

Arreglo espacial del algodón cv NuOpal (BGRR) bajo las condiciones edafoclimáticas del nordeste del departamento de Itapúa

Spatial arrangement of cotton variety NuOpal (BGRR) under soil and climatic conditions of northern Itapúa

Lidia Quintana^{1*}, José Miguel Quintana¹, Marco Maidana¹ y Aldo Ortiz¹

¹ Docentes investigadores. Departamento de Extensión e Investigación, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad Nacional de Itapúa (FaCAF/UNI), Paraguay.

*Autor para correspondencia (lviedmaq@gmail.com).

Recibido: 01/11/2013; Aceptado: 18/11/2013.

RESUMEN

En la finca experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad Nacional de Itapúa, sede Natalio, se realizó una investigación con el objetivo de estudiar la respuesta del algodón de la variedad transgénica NuOpal (BGRR) a la siembra en diferentes espaciamentos entre surcos y entre plantas, durante el periodo agrícola de noviembre 2012 a abril 2013. Los tratamientos bajo estudio fueron distribuidos en un arreglo de parcelas divididas siendo la parcela principal el distanciamiento entre plantas (10 y 20 cm) y las subparcelas distancia entre hileras (38, 50, 75 y 100 cm) en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: inicio de floración, altura de planta, diámetro del tallo, número de ramas fructíferas, número de cápsula, número de capullos, peso del capullo y rendimiento de algodón en rama. Para el procesamiento de datos se realizó el análisis de varianza, y las variables que resultaron con diferencias significativas fueron ajustadas a una ecuación de regresión. Se observaron diferencias significativas para todas las variables, excepto en inicio de floración. Los mejores rendimientos fueron observados en la distancia entre plantas de 20 cm (3.394 kg/ha) y 38 cm entre hileras (3.580 kg/ha), decreciendo en forma lineal al aumentar el espacio entre hileras.

Palabras clave: Arreglo espacial, *Gossypium hirsutum* L., NuOpal (BGRR), rendimiento.

ABSTRACT

In the experimental farm of the Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad Nacional de Itapúa, Natalio headquarters, a research was conducted with the objective of studying the response of transgenic cotton variety NuOpal (BGRR) seeded at different row spacing and distance between plant, from November 2012 to April 2013. The studied treatments were arranged in a split plot, were main plot being the distance between plants (10 and 20 cm) and subplots row spacing (38, 50, 75 and 100 cm) in a complete block design with four replications. The variables evaluated were: beginning of flowering, plant height, stem diameter, number of fruiting branches, number of ball, number of seed cotton, weight of seed cotton and seed cotton yield per plant. Data was analyzed using ANOVA and the variables with significant differences were adjusted by regression equations. Significant differences were observed for all variables except the beginning of flowering. The best yields were observed when distance between plants were 20 cm (3,394 kg/ha) and 38 cm between rows (3,580 kg/ha), decreasing linearly with increasing row spacing.

Key words: *Gossypium hirsutum* L., NuOpal (BGRR), spatial arrangement, yield.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del algodón (*Gossypium hirsutum* L.) cumple un rol relevante en la economía paraguaya al involucrar a varios sectores de la sociedad, tales como productores primarios, comerciantes, intermediarios, desmotadoras y manufacturas que forman parte, en conjunto de los llamados clúster de producción.

La tecnología de producción del algodón a nivel mundial, ha experimentado grandes cambios en la última década. De todas las biotecnologías disponibles y aplicadas al textil, la que incidió más profundamente en el manejo del cultivo fue la tolerancia a herbicidas, concretamente al glifosato (RR). La eficacia de herbicidas ocasionó el abandono de las prácticas mecánicas o manuales de control de malezas que anteriormente condicionaba especialmente el espaciamiento entre hileras, para permitir las labores a cargo del productor con implementos a tracción animal.

