

Efecto de densidades de siembra en el desarrollo fenológico-productivo del Cultivo de Maíz (*Zea mays*) en camas Biointensivas



Effect of planting densities on the phenological-productive development of Corn Crop (Zea mays) in Biointensive beds

Pérez-Somarriba, E. B.; Hernández-Fernández, G. M.; Editor Académico Prof. Dr. Ángel Sol Sánchez

 E. B. Pérez-Somarriba

benito.perez@ev.unanleon.edu.ni

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León., Nicaragua

 G. M. Hernández-Fernández

grettel.hernandez@ev.unanleon.edu.ni

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León., Nicaragua

Editor Académico Prof. Dr. Ángel Sol Sánchez

Colegio de Postgraduados, Mexico

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua

ISSN-e: 2410-7980

Periodicidad: Semestral

vol. 8, núm. 15, 2022

czuniga@ct.unanleon.edu.ni

Recepción: 04 Mayo 2022

Aprobación: 12 Junio 2022

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/394/3943064011/>

DOI: <https://doi.org/10.5377/ribcc.v8i15.14332>

Autor de correspondencia: benito.perez@ev.unanleon.edu.ni

Resumen: La investigación tuvo como objetivo evaluar la fenología y el rendimiento del maíz (*Zea mays*) variedad criolla en tres densidades de siembra. El diseño de bloques completamente al azar, con tres tratamientos, en camas preparadas con el método biointensivo. Las densidades de siembra estudiadas fueron T1: 120 plantas/10 m², T2: 100 plantas/10 m² y T3: 80 plantas/10 m². En los tres tratamientos la muestra fue de 75 plantas en total en otras palabras se eligieron 25 plantas por tratamiento al azar. En las variables fenológicas: altura el T1 sobresalió con una altura promedio de 304.44 cm; diámetro de tallo de la planta el T3 obtuvo el mayor porcentaje con 4 cm; de igual manera en número de hojas el T3 con 17 hojas promedio fue el tratamiento que presentó mayor cantidad. En la cantidad de frutos se observa que el T3 presenta mejores resultados con 4 mazorcas por planta promedio; peso de la mazorca con tuza, el que obtuvo un mayor valor fue el T3 con 292.8 gr, asimismo al ser pesado sin tuza (T3: 230.74 gr). Según el análisis de varianza existe diferencia significativa entre los tratamientos ($p < 0.05$) en cuanto a las variables de producción. Por lo que se puede concluir que, para lograr una producción de plantas con tallo rígido y buena cantidad de frutos, con respecto a los resultados expuestos la densidad de siembra que proporcionó mejores resultados utilizando el método biointensivo en el cultivo de maíz fue 80 plantas/ 10 m².

Palabras clave: Maíz, Biointensivo, Densidades, Cambio Climático, Seguridad alimentaria.

Abstract: The objective of the research was to evaluate the phenology and yield of corn (*Zea mays*) Creole variety in three planting densities. The completely randomized block design, with three treatments, in beds prepared with the biointensive method. The planting densities studied were T1: 120 plants/10 m², T2: 100 plants/10 m² and T3: 80 plants/10 m². In the three treatments, the sample was 75 plants in total, in other words, 25 plants were chosen randomly per treatment. In the phenological variables: height, T1 stood out with an average height of 304.44 cm; plant stem diameter T3 obtained the highest percentage with 4 cm; Similarly, in number of leaves, T3 with an average of 17 leaves was the treatment that presented the greatest amount. In the number of fruits, it is observed

that T3 presents better results with 4 ears per average plant; weight of the cob with gopher, the one that obtained a higher value was T3 with 292.8 gr, also when weighed without gopher (T3: 230.74 gr). According to the analysis of variance, there is a significant difference between the treatments ($p < 0.05$) in terms of the production variables. Therefore, it can be concluded that, in order to achieve a production of plants with a rigid stem, a good quantity of fruits, with all the results previously exposed, the density that provided the best results using the biointensive method in the cultivation of corn was 80 plants/10 m².

Keywords: Corn , Biointensive, Densities, Climate Changes, Food security.

INTRODUCCIÓN

En Nicaragua el maíz es uno de los granos básicos fundamentales que componen la dieta alimenticia de la población, y cuya cultura de los ciudadanos está muy arraigada al maíz del cual se derivan una serie de alimentos típicos de la gastronomía nacional (INTA, 2010).

