

COMPARACION DE METODOS DE SIEMBRA EN EL CULTIVO DEL ARROZ (Oriza sativa L.)

Por :

ERASMO FANDIÑO ISAZA

HERNAN QUINTANA ESCALANTE

1983

Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de :

INGENIERO AGRONOMO

Presidente de tesis :

ALFONSO MENDOZA ZEQUEIRA I.A.

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL MAGDALENA

"GABRIEL GARCIA MARQUEZ"

FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA

SANTA MARTA - COLOMBIA

Tes.
~~A50~~-I.A. 00279
~~F199C~~

112855

" Los jurados examinadores del trabajo de tesis, no serán responsables de los conceptos e ideas emitidas por los aspirantes al título. "



DEDICO :

A mi padre Alfonso

A mi madre Georgina

A mis hermanos

A mis familiares

A todos mis amigos,

HERNAN

DEDICO ;

A mi madre Alida, con todo cariño por su gran sacrificio
y colaboración

A mi padre Jorge, con admiración por su constancia, por
creer en mí y la gran satisfacción de ver realizados
sus deseos

A mi esposa Cenit, por su apoyo moral y espiritual que
en todo instante me brindó

A mi hijo Hermes Alexander

A mis hermanos, Jesús, Jorge y Rodolfo.

A mis tias.

A todos mis primos

A todos mis amigos.

ERASMO

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimiento a :

ALFONSO MENDOZA ZEQUEIRA I.A.

EVERT DAZA PEREA I.A.

RODRIGO OÑATE VILLA I.A.

RAFAEL BONILLA E.A.

LUIS PEÑA VIANA I.A.

DAISY QUINTANA ESCALANTE Secretaria

FACULTAD DE INGENIERIA AGRONOMICA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DEL
MAGDALENA

TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE EN UNA U OTRA FORMA CONTRIBUYERON PARA QUE
ESTE TRABAJO LLEGARA A FELIZ TERMINO.

LOS AUTORES.



CONTENIDO

Capítulo	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
3. MATERIALES Y METODOS	9
3.1. Descripción del Area	9
3.1.1. Localización del Ensayo	9
3.1.2. Características generales del área	9
3.2. Diseño	9
3.3. Parámetros	10
3.3.1. Número de macollas por sitio	10
3.3.2. Altura de las plantas.	10
3.3.3. Número de granos por espiga	10
3.3.4. Peso de los granos	12
3.3.5. Producción	12
3.4. Labores Culturales	12
3.4.1. Prueba de germinación	14
3.4.2. Sistema de riego	14
3.4.3. Control de malezas	14
3.4.4. Control de plagas	16
3.4.5. Fertilización	16
4. RESULTADOS Y DISCUSION	17
4.1. Macollamiento	17
4.2. Altura de las plantas	19
4.3. Número de granos por espiga	19
4.4. Peso de los granos	22
4.5. Rendimientos	24
5. CONCLUSIONES	27

Capítulo	Página
6. RESUMEN	28
SUMMARY	30
7. BIBLIOGRAFIA	32
APENDICE	34

INDICE DE TABLAS

- TABLA 1. Tratamientos estudiados en el ensayo,
- TABLA 2. Características químicas del suelo utilizado en el experimento,
- TABLA 3. Características físico-químicas del agua usada en el ensayo,
- TABLA 4. Número de macollas por sitio a los 60 días de germinado el cultivo,
- TABLA 5. Altura de las plantas por sitio a los 65 días de germinado el cultivo,
- TABLA 6. Número de granos por espiga al momento de la cosecha,
- TABLA 7. Peso de 50 granos por parcelas en gramos,
- TABLA 8. Producción en toneladas por hectárea,

INDICE DE APENDICE

- APENDICE 1, Análisis de varianza para el número de macollas por sitio a los 60 días de germinado el cultivo.
- APENDICE 2, Prueba de Duncan para el número de macollas por sitio a los 60 días de germinado el cultivo.
- APENDICE 3, Anava para la altura de las plantas a los 65 días de germinado el cultivo.
- APENDICE 4, Prueba de Duncan para altura de las plantas a los 65 días de germinado el cultivo.
- APENDICE 5, Anava para el número de granos por espiga al momento de la cosecha.
- APENDICE 6, Prueba de Duncan para el número de granos por espiga al momento de la cosecha.
- APENDICE 7, Anava para el peso de 50 granos por parcela.
- APENDICE 8, Prueba de Duncan para el de 50 granos por parcela.
- APENDICE 9, Anava para el rendimiento de arroz en tonelada por hectárea.
- APENDICE 10, Prueba de Duncan para la producción en tonelada por hectárea.

1. INTRODUCCION

La industria arrocera es considerada como una de las actividades agrícolas más importante, teniendo en cuenta que el arroz es el alimento básico de más de la mitad de la población mundial, y es el segundo cereal después del trigo, más cultivado mundialmente,

Para que una región o país, pueda aumentar los rendimientos y/o mejorar la eficiencia de la producción es necesario que se logre una o varias de las siguientes metas :

1. Incrementar las áreas bajo cultivo
2. Aumentar los rendimientos por  rea
3. Multiplicar las cosechas por área por año
4. Mejorar la productividad, es decir, mantener altas producciones pero con reducción de los costos,

De estas cuatro alternativas, las dos últimas son las que presentan las mejores posibilidades de desarrollo en nuestro país, ya que tiene zonas arroceras con buena infraestructura, variedades adecuadas, técnicas avanzada y condiciones climáticas apropiadas durante todo el año

Para lograr las metas propuestas, es necesario introducir nuevas técnicas de producción, que permitan un mayor número de cosechas por área y producir arroz a menor costo,

El arroz es sembrado mediante varios sistemas que pueden ser agrupados

en dos categorías : Siembra Directa y Trasplante,

En la primera, las semillas (secas o pregerminadas) se siembra directamente en terrenos secos o fangosos, a golpes con chuzos, al voleo a mano, con máquinas o con aviones y en líneas o surcos con máquinas.

En el trasplante, primero se siembran las semillas en el semillero y luego las plántulas allí cultivadas se arrancan y se plantan en terrenos fangosos o inundados.

