

Comportamiento morfofisiológico de variedades de maíz con arreglos espaciales

Morphophysiological behavior of maize varieties with spatial arrangements

DOI: 10.34188/bjaerv5n2-086

Recebimento dos originais: 20/01/2022

Aceitação para publicação: 31/03/2022

Modesto Osmar da Silva

Master en Producción Vegetal por la Universidad Nacional de Concepción/Facultad de Ciencias Agrarias

Local de trabajo: Universidad Nacional de Concepción

Dirección: Km 2, Ruta V General Bernardino Caballero, Paraguay

E-mail: dasilvaoviedomodesto@gmail.com

Alvaro Manuel Huerta Maciel

Master en Producción Vegetal por la Universidad Nacional de Concepción/Facultad de Ciencias Agrarias

Local de trabajo: Universidad Nacional de Concepción

Dirección: Km 2, Ruta V General Bernardino Caballero, Paraguay

E-mail: alvarohuer66@gmail.com

Eulalio Morel López

Master en Producción Vegetal por la Universidad Nacional de Concepción/Facultad de Ciencias Agrarias

Local de trabajo: Universidad Nacional de Concepción

Dirección: Km 2, Ruta V General Bernardino Caballero, Paraguay

E-mail: lopezeulalio@hotmail.com

Amílcar Servín Niz

Master en Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

Local de trabajo: Universidad Nacional de Concepción

Dirección: Km 2, Ruta V General Bernardino Caballero, Paraguay

E-mail: servinamilcar@gmail.com

Oscar Caballero Casuriaga

Master en Producción Vegetal por la Universidad Nacional de Concepción/Facultad de Ciencias Agrarias

Local de trabajo: Universidad Nacional de Concepción

Dirección: Km 2, Ruta V General Bernardino Caballero, Paraguay

E-mail: cabariaga1305@gmail.com

Derlys Fernando López Ávalos

Master en Producción Vegetal por la Universidad Nacional de Concepción/Facultad de Ciencias Agrarias

Local de trabajo: Universidad Nacional de Concepción

Dirección: Km 2, Ruta V General Bernardino Caballero, Paraguay

E-mail: derlysfernando@hotmail.com

Carolina Gonzalez Aquino

Egresada en Agronomía por la Facultad de Ciencias Agrarias/ Universidad Nacional de Concepción

E-mail: mayaraaquino003@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento morfofisiológico de variedades de maíz (*Zea mays*) con diferentes arreglos espaciales. La investigación fue realizada en la Escuela Agrícola Concepción ubicada en la zona de Rincón Luna en la localidad rural del distrito de Concepción en el Km 7 de la ruta Loreto entre los periodo enero/febrero del 2021. Los tratamientos utilizados fueron variedades de maíz Karape pyta y Crop 520 con diferentes arreglos espaciales. El diseño utilizado fue el de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con un esquema de parcelas divididas, siendo la parcela principal el arreglo espacial y la sub parcela las variedades en estudio, constituido por 8 tratamientos y 3 repeticiones, utilizando 24 unidades experimentales. Las determinaciones evaluadas fueron altura de la planta (cm), área foliar total, masa fresca y masa seca de la planta. Al encontrarse diferencia significativa entre tratamientos se realizó la comparación de medias mediante el test de Tukey al 5%. Para las variedades utilizadas en el experimento no se registraron diferencia significativa ($p>0,05$). No así para las determinaciones evaluadas que dieron resultados favorables para altura con arreglo 1 de 0,7 m x 0,2 m. En cuanto a las variables de masa fresca y masa seca de la planta de maíz el mejor resultado se registró con el arreglo 3 de 0,7 m x 0,3 m. Las variedades utilizadas no influyeron en esta investigación siendo los resultados estadísticamente iguales en las diferentes determinaciones evaluadas.

