

Original

Estudio agronómico del trasplante en el arroz (*Oryza sativa* L)

Agronomic study of the rice transplant (*Oryza sativa* L)

M. Sc. Wilmer Luís Almarales Frías, walmaralesf@udg.co.cu

Dr Tony Boicet Fabre

M.Sc. Michel Baldaquín Hernández

Recibido: 06/08/2018 Aceptado: 07/09/2018

RESUMEN

El estudio se realizó en áreas de la producción popular de arroz del municipio Bayamo provincia de Granma, en las campañas de siembra, primavera 2015 y frío 2015/2016, con el objetivo de conocer el efecto de la edad de la postura y la distancia de trasplante sobre el rendimiento agrícola del arroz, cultivados en suelos Hidromórficos, Antrópico, Gleico y Vértigo en profundidad. Se analizó el comportamiento del cultivo de arroz variedad LP - 5 sembrado bajo la tecnología de trasplante así como el efecto de la interacción entre cinco edades con cuatro marcos de plantación, sobre el ahijamiento de las plantas, las panículas/m², granos llenos/panículas y el rendimiento agrícola. Sobre esta base se comprobó que las interacciones manifestaron acción significativa, sobre el rendimiento agrícola del cultivo.

Palabras claves: arroz; trasplante; rendimiento.

ABSTRACT

The study accomplished in areas of the popular production of rice of Bayamo municipality of Granma province, in seasons of 2015 spring and 2015/2016 winter, with the objective to know the effect of the age of the postures and king of plantation over the rice's yield, cultivate in Hidromórfico, Antrópico, Gleyco and Vertigo ground in deep. It analyzed the behavior of the cultivation of rice variety LP - 5 sown under the technology of transplanting such as the interaction's effect between five ages of the posture and four king of plantation, above the tiller per plant as panicle/m², the full grain per panicle and the yield. Over the base of the obtained

results, it proved also both interactions showed significant actions, in two seasons, over the yield for the cultivation it's being.

Key words: rice; transplanting; yielding.

INTRODUCCIÓN

El arroz juega un papel fundamental en la alimentación de la población mundial, pues lo consume el 75 % y aporta el 27 % de la energía total diaria de la dieta. En Cuba la producción anual de arroz apenas satisface entre el 55 y 60 % de la demanda nacional, que asciende a unas 600 mil toneladas, aproximadamente un millón de toneladas de arroz cáscara seco; el Estado cubano ha puesto su confianza en el sector no especializado (popularización), el cual garantiza una producción más estable con mínimas necesidades de recursos (Aleman et al; 2005).

A nivel nacional se cultivan más de 200 mil hectáreas anuales, en dos campañas de siembra, se logra una producción superior a las 800 mil toneladas de arroz cáscara, con un rendimiento promedio de 3.32 t.ha⁻¹, pese al potencial productivo de las variedades obtenidas por el Programa Nacional de Mejoramiento Genético y de la existencia de tecnología capaces de garantizar resultados satisfactorios.

El trasplante, constituye un sistema nuevo para el productor cubano; muchos son los criterios con respecto a su superioridad sobre el sistema de siembra directa y algunos de sus parámetros fitotécnicos: edad, distancia entre plántulas y plantas por sitio; pero muy poco estudiado científicamente.

Si bien es cierto que el trasplante reporta, con el 48 % de las áreas sembradas en el sector popular, una producción equivalente al 55 % con un rendimiento de 4.13 t.ha⁻¹, superior en 1.1 t.ha⁻¹ obtenido en las siembras directas, dichos resultados están por debajo de las potencialidades de las variedades actuales y de los reportados a nivel mundial para esta tecnología.

La investigación tiene como objetivo contribuir al incremento de la producción de arroz en el sector de siembra no especializado, con la selección de edades y distancias de plantación que ofrezcan mejores rendimientos agrícolas.

Población y muestra

La investigación se desarrolla en áreas de la producción popular de arroz, situadas en el Km 3½ de la carretera Bayamo – Las Tunas, próxima a la comunidad de Las Mangas, municipio Bayamo, provincia de Granma, durante las campañas de siembra de primavera 2015 y seca 2015/2016.

Materiales y métodos

Tabla a: Comportamiento de las variables climáticas durante el período del experimento

Año	Mes	Temperatura (°C)			Humedad relativa Media (%)	Lluvias (mm)
		Máxima	Mínima	Media		
2015	Marzo	33,2	18,2	24,8	68	6,9
	Abril	32,7	19,9	25,4	74	45,6
	Mayo	33,2	21,2	26	79	205,4
	Junio	33,7	22,6	27	81	140,1
	Julio	33,9	22,7	27	83	136,2
	Diciembre	31,4	17,2	23,5	79	15,4
2016	Enero	30,4	17,1	22,9	79	3,5
	Febrero	31,8	17,1	23,7	71	1,2
	Marzo	32,1	17,2	23,9	68	34,1
	Abril	34,3	19,7	26,3	68	52,9

Se emplea un diseño de bloques al azar en parcelas divididas. Se trasplanta la postura en dependencia del tratamiento, en parcelas de 2 x 5 m. En los semilleros se emplea una norma de siembra de 200 kgha-1, calculada al 100 % de germinación, en un tipo de suelo Hidromórfico, Antrópico, Gleyco y Vértigo en profundidad.