El maíz es un cultivo de carácter local, el 79% de la producción nacional está en manos de pequeños y medianos productores (unos 181 mil productores se dedican al cultivo de granos básicos) en áreas marginales, lo cual dificulta obtener buenos rendimientos, y parte de esta cosecha la destina al mercado local y el remanente al consumo familiar. La dependencia de maíz es tanta y su uso tan variado que la población lo consume hasta en 73 formas diferentes en su alimentación. En Nicaragua, se estima que cerca del 32% de los/as productores/as son agricultores de subsistencia, siendo el maíz el alimento más importante, con un consumo anual de 70 Kg por persona/año (INTA, 2000). Según López-González et al., (2016) el rubro que experimentó una mayor evolución en el crecimiento de las áreas de siembra y mayor crecimiento en sus volúmenes productivo es el maíz.

El maíz es un producto relevante en la dieta de los nicaragüenses, el que es consumido por el 80 por ciento de la población en forma de tortilla (CIAT, 2007), representa cerca de 29 por ciento de la energía dietética del nicaragüense. El consumo de maíz y sus derivados, para los habitantes del área urbana de las cabeceras departamentales y de las dos regiones autónomas de la Costa Caribe del país, ascendía a 1.0 por ciento, de acuerdo a los resultados del análisis de la situación alimentaria y nutricional (CIAT, 2007). Estudios revelan que a partir del maíz artesanal se puede elaborar forraje verde hidropónico, un alimento poco usado por falta de conocimiento, el cual es importante en la explotación agrícola y de uso pecuario por el gran porcentaje nutricional que contiene, ya que se aprovecha para complementar la alimentación animal (Chavarría & Castillo, 2018).

Los distintos tipos de variedades de maíz usada por los agricultores también son un componente importante en el ambiente del maíz en los trópicos. Los agricultores usan variedades locales o sus propias variedades. En su mayoría los agricultores en tierras marginales o en ambiente desfavorables para su cultivo usan semillas de sus propias variedades bajando así el costo de este insumo (FAO, 2001). Estos factores afectan a las comunidades y aumentan a la vez la problemática relacionada a la inseguridad alimentaria. Por tanto, un alto porcentaje de la población dispone de reservas de grano para su alimentación por poco tiempo, lo que dimensiona la fragilidad del sistema alimentario en el país.

NOTAS DE AUTOR

benito.perez@ev.unanleon.edu.ni

Actualmente la producción de cultivos se enmarca en lograr el mayor rendimiento posible por unidad de área de producción con la mayor seguridad posible para los cultivos. Una de las formas posibles para esto es aumentar la densidad de plantas o disminuir distancia entre filas (Murányi, 2015). La densidad de plantas es una de las más importantes prácticas culturales que determinan el rendimiento del grano así como otros importantes atributos agronómicos de este cultivo (Songoai, 2001; Caudillo et al. 2006; Shafi et al., 2012). Ante esta situación se hace necesario que las familias tengan que reinventarse y promover la apropiación de nuevos métodos de producción que le permitan optimizar de forma eficiente y sostenida el aprovechamiento de todos aquellos espacios que tienen disponibles en sus hogares mediante la implementación del Método de Cultivo Biointensivo, tomando en cuenta que es una alternativa agroecológica dinámica, donde los insectos y las personas forman solamente una parte del complejo e intrincado mundo de la vida. Ambos son elementos importantes e integrales de su dinamismo viviente. (Jeavons, 1991). Asimismo, la fertilización es uno de los factores clave y controlables para la obtención de un mejor rendimiento en el cultivo de maíz (Medina et al., 2018); además, que ejerce una alta influencia sobre los componentes de rendimiento y las características agronómicas de ese cultivo (Capetillo-Burela et al., 2021).