En los países vecinos como la Argentina y el Brasil la posibilidad de estrechar la distancia entre surcos y así aumentar la densidad de plantación también se vio facilitada por el mayor acceso a maquinarias, que sustituyó al laboreo manual (siembra, fertilización, carpadas, cosecha) ante la escasez de mano de obra y los incrementos de costo de jornal. Con dicha tecnología, fue posible aumentar la densidad de 40 a 80 mil plantas/ha, tradicional en la tecnología del pequeño productor, a 200.000-250.000 plantas/ha. Asimismo, con el uso de reguladores de crecimiento, que limita la altura de planta y el desarrollo excesivo del follaje se facilitó la cosecha mecánica del algodón.

En el departamento Itapúa, es muy frecuente el acceso de los pequeños productores a labores mecanizadas del cultivo de algodón, bajo esquemas de alquiler. Con esta tecnología se obtiene en promedio un aumento de aproximadamente 30% del rendimiento por hectárea (Cousiño 2013). Sin embargo, la especificidad del clima y de los tipos de suelo de la Región Oriental, difieren de los países vecinos, por lo cual se debe validar esta tecnología en las condiciones edafoclimáticas locales a fin de realizar el estudio de su respuesta física a la realidad nacional.

En Paraguay existe escasa investigación para definir una tecnología de producción de algodón bajo un sistema de surcos estrechos, por lo que el objetivo de este trabajo fue estudiar el comportamiento de la variedad transgénica de algodón NuOpal (BGRR) en diferentes espaciamientos entre hileras y plantas.

METODOLOGÍA

El experimento se realizó en la finca experimental de la

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Nacional de Itapúa, sede Natalio, Departamento de Itapúa, ubicado a 120 km de Encarnación, cuya fertilidad de suelo en materia orgánica fue de nivel medio (2,3%.); Fosforo, bajo (4,9 ppm); Potasio, alto (0,25 cmol/kg) y un pH ácido de 5,2.

La siembra fue realizada el 1 de noviembre del 2012 en forma manual utilizando una parcela de siembra directa en un suelo de textura franco arcilloso. El material genético utilizado fue el cultivar NuOpal, BGRR. Los tratamientos fueron distribuidos en un arreglo de parcelas divididas, siendo la parcela principal el distanciamiento entre plantas (10 y 20 cm) y las sub parcelas las distancia entre hileras (38, 50, 75 y 100 cm), lo cual permitió tener una población de 263.158, 200.000, 133.333, 100.000 plantas/ha (10 cm entre plantas) y 131.579, 100.000, 66.667 y 50.000 plantas/ha (20 cm entre plantas), dispuestas en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por ocho hileras de 5 m de largo.

Se aplicó como fertilizante de base la formulación 15-15-15 de NPK en dosis de 300 kg/ha. A los 56 días después de la siembra (DDS) se aplicó urea como fertilizante de cobertura en dosis de 60 kg/ha. Para el control de malezas se aplicó glifosato 48% en dosis de 2,5 l/ha a los 23 DDS. Posteriormente, se efectuó en forma manual en dos ocasiones a los 45 y 63 DDS, debido a la presencia de malezas que no han sido controladas (*Ipomeasp* y *Digitalia insularis*).

Para el control de plagas fueron aplicados insecticidas en forma periódica en base a los monitoreos realizados. Se detectó masivo ataque del picudo (*Anthonomus grandis*) y pulgón (*Aphis* spp.). A los 41, 55 y 82 DDS se utilizó insecticidas como Imidacloprid 15% +alfacipermetrina 12,5% (0,24 l/ha). A los 66, 75, 103 y 112 DDS Clorpirifos 48% (0,9 l/ha) + Cipermetrina 25% (0,36 l/ha). A los 94 DDS Thiodicarb 28% + Imidacloprid 21% (0,6 l/ha).

Como regulador de crecimiento se aplicó Cloromecuato 75% (110 cm³/ha) a los 55 y 75 DDS. Previo a la cosecha se aplicó un defoliante Thidiazurón (0,5 l/ha). La cosecha se realizó a los 141 y 150 DDS.

Las variables evaluadas fueron:

Altura de planta (cm): fue medida al finalizar el crecimiento vegetativo, posterior a la aplicación del regulador de crecimiento. Fueron marcadas 10 plantas al azar dentro de la parcela útil y se midieron desde el suelo hasta la inserción de la última hoja.

