivo de maíz mediante una revisión bibliográfica.

2.1. Objetivos específicos

1. Analizar los resultados de estudios publicados acerca de las variables morfológicas fisiológicas y productivas.

2. Sintetizar la información de las diferentes investigaciones sobre el tema que permita un análisis integral de este importante aspecto en el manejo del cultivo.

3. Establecer la relación entre la densidad de población con los indicadores morfofisiológicos y productivos del cultivo de maíz.

3. MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación

El presente estudio consistió en una revisión bibliográfica de tipo cualitativa con criterio descriptivo y de tipo documental de carácter científico acerca de la influencia de la densidad de población sobre los indicadores morfofisiológicos y productivos del cultivo de maíz (*Zea Mays* L.). Es así que, el proyecto fue de tipo descriptivo, pues permitió la recolección de datos y expresión de los mismos; evidenciando los elementos de estudio encontrados en distintas zonas de investigación, datos relevantes y necesarios para la investigación (Zambrano, Vega, & Macias, 2021).

3.1.1 Investigación exploratoria

De acuerdo con la presente investigación, se enfoca en un estudio exploratorio preliminar, que sirve de apoyo a la investigación descriptiva, busca examinar los datos de estudios realizados en detalle respecto a variables estudiadas, y en contexto experimental identifica, evalúa, planifica y resuelve un problema que aún no se encuentra claramente definido, se utiliza cuando el investigador desea conocer y responder a planteamientos como quién, qué, dónde, cuándo y cómo.

3.1.2 Investigación cualitativa

Según Gómez (2017), este tipo de investigación, se encamina en la obtención de información o datos descriptivos, utiliza el método de análisis del objeto de estudio con el propósito de indicar sus propiedades y características, a partir de trabajos de investigación de carácter experimental se analiza la investigación, se observa, describe y comparan los resultados obtenidos con otros autores, mediante la aplicación de técnicas cualitativas (observación y análisis comparativo) diferentes al experimento de la investigación original.

3.1.3 Investigación documental

De acuerdo con Rizzo (2015), con la intención de contrastar la información se realiza una búsqueda bibliográfica minuciosa en documentos de fuentes externas relacionados al tema de interés para tener un acercamiento a la realidad y brindar un soporte al punto de vista del trabajo académico.

Esta investigación busca realizar una conceptualización e interpretación del conocimiento expuesto en fuentes originales de los autores (Gómez, 2017).

3.2 Método de investigación

De acuerdo con Mousalli (2015), Este tipo de investigación descriptivo surge cuando el investigador responde al qué o por qué del objeto de estudio lo cual analiza y define las características propias del objeto de estudio. Se realizó la investigación bibliográfica través de la búsqueda de fuentes de investigación especializada, en buscadores académicos de información tales como Wiley, SciELO, Google Scholar, Mendeley y Springer Link, con la ayuda de fuentes de investigación primarias como

libros y artículos científicos u otros tipos de trabajos académicos (tesis de grado, postgrado y tesis doctoral).

3.3 Criterios para la inclusión de literatura científica

3.3.1 Palabras clave para la búsqueda de la información

Para la búsqueda de información referente al tema de la presente investigación, se utilizaron algunas palabras clave las cuales fueron escritas en inglés y español para ampliar el rango de búsqueda. Estas palabras fueron las siguientes: indicadores morfológicos, indicadores fisiológicos, indicadores productivos, densidad de población, Zea maíz.

3.3.2. Año de publicación:

Para el desarrollo de los resultados de la presente investigación se recopilaron documentos científicos publicados en los últimos 10 años.

3.3.3. Selección de datos:

Para la elección de los documentos utilizados en la presente investigación, se tomaron en consideración algunos aspectos importantes, los cuales se mencionan a continuación:

1. Los documentos científicos deben contener toda la información necesaria para realizar un correcto citado.
2. La información debe estar relacionada al tema desarrollado en este estudio.
3. Los artículos científicos deben estar publicados en revistas indexadas y de alto impacto.

3.3.4. Variables a considerar

1. Indicadores morfológicos del maíz y su relación con la densidad de población (tallo, altura de la planta y de la mazorca, número de hojas por planta, área vital)
2. Indicadores fisiológicos del maíz y su relación con la densidad de población (materia seca por órganos, tasa de asimilación neta).

3. Indicadores productivos del maíz y su relación con la densidad de población (número de mazorca por planta, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera y por planta)
4. Rendimiento agrícola del cultivo del maíz y su relación con la densidad de población.

3.4 Criterios de exclusión para la literatura científica

1. Documentos cuya información no guarde relación con el tema del presente estudio.
2. Documentos con una antigüedad mayor al rango propuesto.
3. Artículos que no han sido publicados en revistas indexadas.
4. Artículos que no tengan una metodología científica clara.
5. Información proveniente de fuentes no confiables.
6. Artículos sin editorial.

3.5 Documentos seleccionados.

Seguidamente se presenta el proceso de selección seguido para la definición de los artículos científicos utilizados en la redacción de los resultados del presente estudio.

1. Documentos recopilados para el análisis de su información (n= 139)
2. Documentos incluidos para su valoración detallada (n= 129)
3. Documentos descartados por falta de información para el citado correcto (n=6)
4. Documentos incluidos para el análisis profundo de sus contenidos (n= 80)
5. Documentos descartados por no estar clara la metodología (n=4)
6. Documentos útiles para el desarrollo de cada resultado (n=70)

3.6 Manejo de la información

La presente revisión bibliográfica partió del reconocimiento de la información alusiva al tema, para su posterior exploración, lectura, comprensión e interpretación de resultados, discusión, conclusiones. Cada dato fue analizado, comparado y discutido respecto a los resultados de otros autores.

Se realizó una lectura de los documentos bibliográficos seleccionados, posteriormente se identificaron y agruparon por separado los documentos que contienen información para el cumplimiento de cada uno de los objetivos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La búsqueda de información realizada en diferentes repositorios señalados anteriormente permitió la redacción de los resultados y dar cumplimiento al presente estudio. A continuación, se presenta en la tabla 1 un resumen de los principales estudios seleccionados para resultados y discusión.

4.1. Indicadores morfológicos del maíz y su relación con la densidad de población.

4.1.1 Relación entre el tallo, altura de la planta y de la mazorca con la densidad de población.

Rodriguez (2013), menciona que el diámetro del tallo del maíz se ve afectado por la densidad de población, teniendo mayor diámetro cuanto mayor es la distancia entre plantas. Esto concuerda con Barbaran Saldaña A. R., (2018), pues los resultados obtenidos en su estudio mostraron que en todos los casos hubo una disminución del diámetro del tallo a medida que aumentaba la densidad de siembra.

Velásquez (2019), plantea que cuando aumentan las poblaciones de plantas se produce una reducción del diámetro del tallo de la planta.

Según Alba Rojas, (2022), la altura de la planta no se ve afectada por la distancia de siembra utilizada en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo (15, 45 y 75 días después de la germinación, resultado que coincide con los reportados por por Garrido, Martinez, Martinez, Granados, & Rendon, (2017), quien afirma que después de 15 días, no hubo diferencia estadística en la altura de las plantas entre tratamientos con diferentes densidades poblacionales.

Dadas las condiciones climáticas prevalecientes en el área de estudio con alta pluviometría y variaciones lumínicas muy pronunciadas, no existe diferencia estadística para la altura de la planta con baja densidad de población, siendo ligeramente superior a mayores distancias, donde las plantas tienen un área vital más grande, con mayor disponibilidad de nutrientes, humedad y luz, lo que estimula un poco el crecimiento en altura (Villacis, 2021).