En términos: económico, sociales y ambientales a nivel internacional Ecology Action, a través de su fundador John Jeavons, retomo lo mejor de las técnicas agrícolas ancestrales de varias culturas milenarias del mundo (Maya, Inca, Griega y China), con el método de cultivo Biointensivos con el cual, se trata de lograr más densidad de plantas por espacio cuadrado de tierra y potenciar el rendimiento (Jeavons & Cox, 2017). Cabe destacar que, a través de este método de producción agroecológico, se busca fomentar buenas prácticas agrícolas mejorando la fertilidad de los suelos y por ende la productividad de los cultivos, en busca de la sostenibilidad del sistema de agricultura familiar, y de esa forma asegurar, de manera integral, la disponibilidad y estabilidad de granos básicos y otros alimentos esenciales para las familias en los hogares y así poder dar una nueva alternativa de alimentación (Jarquin et al., 2015). El presente artículo tuvo como objetivo principal: Evaluar la fenología y productividad del cultivo de maíz en cama Biointensivos con tres densidades de siembra en el campus agropecuario de UNAN-León.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la instalación de la Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias, de la UNAN-León / Nicaragua. El área total del estudio fueron 30 m², cada tratamiento constó de 8 x 1.25 m². Para el maíz el tamaño de las parcelas varía de 5 m² a 25m² (FAO, 1984). Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), el diseño más frecuentemente empleado en ensayo de variedades es la disposición de bloques distribuidos al azar (FAO, 1984). Se distribuyeron parcelas experimentales. Las áreas fueron camas preparadas con el método biointensivo, el cual aprovecha la naturaleza para obtener altos rendimientos de producción en poco espacio con un bajo consumo de agua.

La información primaria se obtuvo durante el desarrollo de la investigación. En tanto a la información secundaria recopilada y puntualizada en los marcos conceptual y referencial, correspondieron a una búsqueda en las principales bases de datos científicas y académicas, donde se extrajo información de fuentes secundarias como artículos científicos, libros, tesis (doctorales, postgrado y pregrado), folletos, guía técnicas, informes, reportes, boletines, sitios web oficiales, etc.

El tratamiento 1 (T1) constó de 12 plantas en un metro cuadrado a una distancia de siembra de 35 cm entre plantas, para una densidad de 120 plantas/10 m². El tratamiento 2 (T2) constó de 10 plantas en un metro cuadrado sembrado a una distancia de 40 cm, lo que corresponde a 100 plantas/ 10m² y el tratamiento 3 (T3) constó de 8 plantas en un metro cuadrado a una distancia de 45 cm entre plantas, equivalente a 80 plantas/ 10 m². Todos los tratamientos fueron sembrados con el sistema de plantación tresbolillo. Cuando se logra un distanciamiento adecuado las plantas forman un acolchado viviente que retrasa el crecimiento de la

maleza, contribuye a una mayor retención de humedad debido al sombreado del suelo, y crea un microclima bajo las hojas, esencial para el desarrollo equilibrado e ininterrumpido de las plantas (Jeavons, 1991).

Las camas biointensivas fueron preparadas siguiendo el principio de la doble excavación, el cual consiste en excavar una capa de 30 cm de profundidad de suelo y posteriormente la remoción de la capa interior. Este proceso de preparación del suelo mejora de manera considerable la salud de las plantas y los rendimientos en suelos pobres, compactados y pesados (Jeavons, 1991). Se fertilizó con composta la receta para construir la composta del método Cultive Biointensivamente está basado en 45% materiales maduros (secos), 45% materiales inmaduros (verdes) incluyendo los desperdicios de cocina y 10% suelo (Jeavons, 1991); con una dosis de 80 libras por camas de 10 m². Con esto se pretende satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo de maíz en camas biointensivas (Jeavons & Cox, 2017).

La muestra fue de 75 plantas en total. Es importante mencionar que es una investigación con el método biointensivo donde la cantidad de plantas no es muy alta, y esto se puede observar en otros estudios como el realizado por Zamora et al., (2018) donde el total de plantas muestreadas fue de 5 plantas por tratamiento.

Se utilizó semilla criolla. Las variedades criollas; originadas por selección natural y artificial, realizada por los productores que mantienen su propia semilla. Se caracterizan por:

Adaptarse a las condiciones edafoclimáticas del lugar de origen (sequía, plagas, enfermedades y poco uso de fertilizantes).

El productor selecciona semilla para la siembra del siguiente año.

Degeneramiento genético de la variedad

Son de ciclo corto (70 – 75 días a cosecha) y de pocos rendimientos (< 25 qq/mz).

Son plantas muy débiles si se sacan de su lugar de origen (INATEC, 2016).

Teniendo en cuenta lo anterior, la duración del estudio fue de 9 semanas, donde se muestrearon semanalmente las variables de desarrollo, y al momento de la cosecha las variables de producción. Las variables de desarrollo evaluadas semanalmente fueron: altura de la planta (cm), diámetro del tallo (cm), número de hojas. Separándolas por tratamiento y fecha de muestreo. La metodología que se utilizó al recolectar los datos por tratamiento fue propuestos por (CIMMYT, 2017).