Se estudian cinco edades y cuatro marcos de plantación, estableciendo 20 combinaciones posibles:

Tabla b: Factores de estudio

Edades (días)	Marco de plantación (m)			
	D ₁ 0.15 X 0.25	D ₂ 0.20 X 0.25	D ₃ 0.25 X 0.25	D ₄ 0.30 X 0.25
E ₁ : 10	X	X	X	X
E ₂ : 15	X	X	X	X
E ₃ : 20	X	X	X	X
E ₄ : 25	X	X	X	X
E ₅ : 30	X	X	X	X

Se emplea la variedad de arroz, de ciclo corto, INCA-LP5 obtenida en la Estación Experimental del Arroz ubicada en Los Palacios, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, mediante la hibridación simple de los genotipos 2077 / CP1C8.

Este cultivar del tipo indica semienana es clasificado como muy vigoroso en sus etapas iniciales de crecimiento, lo que le permite competir favorablemente con las malezas. El porte de la planta es erecto y con una altura promedio de 90.3 cm. Sus hojas y vainas son de color verde oscuro manteniendo una senescencia lenta. El período de latencia de las semillas de esta variedad es de 24 días. Presenta estabilidad en el rendimiento agrícola con un ahijamiento fuerte y manifiesta resistencia al acame y moderadamente resistente a *Tagosodes orizicolus* Muir, *Pyricularia grisea* Sacc y al acaro *Stenotarsonemus spinki* Smiley.

Evaluaciones realizadas:

- Determinación del porcentaje de Germinación de la semilla: en láminas de Petri y substrato de algodón humedecido frecuentemente (tres réplicas), se ponen a germinar 100 semillas y una vez germinadas se cuentan las semillas determinando de manera directa la capacidad germinativa.
- Determinación de la fecha de germinación: cuando a simple vista se observan plúmulas en el área sembrada y en los semilleros.
- Determinación de la fecha del 50 % de la paniculación mediante la selección al azar, de una porción de surco de un metro lineal al cual se le realizan conteos diarios de las panículas emergidas hasta que se obtiene la fecha deseada.
- Ahijamiento por plantas: en una hilera se marcan 10 plantones por réplica, al azar, y se cuentan los hijos por plantón, 65 días después del trasplante.
- Panículas/m²: en un marco de 0.25 m² se realiza un conteo físico de las panículas, se obtiene al multiplicar por cuatro la cantidad de panículas existentes en un m², este procedimiento se efectúa cinco veces por réplica.
- Granos llenos/panícula: al azar se seleccionan cinco panículas/réplica, en las cuales se realiza un conteo de los granos llenos.
- Humedad del grano: evaluada en cada momento de la cosecha, mediante submuestra de 200 gramos después de cosechada la muestra de arroz se determina en el laboratorio por el método gravimétrico, mediante el empleo del determinador de humedad

“Steinlite”, siendo empleada para determinar la corrección del rendimiento agrícola al 14 % de humedad.

- Rendimiento agrícola: definido a través de la cosecha de un área de 4 m² (2 x 2 m) en cada variante replicada y expresado en t.ha⁻¹ al 14 % de humedad del grano mediante la fórmula siguiente:

$$R.A = 10 P.M (100 - H.M) / 86 X A.C = t.ha^{-1}.$$

Donde:

10 = Factor de corrección de Kg / m² a t.ha⁻¹.

P.M = Peso de la muestra de arroz en Kg.

100 = Constante.

H.M = Humedad del grano en el momento del pesaje en %.

86 = Factor de corrección de la humedad del grano al 14 %.

A.C = Áreas de cálculo cosechada en m².

R.A = Rendimiento agrícola al 14 % de humedad del grano en t.ha⁻¹.

- Valoración económica: sobre la base de los resultados del rendimiento agrícola, los costos productivos por tecnología de siembra, establecidos por área de producción y de los precios vigentes para el arroz en el mercado internacional (200 USD/ t) se determina el beneficio económico con la siguiente fórmula:

$$B = (A.C X 200) - C$$

Donde: B = beneficio económico; A.C = arroz cáscara húmedo y C = costo de producción

La información se recopila en libreta de campo y se lleva a modelos confeccionados al efecto, posteriormente se crea una base de datos para el experimento sobre soporte electrónico y con el paquete estadístico STATIC versión 2005, se realiza un análisis bifactorial para determinar diferencias entre tratamientos y un análisis no paramétrico multivariado de conglomerado jerárquico y de ligamiento completo para la selección de las mejores combinaciones.

Resultados y discusión

Resultados de la campaña de primavera 2015

El análisis de varianza bifactorial no muestra interacción significativa entre la edad y la distancia de plantación para los componentes del rendimiento analizados y el ahijamiento; pero sí acción para los factores individuales.