Diámetro del tallo (mm): en base a las 10 plantas seleccionadas al azar de la parcela útil, previamente marcadas, se midió el diámetro del tallo a unos 5 cm del suelo mediante la utilización de un calibrador Vernier.

Inicio de floración: esta variable fue evaluada contabilizando el número de plantas que abrieron su primera flor y fue anotado como días a inicio de floración cuando el 50% del *stand* de plantas abrió su primera flor. Se consideró como días a inicio de floración desde la emergencia hasta el día de la apertura de la primera flor.

Número de ramas fructíferas: en base a las 10 plantas seleccionadas al azar de la parcela útil, previamente marcadas, se contaron las ramas fructíferas emitidas por cada planta.

Número de cápsula por planta: en base a las 10 plantas seleccionadas al azar de la parcela útil, previamente marcadas, se contaron las cápsulas por planta.

Número y peso promedio del capullo: después de cosechar la parcela útil, el algodón en rama fue colocado en una bolsa arpillera y se contaron los capullos por planta y posteriormente se pesaron 100 capullos y se promedió en g/capullo.

Rendimiento de fibra en rama: se procedió a la cosecha del algodón en rama, se determinó la humedad del mismo y posteriormente se transformó el valor de la parcela útil a kilogramos por hectárea. La fórmula utilizada fue $\text{Kg/ha} = (\text{Peso de campo} / \text{Sup. Parcela útil}) * 10.000 * (H^{\circ} - 87/100)$.

Los datos obtenidos fueron ordenados en una planilla electrónica y posteriormente se realizó el análisis de varianza con el software estadístico Infostat versión 2013. Las variables que resultaron con diferencias significativas fueron ajustadas a una ecuación de regresión con la inclusión del coeficiente de determinación R².

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Días a inicio de floración

El inicio de floración, no fue afectado por los tratamientos, ocurriendo en promedio a los 64 días después de la emergencia (**Tabla 1**).

Los resultados obtenidos en este experimento son similares a lo reportado por Sierra et al. (2010), quienes utilizando distancia entre hileras de 1,0; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6 y 0,5 m no obtuvieron diferencias significativas en esta variable.

Tabla 1. Días a inicio de floración del algodón cv. NuOpal (BGRR) en diferentes arreglos espaciales. Natalio 2012-2013.

Distancia entre hileras \ Distancia entre plantas	38 cm	50 cm	75 cm	100 cm	Promedio
20 cm	63	62	64	64	64
10 cm	64	64	64	63	64
Promedio	64	63	64	65	64
Fc parcela principal					0,03 ^{ns}
Fc sub parcela					0,53 ^{ns}
Fc interacción					1,06 ^{ns}

^{ns}no significativo.

Altura de planta

La altura de planta (**Tabla 2**) presentó diferencias estadísticas significativas para distancia entre plantas, pero no en la distancia entre hileras e interacción de los efectos estudiados. Se observaron mayor altura de planta en los tratamientos con distancia entre plantas de 10 cm.

Los resultados obtenidos en este experimento concuerdan con lo reportado por Sierra et al. (2010), quienes utilizando distancias entre hileras de 1,0; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6 y 0,5 m no obtuvieron diferencias significativas para la altura de planta.

Sin embargo, según Gaytan et al. (2004) el espaciamento entre hileras afecta la altura de planta, en donde se observó una mayor altura de planta cuando se lo sembró en surcos de 76 cm (testigo), comparado a siembras en surcos de 50 cm.

Tabla 2. Altura de planta del algodón cv. NuOpal (BGRR) en diferentes arreglos espaciales. Natalio 2012-2013.

Distancia entre hileras \ Distancia entre plantas	38 cm	50 cm	75 cm	100 cm	Promedio
20 cm	73	76	76	74	75
10 cm	81	79	83	73	79
Promedio	77	77	79	73	77
Fc parcela principal					10,7*
Fc sub parcela					0,9 ^{ns}
Fc interacción					0,94 ^{ns}

*Diferencias significativas al 5%. ^{ns}no significativo.