Estos resultados difieren de los obtenidos por Garcia et al., (2016), quienes plantean que la densidad poblacional, tiene efecto significativo en el crecimiento longitudinal de las plantas.

Rodríguez (2021), reporta que la altura de planta a la densidad de 88867 plantas/ha (D1) es diferente si se siembra a distanciamientos de 15 cm o 30 cm. En cambio, para la densidad de 66665 plantas/ha (D2) los resultados son similares si se siembra a distanciamientos de 20 cm y 40 cm. Comparando ambas densidades, con el cultivar G1G3vsG2G4, no se encontraron diferencias estadísticas entre ellas. Esto no coincide con Yasari y otros (2012), en donde indicaron que altas densidades de plantas influyen significativamente en el aumento de altura de la planta y podría deberse a la presencia de luz solar.

Al evaluar 40, 80 y 120 mil plantas/ha en líneas de maíz, se encontró que los aumentos en la densidad de población indujeron una mayor altura de planta, retrasaron la floración masculina y femenina y hubo una reducción en el número de mazorcas por planta (Cervantes, Covarrubias, Range, Terrón, & Mendoza, 2013).

Rodríguez (2021), manifiesta que hay tendencia hacia una mayor altura de planta a medida que aumenta el número de plantas por hectárea lo que podría interpretarse como una respuesta de la planta en busca de una mejor captación de radiación solar por efecto de una mayor competencia por espacio.

En otro estudio se observó que el aumento en la densidad de población incrementó las alturas de planta y mazorca, disminuye el amacollamiento y aumentó el rendimiento de grano y el porcentaje de plantas jorras (Quiroz & Pérez , 2017).

Cervantes y otros (2013), señalan que la altura de la mazorca en el tallo es mayor al incrementar la densidad poblacional.

4.1.2 Relación del número de hojas y área vital con la densidad de población.

A la edad de 15 días después de la germinación, el número de hojas del maíz variedad tusilla no varía mucho y no compiten entre sí por área vital y logran desarrollar un promedio de más de 5 hojas con diferencias estadísticas entre tratamiento a los 30 y 40 días de germinación. Posteriormente se observa mayor número de hojas a una distancia

de 0.80 x 0,30 m, ya que las plantas crecen con una mayor área vital (0,24 m2), y que pueden formar y desarrollar su arquitectura foliar y con ello mejorar el número de hojas, en comparación con la de menor área vital (0,16 m2) (García J. , Ruiz, Lira, Vera, & Méndez, 2016).

Estos resultados coinciden con lo descripto por Aguilar (2015), quien confirma que, a mayor distancia de siembra, la planta tiene mayor área vital para su crecimiento, viceversa y no hay competencia por los nutrientes.

Según Sánchez et al. (2021), las plantas con menos hojas y hojas erguidas necesitan una mayor densidad para cubrir completamente la superficie del suelo.

El uso de altas densidades de población en maíz se traduce en un mejor aprovechamiento de la tierra con mayor área vital, teniendo en cuenta la variedad, clima y características edáficas de la zona (Velasquez, 2019).

Tabla 1. Resumen de los principales artículos científicos relacionados con las densidades y los indicadores morfológicos.

N°	Autor y año	Resultados
1	Rodríguez, 2013 Barbaran Saldaña A. R., 2018	El diámetro del tallo del maíz se ve afectado por densidad de población. Disminución en el diámetro del tallo con mayor densidad de plantación.
3	Velásquez, 2019	Con aumento en las poblaciones de plantas hay una disminución en el diámetro del tallo de la planta.
4	Martínez et.al 2017 Campodónico, 2012	La altura de inserción del brote principal no se ve afectada significativamente entre las densidades de las plantas por hectáreas.
5	Quiroz y Pérez, 2017	La altura de la planta se incrementa con mayores densidades
6	Villacis, 2021 Garcia et al.,2016	Con baja densidad de población la planta puede tener una mayor disponibilidad de nutrientes para el desarrollo del crecimiento.
7	Rodríguez, 2021	

	Yasari y otros, 2012	Altas densidades de plantas influyen significativamente en el aumento de altura de la planta y podría deberse a la presencia de luz solar sobre las hojas.
8	Cervantes, y otros, 2013 Araujo y Velásquez 2021	Se encontró que al sembrar a una densidad de 88867 plantas/ha (D1) se logró una altura de mazorca de 135.41 cm, mientras que a menores densidades (66665 plantas/ha), se logró 125.70 cm.
9	Aguilar, 2015	A mayor distancia de siembra la planta tiene mayor área vital.
10	Sánchez et at., 2021	Altas densidades de población de maíz conducen al uso efectivo de la superficie básica de la tierra.
11	Intagri, 2018	Reducir el espacio entre hileras de plantas permite incrementar la densidad de población, que muchas veces va acompañada con un incremento en el rendimiento.

Fuente. *Elaboración propia*

4.2 Indicadores fisiológicos del maíz y su relación con la densidad de población (materia seca por órganos, tasa de asimilación neta).

4.2.1 Relación entre la acumulación de materia seca en órganos de la planta con la densidad de población.

La producción de materia seca de un cultivo está directamente relacionada con el aprovechamiento de la radiación solar incidente. Además, para alcanzar los máximos rendimientos en situaciones sin limitaciones ambientales importantes, los cultivos deben aprovechar en su totalidad la radiación solar disponible durante los momentos críticos de determinación de rendimientos (Blanco y González, 2021).

La acumulación de materia seca en el maíz para las condiciones estudiadas no es un factor donde la distancia de siembra es determinante y que, con un buen manejo del cultivo, es posible lograr indicadores aceptables como lo demuestra Izquierdo (2012), el cual obtuvo porcentajes superiores de materia seca del tallo para cada una de las variedades estudiadas.

Según Ortíz (2017), en el cultivo de maíz, la densidad de plantas tiene importantes efectos en la aparición de materia seca entre las estructuras vegetales y reproductivas.

4.2.2 Relación entre la Tasa de asimilación neta con la densidad de población.

La tasa de asimilación neta (TAN) es una medida de la eficiencia del follaje, que es la principal fuente de foto asimilados para la producción de materia seca. Este índice

registra la velocidad de la fotosíntesis neta en un lapso de tiempo, y se debe conocer el cambio de los valores del área foliar y el peso seco de la planta, expresado en g dm-2 d-1 (Villacis, 2021).

Según (Villacis, 2021), para incrementar el rendimiento de grano de este cereal, es importante incrementar la cantidad de radiación interceptada (RI) la cual depende del cultivar utilizado, de la densidad de población y la etapa de desarrollo. También para alcanzar altos niveles de RI es necesario que el maíz genere un alto índice de área foliar (IAF) desde etapas tempranas de desarrollo.

El maíz presenta una notable respuesta al aumento de la densidad en términos de producción de biomasa como resultado de una mayor captura de luz por el cultivo. Esto es así mientras el número de plantas no supere aquel que permite la cobertura total del suelo al inicio del período crítico. Incrementos ulteriores en la densidad no mejorarán la producción total de biomasa, ya que el mayor número de plantas será compensado por una disminución tal en la tasa de crecimiento de estas que puede conllevar la aparición de individuos estériles o de muy bajo número de granos (Quiroz & Pérez , 2017).

Según Eyhérabide (2020), el crecimiento de maíz a una densidad de plantas constante intercepta una proporción mayor de radiación total en surcos angostos, debido a un incremento en el índice de área foliar y en la eficiencia en la intercepción de luz por unidad de superficie. La mayor parte de la respuesta del rendimiento de maíz con la reducción de distancia entre surcos estuvo estrechamente relacionada con el incremento en la intercepción de la radiación solar durante el periodo crítico de formación de grano.