En cualquier sistema que se adopte, los factores que afectan el crecimiento inicial de la planta también influyen en el rendimiento de ella, por lo tanto es importante crear las mejores condiciones en la primera etapa del cultivo.

El objetivo del presente trabajo de tesis es el de comparar el método de siembra al voleo en seco, con el voleo con semilla pregerminada y con el de trasplante para determinar el de mayor producción por área de cultivo.

2. REVISION DE LITERATURA

El arroz (Oriza sativa L) se puede sembrar directamente utilizando semilla seca, semilla pregerminada o bien se puede sembrar en semilleros para trasplantar más tarde al lote las plántulas (19).

La siembra directa consiste en el esparcimiento de las semillas en el lote definitivo sin someterlas a procesamientos especiales como semilleros o almácigos (20).

Villegas (23) manifiesta que la siembra directa se puede hacer en surcos o al voleo. El mismo autor (23) anota que la siembra en surcos se hace a mano, pero que hoy en día hay maquinarias especiales que hacen esta labor, mientras que la siembra al voleo se hace a mano, con máquinas y con avionetas.

La siembra directa tiene como ventajas, el de ser mas rápida y necesita menos mano de obra (23).

El mismo autor (23) dice, que algunas de las desventajas de la siembra directa son :

Germinación dispareja

Pérdidas de semillas por pájaros o porque no germinan, ya que quedan semillas muy profundas y otras sobre la superficie.

Sánchez (18) manifiesta que los agricultores para obtener densidades altas de plantas de arroz utilizan cantidades de semillas alrededor de los 200 Kg por hectárea. El mismo autor (18) anota que esta cantidad tiene como objetivo principal una buena población porque la germinación en ma-

yor o menor porcentaje es afectada por la deficiente preparación de los suelos.

González y otros (9) en un ensayo realizado en el CIAT, Palmira reportaron producciones de 6,6 toneladas/há de arroz cáscara por el método de voleo.

El arroz entre todas las plantas cultivadas es la que tiene mayores exigencias en agua, tornándose la irrigación en el más importante factor de aumento de la productividad (25).

Según Wood (25) el arroz necesita un gran volumen de agua alrededor de 1,800 mm para atender sus necesidades.

El mismo autor (25) afirma que con esta precipitación no se justifica la irrigación al cultivo, siendo importante la distribución de esa lluvia.

⟷ En la siembra al voleo debido a la proximidad entre plantas de arroz y malezas, el control de estas se hace más difícil y costoso, sin reducir este costo las ganancias obtenidas al cosechar (23).

Experimentalmente se encontró que en la siembra al voleo, las altas densidades de población hacen que en la fertilización se usen grandes cantidades de fertilizantes ya que las plantas quedan unas cerca de otras, habiendo competencia por nutrientes (17).

La pregerminación consiste básicamente en acelerar el proceso natural de germinación en tal forma que al sembrar la semilla, esta tenga raíz y tallo claramente visibles (23).

La práctica de empapar la simiente y dejar germinar parcialmente, da lugar a un desarrollo más temprano del cultivo del arroz, consiguiéndose



así que se adelante en su crecimiento al de las malas hierbas (19),

Una de las ventajas de la pregerminación es que se obtienen siembras más limpias y en la cual se sabe el porcentaje de germinación con mayor exactitud (7),

García (7) cita como inconveniente de la pregerminación el hecho que las semillas se dejan en agua por 24 horas o más y luego secarlas a la sombra por 48 horas,

Labrousse (11) informe que en Africa, las zonas donde se cultiva el arroz pregerminado los agricultores usan densidades de 50 a 200 Kg/há lo que da una media de 100 Kg de semillas por há,

Sánchez (18) dice que empleando densidades entre los 100 y 120 Kg de semillas por hectárea en el método de semilla pregerminada, se obtienen poblaciones de plantas satisfactorias,

El mismo autor (18) anota que cuando se hace la siembra con semilla pregerminada los mejores resultados obtenidos en Colombia, es cuando los lotes se han "fangueado o batido" y posteriormente se complementa con el paso de un implemento que nivela y esturbia el agua,

González y otros (9) han reportado rendimientos de 7,56 toneladas por hectárea en la siembra de arroz con semilla pregerminada,

En un suelo fangueado, utilizando semilla pregerminada, el consumo de agua disminuye hasta en 40%, pues hay menos pérdidas de agua por filtración y por percolación profunda (23),

Si se hace la siembra en suelo fangueado utilizando semilla pregerminada debido a la característica físico-químicas de este, la fertilización y

especialmente la nitrogenada, se hará más eficiente ya que las pérdidas de Nitrógeno por oxidación-reducción y/o lixiviación, se verán reducidas (23),

El método por trasplante es muy usado en los países asiáticos y en que nuestro país está teniendo aceptación (23),

Básicamente el trasplante requiere la construcción de semilleros, en donde las plántulas de arroz permanecen durante un mes para luego llevarlas al sitio definitivo (19),

El trasplante presenta las siguientes ventajas (4) ;

Facilita los cuidados entre hileras y la lucha contra las malas hierbas,
Se acorta el período en que permanecen las plantas en el sitio definitivo.