La edad de las posturas para el trasplante sostiene una marcada influencia sobre todas las variables estudiadas. Respecto a las panículas/m² se encuentra que el trasplante realizado con posturas de 25 días aporta los mejores resultados, sin diferencia significativa cuando se emplean de 20 y 30 días. Al realizarlo con posturas de 20 días se manifiesta un comportamiento intermedio, sin diferencia significativa con las edades de 25, 30 y 10 días (Figura1).

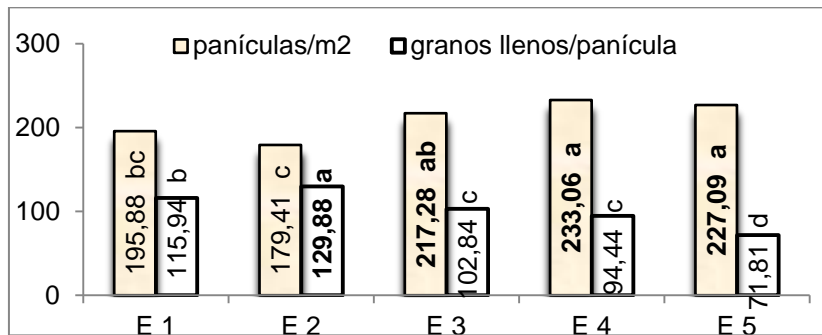


Figura 1: Influencia de la edad de las posturas para el trasplante sobre las panículas/m² y los granos llenos/panícula, primavera 2015

El resultado más bajo se encuentra en plántulas de 15 días, con 179.87 panículas/m², que no difiere del encontrado a los 10 días de germinadas. Con el incremento de la edad de plantación se manifiesta un incremento en la cantidad de panículas emitidas por los plantones.

Por otro lado el componente de granos llenos/panícula muestra el mejor comportamiento al trasplantar posturas de 15 días, con un valor medio de 129.87 el que difiere significativamente del resto de los tratamientos (Figura 1).

Entre las edades de 20 y 25 días no se registran diferencias y el comportamiento más adverso lo alcanza el trasplante con posturas de 30 días, que difiere de los demás tratamientos. A partir del tratamiento de los 15 días de germinadas las posturas se manifiesta una tendencia a la disminución de los granos llenos/panícula, es decir una reducción de la capacidad de las plantas para el llenado del grano.

Un comportamiento similar al de las panículas/m² se observa en el ahijamiento de las plantas, aunque sin diferencias muy notables; las posturas trasplantadas a los 10 días no difieren en la emisión de hijos en las edades 15 y 20, pero sí significativamente de las de 25 y 30 (Figura 2).

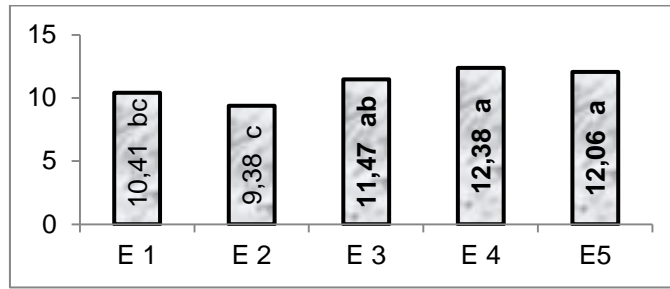


Figura 2: Influencia de la edad de las posturas para el trasplante sobre el ahijamiento, campaña de primavera 2015

El valor más pronunciado se observa al trasplantar posturas de 25 días; sin reportar diferencias con las edades de 20 y 30 días; lo que se espera pues existe una estrecha relación entre el número de hijos por plantas y las panículas que se pueden lograr, es decir a más hijos emitidos más posibilidad de panículas.

El arroz alcanza su período de ahijamiento activo aproximadamente a los 25 días de germinado, al someter a las plantas al estrés de ser arrancadas del semillero y trasplantadas al lugar final para su desarrollo, existe una respuesta fisiológica, demostrada por el alargamiento del ciclo vegetativo. En correspondencia entre más cerca de este período se someta la planta a este estrés, la respuesta en la emisión de hijos puede alargarse.

Con el empleo de la misma variedad (INCA LP - 5) en un suelo distinto se encontró para la edad de 15 días una respuesta sobre las panículas/m² y los granos llenos/panícula, resultados que no difieren de los obtenidos en esta investigación (Maqueira et al, 2005).

Algunos fisiólogos refieren las ventajas de efectuar el trasplante con posturas jóvenes, incluso con la presencia de dos hojas, y que todavía no han empezado su cuarto phyllochron de crecimiento. Al referirse a este factor y su influencia plantean que puede existir una variación de aproximadamente 5 - 8 días, en dependencia de las temperaturas, las condiciones del terreno y otros factores, en la edad óptima para efectuar el trasplante asociado también al desarrollo del phyllochron.

Con relación a la distancia de plantación, de igual manera que la edad, se manifiesta incidencia sobre las panículas/m², los granos llenos/panículas y el ahijamiento. Las panículas/m² se incrementan en la medida que incrementa el marco de plantación. Cuando se trasplanta con marco de 0.30 X 0.25 m se alcanzan 228.78 panícula/m², que no difiere significativamente de la distancia de 0.25 X 0.25 m difieren ambas de las dos distancias restantes. Entre las distancias 0.15 y 0.25 X 0.25 m no se reflejan diferencias (Figura 3).