La planta de maíz es muy eficiente en la producción de biomasa en altas densidades de población. Esta alta capacidad de producción se debe, entre otros factores, a una elevada tasa fotosintética, a un bajo valor energético de la materia seca producida y a una adecuada estructura de cultivo (Villacis, 2021).

Según Yescas et al. (2015), El mayor rendimiento en forraje verde y materia seca se obtuvo con una lámina de riego al 100% de evapotranspiración potencial en combinación con una baja densidad de población de plantas (80000 plantas/ha).

Tabla 2. Resumen de los principales artículos científicos relacionados con las densidades y los indicadores fisiológicos.

N°	Autor y Año	Resultados
1	Ortiz, 2017 Izquierdo,2012	En el cultivo de maíz, la densidad de plantas tiene importantes efectos en la aparición de materia seca entre las estructuras vegetales y reproductivas
2	Jahanzad et al., 2013	La interacción entre cantidades de agua de riego y densidades de población de plantas influyen en el contenido de materia seca.
3	Eyherabide, 2020	El rendimiento de la planta con la reducción de las distancias entre surcos estuvo relacionado con el incremento en la formación de grano.
4	Yescas et al., 2015	El mayor rendimiento en forraje verde y materia seca se obtuvo con una baja densidad de población de plantas.

Fuente. *Elaboración propia*

4.3 Indicadores productivos del maíz y su relación con la densidad de población (número de mazorca por planta, número de hileras por mazorca, número de granos por hilera y por planta).

4.3.1 Relación entre los componentes del rendimiento y la densidad de población.

4.3.1.1 Relación entre el número de mazorcas por planta y la densidad de población.

Con el incremento en la densidad de población disminuye el número de plantas que producen mazorca, aunque aumenta el rendimiento por unidad de área (Cervantes, Covarrubias, Range, Terrón, & Mendoza, 2013).

Las mejores densidades de población (DP) fueron 7.8 y 8.9 plantas m-2 (rendimiento promedio de 1 081 y 1 096 gm-2, respectivamente) equivalente a 13.9% y 15.1% más que con 6.9 plantas m-2. Lo anterior pudo ser consecuencia de los mejores promedios presentados por estas densidades de población en las variables IAF, RI, k, NG y EUR (Rosales, Franco, & Mariezcurrena, 2014).

En cuanto a la producción de granos, ocurrieron diferencias significativas para el factor espaciamiento entre líneas, destacándose el mejor resultado en el espaciamiento de 0,45 m (7.161,67 kg ha-1) pues el cultivo responde linealmente a la reducción del espaciamiento entre plantas y en lo que se refiere a población de plantas ha-1 no hubo significancia entre las 100.000 y 75.000 plantas ha-1; ocurriendo una diferencia significativa al compararse con el tratamiento de 50.000 plantas ha-1 (Martínez, Kolln, & Castro, 2017).

Con la variación de distancias entre plantas las diferencias fueron altamente significativas. El mayor número de mazorcas se obtuvo con plantas a 15 cm y 7.93 mz/m2, seguido por plantas a 30 cm que tuvo 7.83 mz/m2, sin diferencias estadísticas entre ellos, pero ambos distanciamientos fueron superiores estadísticamente a las distancias cada 20 cm y 40 cm, que obtuvieron 6.73 mz/m2 y 6.32 mz/m2, cada uno, y sin diferencias estadísticas entre ellos (Rodriguez, 2021).

Rodríguez (2021), plantea que el componente de rendimiento de grano más importante fue el número de mazorca por metro cuadrado ya que fue el componente que mostro diferencia significativa entre golpes y densidades. Los mayores valores se obtuvieron sembrando en golpes a 15 cm y a 30 cm, que equivalen a una densidad de 88867 plantas/ha, con 7.88 mazorcas por metro cuadrado. Los otros componentes de rendimiento, esto es, número de granos por hileras y peso de 100 semillas, no mostraron significación estadística entre densidades.

4.3.1.2 Relación entre el número de hileras por mazorca con la densidad de población.

El análisis de varianza para número de hileras por mazorca indicó que hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre los promedios de los híbridos estudiados y las densidades de población. El híbrido que alcanzó el máximo número de hileras fue DK 7508 (H2) con 17.28, que superó estadísticamente al híbrido INIA 605 (H1) que sólo alcanzó un promedio de 14.40 (Rodriguez, 2021).

De acuerdo con Intriago y Torres (2018), en cuanto a las variables peso del raquis de la mazorca, peso del grano, número de granos por mazorca e índice de tamaño de mazorca (ITM), solo hubo efecto significativo del arreglo de siembra en el peso del raquis; en cambio, se presentaron diferencias significativas debido a la densidad poblacional en las cuatro variables mencionadas. No se observaron diferencias significativas por efecto de la interacción arreglo × densidad.

Quevedo y otros (2015), indican que las densidades poblacionales no afectan a al número de hileras por mazorca.

Según Rodríguez (2021), el número de hileras por mazorca también mostro significación estadística entre densidades (G1G3vsG2G4), pero el mayor valor

correspondió a la menor densidad, lo que sugiere que esta variable se favorece a densidades menores.

4.3.1.3 Relación entre el número de granos por hilera y por planta con la densidad de población.

El componente del rendimiento más afectado por la densidad es el número de granos que alcanzan la madurez. El número de granos logrados por planta en maíz está en estrecha relación con el crecimiento de esta durante la floración, la que se reduce con incrementos en la densidad. La forma de la función de respuesta refleja la escasa plasticidad reproductiva del maíz en baja densidad, donde el número máximo de flores formadas en la espiga limita el aumento del número de granos logrados, cuando las plantas crecen a altas tasas (correspondientes a muy bajas densidades (Villela, Morales , & Casasola , 2019).

Se reportaron una disminución en granos por hilera, peso de granos y diámetro de mazorca, así como el número de granos por mazorca y granos más pequeños cuando la densidad aumenta. El número de hileras de mazorca no se ve afectada por la densidad de plantas ya que está determinada genéticamente (Quiroz & Pérez , 2017).

La productividad de granos fue menor con la utilización de espaciamiento entre líneas de 0,45 m, población de 100.000 plantas ha-1 y la variedad como material, con una media de 5.710 kg ha-1; sin embargo, se mostró superior al último promedio (5.381,8 kg ha-1) de la cosecha 2014/15 del estado de Sao Paulo (Martínez, Kolln, & Castro, 2017).

El tamaño de panícula, números de granos y peso de 1000 granos disminuyeron con el aumento de la densidad de población (López et al., 2017).

Quiróz y Pérez, (2017), reportaron una reducción de granos por planta cuando aumentó la densidad de población de 25 000 a 100 000 plantas ha -1.

Las densidades estudiadas fueron de 88867 (D1) y 66665 (D2) plantas por hectárea, que se lograron con 4 distanciamientos entre “golpes” que fueron: 15, 20, 30 y 40 cm entre planta. En los golpes a 15 y 20 cm se colocaron 2 semillas por golpe y los de 30 y 40 cm se colocaron 3 semillas por golpe. Se encuentra menos granos por planta según disminuye la distancia entre ellas (Rodriguez K. , 2013).

El componente del rendimiento más afectado por la densidad es el número de granos que alcanzan la madurez y se asocia con la capacidad de crecimiento de la planta durante la floración, cuando se determina la disponibilidad de asimilados para los granos en formación (Campodonico, 2012).

Cervantes y otros (2014), reportaron que el número de granos/hilera disminuyó a mayor densidad poblacional, por lo que a mayor densidad se forman mazorcas más pequeñas y por lo tanto menor número de granos/hilera.