Las plantas enraizan mejor

Permite la selección de las mejores plántulas

La maduración es más uniforme,

Las principales desventajas del trasplante son (17) ;

Exceso de mano de obra

Retardo del período vegetativo

Requiere suelos pesados y bien nivelados,

Villegas (23) afirma que en Colombia se usan densidades de siembra que oscilan entre 20 y 22 Kg de semilla por hectárea con el método de trasplante,

Es indudable que la densidad de población de plantas y las separaciones

entre éstas afectan de una manera decisiva el rendimiento, por lo tanto si se practica la siembra directa como el trasplante, lo que importa es emplear equipos y prácticas de cultivo que dejen la adecuada separación entre plantas para obtener rendimientos máximos (15),

Relwani (15) ha informado que separaciones de 25 x 25 y 20 x 20 cm dan en la India rendimientos mayores que separaciones entre plantas de 15 x 18 y 15 x 46 cm,

Villegas (23) dice que las variedades macolladoras y de desarrollo inicial vigoroso, pueden sembrarse más cerca que variedades poco macolladoras,

El mismo autor (23) afirma que en época soleada, de alta radiación solar, también puede sembrarse más cerca que durante la época lluviosa, nublada y de baja radiación solar,

El trasplante a separaciones menores de 20 x 20 cm resulta económicamente prohibitivo, porque a pesar de haber más sitios de siembra, la producción obtenida son menores y se aumentan los costos por trasplante (23),

A pesar de la poca experiencia comercial que existe sobre el trasplante, se puede recomendar las siguientes variedades de arroz : CICA-4, CICA-9 CICA-8, ya que estas variedades se han trasplantado a nivel experimental en el CIAT en Palmira obteniéndose buenos rendimientos (23),

Según Villegas (23) las variedades CICA-7 y la IR-22 no dan buenos resultados para usarla en el método por trasplante,

Allen y Haynes (1) recomiendan las siguientes variedades comerciales in-

ternacionales de arroz para trasplante : C4-63, IR-5, IR-8 y González y otros (9) han reportado producciones de 7,8 toneladas en el método por trasplante en un ensayo realizado en el CIAT, Palmira, García (8) dice que por trasplante se ha logrado obtener hasta 10 toneladas por hectárea, por la perfección y regularidad con que queda cubierto el terreno al trasplantar el arroz, Villegas (23) dice que las malezas pueden controlarse con más facilidad antes y después de sembrado el arroz utilizando el trasplante, Brandao citado por Nuñez (13) afirma que el método por trasplante se reducen hasta en un 30% los requerimientos de agua aplicado al lote, por la preparación del suelo bajo inundación y la baja densidad de siembra utilizada en este método.

La mejor absorción de los fertilizantes en el cultivo del arroz se logra sembrando por trasplante, por la baja densidad de población y la poca competencia entre las malezas y las plantas de arroz (23).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del área

3.1.1 Localización del ensayo

El experimento se realizó en los terrenos de la Granja Experimental de la Universidad Tecnológica del Magdalena "Gabriel García Márquez", Municipio de Santa Marta, Departamento del Magdalena, situada al noreste de Colombia con una posición geográfica de $11^{\circ} 11'$ de latitud Norte y $74^{\circ} 07'$ de longitud Oeste.

El predio limita por el Norte con el río Manzanares, por el Sur con la carretera Troncal del Caribe, por el este con terrenos del Departamento del Magdalena y por el Oeste con una propiedad de Nelson Riascos Vives.

3.1.2 Características generales del área,

La zona de experimentación presenta una altura aproximada de 10 m.s.n. m., su precipitación promedio es de 600 mm anuales, temperatura promedio de 28°C y una humedad relativa entre 74 y 75 %.

De acuerdo a la clasificación de Koeppen el clima correspondiente a esta área es clima estepario tropical cálido (16).

La región se encuentra influenciada por los fuertes vientos alisios que soplan durante los meses comprendidos entre diciembre y abril, con gran intensidad.

3.2 Diseño.

El diseño experimental utilizado en este trabajo fué el de bloques al a-

zar con 7 repeticiones y 8 tratamientos, los cuales aparecen en la tabla 1 con sus respectivas densidades y distancias de siembra; los tratamientos fueron distribuidos en parcelas de 1 m^2 cada una separados 0,20 metros entre sí y 1 metro entre repeticiones para un total de 56 parcelas y un área total de terreno de 122 m^2 .

La variedad utilizada en el ensayo fue CICA-8, por ser una variedad de amplio uso comercial en la zona arrocerá del Departamento del Magdalena,

3.3 Parámetros.

3.3.1 Número de macollas por sitio.

El macollamiento de las plantas se determinó a los 60 días de germinado el cultivo, para esta labor se seleccionaron 5 sitios por cada parcela contando el número de macollas halladas en cada tratamiento.

3.3.2 Altura de las plantas.

Este parámetro se determinó a los 65 días de germinado el cultivo, en la siguiente forma :

Se escogieron 5 plantas al azar de cada tratamiento midiendo la altura de la hoja bandera desde el cuello hasta el ápice con una regla graduada en centímetros, al final se promediaron las cinco alturas para obtener las alturas de cada tratamiento.

3.3.3 Número de granos por espiga.

El número de granos por espiga de cada tratamiento se determinó promediando el número de granos encontrados en cinco espigas tomadas al azar.

TABLA 1, Tratamientos estudiados en el ensayo.

Nº	METODO	DENSIDADES	DISTANCIAS	NOMENCLATURA
1	Voleo en seco	170 Kg/há		T ₁
2	Voleo en seco	150 Kg/há		T ₂
3	Trasplante	30 Kg/há	20 x 20 cm ✓	T ₃
4	Trasplante	30 Kg/há	15 x 15 cm	T ₄
5	Trasplante	20 Kg/há	20 x 20 cm ✓	T ₅
6	Trasplante	20 Kg/há	15 x 15 cm	T ₆
7	Pregerminado	100 Kg/há		T ₇
8	Pregerminado	70 Kg/há		T ₈

3,3,4 Peso de los granos,

Este parámetro se determinó desgranando cinco espigas tomadas al azar de cada tratamiento, se escogieron 50 granos y se pesaron en una balanza de precisión, expresando el peso de los granos en gramos.

3,3,5 Producción

La cosecha de cada parcela se pesó en una balanza mecánica, y se expresaron los resultados en toneladas.

3,4 Labores culturales.

Lo primero que se hizo fué el semillero para el método por trasplante.

Las semillas se colocaron en bolsas de polietileno llenas de tierras donde permanecieron durante un mes hasta el trasplante regándose todos los días una sola vez en las horas de la mañana. Cada bolsa contenía la cantidad de semilla correspondiente a los respectivos tratamientos para el trasplante. La pregerminación se hizo colocándo la cantidad de semilla para cada tratamiento en papel periódico y se colocaron en un recipiente plástico con agua donde permanecieron durante 24 horas.