Diámetro del tallo

Para el diámetro de tallo se observó diferencias altamente significativas por efecto de la distancia entre plantas e hileras. Para las distancias entre plantas, el mayor valor se observa con el distanciamiento de 20 cm entre plantas y 100 cm entre hileras (9,2 mm), la misma tendencia se observa con 10 cm entre plantas (6,4 mm) (**Tabla 3**). La ecuación de regresión presentó una tendencia lineal donde se observa un aumento de diámetro de 0,3 mm por cada 10 cm que aumenta el espaciamento entre hileras (**Figura 1**).

Tabla 3. Diámetro del tallo (mm) del algodón cv. NuOpal 404 BGRR en diferentes arreglos espaciales. Natalio 2012-2013.

Distancia entre hileras\ Distancia entre plantas	38 cm	50 cm	75 cm	100 cm	Promedio
20 cm	6,6	7,2	8,4	9,2	7,8
10 cm	5,3	5,3	5,3	6,4	5,6
Promedio	5,9	6,2	6,9	7,8	6,7
Fc parcela principal					23,5**
Fc sub parcela					10,3**
Fc interacción					2,8 ^{ns}

** Diferencias significativas al 1%, ^{ns} no significativo.

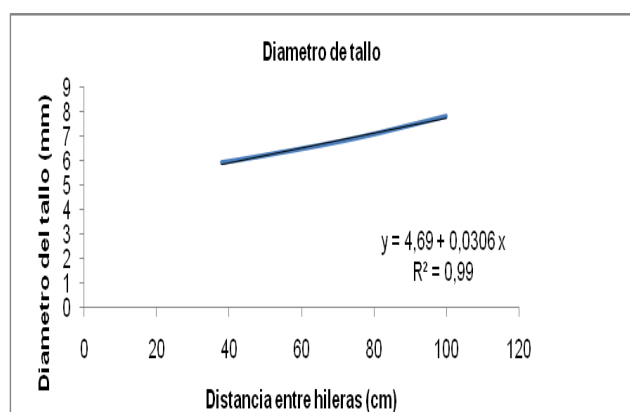


Figura 1. Curva ajustada del diámetro de tallo del algodón cv. NuOpal (BGRR), en función a las distancias ente hileras. Natalio 2012-2013.

Número de ramas fructíferas

La cantidad de ramas fructíferas por planta denotó efecto significativo de la distancia entre hileras, observándose una disminución de 0,6 ramas fructíferas por cada 10 cm de aumento en la distancia entre hileras (**Figura 2**). La mayor cantidad de ramas fructíferas fue obtenida con el arreglo espacial de 10 y 20 cm entre plantas y 100 cm entre hileras (**Tabla 4**).

Tabla 4. Número de ramas fructíferas del algodón cv. NuOpal 404 BGRR en diferentes arreglos espaciales. Natalio 2012-2013.

Distancia entre hileras\ Distancia entre plantas	38 cm	50 cm	75 cm	100 cm	Promedio
20 cm	6,2	7,7	9,7	10,4	8,5
10 cm	5,0	6,3	7,1	9,0	6,8
Promedio	5,6	7	8,4	9,6	7,6
Fc parcela principal					91,85**
Fc sub parcela					57,51**
Fc interacción					1,74 ^{ns}

**Diferencias significativas al 1% ^{ns} no significativo

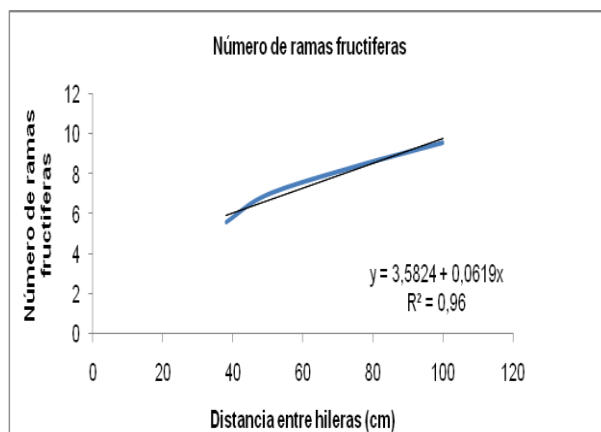


Figura 2. Curva ajustada del número de ramas fructíferas por planta del algodón cv. NuOpal (BGRR), en función a las distancias entre hileras. Natalio 2012-2013.