Según Rodríguez (2021), el peso de 100 granos promedio logrado con la densidad de 88867 plantas/ha (28.55 g), es similar estadísticamente con la densidad 66665 plantas/ha (28.33 g).

De acuerdo a diferentes evaluaciones se han encontrado densidades óptimas que favorecen a que los genotipos puedan mostrar su potencial de rendimiento y puedan adaptarse a las condiciones de manejo de los agricultores. Para siembras manuales, las distancias recomendadas son de 75 a 80 centímetros (cm) entre surcos y 40-50 centímetros entre postura, colocando dos y tres granos por postura en forma alterna (Villela, Morales , & Casasola , 2019).

La regla es que a mayor densidad de siembra se produce menor cantidad de kilos por planta con frutos de menor tamaño, pero como son más individuos sembrados se obtiene mayor rendimiento en los cultivos por hectárea. En el caso de la producción de granos como el maíz es interesante subir la densidad de siembra al máximo, ya que no nos interesa el tamaño de la mazorca que va a ser más pequeña, lo que nos interesa en este caso es la cantidad de granos cosechados (Villela, Morales , & Casasola , 2019).

Tabla 3. Resumen de los principales artículos científicos relacionados con las densidades y los indicadores productivos.

N°	Autor y Año	Resultados
1	Quevedo y otro, 2015	Las densidades poblacionales no afectan al número de hileras por mazorca.
2	López et al., 2017	El número de granos y el peso de 1000 granos disminuyen con el aumento de la densidad poblacional.

Fuente. *Elaboración propia*

4.4. Relación entre el rendimiento agrícola del cultivo del maíz y la densidad de población.

El rendimiento potencial es el máximo rendimiento que se puede alcanzar de un cultivo y está determinado por factores no modificables del ambiente (radiación, temperatura, suelo) y por factores modificables (genotipo y su arreglo espacial), en ausencia de factores limitantes (agua y nutrientes) y de factores reductores (insectos, enfermedades y malezas). Conocer el rendimiento potencial de un cultivo en un ambiente cobra valor como punto de referencia para el estudio del rendimiento y para saber la eficacia con la que la tecnología utilizada por el sistema productivo permite la expresión del genotipo para la obtención de los mejores rendimientos (Quiroz & Pérez , 2017).

La densidad de siembra (D) es una de las principales prácticas de manejo que influye sobre el rendimiento (R) de maíz. Existe un valor de densidad optima agronómica donde el rendimiento es máximo (DOA), dependiendo del ambiente, del genotipo y su interacción (Cerliani et al, 2018).

La densidad óptima se alcanza cuando se encuentra la cantidad de plantas que permite un pleno desarrollo de las mismas, y esto permite obtener un alto rendimiento. Esta cantidad de plantas se considera justo la necesaria para lograr el mayor rendimiento posible, ya que por debajo o encima de esta cantidad se pone en riesgo el buen desarrollo de todas las plantas. Una mala elección de la densidad puede resultar en reducciones del 10 al 40 % del rendimiento potencial, ya que cuando hay un alto número de plantas en el espacio, se aumenta la competencia, el aborto de granos y cantidad de adultos estériles (Intagri, 2018).

La densidad de población representa el factor de manejo agronómico en el maíz que ha cambiado considerablemente durante las últimas seis décadas por lo que una mejora de los rendimientos ha sido atribuida, a la mayor capacidad de los nuevos híbridos de tolerar la más alta densidad de población. Por ejemplo, en Estados Unidos la mejora del rendimiento de grano de híbridos de maíz ha sido debido a un aumento en la densidad de plantas de manera constante desde aproximadamente 30 000 plantas ha años de 1930 a 70 000 plantas ha 62 000 a 104 000 plantas ha-1 (Quiroz & Pérez , 2017).

La elección de la densidad es un importante factor de producción del cultivo de maíz al alcance del agricultor. Por tal motivo, resulta deseable, definir las relaciones entre la cantidad de plantas logradas por unidad de superficie en un cultivo y su rendimiento,

para distintas situaciones de oferta ambiental de recursos. Los nuevos híbridos tienen un mayor potencial de rendimiento, por lo que deben ser calculadas nuevas relaciones entre rendimiento de grano y la densidad de planta (Quiroz & Pérez , 2017).

La elección de una correcta densidad de plantas es determinante para lograr altos rendimientos en maíz; debe ir alineada con la oferta de recursos que nos ofrece el ambiente y para ello, resulta conveniente analizar variables de manejo agronómico tales como: calidad ambiental, fecha de siembra y tipo de híbrido utilizado (Sciarretta, 2014).

En consecuencia, el ajuste de la densidad de plantas resulta especialmente crítico en este cultivo. La elección de la densidad es un factor importante de producción del cultivo de maíz al alcance del agricultor. Por tal motivo, resulta deseable, por parte de los agrónomos, definir las relaciones entre la cantidad de plantas logradas por unidad de superficie en un cultivo y su rendimiento, para distintas situaciones de oferta ambiental (León et.al, 2018).

El rendimiento de este cultivo presenta escasa estabilidad frente a variaciones en la densidad de plantas, y es sumamente sensible a la disminución en la cantidad de recursos por planta en el período de la floración (Quiroz & Pérez , 2017).

Trabajos realizados sobre densidades de población en híbridos de maíz, bajo temporal en el trópico húmedo, demostraron que al aumentar la densidad de 50 000 a 62 500 plantas ha-1 se obtuvo un incremento del rendimiento de grano de 0,30 t ha-1(Saltos, 2018).

El rendimiento de grano osciló entre 3, 112 y 4,971 t ha-1. El mayor rendimiento de grano y mazorcas se obtuvo con 0,90 x 0,25 m con 2 granos (Blanco y González, 2021).

Morales (2014), encontró mayor rendimiento con una densidad de 88,889 plantas/ha (75 centímetros de distanciamiento entre surcos, 30 centímetros entre posturas y 2 plantas por postura).

El rendimiento de este cultivo presenta escasa estabilidad frente a variaciones en la densidad de plantas y es sumamente sensible a la disminución en la cantidad de recursos por la planta, principalmente, en el periodo de la floración (Ortiz, 2017).

El rendimiento del grano aumenta con la densidad de población del cultivo, hasta alcanzar un punto máximo, y se reduce cuando la densidad aumenta más allá de este punto (densidad de siembra óptima) (Blanco & González, 2021).

Existe por lo tanto un valor de densidad en el cual se produce el máximo rendimiento, dicho valor se conoce como densidad óptima agronómica (DOA), y alrededor de este la respuesta del rendimiento a la densidad puede describirse como un polinomio de segundo orden (Hernandez et al., 2014).

En concordancia con esto Horbe et al. (2013), en Brasil encontraron que la densidad óptima agronómica varió entre zonas de manejo dentro de un mismo lote. Además, se encontró una relación lineal positiva entre el rendimiento y la densidad óptima agronónica para ambos genotipos (R2= 0,73 y 0,69, para DK 7210 VT3P y DK 692 VT3P) coincidiendo con lo hallado por (Hernández et al. 2014) y (Di Matteo et al. 2016).

Conocer el distanciamiento apropiado entre plantas y el total de plantas por hectárea es importante, ya que es determinante en el rendimiento del maíz. Al utilizar semilla de más, no solo, no incrementa la cosecha, sino que incide en costos de producción que al final solo reducen la rentabilidad (Reyes et al. 2013).

También se ha reportado que el rendimiento aumentó 0,6 t ha-1, al incrementar la densidad de población de 60000 a 70 000 plantas ha-1 (Guevara et al., 2015).