En tanto los granos llenos/panícula son superiores en las menores distancia. El mejor comportamiento se registra en la distancia de 0.15 X 0.25 m sin diferencia significativa con 0.20 X 0.25 m; esta última no difiere de ningún tratamiento. Las distancias 0.25 X 0.25 m y 0.30 X 0.25 m no difieren entre ellas, pero ambas difieren significativamente de los granos llenos reportados por la distancia 0.15 X 0.25 m (Figura 3).

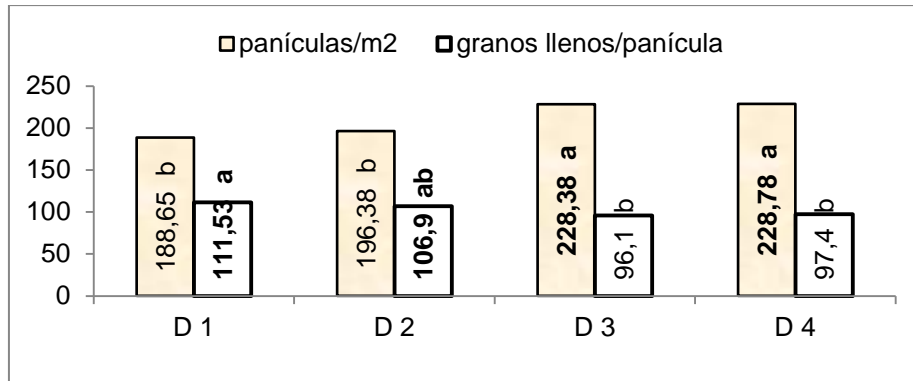


Figura 3: Efecto de la distancia de plantación sobre las panículas/m² y los granos llenos/panícula, campaña de primavera 2015.

El mayor número de hijos/plantón se observa en la distancia de 0.25 X 0.25 m, con diferencia significativa con el trasplante a 0.20 X 0.25 m única reportada entre los tratamientos estudiados (Figura 4).

La distancia de plantación constituye uno de los factores más influyentes en el resultado del trasplante y juega su papel en la capacidad de ahijamiento de las plantas, a más distancia entre plantas más hijos.

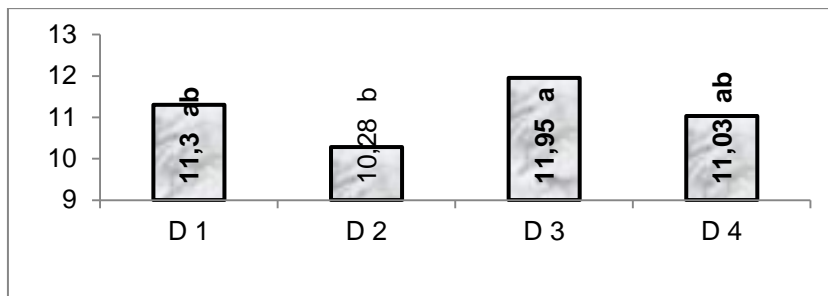


Figura 4: Efecto de la distancia de plantación sobre el ahijamiento, campaña de primavera 2015

Sin la observancia de interacción entre la edad y la distancia de plantación para las panículas/m², granos llenos/panícula y en el ahijamiento; si se manifiesta una interacción significativa ($p \leq 0.005$) para el rendimiento agrícola (Tabla 1).

TABLA 1: Resultados de la interacción entre edad de las posturas para el trasplante y la distancia de plantación y su influencia en el rendimiento agrícola, campaña de primavera 2015

Edades (días)	Marco de plantación (m)			
	D ₁ 0.15 X 0.25	D ₂ 0.20 X 0.25	D ₃ 0.25 X 0.25	D ₄ 0.30 X 0.25
E ₁ : 10	6,13 ab	5,77 ab	6,77 a	5,89 ab
E ₂ : 15	6,33 ab	5,87 ab	5,63 b	5,49 bc
E ₃ : 20	6,30 ab	6,63 ab	6,05 ab	5,57 b
E ₄ : 25	6,09 ab	6,19 ab	6,11 ab	5,32 bc
E ₅ : 30	4,96 bc	4,70 c	4,26 c	3,93 c
Sx	± 0,2274			

Nota: Letras iguales entre tratamientos no hay diferencias significativas

La combinación de la edad de 10 días con el marco de plantación 0.25 X 0.25 m mostró el mayor rendimiento, con diferencia significativa de las combinaciones 15 días con las dos mayores distancia (0.25 y 0.30 X 0.25 m); 20 y 25 días con la mayor distancia (0.30 X 0.25 m) y todas las combinaciones posibles entre las distancias de 30 días.

Las combinaciones 10, 15 y 20 días con 0.15 X 0.25 m y 20 días con 0.25 X 0.25 m se manifestaron de forma muy similar, reportando diferencia significativa con todas las combinaciones posibles entre la distancia y los 30 días. De forma análoga ocurrió con las combinaciones, 10 y 15 días con 0.25 X 0.25 m y 10 días con 0.30 X 0.25 m; que tampoco difiere significativamente entre ellas aunque sí con las combinaciones de los 30 días y las tres mayores distancias estudiadas.