Número de cápsulas

El número de capsulas denotó la existencia de una interacción significativa producida por la distancia entre hileras y plantas, situación que genera el ajuste de una ecuación de regresión para ambos grupos. En los tratamientos cuya distancia entre plantas fue de 10 cm se observó que la cantidad de cápsulas de algodón por planta se incrementó en forma lineal y positiva, con el aumento de la distancia entre hileras, a razón de 0,8 capsulas por cada 10 cm de distanciamiento entre hileras (**Figura 3**). En lo referente a los tratamientos con 20 cm entre plantas se ajustó una ecuación de segundo grado, en la que se observó un incremento del número de cápsulas hasta 79 cm, distancia en la cual se obtuvo el mayor número de cápsulas que fue 10,5 (Fig. 3). Tarragó (2010), reportó una tendencia de disminución de número de cápsulas por planta con el incremento de la densidad en todos los tratamientos ensayados (0,35; 0,52; 0,70 y 1,04 m) de distancia entre hileras.

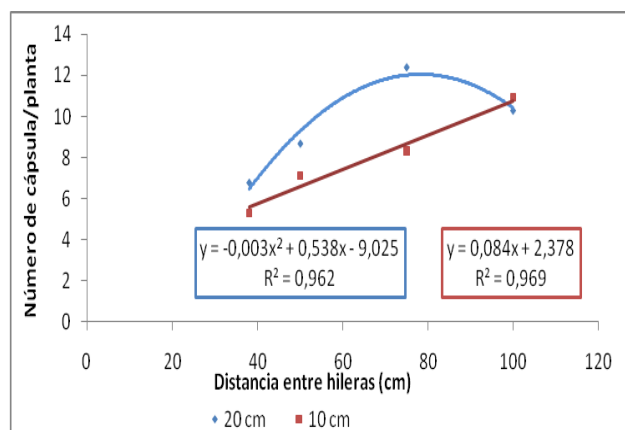


Figura 3. Curva ajustada del número de capsulas por planta del algodón cv. NuOpal (BGRR), en función a las distancias ente hileras, para distancia entre plantas de 10 y 20 cm. Natalio 2012-2013.

Número de capullos

El número de capullos por planta mostró una interacción significativa para, la distancia entre plantas e hileras. La ecuación de regresión para el tratamiento con 20 cm entre plantas presentó una tendencia lineal y positiva, indicando que por cada 10 cm en que se incrementa la distancia entre hileras existe un aumento de 1,2 capullos (Figura 4). Estos resultados son diferentes a los obtenidos por Gaytan et al. (2004) quienes no reportaron diferencias significativas en el número de capullos cuando se sembraron a distancias de 50, 76, 90 y 140 cm entre hileras.

Cuando se sembró el algodón con una distancia de 10 cm plantas, se obtuvo el mayor número de capullos con una separación de 90 cm entre hileras (Figura 4).

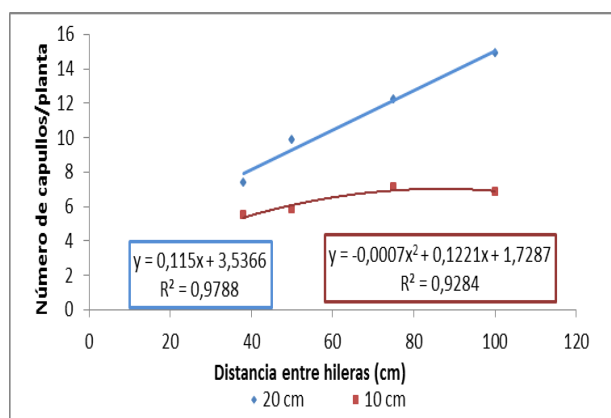


Figura 4. Curva ajustada del número de capullos por planta del algodón cv. NuOpal (BGRR), en función a las distancias ente hileras, para distancia entre plantas de 10 y 20 cm. Natalio 2012-2013.