Según Yasari (2012), los rendimientos máximos por planta son de entre 150 a 180 gramos. Por lo tanto, si en una parcela se esperan unas 12 toneladas de grano por hectárea, la densidad de plantas recomendable es de 67- 80 mil plantas por hectárea.

La densidad óptima para rendimiento en grano disminuye a medida que se retrasa la siembra del cultivo de maíz en ambientes templados, a diferencia de lo esperado para otros cultivos. Además, se encontraron aumentos significativos en los rendimientos de maíz cuando aumentaron la densidad de siembra de 6 0.000 a 90.0 00 pl/ha en siembras tempranas, mientras que en siembras tardías los resultados fueron inversos (Campodonico, 2012).

La regla es que a mayor densidad de siembra se produce menor cantidad de kilos por planta con frutos de menor tamaño, pero como son más individuos sembrados se obtiene mayor rendimiento en los cultivos por hectárea. En el caso de la producción de granos como el maíz es interesante subir la densidad de siembra al máximo, ya que no nos interesa el tamaño de la mazorca que va a ser más pequeña, lo que nos interesa en este caso es la cantidad de granos cosechado (Hernández, 2018).

Las mejores densidades de población (DP) se obtienen con 7.8 y 8.9 plantas por metro (rendimiento promedio de 1 081 y 1 096 gm-2-2, respectivamente) equivalente a 13.9% y 15.1% más que con 6.9 plantas por metro. Lo anterior pudo ser consecuencia de los mejores promedios presentados por estas densidades de población en las variables IAF, RI, k, NG y EUR (Morales A. y otros, 2014).

Una de las razones fundamentales de los bajos rendimientos de maíz en condiciones tropicales está relacionada a bajas densidades. El agricultor tradicional ha manejado durante mucho tiempo las mismas densidades de siembra, que al final ha limitado el potencial de producción del cultivo, llevándolo a un bajo rendimiento y por ende a la obtención de bajos ingresos económicos (Villela, Morales , & Casasola , 2019).

La desuniformidad espacial de las plantas a lo largo del surco y la emergencia irregular han sido identificadas como los factores mas importantes en la variabilidad de producción de biomasa entre las plantas adultas. Además, se mostró que la variabilidad en la emergencia reduce el rendimiento de granos por la baja fertilidad de las plantas emergidas tardíamente. Las plantas dominantes son potencialmente los individuos mas fértiles de la población, y las diferencias entre el número de granos por planta entre las jerarquías extremas se amplifican cuando aumenta el estrés y especialmente en híbridos no tolerantes a altas densidades de población (Seiler, 2017).

Los rendimientos varían según las regiones y la época de siembra. El rango según diversos reportes va desde 4.500 kg/ha hasta 8.000 kg/ha (Enciso, 2020).

En otro estudio Rodríguez (2013), manifestó que la variedad Trueno NB 7443, AGRI 201 y AGRI 104 que presentaron más de 39000 mazorcas/ha, La distancia de siembra de 80 x 20 cm, la productividad de mazorcas fue mayor en comparación con la

distancia de siembra 90 x 30 cm. La mejor tasa de retorno marginal se obtuvo con el híbrido TRUENO NB7443 cultivada con una densidad de población de 30037 plantas/ha.

Cordido (2014), en su investigación sobre el efecto de densidad de siembra y ambiente, sobre el rendimiento de tres híbridos de maíz encontró que no hay diferencias entre densidades.

Se han evaluado maíces forrajeros a una densidad de 104 000 plantas/ha y tres separaciones en cintas de riego, de 0,8; 0,9 y 1,0 m, con un rendimiento entre 27,8 y 70,2 t/ha de forraje (Araujo & Velásquez, 2021).

Cuando los recursos ambientales se tornan limitantes, el desarrollo del fruto por planta alrededor de la floración disminuye. Esta situación puede ser prevenida por la disminución de la densidad, con lo que se reduce la competencia entre individuos y aumenta, por lo tanto, la tasa de crecimiento del fruto por planta (Campodonico, 2012).

A una densidad de 71 428 plantas/ha con el híbrido H-513 se obtuvieron altos rendimientos de grano. El H-376, productor de grano y forraje, se recomienda sembrar a 80 000 plantas/ha con rendimientos de 78,1 a 90,8 t/ha de materia verde y 9,0 a 16,5 t/ha de grano (Mousalli 2015).

Aguilar et al (2015), señalan que se presenta un incremento progresivo de los rendimientos obtenidos al aumentar la densidad de plantas, observando que la longitud de la mazorca decrece significativamente con el aumento de la población.

Para incrementar el rendimiento, uno de los esfuerzos ha estado encaminado a incrementar las densidades de siembra en el cultivo de maíz, a tal grado que las densidades se han duplicado en los últimos 50 años, al igual que el rendimiento (Intagri, 2018).

Tabla 4. Resumen de los principales artículos científicos relacionados con las densidades y el rendimiento del cultivo.

N°	Autor y Año	Resultados
1	Cerliani et al., 2018 Sciarreta, 2014	La densidad de población es una de las principales prácticas que influye sobre el rendimiento de las plantas de maíz.

	León et al., 2018	
	Saltos, 2018	
2	Hernández et al., 2014	A mayor densidad de población se produce menor cantidad de kilos por planta con frutos de menor tamaño.

Fuente. *Elaboración propia*

5. CONCLUSIONES

1. En la medida que se incrementa la densidad de población se obtiene una mayor altura de la planta, disminuye el grosor del tallo y el número de plantas que producen mazorca.
2. Los indicadores fisiológicos, como la tasa de asimilación neta, se ven afectados con el incremento de la densidad de población debido a que la cantidad de luz, agua y nutrientes disponibles para cada planta disminuye y se limita la disponibilidad de recursos esenciales para la producción de biomasa y la eficiencia fotosintética.
3. Cuando la densidad de población aumenta se produce una disminución en el diámetro de la mazorca, número de granos por hilera, número de granos por mazorca, peso y tamaño de los granos.
4. A pesar de la afectación sufrida en los componentes del rendimiento con el incremento de la densidad de población, se obtiene un mayor rendimiento agrícola en las mayores densidades dado por la mayor cantidad de plantas por unidad de área.

6. BIBLIOGRAFÍA

Alba Rojas, J. L. (2022). Fetlizacion quimica y organica en dos distancias de siembra de (zea mays) variedad tusilla en Napo, Ecuador. P*royecto de titulacion de maestria en agronomia tercera cohorte.* Universidad Estatal Amazonica, Puyo. 84 p.p.

Aguilar, C., Escalante, J., & Aguilar, I. (2015). *Analysis of Maize Growth and Grain Yield in a Hot Climate in Function of Genotype,*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v33n1/2395-8030-tl-33-01-00051.pdf

Araujo, M., & Velásquez, J. (2021). *Producción de semilla básica de maíz para la Sierra ecuatoriana.* Obtenido de https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5809

Barbaran Saldaña, A. R. (2018). Comportamiento productivo de viente hibridos experimentales de Zea mays L. "Maiz amarrillo duro" frente al INIA 616 en un entisol. *TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGROFORESTAL ACUICOLA.* UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURALIDAD DE LA AMAZONIA, YARINACOCHA- PERU.

Blanco, Y., & González, D. (2021). Influencia de la densidad de población en el cultivo de maíz (Zea mays L.). *Cultivos Tropicales, 42*(3). doi:https://www.redalyc.org/journal/1932/193268883008/html/

Campodónico. (2012). *Evaluación de rendimientos de maíz en función de distintas densidades de siembra, en el partido.* Obtenido de http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacion-rendimientos-maiz-funcion-densidades.pdf

Castro, S., Reyes, C., & Huerta, A. (7 de 7 de 2014). Diversidad genetica de caracteristicas del area foliar en maices nativos de tamaulipas bajo altas temperaturas. *Revision de fitoctencia , 37,* 217.