Para brindar al cultivo las condiciones ideales, el lote de terreno donde se realizó en ensayo se rellenó con una capa de suelos arroceros traídos de la finca Caribú, situada en el municipio de Aracataca, Departamento del Magdalena; dicha capa de suelo tuvo un espesor de 0,30 metros, las características químicas de este suelo se presentan en la tabla 2.

TABLA 2. Análisis químico de la muestra de suelo donde se realizó el experimento.

1	Textura	Franco Arcilloso	
2	PH	6,7	
3	% M.O.	2.96	
4	P (ppm) Bray II	59,7	
5	Potasio (K)	0,76	miliequivalente/100g de suelo
6	Ca	9,80	miliequivalente/100g de suelo
7	Mg	2,39	miliequivalente/100g de suelo
8	Zn (ppm)	20,60	
9	Mn (ppm)	86,0	
10	Cu (ppm)	0,38	
11	Fe (ppm)	13,10	
12	CIC	12,95	miliequivalente/100g de suelo

3,4,1 Pruebas de germinación,

A las semillas de arroz utilizadas en el ensayo se le efectuaron dos pruebas de germinación en la siguiente forma ;

A nivel de laboratorio se utilizaron 2 cajas pettri colocándo 10 semillas en cada una de ellas cuyos fondos fueron rellenos con papel higienico, mojándolo hasta saturación durante cuatro días a 28°C de temperatura.

A nivel de campo se tomaron al azar dos parcelas por cada repetición, contando el número de plantas en ellas encontradas.

Para ambas pruebas de germinación se obtuvo un porcentaje aproximado del 90%.

3,4,2 Sistema de riego,

El agua utilizada en el ensayo fué tomada de un pozo profundo y llevada al cultivo por medio de magueras plásticas, a todos los tratamientos se les aplicó la misma cantidad de agua; durante los noventa días en que permaneció el cultivo en condiciones de riego se les aplicó un total de 2177,28 metros³ de agua.

Las características físico-químicas del agua utilizada aparecen en la tabla 3.

3,4,3 Control de malezas,

Durante el desarrollo del experimento se presentaron leves ataques de

TABLA 3. Características Físico-Químicas del Agua utilizado en el Ensayo.

1.	C.E.	1,52	micromhos/cm
2.	Cationes		
	Ca **	2,74	meq/litro
	Mg **	1,61	meq/litro
	Na **	8,63	meq/litro
	K *	4,06	meq/litro
	Total	17,04	meq/litro
3.	Aniones		
	CO ₃ ⁼	4,86	meq/litro
	SO ₄ ⁼	3,50	meq/litro
	CL ⁻	10,00	meq/litro
	Total	18,36	meq/litro
4.	RAS	4,13	
5.	Relaciones		
	Na : Ca	3,14	
6.	PH	7,1	

C.E. Conductividad eléctrica,

RAS. Relación Absorción de Sodio.

algunas malezas de hojas angostas y anchas, que fueron controladas manualmente,

Entre las malezas que se presentaron podemos citar :

Echinochloa colonum

Portulaca oleracea

Digitaria sanguinalis

Amaranthus Spp

3.4.4 Control de Plagas.

El cultivo solo sufrió un leve ataque de un chinche (Pentatomide sp) que produce manchas en el grano. Esta plaga fué controlada con una aplicación de 1,5 litros/há de Folimat.

3.4.5 Fertilización.

Siguiendo las recomendaciones técnicas que se emplean en el cultivo del arroz sobre la fertilización, en el presente trabajo se hizo una fertilización fraccionada en dos partes :

En la primera se utilizó una mezcla de 40,2 Kg de Nitrógeno y 16,2 Kg de Azufre, esta aplicación se realizó al iniciar el macollamiento. La segunda aplicación se realizó al comenzar el embuchamiento y se utilizaron 73,6 Kg de Nitrógeno. Las fuentes utilizadas fueron Urea y Sulfato de Amonio.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en este ensayo se presentan en las tablas de la número cuatro a la número ocho; realizado el análisis de varianza y encontrarse diferencias significativas entre algunos tratamientos, se deduce que los bloques utilizados cumplieron con la función para la cual fueron usados; es decir, extrajeron el margen de error cometido por la variabilidad del material.

4.1 Macollamiento.

La tabla número cuatro, presenta la cantidad de macollas encontradas por sitio en cada tratamiento a los 60 días de germinado el cultivo. Al encontrarse en el análisis de varianza, diferencias significativas en algunos de los tratamientos, se procedió a través de la prueba de Duncan al 5% de significancia, a establecer entre cual de los tratamientos se presentan dichas diferencias. Encontrándose, que el tratamiento cinco correspondiente al método por trasplante, con densidad de 20 Kg/há y separación de 20 x 20 cm, es altamente significativo con respecto a los demás tratamientos. Al comparar el tratamiento seis (6) de trasplante con densidad de 20 Kg/há y separación de 15 x 15 cm con el tratamiento cuatro (4) de trasplante usando 20 Kg/há y separación de 15 x 15 cm, no se encontró diferencias significativas entre ellos. Este dato concuerda con el citado por González y otros (9) quienes afirman que a distancias de 15 x 15 cm el número de tallos se reduce por una menor utilización del espacio y de la energía requerida por la planta durante su fase productiva.

TABLA 4. Número de macollas por sitio a los 60 días de germinado el cultivo.

Bloques	Tratamientos							
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
I	9,33	9,33	20	14,66	20,33	12,33	9	8,66
II	8,6	7,0	18,33	21,0	21,66	11,66	8,66	9,33
III	11,66	9,0	22,66	15,66	19,66	14,0	6,33	9,0
IV	8,33	6,0	19,0	15,33	15,0	11,66	8,33	7,66
V	11,66	11,66	11,66	11,66	18,66	12,33	11,33	19,0
VI	8,60	11,66	22,00	11,66	22,00	10,33	7,33	8,0
VII	9,0	7,66	14,00	11,33	10,33	12,66	8,66	5,33
Total	67,18	61,31	127,65	101,3	127,64	84,92	59,64	66,98
Media	9	9	18	14	18	12	9	10

La prueba de Duncan no presentó diferencia significativa al comparar la siembra al voleo con la semilla pregerminada, debido principalmente a la alta población de plantas que reduce la capacidad de macollamiento.