Palabras clave: *Zea mays*, variedades, arreglos espaciales.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the morphophysiological behavior of maize varieties (*Zea mays*) with different spatial arrangements. The research was carried out at the Concepción Agricultural School located in the Rincón Luna area in the rural town of the Concepción district at Km 7 of the Loreto route between the periods January / February 2021. The treatments used were Karape pyta maize varieties and Crop 520 with different spatial arrangements. The design used was the Completely Random Block Design (DBCA), with a divided plot scheme, with the main plot being the spatial arrangement and the subplot being the varieties under study, made up of 8 treatments and 3 replications, using 24 experimental units. The measurements evaluated were plant height (cm), total leaf area, fresh mass and dry mass of the plant. When a significant difference was found between treatments, the comparison of means was made using the Tukey test at 5%. For the varieties used in the experiment, no significant difference was recorded ($p>0.05$). Not so for the determinations evaluated that gave favorable results for height with arrangement 1 of 0.7 m x 0.2 m. Regarding the variables of fresh mass and dry mass of the corn plant, the best result was recorded with arrangement 3 of 0.7 m x 0.3 m. The varieties used did not influence this research, the results being statistically equal in the different determinations evaluated.

Keywords: *Zea mays*, varieties, spatial arrangements.

1 INTRODUCCIÓN

En Paraguay, el cultivo de maíz constituye un importante rubro tanto para la alimentación humana como animal, formando parte significativo entre los cultivos de renta en la agricultura a nivel nacional. Con respecto a su participación en el sector económico, el maíz aporta significativamente a la generación de divisas en el país. El rendimiento promedio del cultivo fue de 3750 kg ha⁻¹ para la zafra 2020/21 (CAPECO, 2021).

En las últimas décadas, el rendimiento de granos del maíz se ha mejorado bastante a través de una estrecha asociación entre los cambios en las prácticas de manejo y en el mejoramiento. La densidad de plantas es una de las prácticas que más ha cambiado (Tollenaar y Lee, 2002).

El maíz tiene un elevado potencial de rendimiento, pero muy sensible al estrés, esta característica determina su marcada respuesta al correcto ajuste en el manejo agronómico. Su crecimiento está relacionado directamente por la capacidad de capturar la luz solar para su fotosíntesis. Esa captura se cumple dependiendo de la estructura del cultivo y tipo de planta, de la cantidad y de su distribución en el terreno (Cirilo et al., 2006).

La densidad de población y el arreglo espacial de plantas tienen un efecto directo sobre el crecimiento del maíz y es de esperar que al variar las distancias entre surcos y entre plantas haya una expresión diferencial en los componentes de crecimiento y rendimiento del cultivo (Báez et al., 2002).

El maíz es una de las plantas cuya producción es muy consumida a nivel país por las familias, por lo que el aumento de la productividad por área de superficie es una necesidad urgente, y se debe implementar nuevas prácticas agronómicas (Ortigoza et al., 2019).

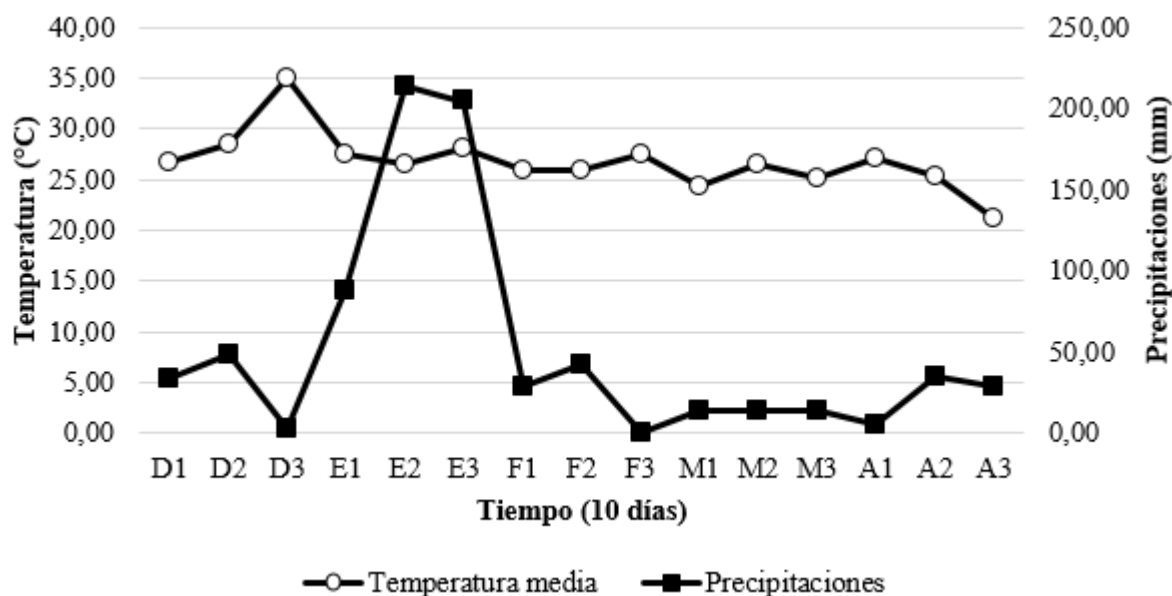
El rendimiento de este cultivo presenta escasa estabilidad frente a variaciones en la densidad, y se presenta de manera sensible a la disminución en la cantidad de recursos por planta en el periodo próximo a la floración. En consecuencia, resultase crítico a este cultivo el ajuste de la densidad de plantas (Andrade, 1996).