Peso de capullo

En el peso de capullo (Tabla 5) se observó que la distancia de 20 cm entre plantas promovió la mayor media (7,7 g), los tratamientos cuya distancia entre plantas fue de 10 cm presentaron la media más baja (7,2 g). El efecto de la distancia entre hileras sobre el peso de capullo no fue significativo y no se constató la interacción entre distancia entre plantas e hileras.

Gaytan et al. (2004) no reportaron diferencias significativas en distanciamientos de 50, 76, 90 y 140 cm entre hileras, siendo sus resultados similares a los obtenidos en este experimento.

Rendimiento de algodón en rama

El rendimiento de algodón en rama denotó diferencias altamente significativas para los efectos de distancia entre hileras y significativo para distancia entre plantas, no hubo diferencias significativas para la interacción de la distancia entre plantas e hileras (Tabla 6). El rendimiento obtenido con la distancia de 20 cm entre plantas (3.394 kg/ha) fue

superior al de 10 cm (3.067 kg/ha), esto puede deberse al hecho que en el número de capullos/planta los más altos valores se observaron para los tratamientos con 20 cm entre hileras.

Tabla 5. Peso de capullos del algodón en rama en g/capullo en diferentes arreglos espaciales. Natalio 2012-2013.

Distancia entre hileras\ Distancia entre plantas	38 cm	50 cm	75 cm	100 cm	Promedio
20 cm	7,2	7,9	7,8	8	7,7
10 cm	7,1	7,2	7,3	7,1	7,2
Promedio	7,1	7,5	7,6	7,5	7,4
Fc parcela principal					4,47 ^{ns}
Fc sub parcela					0,81 ^{ns}
Fc interacción					0,57 ^{ns}

^{ns}no significativo.

Con relación al efecto de las distancias entre hileras se observó que la menor distancia (38 cm) correspondiente a la mayor densidad, arrojó la mayor media (3580 kg/ha), mientras que al aumentar las distancias, se reducen los rendimientos, la ecuación de regresión demostró una disminución de 133 kg/ha por cada 10 cm de aumento en el espaciamiento entre hileras (Figura 5). Estos resultados son similares a los obtenido por Gaytan et al. (2004), quienes obtuvieron mayor rendimiento con espaciamiento entre hileras de 50 cm, comparado al distanciamiento de 90 y 76 cm entre hileras, así mismo, Gerik et al. (1998), enfatizan que la siembra de algodón en surcos ultra estrechos incrementa el rendimiento hasta en 37%. Estos resultados concuerdan con lo obtenido en este experimento.

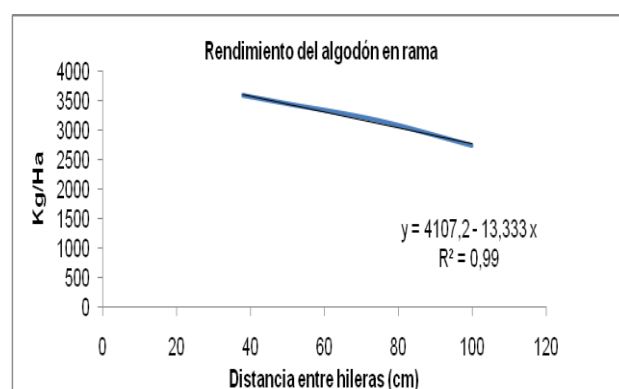


Figura 5. Curva ajustada del rendimiento del algodón cv. NuOpal (BGRR), en función a las distancias entre hileras. Natalio 2012-2013.