El análisis de conglomerado jerárquico y de ligamiento completo notifica la creación de seis grupos bien definidos (Figura 5 y Tabla 2).

El grupo I a la edad de 30 días y los dos menores marcos de plantación estudiados (0.15 y 0.20 X 0.25 m) presenta un rendimiento agrícola promedio, ocupa el penúltimo lugar entre los grupos, influenciado por valores discretos en ahijamiento, panículas/m² y granos llenos/panícula (Tabla 2).

Por su parte en el grupo II se observa, al igual que en el I, la acción conjunta de la mayor edad, en este caso con las dos mayores distancias de plantación estudiadas. Resulta el grupo de peor comportamiento en el rendimiento agrícola, a pesar de tener valores notables de ahijamiento y de panículas/m²; su valor promedio en granos llenos/panícula es el más bajo.

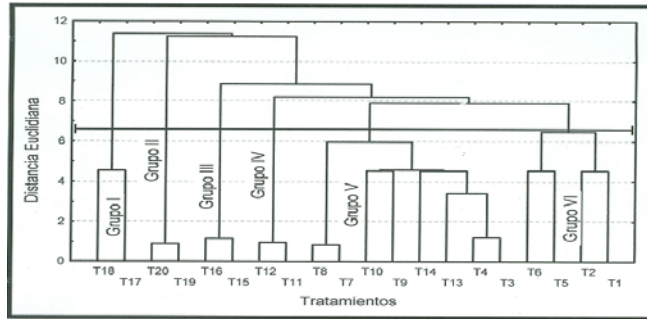


Figura 5: Dendrograma de la interacción edad de las posturas al trasplante y la distancia de plantación, campaña primavera 2015

En el grupo III se incorporan las combinaciones entre la edad de 25 días y las dos mayores distancias de plantación. Alcanza los mayores valores de ahijamiento y de panículas/m², mientras que en los granos llenos/panícula y en el rendimiento no muestra resultados alentadores.

El grupo IV reúne las combinaciones entre los 20 días y las dos mayores distancias de plantación estudiadas. Se caracteriza por valores medios en todos los parámetros estudiados.

Tabla 2: Resultado del análisis de conglomerados jerárquicos y ligamiento completo para la interacción edad de las posturas y distancia de plantación, campaña primavera 2015

Grupo	Tratamientos	Valores promedios			
		Rendimiento (tha ⁻¹)	Pan/m ²	Gr. LLn/pan	Ahijamiento
I	18 y 17	4.83	209.8	90.52	11.43
II	20 y 19	4.10	227.83	84.29	11.77
III	16 y 15	5.72	230.82	95.59	11.93
IV	12 y 11	5.82	222.93	99.8	11.48
V	8, 7, 10, 9, 14, 13, 4 y 3	6.11	208.48	106.88	11.02
VI	6, 5, 2 y 1	6.02	190.08	116.06	10.4

Con la presencia de ocho combinaciones entre la edad y la distancia de plantación el grupo V fue el de mejores resultados. Presentó el 80 % de las edades estudiadas, excluyendo solamente la de 30 días y alcanzó el mayor valor en el rendimiento agrícola con 6.11 tha⁻¹ y se caracterizó por valores pobres en el ahijamiento y las panículas/m², pero un alto valor en los granos llenos/panículas.

El grupo VI reunió cuatro combinaciones, las edades de 10 y 15 días con las dos menores distancias de plantación. Resalta su alto valor en granos llenos/panícula así como su baja expresión en el ahijamiento y en las panículas/m², en el rendimiento agrícola supero las 6 tha⁻¹. Es el segundo grupo en importancia de forma general.

Resultados de la campaña de frío 2015/2016.

A diferencia de la campaña de primavera, los análisis estadísticos indicaron diferencias significativas ($p \leq 0.001$) para la interacción en el rendimiento agrícola y sus componentes estudiados, no así para el ahijamiento donde la significación fue a favor de la acción de los factores por separados.

En cuanto al ahijamiento de las plantas, la edad de 30 días obtuvo los mejores resultados con 10.9 hijos/plantón, valor que difiere de forma significativa del trasplante realizado con posturas de 10 a 15 días, reportándose este tipo de diferencia también entre estas dos últimas edades enunciadas (Figura 6).

Entre las edades de 10 y 20 días no existieron diferencias significativa para el ahijamiento de las plantas, al trasplantar posturas de 20 días se refleja diferencia con la edad de 15 días solamente. Entre las tres mayores edades estudiadas no se reportaron diferencias estadísticas.