Una vez realizada la cosecha, se procedió a contabilizar la cantidad de frutos, así como el peso con tuza y sin tuza (gramos) de las mazorcas por tratamiento. Siendo estas las variables de producción.

Para la comparación de medias, de las variables en estudio se utilizó la prueba de separación de medias del tipo Duncan con una $P \leq 0.05$, a través del programa SPSS versión 19.

El manejo agronómico de este cultivo fue muy apegado al método biointensivo. El cultivo biointensivo, aumenta la resiliencia al aumentar la eficiencia en el uso del agua, el rendimiento y la retención de nutrientes, al tiempo que reducen la presión de plagas y patógenos (MacFall, 2015), se sembró en almacigo el 30 de agosto 2019, y su trasplante el 6 de septiembre de 2019. Solo se fertilizó al momento de preparar las camas con compost. El compost garantiza a las plantas una reserva de sustancias nutritivas, favorece la absorción y retención de agua, facilita la circulación del aire y limita los cambios bruscos tanto de temperatura como de humedad (Amigos de la Tierra, 2003).

RESULTADOS

El comportamiento agronómico del cultivo en los tres tratamientos, no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en cuanto a la altura de las plantas (Tabla 1). En cuanto al diámetro y número de hojas existe diferencia significativa entre los tratamientos, observándose que el T3 es quien obtiene los mayores valores.

TABLA 1
Valores promedio de altura diámetro y número de hojas del cultivo de Maíz *Zea mays* con tres diferentes distancias de siembra

(Plantas/10m ²)	Altura de la planta (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Número de Hojas / planta (U)
120	304.44	3.44*	15*
100	298.8	3.32*	16*
80	282.84	4*	17*

Fuente: Elaboración propia
** = diferencia significativa ($P \leq 0.05$); n = 75

En cuanto a características de fruto, el T3 presenta la mayor cantidad de frutos, con una diferencia numérica de mazorcas con respecto al T1 y T2 (Ver Tabla 2). En cuanto a peso húmedo, se observa que el T3 obtuvo el mayor resultado (781.36 gr), según el análisis de varianza éste difiere significativamente con los tratamientos 1 y 2. Sin embargo, estos últimos no muestran diferencia entre ellos. Otra variable importante de una buena producción es el largo del fruto, el tratamiento T1 presenta el mayor resultado y según el análisis de varianza, este difiere significativamente del T3, pero no con el T2. El peso con y sin tuza es uno de los parámetros utilizados por el productor para la comercialización del maíz en el mercado interno. La tuza le permite mantenerse sin daño alguno (INTA, 2009). En ambas variables se observa que el T3 obtiene los mayores resultados y según el análisis de varianza existe diferencia significativa entre los tres tratamientos (Ver Tabla 2).

TABLA 2
Cantidad de fruto diámetro peso húmedo de la planta largo del fruto peso con tuza y peso sin tuza del cultivo de Maíz *Zea mays* con tres diferentes distancias de siembra T1 120 T2 100 T3 80

Variable	Tratamiento	Media	Min.	Max.
Cantidad de fruto	1	1.40 ^a	1	2
	2	1.44 ^a	1	2
	3	2.60 ^b	2	3
Peso húmedo (g)	1	516.44 ^a	337.00	598.00
	2	522.18 ^a	350.60	596.80
	3	781.36 ^b	715.00	897.00
Largo del fruto (cm)	1	23.40 ^a	18	26
	2	22.72 ^{ab}	17	28
	3	21.28 ^b	15	28
Peso con Tuza (g)	1	121.81 ^a	19.22	181.80
	2	229.49 ^b	140.30	253.80
	3	292.80 ^c	204.90	360.60
Peso de la mazorca sin Tuza (g)	1	73.40 ^a	15.50	120.45
	2	156.79 ^b	80.35	230.70
	3	230.74 ^c	180.60	325.60

Fuente: Elaboración propia
Letras distintas indican diferencia significativa ($P \leq 0.05$), n = 75

DISCUSIÓN

En cuanto a la variable altura en esta investigación las plantas de maíz no presentaron diferencias estadísticas, pero si diferencias matemáticas. El tratamiento con mayor densidad de siembra presentó los valores más altos,

siendo las plantas entre 6 y 24 centímetros más grande que los otros dos tratamientos (T2 y T3). Esto puede deberse a que a mayor densidad de siembra las plantas compiten por la luz, causando que el tallo de algunas se elongue más que las demás. Reyes Castañeda (1990) indica que la altura de la planta puede verse alterada por la acción conjunta de los cuatro factores fundamentales: luz, calor, humedad y nutrientes, asimismo Somarriba (1998) establece que la altura de la planta es un parámetro importante, por ende, es una muestra de la velocidad de crecimiento y se encuentra determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, los que a su vez son transferidos a la mazorca durante el llenado del grano.