Por este motivo el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes arreglos espaciales en el desarrollo morfofisiológico del maíz.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en Escuela Agrícola Concepción ubicada en la zona de Rincón de luna en la localidad rural del distrito de Concepción en el Km 7 de la ruta Loreto. El periodo del experimento fue comprendido entre los meses de diciembre del 2020 a febrero del 2021.

Figura 1. Datos de precipitaciones y temperatura promedio en el periodo de diciembre a abril 2020/21. Concepción, Paraguay.



Las características del suelo permiten clasificarlo en el orden alfisol, sub grupo Mollic Paleudalf (López et al., 1995). Los atributos químicos del suelo, a una profundidad de 0-20 cm señalan: pH (H₂O): 6,0; M.O. (%): 1,00; P (Mehlich-1): 7,3 mg kg⁻¹ ; K: 0,16 cmolc dm⁻³ ; Ca + Mg: 3,10 cmolc dm⁻³; H+Al: 0,0 cmolc dm⁻³; V: 71,53%. Los datos promedio de precipitaciones y temperaturas cada 10 días durante la ejecución del experimento se muestran en la Figura 1 (DMH, 2021).

El diseño utilizado fue de bloques completos al azar, en un arreglo de parcelas sub divididas, la parcela principal estuvo compuesta por los arreglos espaciales (A1: 0,7 x 0,2 m; A2: 0,7 x 0,3 m; A3: 0,7 x 0,4 m; A4: 0,7 x 0,5 m) y la sub parcela por las variedades utilizadas (Karape pytá y Crop 520), totalizando 8 tratamientos y 3 repeticiones, en total se contó con 24 unidades experimentales, la superficie de cada unidad experimental fue de 28 m².

Luego de la delimitación del área experimental, se extrajeron muestras de suelo para el análisis correspondiente, la preparación del terreno para la siembra del maíz se realizó mediante prácticas culturales convencionales. El área total de la parcela experimental fue de 816,5 m².

La siembra se realizó en forma manual colocando dos semillas por hoyo. El arreglo espacial para la siembra fue establecido según los tratamientos especificados anteriormente. Conforme al análisis de suelo se aplicaron manualmente los fertilizantes minerales junto con la siembra en surcos e incorporado al suelo, usando como fuente urea 165 Kg.ha⁻¹, superfosfato triple 113 kg.ha⁻¹ y cloruro de potasio 100 kg.ha⁻¹. Así mismo se aplicó un fungicida con una base química de tebuconazole, triazol,; en dosis de 100ml para 20 L de agua para el control de enfermedades. El control de malezas se hizo en forma manual.

Los cuidados culturales que se realizaron después de la emergencia, fue el raleo de plantas dejando una sola planta por hoyo, prosiguiendo con la aplicación de un insecticida a base de profenofos y lufenuron, utilizando una dosis de 60ml en 20L de agua para el control de plagas.

Fueron evaluadas las siguientes variables: 1- **Altura de la planta (cm)**: Se midió desde el "cuello" hasta la parte superior de la planta, tomadas 10 plantas del área útil a los 30 y 60 DDS. 2- **Área foliar total (cm²)**: se midió el área foliar de cada hoja de 3 plantas del área útil con una cinta métrica. Para el cálculo del área foliar se utilizó la fórmula (largo x ancho máximo x 0,75cm), metodología propuesta por Muñoz et al. (1993), luego se realizó una sumatoria de los valores de cada hoja para determinar el área foliar total por planta. 3- **Masa verde (tn.ha⁻¹)**: se colectaron 5 plantas de del área útil, posteriormente se hizo el corte de raíz, para poder pesar por separado la parte aérea y raíz de la planta para lo cual se utilizó una balanza de precisión. 4- **Masa seca (tn.ha⁻¹)**: se utilizaron las plantas extraídas para la masa fresca, posteriormente se llevaron a la estufa a una temperatura de 65°C para su secado durante 5 días. Luego las muestras secas se pesaron en una balanza de precisión.