4.2 Altura de las plantas.

Las alturas promedio encontradas en las plantas aparecen en la tabla número cinco (5).

Al encontrarse diferencia significativa en el análisis de varianza, se procedió a realizar la prueba de Duncan al 5 % de significancia encontrándose, que el tratamiento seis (6) que corresponde al método por trasplante con densidad de 20 Kg/há y separación de 15 x 15 cm significativamente diferente con relación a los demás tratamientos. Realizada la misma prueba para comparar los tratamientos correspondientes a los métodos de siembra al voleo y semilla pregerminada, no se encontró diferencia significativa entre ellos.

Las alturas de plantas encontradas en este ensayo concuerdan con los reportados por Mendoza y Bedoya (12) obtenidos en siembra al voleo usando 150 Kg/há,

4.3 Número de granos por espigas.

La tabla número seis (6) presenta la cantidad de granos encontrados por espiga.

El análisis de varianza de esta tabla dió como resultado, una diferencia altamente significativa entre los tratamientos y realizada la prueba



TABLA 5. Altura de plantas por sitio a los 65 días de germinado el Cultivo.,

Bloques	Tratamientos							
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
I	39,06	38,72	44,92	38,68	45,78	46,86	32,82	35,62
II	35,14	40,62	43,58	43,98	42,08	42,98	36,02	39,84
III	35,7	36	39,96	42,98	41,44	43,4	37,94	34,3
IV	36,82	35,92	39,08	41,44	42,18	42,16	35,4	38,6
V	40,74	39,7	43,84	44,7	40,66	41,6	40,84	42,8
VI	42,5	36,1	41,72	42,4	41,2	40,3	46,5	34,3
VII	34,9	35,1	45	34,2	36	41,7	36,9	34,1
Total	264,66	262,16	298,10	288,38	289,34	299,9	266,42	259,56
Media	37,83	37,45	42,58	41,19	41,33	42,84	38,06	37,08

TABLA 6. Número de granos por espiga al momento de la cosecha.

Bloques	Tratamientos							
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
I	86,5	65,6	138	122,5	175	128	148,5	117,5
II	94,5	67	122,5	117,5	157,5	135	90	114,5
III	100	74	124	106	166,5	182,5	95,5	111
IV	92,5	99,5	117,5	138	142	134,5	87,5	95
V	95,5	104	138,5	108,5	182	137	71	125
VI	72,5	90	138,5	134	167	142	87	121,5
VII	77	87	113,5	139	109	143,5	66	77
Total	618,5	567	892,5	865,5	1099	1002,5	645,5	761,5
Media	88,35	81	127,5	123,6	157	143,2	92,21	108,78

Duncan, se encontró al tratamiento cinco (5) que corresponde al método de siembra por trasplante, superando a los demás tratamientos con una diferencia altamente significativa, Wells y otros (24) explican la diferencia de estos resultados a la baja densidad de siembra, ya que no hay competencia entre las plantas por luz y CO_2 , factores determinantes en el número de granos por espiga.

Al comparar los tratamientos 3,4 y 6, a través de la prueba de Duncan, no se encontró diferencia significativa entre ellos pero si con los demás. La misma prueba muestra al tratamiento ocho (8) correspondiente al método con semilla pregerminada, superando a los resultados obtenidos mediante el método al voleo en seco, con una diferencia altamente significativa. Efectuada la prueba de Duncan a los resultados obtenidos en el método de voleo en seco, no se encontró diferencia significativa entre ellos, pero superan a los obtenidos por el IRGA (Instituto Rio Grandese do Arroz) Brasil en un 10% (21),

4.4 Peso de los granos,

En la tabla número siete (7) se presentan los resultados de los pesos de cincuenta (50) granos obtenidos en cada parcela,

Dado que el análisis de varianza presenta diferencias significativas, se procedió a efectuar la prueba de Duncan encontrándose que los tratamientos cinco (5) y seis (6) presentan los mejores resultados y con una diferencia altamente significativa con respecto a los demás tratamientos. Estos resultados son superiores a los reportados por el IRGA en el Brasil, con otras variedades y separaciones de 20 x 20 cm (14),

TABLA 7. Peso de 50 granos por parcela en gramos.

Bloques	Tratamientos							
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
I	1.2	1.1	1.5	1.1	1.9	1.2	1.0	1.2
II	1.7	1.1	1.5	1.1	1.7	1.2	1.0	1.1
III	1.02	1.1	1.1	1.1	1.9	1.9	1.02	1.1
IV	1.3	1.1	1.1	1.04	1.6	1.4	1.0	1.1
V	1.08	1.2	1.6	1.02	1.4	1.6	1.1	1.0
VI	1.02	1.14	1.1	1.0	1.6	1.9	1.0	1.1
VII	1.04	1.13	1.1	1.02	1.6	1.8	1.01	1.1
Total	8.36	7.8	9	7.38	11.7	11	7.13	7.7
Media	1.19	1.12	1.28	1.05	1.67	1.57	1.01	1.1

La prueba de Duncan no presentó diferencias significativas entre ellos, debido posiblemente a las altas densidades de siembra,

Los resultados obtenidos en la siembra al voleo en seco son inferiores a los presentados por el IRGA utilizando el mismo método de siembra con otras variedades (14),

4.5 Rendimientos.

El rendimiento, es un parámetro de vital importancia en todo ensayo investigativo y aparece en la tabla número ocho (8),

Realizado el análisis de varianza a la tabla de los rendimientos, se puede observar una diferencia altamente significativa entre los tratamientos y efectuada la prueba de Duncan al 5% designificancia se encuentran los mejores resultados en los tratamientos cinco y tres correspondientes al método por trasplante, con una diferencia altamente significativa relacionándolos con los demás tratamientos, Estos resultados son similares a los reportados por González y otros (9) utilizando la misma distancia de siembra,

La prueba de Duncan analizada en los tratamientos siete (7) y ocho (8) de la misma tabla no presentó diferencias significativas entre ellos; igual cosa acontece al comparar los tratamientos uno (1) y dos (2), que corresponden al método de siembra de voleo en seco,

El IRRI en las Filipinas reporta datos contrarios a los obtenidos en el tratamiento cinco al comparar la siembra directa con trasplante (2),

Los datos para siembra con semilla pregerminada fueron inferiores a los

TABLA 8. Producción en Ton/há de arroz paddy.