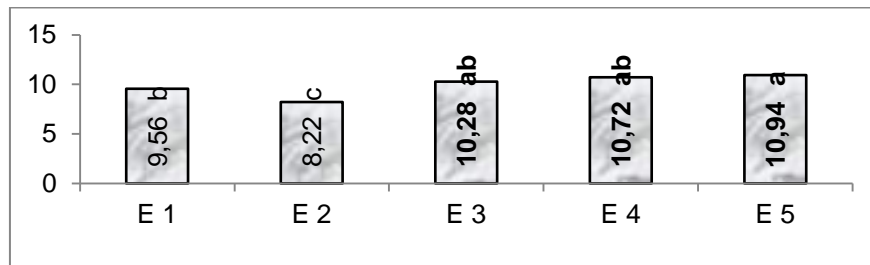


Figura 6: Efecto de la edad de las posturas al trasplante sobre el ahijamiento, campaña de frío 2015/2016

La distancia de siembra por su parte accionó significativamente sobre el ahijamiento. La mejor distancia resultó 0.30 X 0.25 m (Figura 7).

Como se muestra el ahijamiento mantuvo una tendencia creciente con el aumento de las distancias de plantación, reportando diferencias significativas entre todas las distancias estudiadas. Tal comportamiento pudiera estar asociado con la densidad de plantación, a mayor densidad es menor el área específica de cada plantón, para la extracción de nutrientes, con el incremento de la competencia, razones por lo cual puede existir una respuesta de la planta con la reducción del ahijamiento.

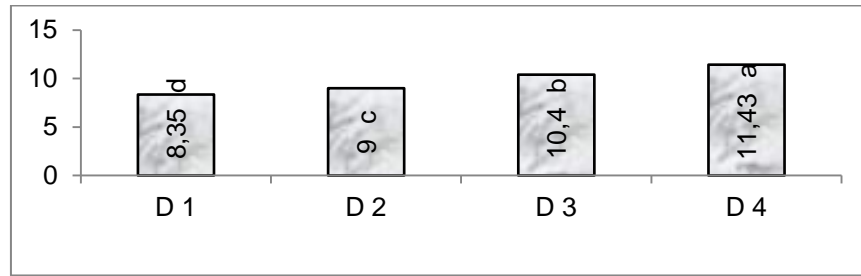


Figura 7: Resultado de la distancia de plantación sobre el ahijamiento, campaña de frío 2015/2016

En tal sentido el SICA justifica distancias de plantación cuadradas notorias, superiores a 0.30 x 0.30 m, para estimular el ahijamiento de las plantas y varios autores resaltan una gran cantidad de hijos fértiles cuando experimentaron con mayores distancias.

Para la combinación de las edades con las distancias, en esta campaña, se observó significación estadística en el rendimiento y los componentes estudiados (Tabla 3).

Tabla 3: Resultados de la interacción edad de las plantas al trasplante y distancia de plantación y su influencia en el rendimiento agrícola y sus componentes, campaña de frío 2015/2016

Edades (días)	Marco de plantación (m)			
	D ₁ 0.15 X 0.25	D ₂ 0.20 X 0.25	D ₃ 0.25 X 0.25	D ₄ 0.30 X 0.25
Panículas/m ²				
E ₁ : 10	386,38 a	234,13 f	213,75 g	209,75 g
E ₂ : 15	265,25 e	197,75 h	185 h	120,75 k
E ₃ : 20	310 c	271,63 e	227,5 f	205,25 g
E ₄ : 25	286,25 d	255,63 e	172,6 i	147,25 j
E ₅ : 30	321,63 b	290,75 d	195,75 h	204 gh
Sx	± 10,5591			
Granos llenos/panículas				
E ₁ : 10	83,13 j	112,88 f	105,88 g	118,75 e
E ₂ : 15	92,5 i	92,75 i	108,88 f	216 a
E ₃ : 20	95,38 h	98,38 h	112,75 f	130,25 d
E ₄ : 25	104,88 g	89,88 i	138,25 c	152 b
E ₅ : 30	79,25 j	100,75 g	137,38 c	114,88 e
Sx	± 5,6154			
Rendimiento agrícola (tha ⁻¹)				
E ₁ : 10	6,97 c	7,27 bc	6,39 de	6,54 d
E ₂ : 15	6,31 de	5,56 f	5,42 f	6,26 e
E ₃ : 20	7,36 b	7,56 ab	6,97 c	7,28 bc
E ₄ : 25	7,81 a	7,1 c	6,91 c	6,92 c
E ₅ : 30	6,95 c	5,59 f	7,59 ab	7,3 bc
Sx	± 0,2458			

Nota: letras iguales entre tratamientos no hay diferencias significativas

Los granos llenos/panícula mostraron su mejor comportamiento al combinar 15 días de edad de las posturas con la distancia de 0,30 X 0,25 m, interacción que reportó diferencias estadísticas con todas las demás. Las edades al interactuar con las dos mayores distancias reportaron un mejor comportamiento en los granos llenos que al interactuar con las distancias menores.

Las panículas/m² manifestaron su mejor comportamiento en la combinación de los 10 días con la distancia 0.15 X 0.25 m, con valor de 386,38, que reporta diferencia significativa con el resto de las interacciones realizadas. Las combinaciones de las diferentes edades con la distancia de plantación 0,15 X 0,25 m reportaron los mejores resultados de forma general.

El rendimiento alcanzado por la combinación de las posturas de 25 días y la distancia de 0.15 X 0.25 m obtuvo el mejor resultado sin reportar diferencias significativa de las interacciones: 30 y 20 días con 0.25 X 0.25 m.