La fisiología de las plantas de maíz a medida que crece su pared celular tiene que dilatarse por lo tanto para que la pared celular continúe su crecimiento debe ablandarse continuamente; en este proceso intervienen las Auxinas que son las encargadas de estimular el crecimiento por elongación y que se produzca o no un crecimiento en las plantas dependerá de la presión y de la elasticidad de la pared celular (Frank & Ross, 1992), lo que se demuestra es que entre más cercanas estén las plantas una de otra como es el caso del tratamiento 1 que está a 35 cm entre plantas esto hace que haya competencia por luz, calor y humedad, pero principalmente por luz para que la planta pueda realizar su fotosíntesis causando así la elongación del tallo más alto que los tratamientos 2 y 3.

El diámetro de tallo fue mayor en el T3 difiriendo del T1 y T2, esta es una de las variables que se considera de importancia en las plantaciones ya que esta influye en los doblamientos de las plantas, a causa de los fuertes vientos de la época del año, esta variable dependerá de los nutrientes que les aporten el suelo a las plantas y también la variedad (García, 2005), cumple un rol importante para determinar un buen llenado del grano de la mazorca para obtener un mayor rendimiento (Zamora et al., 2018) lo cual se evidencio en este experimento.

La cama biointensiva al ser fertilizada con compost deposita en el suelo una cantidad de nutrientes que están disponibles para las plantas, el tratamiento 3 con una distancia entre plantas de 45 cm da a la planta suficiente espacio para que disponga de estos nutrientes sin entrar en competencia unas con otras, como al parecer ocurrió en el T1 y T2. Desde el punto de vista cualitativo, se cree que la composta hecha a base de plantas es cuatro veces mejor que los estiércoles, y que la composta en forma de raíces de plantas (que quedan en el suelo) es dos veces mejor que la composta hecha a base de plantas. Es interesante observar que las raíces (las cuales tienen una relación especial con los microorganismos del suelo y con el suelo mismo) pueden pesar de 45% a 120% del peso de la planta misma (Jeavons, 1991).

La competencia que encontramos en los T1 y T2 la vemos reflejada en la variable número de hojas su proximidad hace que no aprovechen estos elementos esenciales para la producción de hojas; mientras que en el T3 la planta tiene suficiente espacio para que disponga de todos los nutrientes que necesite. El comportamiento de esta variable es indispensable en cualquier cultivo y ayuda a determinar la eficiencia de las plantas. El número de frutos a cosechar está determinado por la densidad poblacional y del material genético utilizado. En el caso de variedades la mayoría obtienen 2 chilotes (CHEMONICS, 2009). Chilotes del náh. Xilot: espiga tierna de maíz. M. Fruto tierno de maíz (Academia Nicaraguense de la Lengua, 2001).

Según Frank et al., (1992), el desarrollo de la hoja se asocia estrechamente a la diferenciación del ápice del vástago joven. Se inicia en los costados del ápice como una protuberancia pequeña (que resulta del alargamiento y división de varias células) de las capas externas del meristemo apical. Esta zona se mantiene en actividad hasta que la hoja se forma por completo. Los elementos necesarios para este desarrollo de la hoja son Nitrógeno (N) favorece la síntesis de Proteína, Magnesio (Mg) es un componente de la clorofila y Fósforo (P) participa en la fotosíntesis.

El peso con tuza es uno de los parámetros utilizados por el productor para el comercio, ya que el elote se conserva por varios días para poder comercializarlo, y la tuza le permite mantenerse sin daño alguno (Peña, 2011). El T3 al ser el tratamiento que al tener la menor densidad de plantas/área estas tendrán mejor aprovechamiento de los nutrientes del suelo. Este aprovechamiento se puede traducir o interpretar como un aumento del peso de la mazorca, a como se observó en el T3. A nivel combinado los componentes del

rendimiento la densidad baja tiende a tener el mayor peso de mazorca y número de mazorcas por planta, pero el rendimiento es mayor en la alta densidad 10 cual indica que estos genotipos soportan densidades mayores a 7.0 plantas/m² (Quemé et al., 1997).