Cervantes, F., Covarrubias, J., Rangel, J., Terrón, A., Mendoza, M., y Preciado, R. 2014. Densidad de población y fertilización nitrogenada en la producción de semilla híbrida de maíz. Agronomía Mesoamericana, 24:102-103.

Cerliani, C.; Espósito G.; Morla G. Balboa R.; Naville R.A. (2018): Relacion entre la Densidad Óptima Agronomica y El Número de Granos Por Planta en Maíz (Zea Maysl.) European Scientific Journal March 2018 edition Vol.14, No.9 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431

Cordido, L. (2014). *Efecto de densidad de siembra y ambiente, sobre el rendimiento de tres híbridos de maíz de siembra tardía en el oeste arenoso, provincia de Buenos Aires.* Obtenido de https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/289/1/doc.pdf

Di Matteo, J. A., Ferreyra, J. M., Cerrudo, A. A., Echarte, L., & Andrade, F. H. (2016). Yield potential and yield stability of Argentine maize hybrids over 45 years of breeding. Field Crops Research, 197, 107-116.

Enciso, V. (2020). *Maiz, datos, estadisticas y comentarios.* Obtenido de https://www.agr.una.py/ecorural/cultivo/maiz_julio_2020.pdf

Eyhérabide, G. (2020). *Bases para el manejo de cultivo de maiz.* Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_bases_para_el_manejo_de_maiz_region_100-2_2.pdf

García, J., Ruiz, N., Lira, R., Vera, I., & Méndez, B. (2016). *Técnicas Para Evaluar Germinación, Vigor y Calidad Fisiológica de Semillas Sometidas a Dosis de Nanopartículas.* Obtenido de https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/334/1/T%C3%A9c

nicas%20Para%20Evaluar%20Germinaci%C3%B3n%2C%20Vigor%20y%20Calidad%20Fisiol%C3%B3gica%20de%20Semillas%20Sometidas%20a%20Dosis%20de%20Nanopart%C3%ADculas.pdf

Garrido, M., Martinez, J., Martinez, H., Granados, R., & Rendon, R. (Abril de 2017). Peuqueños productores de maiz en el caribe colombiano: estudio de sus atributos y practicas agricolas. *Ciencia y Tecnologia Agropecuaria, 18*(1), 7-23.

Guevara-Escobar A, Barcenas-Huante G, Salazar-Martínez FR, González-Sosa E, Suzán-Azpiri H. Alta densidad de siembra en la producción de maíz con irrigación por goteo subsuperficial. Agrociencia. 2015;39(4):431-9

Hernández, F. (2018). *La Densidad de Siembra de los Cultivos.* Obtenido de https://www.agro-tecnologia-tropical.com/densidad_de_siembra.html

Hernández, F., Amelong, A., & Borrás, L. (2014). Genotypic differences among Argentinean maize hybrids in yield response to stand density. Agronomy Journal, 106(6), 2316-2324.

Hörbe, T. A. N., Amado, T. J. C., Ferreira, A. D. O., & Alba, P. J. (2013). Optimization of corn plant population according to management zones in Southern Brazil. Precision Agriculture, 14(4), 450-465.

Intagri. (2018). *Densidad de siembra en el cultivo de maiz.* Obtenido de https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/densidad-de-siembra-en-el-cultivo-de-maiz

Intriago, D., & Torres, J. (2018). *Efecto de la densidad y arreglo de siembra en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (Zea mays L.).* Obtenido de https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/25090362-c248-41d8-bd98-8c0462a6e1b5/content

Izquierdo R. 2012. Evaluación del cultivo de maíz *(Zea mays)*, como complemento a la alimentación de bovinos de leche en épocas de escasez de alimento. Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. Cayambe Ecuador. pág. 71, 77, 78, 82

León, R., Torres, A., Ardisana, E., Fosado, O., Véliz , F., & Pin, W. (2018). Comportamiento productivo del maíz híbrido Agri-104 en diferentes sistemas, densidades de siembra y riego localizado. *EspamCiencia, 9*(2). doi:http://190.15.136.171/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/163

López, C., Tadeo, M., & Espinosa, A. (2017). Productividad de cruzas simples de maíz con calidad de proteína en Valles Altos de México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc, 8*(3). doi:https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000300559

Martínez, R., Kolln, O., & Castro, G. (2017). Evaluación de la densidad de, componentes fenológicos de producción y rendimiento de granos en diferentes materiales genéticos de maíz. *Idesia, 35*(3). doi:http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292017005000401

Morales, A., Morales, E., Mora, O., Berasain, D., Estrada, G., & Norman, T. (9 de 29 de 2014). Densidad de poblacion en maiz, coeficiente de atenuacion de luz y rendimiento. *Revista Mexicana de Ciencia Agricola, 8*, 1425-1431.

Mousalli, G. (2015). *Métodos y Diseños de Investigación Cuantitativa.* Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Gloria-Mousalli/publication/303895876_Metodos_y_Disenos_de_Investigacion_Cuantitativa/links/575b200a08ae414b8e4677f3/Metodos-y-Disenos-de-Investigacion-Cuantitativa.pdf

Ortiz-Aparicio S. Observación de la producción de maíz bajo el sistema de alta densidad y tradicional en San Juan Lagunas, Putla Villa de Guerrero, Oaxaca [Internet] [Diploma]. [Torreón, Coahuila]: Autónoma Agraria Antonio Narro; 2017 [cited 05/05/2021]. 72 p. Available from: http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/42223 [Links]

Quevedo, Y., Barragán, E., y Beltrán, J. 2015. Efecto de altas densidades de siembra sobre el híbrido de maíz (Zea mays l.) impacto. Scientia Agroalimentaria, 2:19

Quiroz, J., & Pérez , D. (abril de 2017). *Componentes del rendimiento de grano bajo diferentes densidades de siembra en maíz en los Valles Altos del Estado de México.* Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.11799/68219

Rodriguez, J. (2013). *Comportamiento agronómico de cinco híbridos de maíz(Zea mays L.) en Estado de choclo cultivados a dos distancias de siembra.* Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/2901

Rodriguez, K. (2013). *Comportamiento productivo de maíces trilineales con fines forrajeros en zonas semiaridas.* Obtenido de http://repositorioinstitucional.uaslp.mx/xmlui/handle/i/3448

Rodríguez, L. 2021: Efecto del número de plantas por golpe, en diferentes distanciamientos, en el rendimiento de dos híbridos de maíz amarillo duro (Zea mays L. (Poaceae). Ciencia y Desarrollo. Universidad Alas Peruanas http://revistas.uap.edu.pe/ojs/index.php/CYD/index.

Rosales, E., Franco, O., Mariezcurrena, D., & Estrada, G. (2014). Densidad de población en maíz, coeficiente de atenuación de luz y rendimiento. *Rev. Mex. Cienc. Agríc, 5*(8). doi:https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342014001001425&script=sci_arttext

Saltos Bajaña EG. Manejo agronómico de tres híbridos y cuatro distancias de siembra en el cultivo de maíz Zea mays L. [Diploma]. [Guayaquil]: Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil; 2018. 77 p.

Sánchez, M., Aguilar, C., Valenzuela, N., Sánchez, C., Jiménez, M., & Villanueva, C. (2021). Densidad de la siembra crecimiento de maíces forrajeros. *Agro Mesoam, 22*(1). doi:https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212011000200005

Seiler. (2017). *Producción de biomasa, rendimiento y competencia entre plantas de maiz.* Obtenido de https://www.produccionvegetalunrc.org/images/fotos/839_89_SEILER-Tesis.pdf

Sciarretta, A., & Trematerra, P. (2014). Geostatistical tools for the study of insect spatial distribution: practical implications in the integrated management of orchard and vineyard pests. *Plant protection science*, *50*(2), 97-110.