Finalmente es necesario destacar que el rendimiento fue siempre superior en la campaña de frío en comparación con la primavera, aspecto que coincide con diferentes investigaciones del cultivo a lo largo del país, donde varios investigadores afirman que tal comportamiento pudiera ser debido al alargamiento de la fase vegetativa del cultivo por la acción de las condiciones climáticas de la época seca.

El análisis estadístico no paramétrico, conglomerados jerárquicos y ligamiento completo, permitió observar la formación de cuatro grupos bien diferenciados en base al rendimiento y sus componentes. Donde el grupo II, que reunió siete tratamientos mostró los mayores valores en el rendimiento, caracterizado por presentar las combinaciones de mayor edad al trasplante (Figura 8 y Tabla 4).

El grupo I integrado por el tratamiento 8 (combinación con los 15 días de edad de las posturas con la distancia 0, 0.30 X 0,25 m), se caracterizó por su atípico valor de granos llenos/panículas y su baja presencia en las panículas/m² que no permitieron su asociación con otros tratamientos. Su rendimiento de 6,26 tha⁻¹ resultó el más bajo (Tabla 4).

Por su parte el II se caracterizó por la presencia dominante de las dos menores distancias estudiadas, en él se agruparon el 80 % de las combinaciones de las edades con el marco de plantación de 0,15 X 0,25 m y el 60 % de la distancia de 0,20 X 0,25 m. Los siete tratamientos agrupados promediaron el mayor valor de rendimiento y un comportamiento medio en los demás indicadores evaluados. En él se excluyen el empleo de posturas de 10 días y manifestó el ligamiento mucho más homogéneo en la menor distancia euclidiana de unión (Figura 8).

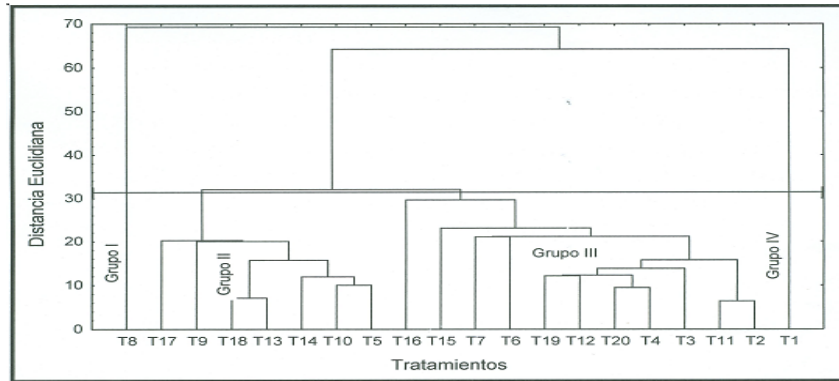


Figura 8: Dendrograma de la interacción edad de las posturas al trasplante y la distancia de plantación, campaña frío 2015/2016

El grupo III reunió al mayor número de tratamientos (55 %) y manifestó un comportamiento intermedio en el rendimiento agrícola y el mayor valor en el ahijamiento de las plantas. En él se presencian el 80 % de las combinaciones de la edad con la mayor distancia, el 100 % de las combinaciones del marco 0,25 X 0,25 m e incluyó dos combinaciones (40 %) de la distancia 0,20 X 0,25 m. Existió una presencia de todas las edades y excluyó la menor distancia estudiada.

El atípico valor de panículas/m² y su bajo ahijamiento no permitió al tratamiento uno formar parte de otro grupo, constituyendo el grupo IV. Su rendimiento es muy similar al grupo II.

Tabla 4: Resultado del análisis de conglomerados jerárquicos y ligamiento completo para la interacción edad de las posturas y distancia de plantación, campaña frío 2015/2016

Grupo	Tratamientos	Valores promedios			
		Rendimiento (tha ⁻¹)	Pan/m ²	Gr/pan	Ahijamiento
I	8	6,26	120,71	216	8,63
II	5; 9; 10; 13; 14; 17 y 18	6,97	286	94,43	9,43
III	2; 3; 4; 6; 7; 11; 12; 15; 16; 19; y 20	6,74	199,45	120,45	10,73
IV	1	6,96	386,38	83,13	7,38

Al estudiar las combinaciones entre la edad y la distancia de plantación se mostró acción significativa en el rendimiento agrícola en ambas campañas de siembra (Tablas 1 y 3). Para la primavera 2015 el mejor resultado se obtuvo la combinación de 10 días y la distancia de plantación 0,25 X 0,25 m, mientras que para el frío 2015/2016 el mejor comportamiento lo registró la combinación de 25 días y el marco de 0,15 X 0,25 m.

Las combinaciones de los 20 y 25 días con los dos menores marcos de plantación estudiados registraron un comportamiento similar en ambas campañas, dichas combinaciones están

presentes en los grupos de mejor comportamiento, reflejando su superioridad respecto a los tratamientos restantes (Tabla 2 y 4).

En este caso el ahijamiento fue muy poco variable entre los tratamientos estudiados y el rendimiento se influencio de mayor manera por los granos llenos/panículas. Existió una tendencia general de un comportamiento mucho más pronunciado cuando se combinaron las menores edades con mayores distancias de plantación y viceversa mayores edades y menores marcos de plantación.