El peso sin tuza es una característica importante a nivel nacional e internacional por las exportaciones, aunque no hay un peso establecido para dicha variable (Salmeron, 2000). Durante el estudio el peso promedio sin tuza obtenido en el T3 fue de 230.74 gr siendo el mejor resultado y difiriendo significativamente de los otros tratamientos. Esto puede estar atribuido a que las plantas en este tratamiento pudieron asimilar una mayor cantidad de nutrientes para la producción del fruto en peso, con referente a la asimilación para el llenado de granos es proveniente de la fotosíntesis de las hojas activas, de las reservas de tallo y de la absorción de las raíces, las plantas que tienen una buena síntesis transportan los compuestos, que se caractericen por ser altamente solubles, creando un acelerado llenado de los granos, logrando el estado lechoso, donde el grano toma el tamaño y la forma con un color amarillo pálido (Moltandin, 1994; Bolaños y Edmeades, 1993).

En los tratamientos se observó que al retirarse la tuza el peso disminuyó considerablemente, porque lo que el comportamiento de la planta fue en la formación de un recubrimiento de tuza de buen tamaño pero no el desarrollo de los frutos internamente (Laverde & Cruz, 1979). Esta variable es de vital importancia para el método biointensivo ya que según los principios del método la obtención de material fresco o peso húmedo es importante para la realización de la composta. La composta tiene una doble función. Por un lado, mejora la estructura del suelo, lo cual significa que podrá ser trabajado más fácilmente, tendrá una mejor aireación, una mejor capacidad de retención de agua y una mayor resistencia a la erosión. Por otro lado, la composta proporciona nutrientes para el crecimiento de las plantas y sus ácidos orgánicos hacen los nutrientes del suelo más disponibles. Con una cantidad adecuada de materia orgánica, muy pocos nutrientes se lixiviarán del suelo. Una estructura adecuada y una buena cantidad de nutrientes dan como resultado un suelo saludable que produce plantas saludables con mayor capacidad para resistir ataques de plagas y enfermedades. La mayoría de los insectos buscan plantas enfermas para alimentarse, por ello la mejor forma de controlar a las plagas y prevenir enfermedades es manteniendo un suelo vivo y sano, en lugar de usar venenos (agroquímicos) que matan organismos benéficos que hay en él (Jeavons, 1991).

Los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con otros investigadores que han realizado trabajos similares al tema, como Villacís Seme (2021) quien evaluó las características agronómicas del híbrido Centella, en las condiciones agroclimáticas durante la época lluviosa en el cantón Ventanas provincia de los Ríos, en la cual duración las etapas vegetativas evaluadas, no presenta diferencias con respecto a las densidades de siembra evaluadas, pero si se observó una tendencia de aumento del peso de los granos ante menor distanciamiento de plantas, así como también lo mencionan Arkebauer et al., (2001), Cordido (2013); Aguilar et al. (2018) entre otros. Asimismo se observa el mismo comportamiento en estudios realizados por Intriago & Torres (2018) sobre efecto de la densidad y arreglo de siembra en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays L.*) las variables de altura de planta, diámetro del tallo y peso de raíces no presentaron diferencias significativas por efectos del arreglo de siembra y densidad poblacional, ni de la interacción arreglo × densidad, pero si en el rendimiento, donde los mayores rendimientos de grano se obtuvieron con la densidad más alta.

Liu et al., (2012) establece que el aumento de la densidad de siembra se ha utilizado ampliamente para aumentar el rendimiento de grano en el maíz, pero a su vez puede conducir a un mayor riesgo de que las raíces se acame y, por lo tanto, cause una pérdida significativa de rendimiento del cultivo, en su estudio se observa que la resistencia al alojamiento de la raíz y las etapas de desarrollo del cultivo, se vieron significativamente afectadas por la densidad de siembra, la variedad de maíz y disminuyó con el aumento de densidad de siembra. Por otra parte, los resultados de Valadabadi & Farahani (2010) mostraron que los índices de crecimiento fisiológico se incrementaron con la alta densidad.

CONCLUSIONES

Se concluye que a mayor distanciamiento de siembra (T3) se podrá obtener mejor producción, es decir que garantiza mayor cantidad frutos / área. También se afirma que con el método biointensivo es adecuado para compensar los problemas de costos de los fertilizantes y proporciona una alternativa de producción a bajo costo, se mejora el desarrollo fenológico-productivo del cultivo para obtener mejor rendimiento productivo en el maíz.