Bloques	Tratamientos							
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈
I	3.80	6.10	9.0	6.8	12.5	8.5	6.20	3.50
II	3.73	4.52	8.0	9.0	13.50	7.0	5.51	4.20
III	4.06	5.88	10	7.6	10.00	10.0	4.50	3.50
IV	3.95	3.50	9.0	7.3	8.0	7.0	5.50	3.90
V	4.11	6.60	5.0	5.1	19.50	8.5	9.00	2.50
VI	3.85	6.60	9.8	5.1	4.50	6.50	5.00	6.90
VII	3.06	4.30	7.95	5.0	7.20	9.0	5.51	2.90
Total	26.56	37.5	58.75	45.90	63.05	56.60	41.20	27.40

reportados por González y otros (9) utilizando otras densidades de siembra.

5, CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados obtenidos en el estudio "Comparación de métodos de siembra en el cultivo del Arroz" es posible deducir las siguientes conclusiones :

- 5,1 La mayor producción de 9 toneladas por hectárea correspondió al tratamiento cinco (5) del método de trasplante con densidad de 20 Kg/há y separación de 20 x 20 cm.
- 5,2 El método de semilla pregerminada produjo rendimientos superiores a los de la siembra al voleo.
- 5,3 En el método con semilla pregerminada los mejores resultados se obtuvieron en el tratamiento ocho (8) con densidad de 70 Kg/há.
- 5,4 En la siembra al voleo en seco los mejores rendimientos se presentaron en el tratamiento dos (2) con densidad de 150 Kg/há.
- 5,5 Los dos mejores resultados presentados en el método por trasplante superan a los obtenidos en los demás métodos con una diferencia altamente significativa.
- 5,6 Los resultados obtenidos en el presente trabajo concuerdan con los obtenidos en otros trabajos internacionales de investigación.
- 5,7 Este trabajo debe complementarse con un estudio económico para los costos y la rentabilidad de los métodos estudiados.

6. RESUMEN

El presente experimento se realizó en la Granja Experimental de la Universidad Tecnológica del Magdalena, "Gabriel García Márquez", Municipio de Santa Marta, Departamento del Magdalena, Geográficamente la zona está localizada entre $11^{\circ} 11'$ de latitud Norte y $74^{\circ} 07'$ de longitud Oeste, con temperatura promedio de $28^{\circ} C$, precipitación anual de 630 mm y altura de 10 metros sobre el nivel del mar.

Ecológicamente el clima correspondiente a esta zona es de "Clima Tropical Cálido".

El trabajo consistió en una comparación de métodos de siembra en el cultivo del arroz. Para tal efecto se utilizaron los siguientes tratamientos :

Voleo en seco en una densidad de 170 Kg/há.

Voleo en seco en una densidad de 150 Kg/há.

Trasplante en una densidad de 30 Kg/há en distancias de 20 cm entre plantas y 20 cm entre hileras.

Trasplante en una densidad de 30 Kg/há en distancia de 15 cm entre plantas y 15 cm entre hileras.

Trasplante en una densidad de 20 Kg/há en distancia de 20 cm entre plantas y 20 cm entre hileras.

Trasplante en una densidad de 20 Kg/há en distancia de 15 cm entre plantas y 15 cm entre hileras.

Pregerminado en una densidad de 100 Kg/há,

Pregerminado en una densidad de 70 Kg/há,

El método estadístico utilizado fue un Diseño en bloques al azar con 8 tratamientos y 7 repeticiones, lo que da un total de 56 parcelas.

El área de cada parcela fue de 1 m^2 y un área total de 122 m^2 .

El tiempo de duración del ensayo fue de 160 días, Respecto a plagas y enfermedades no se presentaron ataques severos, solamente un ataque leve de chinches (pentatomide sp).

Los mejores rendimientos correspondieron a los tratamientos 5 y 3 con una producción de 9,0 y 8,3 toneladas por hectárea respectivamente,

La producción más baja se obtuvo en el método de voleo en seco con densidades entre 170 y 150 Kg/há respectivamente,

SUMMARY

The present experiment was done in the experimental Farm of Magdalena Technological University "Gabriel García Márquez" city of Santa Marta, zone is located between 11° 11' latitude North and 74° 07' longitude west, with an average temperature of 28,6° C, annual rainfall of 630 mm, relative humidity of 74-75% and at 10 meter above sea level.

Ecologically the climate corresponding to this zone is a tropical Hot Climate.

The work consisted afa comparison of methods of sowing in the cultivation of rice.

For all effect, the following treatments are utilized.

Dry scattering in a density of 170 Kg/há.

Dry scattering in a density of 150 Kg/há.

Transplant in a density of 30 Kg/há with separations of 20 cm between plants and 20 cm between rows.

Transplant in a density of 30 Kg/há with reparations of 15 cm between plants and 15 cm between rows.

Transplant in a density of 20 Kg/há with separations of 20 cm between plants and 20 cm between rows.

Transplant in a density of 20 Kg/há with separations of 15 cm between plants and 15 cm between rows.

Pre-germinated in a density of 100 Kg/há.

Pre-germinated in a density of 70 Kg/há.

The statistical method used was a design of random-blocks, with 7 treatments and 7 repetitions, that gives a total of 56 parcels the area of every parcel was of 1 m^2 and a total area of 122 m^2 .

The duration of the experiment was 160 days.

With respect to the plagues and diseases there were no severe attacks, only a light attack of insect (Pentatomide sp).

Best yield corresponded to treatments 5 and 3 with a production of 9,0 and 8,39 ton/há respectively.

Lower production was obtained with method of dry-scattering in densities between 170 and 150 Kg/há respectively.