Los valores obtenidos en cada unidad experimental en función de las determinaciones fueron sometidos a análisis de varianza mediante el test F. La media de los tratamientos que resultaron con diferencia significativa fue comparada entre sí por el test de TUKEY al 5% de probabilidad.

3 RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la determinación de la altura de la planta se detectaron diferencias estadísticas altamente significativas para la parcela principal (arreglo espacial), a los 30 y 60 días después de la siembra (DDS), no obstante para la sub parcela (variedades), no se detectaron diferencias estadísticas significativas.

En la tabla 1, se visualizan las medidas obtenidas en la evaluación de las plantas respecto a su altura a los 30 y 60 días después de la siembra. Se puede notar que el arreglo 1 alcanzó a los 30 DDS la mayor altura, 63,33 cm, a los 60 días DDS, los mejores valores en altura fueron alcanzados por el arreglo 1 (140,83 cm), siendo este valor, similar estadísticamente al alcanzado por el arreglo 2 (124,16 cm) pero superior estadísticamente al valor obtenido por el arreglo 3 y 4. En cuanto a las variedades utilizadas no se observaron diferencias significativas, pero agrónomicamente la variedad Crop 520 obtuvo mejor comportamiento alcanzando una mayor altura a los 30 y 60 DDS.

Tabla 1. Comparación de medias para la variable altura de la planta (cm) de dos variedades de maíz sometidas a diferentes arreglos espaciales.

Parcela principal	Altura de la planta	
	30 DDS (cm)	60DDS (cm)
Arreglo 4	63,33 a	140,83 a
Arreglo 3	45,16 b	124,16 a b
Arreglo 2	45,00 b	108,33 b c
Arreglo 1	44,50 b	95,00 c
Sub parcela		
Crop 520	49 a	117,91 a
Karape pyta	50 a	116,25 a
MG	49,50	117,08
CV P. Principal	9,63%	12,03%
CV S. parcela	9,08%	9,38 %
DMS P. principal (5%)	9,52	28,16
DMS Sub parcela (5%)	4,23	10,34

CV: Coeficiente de variación. Medias seguidas por diferentes letras en la columna difieren estadísticamente entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Estos resultados nos muestran que las densidades poblacionales tienen efecto significativo en el crecimiento en altura de las plantas. Es interesante que los mayores valores se alcanzaron en los tratamientos con altas densidades de siembra, esto puede deberse a que en altas densidades las plantas promueven un crecimiento más rápido debido a la competencia por la luz solar.

Estos resultados fueron superiores a los obtenidos por Huerta (2016), quien en su investigación evaluó la altura de la planta del maíz a los 40 (47,36 cm), 50 (51,12 cm) y 60 (82,98 cm) días respectivamente después de la siembra reportando valores inferiores al del presente estudio. Esta diferencia pudo darse por las variedades utilizadas, la época de siembra que fue en invierno, lo cual desencadenó alturas inferiores en la planta de maíz.

En estudios conducidos por Begazo (2013), la altura de la planta aumentó al reducir el distanciamiento entre hileras, por un aumento en la competencia por luz. (Martínez et al. 2004), encontraron que la altura de la planta se ve afectada significativamente al aumentar la densidad poblacional. Según Rodríguez et al. (2003), estudiando el rendimiento del maíz sembrado en dos épocas y tres distancias entre hileras, encontraron que se obtuvieron mayores alturas en las plantas de maíz con las distancias entre hileras menores, los cuales concuerdan con los resultados obtenidos en esta investigación.

Guevara et al., (2015) plantean que, en densidades de siembra alta se puede producir competencia tanto en la hilera como entre hileras de siembra, en el presente trabajo se observa que a mayor densidad poblacional se obtiene mayor altura, ya que, el cultivo se ve obligado a buscar la luz solar que solo le ingreso por arriba.