Recomendaciones

Se recomienda que para lograr una producción de plantas con tallo rígido y buena cantidad de frutos, con respecto a los resultados expuestos la densidad de siembra que proporcionó mejores resultados utilizando el método biointensivo en el cultivo de maíz fue 80 plantas/ 10 m².

REFERENCIAS

- Academia Nicaragüense de la Lengua. (2001). Diccionario de uso del Español Nicaragüense. Managua, Nicaragua.
- Aguilar, R. L., García, A. T., Ardisana, E. H., Téllez, O. F., Mantuano, F. V., & Quimis, W. P. (2018). Comportamiento productivo del maíz híbrido Agri-104 en diferentes sistemas, densidades de siembra y riego localizado. *Revista ESPAMCIENCIA ISSN 1390-8103*, 9(2), 124-130.
- Amigos de la Tierra. (2003). Manual Básico para hacer compost. Madrid, España.
- Arkebauer, T., Cassman, K., Dobermann, A., Drijber, R., & Lindquist, J. (2001). Investigación demuestra que rendimientos muy altos son posibles con nuevo manejo nutricional y del cultivo de maíz. *Informaciones Agronómicas(Ecuador)*.(Oct. 2001)., (45), 6-9.
- Bolaños, J., & Edmeades, G. O. (1993). Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. I. Responses in grain yield, biomass, and radiation utilization. *Field Crops Research*, 31(3-4), 233-252... [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(93\)90064-T](https://doi.org/10.1016/0378-4290(93)90064-T)
- Caudillo, S. C., Golicher, J. D., Van del Wal, H., & Domínguez, S. V. (2006). Densidades de siembra, rendimientos y área requerida para maíz en la agricultura de roza, tumba y quema en La Chinantla, México. *Agrociencia*, 40(4), 449-460.
- Capetillo-Burela, A., López-Collado, C. J., Zetina-Lezama, R., Reynolds-Chávez, M. A., Matilde-Hernández, C., Cadena-Zapata, M., & López-Lopez, J. A. (2021). Modelo conceptual de fertilización nitrogenada para maíz (*Zea mays* L.) en Veracruz, México. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 7(14), 1636-1656. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v7i14.12606>
- CIAT. (2007). Estudio sobre la situación alimentaria y nutricional de, Madriz, Nueva Segovia y Region Autónoma del Atlántico Norte. Managua.
- CIMMYT. (2017). Protocolos para mediciones de plantas en las plataformas de investigación. Ciudad de México.
- Cordido, L. (2013). 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. Trabajo Final de Ingeniería en Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Católica Argentina.
- CHEMONICS. (2009). PROGRAMA DE DIVERSIFICACION DE HORTALIZAS, Proyecto de Desarrollo de la cadena de valor y conglomerado Agrícola. Nicaragua: MCA/Nicaragua.
- Chavarria-Torrez, A., & Castillo-Castro, S. del S. (2018). El forraje verde hidropónico (FVH), de maíz como alternativa alimenticia y nutricional para todos los animales de la granja. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 4(8), 1032-1039. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i8.6716>
- FAO . (2001). El Maíz en los Trópicos Mejoramiento y Producción. Roma.
- FAO. (1984). Guía técnica sobre la tecnología de la semilla de maíz. Roma.
- Frank, S., Salisbury, F. B. & Ross, C. W. (1992). *Fisiología de las plantas*. Paraninfo Thomson Learning.