Velasquez, J. (2019). *Adaptación de tres variedades de Maíz Amarillo (Zea mays L.) para forraje en condiciones de la localidad de La Molina.* Obtenido de https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4231

Villacis, J. (2021). Evaluacion de las caracteristicas morfologicas y agronomicas del cultivo de maiz (Zea mays L.) sometido a tres densidades de siembra. *Titulo de integracion curricular de la ingenieria Agropecuaria.* Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, Los rios.

Villela, S., Morales, B., & Casasola, D. (Noviembre de 2019). Validacion de densidad de siembra en cultivos de maiz blanco. Programa consorcios regionales de investigacion agropecuaria, 35.

Yasari, E. 2012. Comparison of Seed Corn Single Crosses SC 704 and SC 770 Response to Different Plant Densities and Nitrogen Levels. Journal of Agricultural Science, 4: 265-266.

Yescas, CP, Segura C, MA, Martínez C, L, Álvarez R, VP, Montemayor T, JA, Orozco V, JA, & Frías R, JE. (2015). Rendimiento y calidad de maíz forrajero (Zea mays L.) con diferentes niveles de riego por goteo subsuperfcial y densidad de plantas. *Phyton (Buenos Aires)*, *84*(2), 272-279.

7. ANEXOS

7.1 MARCO TEÓRICO

7.1.1 Generalidades del cultivo del Maíz *(Zea Mays L.*)

Según Guamán (2020), el maíz se ha convertido en uno de los cereales más populares del mundo, se utiliza para la alimentación humana y animal y como materia

prima en la producción de almidón industrial y alimentario, edulcorantes, dextrinas, aceite y otros productos derivados de su proceso de fermentación, como etanol, alcohol industrial, dióxido de carbono (CO2), diversos aminoácidos, antibióticos y plásticos, y como sustituto del petróleo no renovable y sus derivados (Mongabay Latam, 2014).

7.1.2 Importancia y Productividad del Maíz en Ecuador

Según Guerrero (2018), el maíz es uno de los granos más producidos en el país debido a su importancia histórica, ya que los indígenas lo utilizan como elemento vital de su dieta, los antepasados lo veían como fuente de vida, y su la producción se remonta a muchos siglos atrás. Es así como el maíz trasciende de una planta a una actividad económica trascendente para los hogares que se dedican a su cultivo.

El área en producción de maíz en el mundo fue de 130 millones de ha y el total de la producción mundial fue de 850 millones de toneladas en el 2022 Gabriel et al., (2022). Aproximadamente el 40% del grano de maíz en el mundo se produjo en UU., seguido de China (20 %), Brasil (6,5 %) y México (3,25 %). El rendimiento promedio de maíz entre los principales países productores osciló entre 7,78 y 7,60 Mglha en Francia y EE. UU., respectivamente, a 2,36 y 2.20 en Brasil y México, respectivamente Chávez , (2022). Los rendimientos de granos comerciales y las cifras de producción de granos de maíz generalmente son expresado en base al 15,5% de humedad del grano.

7.1.3 Indicadores morfológicos

Según Martínez et al., (2017), el número de plantas con tallos quebradas presentaron diferencias significativas entre densidades. Se observa que con la disminución del espaciamiento y el aumento de la población de plantas ocurre un incremento en plantas con tallos quebrados, pudiéndose apreciar el efecto de las interacciones entre población de plantas versus variedades, espaciamiento entre líneas versus variedades y espaciamiento entre líneas versus población de plantas.

De acuerdo con Campodónico (2012), a medida que el crecimiento del tallo de la planta disminuye por incrementos en la densidad, la caída en el número de granos fijados en la planta se hace más abrupta.

Quiroz y Pérez (2017), plantean que la altura de inserción de la mazorca principal al tallo no se afecta significativamente entre densidades de 55,000, 85,000 y 100,000

plantas por hectárea, pero sí observaron altura de inserción significativamente mayor para 100,000 en relación con 70,000 plantas por hectáreas.

Para la variable altura de mazorca, no se encontraron diferencias significativas entre G1vsG3 (D1) ni G2vsG4 (D2). Esto significa que no hubo diferencia para distanciamientos entre golpes dentro de cada una de las dos densidades. Sin embargo, al comparar ambas densidades G1G3vsG2G4, se encontró que al sembrar a una densidad de 88867 plantas/ha (D1) se logró una altura de mazorca de 135.41 cm, mientras que a menores densidades (66665 plantas/ha), se logró 125.70 cm. Esto coincide con Cervantes y otros (2013), en donde señalan que la altura de mazorca es mayor al incrementar la densidad poblacional.

De igual manera según Villela et al., (2019), al incrementar la densidad de siembra, se obtienen plantas más altas, más maiz por hectárea, pero de menor longitud y menor peso unitario; sin embargo, la reducción de la longitud y peso de los maiz frescos, aunque estadísticamente es significativa, comercialmente no tiene relevancia.

Araujo y Velásquez (2021), indican que durante el desarrollo del cultivo, se efectuaron, observaciones sobre algunas características agronómicas que pudieran ser afectadas por las densidades ensayadas, entre ellas: altura de planta, altura de inserción de la mazorca principal, longitud de la mazorca, porcentaj-e de acame, porcentaje de tallo múltiple, incidencia de enfermedades, días de floración, días a cosecha y rendimiento de grano. La producción del cultivo de maíz es 5 225 kg ha-1, pero en los últimos 10 años presentó una producción promedio de 12 700,8 kg ha-1 al comparar estas cifras con el rendimiento anterior este disminuye en un 29 %, esto se debe a que las semillas de los híbridos son muy exigentes a factores externos como el clima, suelo, nutrientes, precipitaciones, vientos; y factores internos, (semilla, manejo, fertilizantes, pesticidas) y que en la Evaluación de Arreglos Espaciales y Densidades Poblacionales en Híbridos de Maíz Comercial en Zonas de Bosque Tropical Seco durante la Época Lluviosa se alcanzó una excelente germinación de la semilla, desarrollo de la planta y llenado del grano.

En virtud de las modificaciones introducidas en los genotipos de maíz más recientes, como menor estatura de la planta y altura de inserción de la mazorca, menor esterilidad de plantas, menor duración del subperíodo florecimiento- espigamiento, plantas con hojas de ángulo más recto y elevado potencial productivo, se torna necesario

reevaluar las recomendaciones de espaciamiento y densidad de siembra para el cultivo del maíz (Martínez, Kolln, & Castro, 2017).

7.1.4 Indicadores fisiológicos.

Las semillas de maíz deben ser colocadas a una distancia y profundidad apropiada, para generar plantas uniformes que no compitan entre sí por la luz y nutrientes. Uno de los principales requerimientos para una emergencia uniforme en maíz Blanco & González, (2021), es una adecuada uniformidad de población y humedad en la cama de siembra. Cuando la cama de siembra es variable en el contenido de humedad (muy seca vs óptima o muy húmeda vs óptima), la germinación también será variable y se forman hojas en diferentes momentos sin uniformidad en el campo (Araujo & Velásquez, 2021).

Es más probable tener resultados empleando híbridos más pequeños o enanos, con hojas más erguidas, mayor tolerancia a las altas densidades, sequía y estrés en general. Reducir el espacio entre hileras de plantas permite incrementar la densidad de población, que muchas veces va acompañada con un incremento en el rendimiento. Con la reducción del espacio entre hileras se tiene un mejor aprovechamiento de la luz, mayor uniformidad en el espaciamiento entre plantas, menor competencia de las malezas con el cultivo y cierre temprano del dosel que sombrea el suelo (Intagri, 2018).