Según Aguilar et al. (2018), Evaluando el comportamiento productivo del maíz híbrido en diferentes sistemas, densidades de siembra y riego localizado encontró una altura de 203 cm, 217 cm y 219 cm a los 60 días después de la siembra con densidades de 0,4 x 0,3 m, 0,7 x 0,3 m y 0,9 x 0,3 m, estos resultados fueron superiores a los obtenidos en esta investigación. Esto pudo ocurrir debido a que las plantas en estudio de esta investigación no contaron con un sistema de riego localizado el cual pudo haber afectado en los resultados.

Cervantes et al. (2009), evaluando la densidad de población y fertilización nitrogenada en la producción de semilla híbrida de maíz no encontraron diferencias significativas en la altura tanto para la densidad de población como para la fertilización nitrogenada, lo cual difiere con los resultados obtenidos en el presente estudio, esto puede deberse a que la altura puede ser fuertemente influenciadas por el genotipo y por el ambiente.

Para la variable de área foliar total se encontraron diferencias estadísticas significativas para la parcela principal (arreglo espacial), para la sub parcela (variedades), no se detectaron diferencias estadísticas significativas.

Tabla 2. Comparación de medias para área foliar total de dos variedades de maíz sometidas a diferentes arreglos espaciales.

Parcela principal	Área foliar total (cm²)
Arreglo 4	1890,53 a
Arreglo 3	1871,70 a
Arreglo 2	1754,20 a b
Arreglo 1	1574,12 b
Sub parcela	
Crop 520	1827,85 a
Karape pyta	1717,43 a
MG	1772,64
CV P. principal	7,01%
CV Sub parcela	7,80%
DMS P. principal (5%)	248,4
DMS Sub parcela (5%)	130,28

CV: Coeficiente de variación. Medias seguidas por diferentes letras en la columna difieren estadísticamente entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

En la tabla 2, se observan los resultados obtenidos para el área foliar de las plantas de maíz, con respecto a la parcela principal (Arreglos espaciales), utilizando el arreglo 4 (70 cm x 50 cm) se obtiene un mayor desarrollo foliar, el cual es estadísticamente superior al valor obtenido con el arreglo 1 (A1), constatando una diferencia de 316,41 cm².

Esto puede deberse a que las plantas que crecieron a densidades de población bajas tuvieron menor competencia por luz, agua y nutrientes, lo que ayudó a que se generaran doseles de follaje más vigoroso y de mayor superficie.

En esta determinación las variaciones en la densidad de siembra no afectan de manera importante el crecimiento y desarrollo del cultivo, por lo que se plantea que entre los factores que inciden en el potencial de producción, se destacan la radiación por su influencia sobre la tasa de crecimiento y a la temperatura, como condicionantes fundamentales del desarrollo, en cuanto a las variedades utilizadas no se observaron diferencias significativas, pero agronómicamente la variedad Crop 520 obtuvo mejores valores de área foliar.

El área foliar de la planta depende de la altura a la que se llega, por lo tanto menores alturas en plantas se traducirán en menor área foliar total (Sanchez et al., 2011). Esto se evidencia en los valores superiores de área foliar alcanzados en el experimento realizado, resultados similares fueron obtenidos por Rincon et al. (2008).

Peña et al. (2006), aseguraron que el menor rendimiento de algunos híbridos de maíz forrajero, se explica por su menor porte y su reducida área foliar.

Según Masarirambi et al. (2012), mencionan que las bajas densidades poblacionales se asocian con mayores producciones en el área foliar (AF) de la planta y viceversa, por lo tanto, se explican los resultados obtenidos en el trabajo.

Este resultado coincide con lo mencionado de López (1991) quien afirma que el aumento de la densidad de plantas incrementa fuertemente el índice de área foliar en etapa vegetativa de las plantas. Esto se debe a que una menor distancia entre surcos permite cubrir mejor el suelo y capturar más luz desde etapas tempranas del cultivo, incrementando la producción de biomasa (Cirilo et al., 1996).

Lo anteriormente expresado nos lleva a deducir que el distanciamiento de 70 cm x 40cm para las variedades de maíz en estudio nos permite un mejor aprovechamiento de la luz solar que el distanciamiento de 70 cm x 50cm. Podemos inferir que la mayor superficie de hojas debida a la menor densidad de siembra no implica auto sombreadamiento que afecte la tasa fotosintética del cultivo en las etapas estudiadas.