7. BIBLIOGRAFIA

1. ALLEN, E, and HAYNES, D, The mechanical cultivation of wet padi in Malaya, Bangkok, FAO, 1955. 13p.
2. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL, Arroz, Informe anual, Cali CIAT, 1974, pp 24-25
3. . Programa de arroz, Cali, CIAT, 1980, pp 25-26.
4. . Programa de arroz, Cali, CIAT, 1981, pp 60-61.
5. COMISION INTERNACIONAL DEL ARROZ, Report of the meeting of the problems of mechanization of rice production under wet paddy conditions, Paradeniya, Ceylon, 1956, 57p.
6. FILIPINAS UNIVERSITY COLLEGE OF AGRICULTURE, Rice production in the Philippines. Laguna, s. e, 1955, 34.
7. GARCIA, E. Preparación de tierras arroceras empleando la inundación. Curso de arroz, Bogotá, TOA, 1975, pp 170-171.
8. GARCIA, J. El arroz, el algodón y el tabaco. Madrid, Dassat, 1975. pp 2-3.
9. GONZALEZ, J. et al. Unidad arroz, Cali, CIAT, 1978, ppD 9-10.
10. GRIST, D. Rice. 3a ed. London, Longmans, 1959, 446p.
11. LABROUSE, G. Aperçu sur les méthodes et les matériels susceptibles d'être utiles pour l'amélioration de la production rizicole, particulièrement dans les pays francophones d'Afrique tropicale et à Madagascar. Agron Trop, 17: 328, 1962.
12. MENDOZA, A y BEDOYA, J. Estudio sobre densidad de siembra de la Variedad IR-8 en la zona arroceras del municipio de Aracataca. Tes. ing. Agr. Santa Marta, Universidad Tecnológica del Magdalena. 1978. pp 15-16.
13. NUÑEZ, H. Cultura do arroz irrigacao. Rio de Janeiro, Acar-rj, 1975. 61p.
14. PEDROSO, A. Efeito de sementeira no rendimento de graos e outras características agronomicas em tres cultivares do arroz irrigado. Arrozeira, Porto Alegre, 309: 53-56, 1978.
15. RELWANI, L. Studies on the effect of spacing number of seedling per hill and levels of nitrogen on paddy yields. Indion, s. e, 1962. pp 279-288.

16. RIOS, G. Estudio preliminar de la fertilización foliar con algas marinas (Grateleupia filicina) en el cultivo de arroz riego. Tes. Ing. Agr. Santa Marta, Universidad Tecnológica del Magdalena, 1980. 14p.
17. ROBAYO, R. La siembra como factor de producción. Curso de arroz. Bogotá, Fedearroz, 1969, pp 21-22.
18. SANCHEZ, P. Comparación entre sistemas de siembra tradicional y semilla pregerminada. Curso de arroz. Bogotá, Fedearroz, 1975. pp 175-176.
19. STOUT, B. Equipo para la producción de arroz. Roma, FAO, 1966. 17p.
20. TECNICAS PRACTICAS de la Orizocultura. Agricultura de las Américas. Bogotá, 1973: 17-18.
21. THOLOZAN, G. Plantio de arroz en Lima. Arrozeira. Porto Alegre, 277: 44-46, 1974.
22. VAUGH, M. Development of a threshing device. Agricultural Engineering. Ohio, 2 1962.
23. VILLEGAS, G. Prácticas culturales y manejo del cultivo en siembra con semilla pregerminada. Curso de arroz. Bogotá, TOA, 1975. pp 174-175.
24. WELLS, B. et al. Short statured rice response to seeding and N rates. Agronomy Journal. Madison, 70(3): 477-80, May-Jun, 1978.
25. WOOD, R. Agricultura Tropical. Mexico, Reverte, 1961. 26p.

APENDICE

APENDICE 1, Análisis de varianza para el número de macollas por sitio a los 60 días de germinado el cultivo.

$$FC = \frac{\sum T^2}{n}$$

$$FC = \frac{(103,64 + 106,24 + 107,97 + \dots + 78,91)^2}{56}$$

$$FC = \frac{(697,61)^2}{56}$$

$$FC = 8690,35$$

$$SC = \text{Total} = (T1)^2 + (T2)^2 + (T3)^2 + \dots + (T8)^2 - FC$$

$$SC = \text{Total} = 1262,7$$

$$SC = \text{Bloques} = \frac{(103,64)^2 + (106,24)^2 + \dots + (78,91)^2}{8} - FC$$

$$SC = \text{Bloques} = 8777,98 - 8690,35$$

$$SC = \text{Bloques} = 87,63$$

$$SC = \text{Tratamiento} = \frac{(T)^2}{NT} = \frac{(67,18)^2 + (62,31)^2 + \dots + (66,98)^2}{7} - FC$$

$$SC = \text{Tratamiento} = \frac{66507,02}{7} = 8690,35$$

$$SC = \text{Tratamiento} = 9501 - 8690,35 = 810,65$$

$$SC = \text{Error} = SC \text{ Total} - (SC \text{ Bloques} + SC \text{ Tratamiento})$$

$$SC = \text{Error} = 1262,7 - 87,63 - 810,65$$

$$SC = \text{Error} = 364,42$$

$$CM = \text{Cuadrado Medio.}$$

$$CM = \frac{SC}{GL}$$

GL = Grados de libertad

$$GL = n-1$$

$$\text{Error} = 6 \times 7$$

$$\text{Error} = 42$$

$$FC \text{ Bloque} = \frac{CM \text{ Bloque}}{\text{Error}}$$

$$FC \text{ Tratamientos} = \frac{CM \text{ tto}}{\text{Error}}$$

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C
Bloques	6	87,63	14,6	1,68
Tratamientos	7	810,65	115,8	13,35 **
Error	42	364,42	8,67	
Total	55	1262,70		

** = Altamente significativo.

APENDICE 2. Prueba de Duncan para el número de macollas por sitio a los 60 días de germinado el cultivo.