En maíces forrajeros: Aspros-721, H-31, VS-2000 y Cacahuacintle a una densidad de 85 mil plantas/ha se obtuvieron rendimientos en forraje verde de 52,5 a 85,6 t/ha (Intagri, 2018).

Las semillas de maíz deben ser colocadas a una distancia y profundidad apropiada, para generar plantas uniformes que no compitan entre sí (Seiler, 2017).

Las plantas verdes captan la radiación solar incidente mediante la fotosíntesis y convertir la energía radiante en energía química que se almacena en los enlaces carbono de la materia orgánica Castro, Reyes, & Huerta, (2014). Menos del 6% de la materia seca de un maíz planta se compone de minerales extraídos del suelo. La tasa de acumulación de materia seca del maíz es el producto de la radiación solar incidente en la superficie terrestre (I), la absorción de la radiación solar por el dosel de maíz (a), y la eficiencia de conversión de energía radiante absorbida en materia seca de maíz (£) Gutiérrez & Guzmán, (2017). La acumulación estacional total de materia seca (MS) es la suma de las tasas diarias de materia seca desde la siembra hasta la cosecha (Morales A. , y otros,

2014).

Los resultados encontrados indican que, para una misma densidad, al modificar el ambiente la tasa de crecimiento por planta se modifica, por lo tanto, al variar la zona de manejo y/o sitio la oferta de recursos cambia. Esto podría deberse a cambios en la oferta de radiación, temperatura y agua (Espósito, 2013).

Al respecto, diferentes estudios han determinado que la interacción entre cantidades de agua de riego y densidades de población, influyeron en las características agronómicas como materia seca del maíz (Jahanzad et al., 2013).

7.1.5 Establecimiento del cultivo

Los mejores resultados se han obtenido sembrando la semilla en el fondo del surco, con dos granos por golpe separados 0,5 metros y 0,80 metros entre surcos, dando una densidad de plantación de 50.000 plantas por hectárea. Esta distancia puede variar según el terreno y la diversidad (Lardizabal, 2012).

Según Osuna Ceja (2017), el método manual se ocupa en terreno inclinado usando espigas para crear huecos y depositar las semillas (1–3); En este procedimiento, se acuerda sembrar en hileras. La distancia entre los surcos y las plantas depende de la perspectiva del agricultor y de la densidad de población y el rendimiento deseados. Ya sea que siembre en una fila simple o doble, la distancia entre los surcos y las plantas está determinada por la densidad de población y el rendimiento deseados.

El método motorizado según Guzman (2013), se realiza en terreno llano utilizando tecnología agrícola, en este caso sembradoras neumáticas que permiten labrar mecánicamente la tierra con los accesorios adecuados, ya medida que van surcando depositan las semillas y las cubren con tierra para la siembra (2 semillas por hoyo).

Como menciona Lardizabal (2012), antes de plantar, se eligen semillas resistentes a enfermedades, virus y plagas. La siembra se realiza cuando la temperatura del suelo alcanza 12ºC. Se siembra a 5 cm de profundidad. La siembra se puede realizar a golpes, en suelo plano o con surcos. La distancia entre líneas es de 0,8 a 1 metro, mientras que la distancia entre brotes es de 20 a 25 centímetros.

7 BIBLIOGRAFÍA

Araujo, M., & Velásquez, J. (2021). *Producción de semilla básica de maíz para la Sierra ecuatoriana.* Obtenido de https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5809

Blanco, Y., & González, D. (2021). Influencia de la densidad de población en el cultivo de maíz (Zea mays L.). *Cultivos Tropicales, 42*(3). doi:https://www.redalyc.org/journal/1932/193268883008/html/

Castro, S., Reyes, C., & Huerta, A. (7 de 7 de 2014). Diversidad genetica de caracteristicas del area foliar en maices nativos de tamaulipas bajo altas temperaturas. *Revision de fitoctencia , 37*, 217.

Campodónico. (2012). *Evaluación de rendimientos de maíz en función de distintas densidades de siembra, en el partido.* Obtenido de http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/evaluacion-rendimientos-maiz-funcion-densidades.pdf

Cervantes, F., Covarubias, J., Rangel, J., Terrón, A., Mendoza, M., & Preciado , R. (2013). Densidad de población y fertilización nitrogenada en la producción de semilla híbrida de maíz. *Agronomia mesoamericana, 24*(1), 101 - 110. Obtenido de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v24n01_101.pdf

Chávez , O. (2022). Situación del cultivo de maíz en Guatemala: principales limitaciones. *Avances en las Ciencias e Ingeniería, 14*(1), 50-61.

Espósito, G. P. (2013). Análisis de la variabilidad espacio-temporal de la respuesta al nitrógeno en maíz mediante un modelo econométrico mixto espacial (MEME). Tesis para optar al grado de Doctor. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.108 p.

Gabriel, J., Martín, D., Allende, R., Delgado, M., & Rodríguez, J. (2022). Análisis de la producción de maíz en España. Avances en Ciencias e Ingeniería, 14(1), 6-21.

Guamán, R. (2020). *Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz.* Obtenido de https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA/article/view/2196/2929#info

Gutiérrez, A., & Guzmán, D. (2017). *Etapas fenológicas del maíz (Zea mays L.) VAR. Tusilla bajo las condiciones climáticas del cantón Cumandá, provincia de Chimborazo.* Obtenido de https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/2512

Guzman, F. (2013). *Técnología mecanizada para la siembra directa y de mínimo laboreo en los cultivos de maíz.* Matanzas y ciego de Ávila: Revista ingeniería agrícola.

Guerrero, E. (2018). *Evaluación de daño y manejo del gusano cogollero spodoptera frigiperda en el cultivo de maíz.* Babahoyo: UTB.

Intagri. (2018). *Densidad de siembra en el cultivo de maiz.* Obtenido de https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/densidad-de-siembra-en-el-cultivo-de-maiz

Jahanzad, E., M. Jorat, H. Moghadam, A. Sadeghpour, M.R. Chaichi y M. Dashtaki (2013). Response of a new and a commonly grown forage sorghum cultivar to limited irrigation and planting density. *Agricultural Water Management* 117: 62-69.

Lardizabal, R. (2012). Producción De Maíz Bajo El Manejo Integrado De Cultivo. Honduras: USAID-ACCESO.

Martínez, R., Tiago, O., & Castro, G. (2017). Evaluación de la densidad de plantas, componentes fenológicos de producción y rendimiento de granos en diferentes materiales genéticos de maíz. *Idesia, 35*(3). doi:http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292017005000401

Mongabay Latam. (15 de Junio de 2014). Mongabay.com. Obtenido de https://n9.cl/15bjs

Osuna Ceja, E. (2017). Rendimiento y calidad del forraje de maíz. *Revista de rendimiento agrícola*, 27-35.

Quiroz, J., & Pérez , D. (abril de 2017). *Componentes del rendimiento de grano bajo diferentes densidades de siembra en maíz en los Valles Altos del Estado de México.* Obtenido de http://hdl.handle.net/20.500.11799/68219

Seiler. (2017). *Producción de biomasa, rendimiento y competencia entre plantas de maiz.* Obtenido de https://www.produccionvegetalunrc.org/images/fotos/839_89_SEILER-Tesis.pdf

Villela, S., Morales, B., & Casasola, D. (Noviembre de 2019). Validacion de densidad de siembra en cultivos de maiz blanco. Programa consorcios regionales de investigacion agropecuaria, 35.