De acuerdo al análisis de varianza se observó diferencias altamente significativas con respecto a la parcela principal (arreglos espaciales), haciendo un análisis de la tabla 3, se constata que la mayor acumulación de masa fresca se obtuvo con el arreglo 1, alcanzando valores de 11,07 tn.ha⁻¹, siendo estadísticamente superior a los resultados obtenidos por los arreglos 2, 4 y 3 respectivamente. La producción de materia fresca reflejó una disminución progresiva a medida que disminuía la densidad poblacional, es decir al aumentar la distancia entre plantas.

Se evidencia que la producción de masa fresca fue mayor al disminuir la distancia de siembra entre plantas, obteniéndose la mayor producción cuando la distancia entre plantas fue de 0,7 x 0,2 m. Estos resultados pueden deberse a la mayor población de plantas por metro cuadrado,

lo cual explica una mayor acumulación de biomasa por unidad de superficie. Con respecto a las parcelas secundarias (Variedad), no se detectaron diferencias estadísticas, en cambio agronómicamente la variedad karape pyta, obtuvo el valor más alto en masa fresca, en comparación a la variedad Crop 520.

Este resultado coincide con lo mencionado de López (1991) quien afirma que el aumento de la densidad de plantas incrementa la producción de masa verde. La producción de masa verde fue superior a altas densidades de siembra que a bajas, situación similar a la indicada por Cuomo et al. (1998).

Así también datos similares se obtuvieron en el trabajo de Amador y Boschini (2000), quienes evidenciaron que la producción de materia verde es mayor al reducirse la distancia de siembra entre plantas, obteniéndose la mayor producción cuando la distancia entre plantas disminuía.

Tabla 3. Comparación de medias para masa fresca de dos variedades de maíz sometidas adiferentes arreglos espaciales.

Parcela principal	Masa fresca (tn.ha⁻¹)
Arreglo 1	11,07 a
Arreglo 2	4,55 b
Arreglo 4	3,60 b
Arreglo 3	3,36 b
Sub parcela	
Karape pyta	5,73 a
Crop 520	5,56 a
MG	5,65
CV P. principal	33,91 %
CV Sub parcela	51,11 %
DMS P. principal (5%)	3,83
DMS Sub parcela (5%)	2,71

CV: Coeficiente de variación. Medias seguidas por diferentes letras en la columna difieren estadísticamente entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

El análisis de varianza para la variable masa seca detectó diferencias altamente significativas con respecto a la parcela principal (arreglos espaciales), al observar la tabla 4, se constata que la mayor acumulación de masa seca se obtuvo con el arreglo 1, alcanzando valores de 4,10 tn.ha⁻¹, siendo estadísticamente superior a los resultados obtenidos por los arreglos 2, 4 y 3 respectivamente. La producción de materia seca se comportó en forma decreciente, ya que a medida que la población de plantas disminuía, la masa seca también lo hacía, esto se puede explicar debido a que una mayor cantidad de plantas por unidad de superficie, tendrá una mayor acumulación de biomasa seca.

Con respecto a las parcelas secundarias (Variedad), no se detectaron diferencias estadísticas, en cambio agronómicamente la variedad karape pyta, obtuvo el valor más alto en masa seca, en comparación a la variedad Crop 520.

Los valores obtenidos en este trabajo fue similar a lo reportado por Morales et al. (2016), quienes expresaron que cuando se incrementa el número de plantas por unidad de superficie, la respuesta de la planta es superior, porque una mayor cantidad plantas debe representar una superficie foliar superior y, por tanto, una posible capacidad fotosintética más alta, lo que se traduce en más materia seca acumulada.

El efecto de densidades sobre el rendimiento de forraje coincide con lo encontrado por Cuomo et al. (1998), quienes registraron rendimientos superiores a los de este trabajo, alcanzando 18 tn.ha⁻¹ de masa seca con un arreglo de 0,8 x 0,2 m. Pero difieren con los resultados de Cusicanqui et al., (1999), quienes reportaron rendimientos de masa seca de 1,43 tn.ha⁻¹ con arreglo de 0,7 x 0,2 m. Esto debido a las diferencias de manejo y material genético utilizado en su estudio.