	T ₅	T ₄	T ₆	T ₈	T ₁	T ₂	T ₇
	18,23	14,47	12,13	9,56	9,50	8,9	8,52
8,52	9,71**	5,95**	3,61**	1,04	0,98	0,38	0
8,9	9,33**	5,57**	3,23**	0,66	0,6	0	
9,5	8,73**	4,97**	2,63	0,06	0		
9,56	8,67**	4,91**	2,57	0			
12,13	6,1**	2,34	0				
14,47	3,76	0					
18,23	0						

** Altamente significativo

Variación combinada 8,67

$$\text{Error standar } \sqrt{\frac{8,67}{8}} = 1,04$$

Comparadores	42	0,05	2,86	3,01	3,10	3,17	3,22	3,27	3,30
	1,04 x 0,05		2,97	3,13	3,22	3,29	3,34	3,40	3,34

APENDICE 3. Anava para la altura de las plantas a los 65 días de germinado el cultivo,

F,V	G,L	S,C	C,M	F,C
Bloques	6	108,23	18	1,16
Tratamientos	7	287,83	41,1	2,65*
Error	42	654,4	15,5	
Total	55	1050,4		

* Significativo.

APENDICE 4. Prueba de Duncan para altura de las plantas a los 65 días de germinado el cultivo,

	T ₆	T ₃	T ₅	T ₄	T ₇	T ₁	T ₂	T ₈
	42,84	42,58	41,33	41,19	38,06	37,83	37,45	37,08
37,08	5,76**	5,50**	4,25	4,11	0,98	0,75	0,37	0
37,45	5,39**	5,13**	3,88	3,74	0,61	0,38	0	
37,83	5,01**	4,75**	3,5	3,36	0,23	0		
38,06	4,78**	4,52**	3,27	3,13	0			
41,19	1,65	1,39	0,14	0				
41,33	1,5	1,25	0					
42,58	0,26	0						
42,84	0							

** Altamente significativo

Variación combinada 15,5

Error standar $\sqrt{\frac{15,5}{8}} = 1,39$

Comparadores	42	0,05	2,86	3,01	3,10	3,17	3,22	2,27	3,30
		1,39 x 0,05	3,98	4,18	4,30	4,40	4,47	4,54	4,58



APENDICE 5. Anava para el número de granos por espiga al momento de la cosecha.

F,V	G,L	S,C	C,M	F,C
Bloques	6	2668,65	444,76	2,49
Tratamientos	7	36499,9	5214,27	17,5**
Error	42	12056,16	297,76	
Total	55	51672		

** Altamente significativo.

APENDICE 6. Prueba de Duncan para el número de granos por espiga al momento de la cosecha

	T ₅	T ₆	T ₃	T ₄	T ₈	T ₇	T ₁	T ₁	T ₂
	157	147	127,5	123,64		108,78	92,21	88,35	81
81	76**	62**	46,5**	42,64**		27,78**	11,21	7,35	0
88,35	68,65**	54,65*	39,15**	35,29**		20,43**	3,86	0	
92,21	64,79**	50,79**	35,29**	31,43**		16,57	0		
108,78	48,22**	34,22**	18,72	14,86		0			
123,64	33,36	19,36	3,86	0					
127,5	29,5	15,5	0						
143	14,0	0							
157	0								

** Altamente significativo

Variación combinada 297,76

Error standar = 6,10

Comparadores	42	0,05	2,86	3,01	3,10	3,17	3,22	3,27	3,30
	42	0,01	3,82	3,99	4,10	4,17	4,24	4,30	4,34
		6,10 x 0,05	17,44	18,36	18,91	19,33	19,64	19,94	20,13

APENDICE 7. Anava para el peso de 50 granos por parcelas.

F.V	G,L	S,C	C,M	F,C
Bloques	6	0,05	0,008	0,11
Tratamientos	7	3,225	0,46	6,57**
Error	42	3,04	0,07	
Total	55	6,315		

** Altamente significativo.

APENDICE 8, Prueba de Duncan para el peso de 50 granos por parcelas.

	T ₅	T ₆	T ₃	T ₁	T ₂	T ₈	T ₄	T ₇
	1,67	1,57	1,28	1,19	1,12	1,1	1,05	1,01
1,01	0,66**	0,56**	0,27	0,18	0,11	0,09	0,04	0
1,05	0,62**	0,52**	0,23	0,14	0,07	0,05	0	
1,1	0,57**	0,47**	0,18	0,09	0,02	0		
1,12	0,55**	0,45**	0,16	0,07	0			
1,19	0,58**	0,38**	0,09	0				
1,28	0,39**	0,29	0					
1,57	0,10	0						
1,67	0							

** Altamente significativo

Variación combinada 0,07

Error standar $\sqrt{\frac{0,07}{8}} = 0,093$

Comparadores	42	0,05	2,86	3,01	3,10	3,17	3,22	3,27	3,30
		0,05(0,093)	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	

APENDICE 9. Anava para el rendimiento de arroz en toneladas por hectárea.

F,V	G,L	S,C	C,M	F,C
Bloques	6	45,8	7,6	11,83**
Tratamientos	7	172,51	24,6	38,43**
Error	42	27	0,64	
Total	55	245,31		

** Altamente significativo.

APENDICE 10, Prueba de Duncan para la producción en toneladas por hectárea,

	T ₅	T ₃	T ₆	T ₄	T ₇	T ₂	T ₈	T ₁
	9,0	8,3	8,071	6,55	5,88	5,37	3,91	3,97
3,79	5,21**	4,51**	4,28**	2,76**	2,76**	2,09**	1,58**	0,12
3,91	5,09**	4,39**	4,16**	2,64**	1,97**	1,46**	0	
5,37	3,63**	2,93**	2,70**	1,18**	0,51	0		
5,88	3,12**	2,42**	2,19**	0,67	0			
6,55	2,45**	1,75**	1,52**	0				
8,071	0,92	0,22	0					
8,3	0,7	0						
9,0	0							

** Altamente significativo

Variación combinada 0,64

$$\text{Error standar} \sqrt{\frac{0,64}{8}} = 0,28$$

Comparadores	42	0,05	2,86	3,01	3,10	3,17	3,22	3,27	3,30
		0,05 x 0,28	0,80	0,84	0,86	0,88	0,90	0,91	0,92