Valoración económica de los resultados.

El arroz es un producto de primera necesidad en Cuba y la producción popular constituye una fuente importante en la sustitución de importaciones. En tal sentido el incremento productivo por área sembrada a trasplante es un ingreso nada despreciable.

La producción en este sector se caracteriza por no presentar un análisis de los costos productivos, al ser efectuada por productores individuales o familias campesinas, siendo su comercialización a la vez una de las problemáticas en el sector.

Por lo general existen tarifas fijas por área de preparación, siembra y cosecha. Variando con frecuencia por región y por la disponibilidad de la mano de obra; por lo cual establecer una diferencia entre los costos productivos por tratamiento recae sobre la base de gastos indirectos de la actividad. Para el trasplante se considera un costo de unos 76,95 (USD ha⁻¹).

Como se aprecia en las siguientes tablas todos los tratamientos tienen un efecto positivo en la economía de los productores (Tablas 5 y 6).

Tabla 5: Efecto económico, campaña de primavera 2015

Grupo	Rendimiento (tha ⁻¹)	Costo (USD ha ⁻¹)	Ingresos (USD ha ⁻¹)	Beneficio (USD ha ⁻¹)
I	4.83	76.95	966	889,05
II	4.10	76.95	820	743,05
III	5.72	76.95	1144	1067,05
IV	5.82	76.95	1164	1087,05
V	6.11	76.95	1222	1145,05
VI	6.02	76.95	1204	1127,05

En correspondencia del rendimiento agrícola para la campaña de primavera 2015 los tratamientos reunidos en el grupo V reportan el mayor beneficio (Tabla 5). De forma general los tratamientos de los grupos III, IV, V y VI superan los 1050 USD ha⁻¹.

Para la campaña de frío 2015/2016 los mayores beneficios se reportan en el agrupamiento II, sin mucha diferencias del IV (Tabla 6). Destaca una menor diferenciación entre los resultados de los grupos dada la poca variación en el rendimiento promedio.

Tabla 5: Efecto económico, campaña frío 2015/2016

Grupo	Rendimiento (tha ⁻¹)	Costo (USD ha ⁻¹)	Ingresos (USD ha ⁻¹)	Beneficio (USD ha ⁻¹)
I	6,26	76.95	1252	1175,05
II	6,97	76.95	1394	1317,05
III	6,74	76.95	1348	1271,05
IV	6,96	76.95	1392	1315,05

Los ingresos por hectárea superaron, para todas las combinaciones de la edad de las posturas y los marcos de plantación estudiados, los 1200 USD ha⁻¹, siendo mayor el del grupo II con 1317,05 USD ha⁻¹.

CONCLUSIONES

1. La interacción de la edad de las posturas y la distancia de plantación, para ambas campañas de siembra, manifestó acción significativa sobre el rendimiento agrícola.
2. En la época húmeda la interacción no reporta acción sobre las panículas/m², los granos llenos/panículas y el ahijamiento, donde existió una acción de los factores de forma individual.
3. El análisis de conglomerados, en primavera, agrupo ocho combinaciones en el grupo V, el de mejores resultados, presentando el 80 % de las edades estudiadas, excluyendo solamente la de 30 días, y alcanzó el mayor valor en el rendimiento agrícola con 6. 11 tha⁻¹.
4. El grupo II, en la campaña seca, se caracterizó por la presencia dominante de las dos menores distancias estudiadas, en él se agruparon el 80 % de las combinaciones de las edades con el marco de plantación de 0,15 X 0,25 m y el 60 % de la distancia de 0,20 X 0,25 m.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Alemán, L.; Cabello, R.; Hartford, J.; Canet, R. (2005). Programa Nacional de Producción popular de Arroz: concepción general e impactos. Trabajo presentado en el III Encuentro Internacional del Arroz. 6 al 10 de junio, 2005. Palacio de Convenciones de la Habana, Cuba.
- 2.- Almarales, W.L; Le, Thang y Peña, L. R (2005). Aplicación de nuevas técnicas y tecnologías en la producción popular y familiar de arroz. Trabajo presentado en el III Encuentro

Internacional del Arroz. 6 al 10 de junio, 2005. Palacio de las Convenciones de la Habana, Cuba.

3.- Castro, R. I; Pérez, Noraida de Jesús; Gonzales, María C; Cristo, Elizabeth y Cárdenas, Reglas. (2005). Generalización de nuevas variedades de arroz. Trabajo presentado en el III Encuentro Internacional del Arroz. 6 al 10 de junio, 2005. Palacio de Convenciones de la Habana, Cuba.

4.- FAO (2016).FAOSTAT database (available at www.fao.org).

5.- Maqueira, L. A; Torres, W; Morejón, R. y Ruiz, M. (2005). Crecimiento y rendimiento de la variedad INCA PL – 5 con el sistema intensivo del cultivo del arroz (SICA).Trabajo presentado en el III Encuentro Internacional del Arroz. 6 al 10 de junio, 2005. Palacio de Convenciones de la Habana, Cuba.