Tabla 4. Comparación de medias para la variable masa seca de dos variedades de maíz sometidas a diferentes arreglos espaciales.

Parcela principal	Masa seca de la parte aérea (tn.ha⁻¹)
Arreglo 1	4,10 a
Arreglo 2	1,68 b
Arreglo 4	1,33 b
Arreglo 3	1,24 b
Sub parcela	
Karape pyta	2,12 a
Crop 520	2,06 a
MG	2,09
CV P. principal	33,93%
CV Sub parcela	51,03%
DMS P. principal (5%)	1,41
DMS Sub parcela (5%)	1,00

CV: Coeficiente de variación. Medias seguidas por diferentes letras en la columna difieren estadísticamente entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Machinandiarena et al (2013) encontraron incrementos en el rendimiento total de materia seca del maíz con el aumento de la densidad de plantas, lo cual coincide con los valores obtenidos en el trabajo, donde la materia seca también aumenta con mayores densidades de plantas Ferreira et al (2014) no detectaron efecto del híbrido sobre el rendimiento del cultivo de maíz evaluando cuatro densidades de plantas, produciendo 19,268 tn.ha⁻¹ de materia seca, valor superior al encontrado en el presente ensayo, el cual podría deberse al tipo de híbrido utilizado y las condiciones climáticas del lugar.

4 CONCLUSIONES

En las condiciones que se desarrolló esta investigación se puede concluir que: La densidad de siembra tuvo un efecto significativo en la altura de las plantas; los tratamientos de mayor densidad produjeron plantas con menores alturas en ambas variedades.

El arreglo espacial ,70 x 0,30 permite un mayor porcentaje de producción de masa verde y masa seca pudiendo ser utilizado en las dos variedades. Las variedades utilizadas no influyeron en esta investigación siendo los resultados estadísticamente iguales en las diferentes determinaciones evaluadas.

REFERENCIAS

- AGUILAR, R. L., GARCÍA, A. T., ARDISANA, E. H., TÉLLEZ, O. F., MANTUANO, F. V., & QUIMIS, W. P. Comportamiento productivo del maíz híbrido Agri-104 en diferentes sistemas, densidades de siembra y riego localizado. **Revista ESPAMCIENCIA**. v. 9, n. 2, p 124-130, 2018.
- AMADOR, A.; BOSCHINI, C. Fenología productiva y nutricional del maíz para la producción de forraje. **Agronomía Mesoamericana** v. 11, n. 1, p 171-177, 2000.
- ANDRADE F.; CIRILO A.G.; UHART S.; OTEGUI, M. 1996. Ecofisiología del Cultivo de Maíz. Editorial La Barrosa- EEA Balcarce, CERBAS, INTA-FCA, UNMP (Eds.). Dekalb Press. Buenos Aires, p 292, 1996.
- BÁEZ, G.; CHEN, P.; TISCAREÑO, M.; SRINIVASAN, R. Using satellite and field data with crop growth modeling to monitor and estimate corn yield in Mexico. **Crop Sci**. V.42, n. 6, p. 1943-1949, 2002.
- BERNARDI, A. C. 2009. Doses e formas de aplicação da adubação potássica na rotação soja, milho e algodão em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 2, p. 158-167, 2009.
- BGAZO, J. L. Marco de siembra en el rendimiento de maíz morado (*Zea mays* L.) "Ecotipo Arequipeño" en la irrigación Majes. Arequipa, Perú: UNSAA, FCBA. 2013
- CAPECO. Cámara paraguaya de exportadores de cereales y oleaginosas. Sitio web, disponible en: www.capeco.org.py, 2021.
- CAVALINI, P. F.; SEVILHA, A.; CRUZ, R. M. S. da; ALBERTON, O. Resposta da soja a épocas de aplicação de potássio em cobertura. **Arq. Ciênc. Vet. Zool.** UNIPAR, Umuarama, v. 21, n. 1, p. 23-28, 2018.
- CERVANTES, F.; COVARRUBIAS, J; RANGEL, J.; TERRÓN, A.; MENDOZA, M.; PRECIADO, R. Densidad de población y fertilización nitrogenada en la producción de semilla híbrida de maíz. **Agronomía Mesoamericana** , v. 24, n. 1, p 101-110, 2013
- CIRILO A.G. Y OTEGUI M.E. El cultivo de maíz y la intensificación de la agricultura en la región pampeana: intercultivos y dobles cultivos. Horizonte A. Magazine de las Ciencias Agrarias. Nesa Ed., Buenos Aires, ARG. v 3, n 12, p 6 – 13, 2006
- CUOMO, G.; REDFEARN, D.; BLOUIN, D. Plant density effects on tropical corn forage mass, morphology, and nutritive value. **Agronomy Journal**. v. 90, p 93-96, 1998
- CUSICANQUI J, J G LAUER. Plant density and hybrid influence corn forage yield and quality. **Agron. J**. v. 91, p 911-915, 1999
- DMH (DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA). Datos de los parámetros meteorológicos, Paraguay. <https://www.meteorologia.gov.py/emas/>, 2021.
- FERREIRA, G; ALFONSO, M; DEPINO, S; ALESSANDRI, A. Effect of planting density on nutritional quality of green-chopped corn for silage. **J. Dairy Science**. v. 97, p 1-4, 2014.