- García, F. (2005). Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. *Presentado en la Jornada "Maíz"*. INATEC. (2016). Manual del Protagonista Granos Basicos. Managua .
- INTA. (2000). Manejo Integrado del cultivo de Maíz. Nicaragua.
- INTA. (2009). Guia Tecnologica del Cultivo del Maíz. Managua, Nicaragua.
- INTA. (2010). Guia Tecnologica del cultivo de Maíz. Managua, Nicaragua.
- Intriago, D. I., & Torres, J. R. (2018). Efecto de la densidad y arreglo de siembra en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.). Trabajo Final de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras.
- Jarquín, J., López, I., Rostran, J., & Barcenas, M. (2015). Evaluacion del efecto de fertilizacion organica edafica con composta y bokashi en los cultivos de chiltoma (*Campsicum annuum* L), Tomate (*Solanum Lycopersicum*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), en sistema de cultivo Bio-intensivo. CNRA Campus Agropecuario, León, Nicaragua: UNAN-León. Trabajo final de Ingenieria en Agroecología Tropical, UNAN, León, Nicaragua.
- Jeavons, J. (1991). Cultivo biointensivo de alimentos. *Ecology Actions of the Mind-Peninsula, Willits CA, EEUU*.
- Jeavons, J., & Cox, C. (2017). El huerto sustentable "Como obtener suelos saludables, productos sanos y abundantes". Recuperado de: <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag.../El%20huerto%20sustentable.pdf> <https://doi.org/10.1002/rwm3.20554>
- Liu, S., Song, F., Liu, F., Zhu, X., & Xu, H. (2012). Effect of planting density on root lodging resistance and its relationship to nodal root growth characteristics in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agricultural Science*, 4(12), 182. <https://doi.org/10.5539/jas.v4n12p182>
- Laverde, H., & Cruz, R. (1979). FORMACION DE MAZORCAS EN DIFERENTES NUDOS DEL EJE DE MAIZ ICA V-510. Tibaltara.
- López-González, A. S., Zúniga-González, C. A., Rangel-Cura, R. A., Dios-Palamares, R., Colón-García, A. P., & Quirós-Madrigal, O. J. (2016). Impacto de la productividad y eficiencia técnica de los granos básicos en Nicaragua, 1961 - 2013. *Rev. Iberoam. Bioecon. Cambio Clim.*, 2(1), 411-436. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v2i1.5682>
- MacFall, J. M. (2015). Hacia sistemas alimentarios resilientes a través de una mayor diversidad agrícola y abastecimiento local en las Carolinas. AESS.
- Medina Méndez, J., Alejo Santiago, G., Soto Rocha, J. M., & Hernández Pérez, M. (2018). Rendimiento de maíz grano con y sin fertilización en el estado de Campeche. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(SPE21), 4306-4316.
- Moltandin, J. (1994). Generalidades del Cultivo de Maiz. Editorial Feijóo, México.
- Murányi, E. (2015). Effect of plant density and row spacing on maize (*Zea mays* L.) grain yield in different crop year. *Columella-Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 2(1), 57-63. <https://doi.org/10.18380/SZIE.COLUM.2015.1.57>.
- Peña, J. L. (2011). Evaluacion de la produccion de Chilote en el cultivo de Maíz (*Zea mays* L) variedad HS-5G utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes "KC" y "KY", bajo Riego. Univerdad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Quemé, J. L., Zea, J. L., Perez, C., Castellanos, S., Bolaños, J., & Larios, L. (1997). *Respuesta a densidad de siembra y niveles de nitrógeno de tres cultivares de maíz evaluados en tres localidades de Guatemala (No. 631.523 S618 1993-1995)*. CIMMYT, Guatemala (Guatemala). Programa Regional de Maíz para Centro América y el Caribe.
- Reyes Castañeda, P. (1990). El Maiz y su cultivo. Mexico DF: AGT Editor.
- Somarriba Rodriguez, C. (1998). Granos Basicos: texto basico. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Salmeron, F. (2000). Evaluacion de diferente niveles de nitrógenos y densidad sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de Maíz (*Zea mays* L) . Managua, Nicaragua: Universidad Agraria .
- Shafi, M. O. H. A. M. M. A. D., Bakht, J. E. H. A. N., Ali, S. A. J. J. A. D., Khan, H. A. M. A. Y. O. O. N., Khan, M. A., & Sharif, M. O. H. A. M. M. A. D. (2012). Effect of planting density on phenology, growth and yield of maize (*Zea mays* L.). *Pak. J. Bot*, 44(2), 691-696.
- Songai, L. (2001). Understanding plant density effects on maize growth and development: An important issue to maximize grain yield. *Cienc. Rural*, 31: 159-168. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000100027>

- Valadabadi, S. A., & Farahani, H. A. (2010). Effects of planting density and pattern on physiological growth indices in maize (*Zea mays* L.) under nitrogenous fertilizer application. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 2(3), 040-047.
- Villacís Seme, J. Y. (2021). Evaluación de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de maíz (*Zea Mays* L.) sometido a tres densidades de siembra en la zona de ventanas, provincia de los Ríos. Bachelor's thesis, Quevedo-Ecuador.
- Zamora, R. B., Barreto, A. V., Vences, J. F., Parrales, F. S., Mendoza, J. P., & Macías, S. T. (2018). Crecimiento y producción del maíz, *Zea mays* L. en huertos biointensivos y convencionales en Lodana, Manabí, Ecuador. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 3(4), 3-7.