El promedio obtenido supera ampliamente el rendimiento promedio nacional de 1.500 kg/ha con una distancia de 100 cm entre surcos (Cousiño 2013). También difiere de lo reportado por Paytas et al. (2005) en el nordeste argentino quienes utilizando densidades de hasta 240.000 plantas por hectárea, reportaron rendimientos que oscilaron entre 1.400 y 1.600 kg/ha en el año 2005, año con déficit hídrico, lo cual probablemente influyó en los

bajos rendimientos obtenidos independientemente a las densidades en el cultivo del algodón.

El rendimiento final del algodón en rama pudo también ser influenciado por el nivel de fertilidad natural del área en estudio y por la cantidad de fertilizante utilizado. Mamani et al. (1998) obtuvieron resultados similares (3.710 kg/ha) cuando utilizaron una densidad de 120.000 plantas.

Tabla 6. Rendimiento del algodón en rama en kg/ha en diferentes arreglos espaciales. Natalio 2012-2013.

Distancia entre hileras\ Distancia entre plantas	38 cm	50 cm	75 cm	100 cm	Prome dio
20 cm	3.613	3.657	3.355	2.952	3.394
10 cm	3.547	3.226	2.960	2.536	3.067
Promedio	3.580	3.441	3.157	2.744	3.230
Fc parcela principal					6,59*
Fc sub parcela					6,20**
Fc interacción					6,31 ^{ns}

* Diferencias significativas al 5%. **Diferencias significativas al 1%, ns = no significativo.

CONCLUSIONES

El incremento de la densidad en el cultivo del algodón demostró un marcado efecto sobre los componentes del rendimiento, como número de ramas fructíferas, número de cápsula, número y peso de capullo.

La distancia entre plantas ideal para maximizar el rendimiento de fibra fue de veinte centímetros entre plantas. La distancia entre hileras que ha condicionado el mayor rendimiento de fibras fue de treinta y ocho centímetros entre plantas.

AGRADECIMIENTOS

Este Proyecto de Investigación fue ejecutado a través del convenio INBIO de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales de la Universidad Nacional de Itapúa (FACAF/UNI). Itapúa, Paraguay.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cousiño, JC. 2013. Jefe del Área Mejoramiento Genético Programa de Algodón. IPTA-CIHB Caacupé, Py. (Comunicación personal).
- Gaytán, A; Palomo, A; Reta, DG; Godoy, S; García, EA. 2004. Respuesta del algodón cv. Cian precoz 3 al espaciado entre surcos y densidad poblacional. Revista Phytón 73(1):57-67.
- Gerik, TJ; Lemon, RG; Faver, KL; Hoelewyn, TA; Jungman, M. 1998. Performance of ultra-narrow row cotton in Central Texas. In: Proc. Belt-wide Cotton Conference. Jan 1998. San Diego, USA. Proceedings. Eds. Dugger, P; Richter, D. Memphis, TN, EE.UU.
- Lamas, F; Viera, J; Begazo, J; Sedyama, C. 1989. Estudio da interação do espaçamento entre fileiras e época de plantio da cultura do algodoneiro herbáceo (*Gossypiumhirsutum* L.). Ceres. 34(2): 249-263.
- Mamani, RO; Doussoulim, E; Serri, HG. 1998. Respuesta del algodón (*Gossypium barbadense* L.) a los factores nitrógeno, densidad de plantación y carga de agua para lixiviación de sales, en el valle de Lluta. IDESA, no 15:49-58.
- Paytas, MJ; Martínez, GC; Ortiz, ML. 2005. Efectos de arreglo espacial en la absorción de nutrientes minerales y en el rendimiento. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. In: Reunión Anual del Proyecto Nacional Algodón. 18 y 19 de agosto de 2005. Sáenz Peña, Chaco. AR.
- Sierra, CM; Galvis, LA; Trebilcok, A; Cadena, J. 2010. Comportamiento de la variedad Nu Opal (*Gossypiumhirsutum*L.) bajo diferentes arreglos espaciales. Temas agrarios, 15:(2): 66-74.
- Tarrago, JR. 2011. Efecto del ordenamiento, densidad y tipo de hoja en el rendimiento del cultivo del algodón. In: XXII Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas y de Extensión, UNNE, Corrientes, AR. 3-5 de agosto.