GUEVARA, A., BARCENAS, G., SALAZAR, F. R., GONZÁLEZ, E. Y SUZÁN, H. Alta densidad de siembra en la producción de maíz con irrigación por goteo subsuperficial. **Agrociencia** v. 39, n. 4, p 431-439, 2015.

HUERTA, A. Aprovechamiento del nitrógeno por el maíz (*Zea maíz* L.) transgénico RR2 con la aplicación de inoculante (*Azospirillum brasiliense*). Concepción PY. FCA. UNC.p 76, 2016.

LOPEZ, L. Cultivos Herbáceos; Cereales, Vol. I Madrid, Mundi-Prensa, p 549, 1991.

MARTÍNEZ, M.; PÉREZ, M. Efecto de tres densidades de siembra y cuatro niveles de fertilización nitrogenada sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del maíz (*Zea mays* L.) Híbrido H-INTA-991, Masatepe, Masaya. Nicaragua: UNA, Facultad de agronomía - Programa de Recursos Genéticos Nicaragüenses, 2004

MASARIRAMBI, M., F. MANDISODZA, A. MASHINGAIDZE Y E. BHEBHE. Influence of plant population and seed tuber size on growth and yield components of potato (*Solanum tuberosum*). **Int. J. Agric. Biol.** v. 14, n. 4, p 545-551, 2012.

MACHINANDIARENA, L ; CAMARASA, J ; BARLETTA, P ; SCHENEITER, J. Effect of plant density on yield and forage quality of corn for silage. En: Proceedings of the 22nd International Grasslands Congress, 2013.

MORALES, D.; DELL, J.; JEREZ, E.; HERNÁNDEZ, Y. & MARTÍN, R. Efecto del QuitoMax R en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). **Cultivos Tropicales**, v. 37, n. 1, 142-147. ISSN: p 1819-4087, 2016.

ORTIGOZA J.; LÓPEZ, C. A.; GONZÁLEZ J. D. Guía técnica cultivo de maíz. : Facultad de Ciencias Agrarias - UNA, 2019.

PEÑA, RA; GONZÁLEZ, CF; NÚÑEZ, HG; MACIEL PLH. Producción y calidad forrajera de híbridos precoces de maíz en respuesta a fechas de siembra, nitrógeno y densidad de población. **Revista Fitotecnia Mexicana**. v. 29, n. 3, p 207-213, 2006.

RINCÓN, A.; LIGARRETO, G. Fertilidad y extracción de nutrientes en la asociación maíz pastos en suelos ácidos del piedemonte Llanero de Colombia. **Agronomía Colombiana** v. 26, n. 2, p 322-331, 2008.

RODRÍGUEZ, M. J. Comportamiento agronómico de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en estado de choclo cultivados a dos distancias de siembra. tesis de ingeniería. Guayaquil - Ecuador:UG, 2016.

SÁNCHEZ, M.; AGUILAR, C.; VALENZUELA, N.; SÁNCHEZ, C.; JIMÉNEZ, M.; VILLANUEVA, C. Densidad de siembra y crecimiento de maíces forrajeros **Agronomía Mesoamericana**, v. 22, n 2, p. 281-295, 2011.

TOLLENAAR, M., LEE, E.A. Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. **Field Crops Res.** 75, p 161-169, 2002.