
ESTRATEGIA EN LA PRODUCCION DE ARROZ

**Para un mejor
aprovechamiento de las
principales variables
climáticas**

Enrique Deambrosi**

Ramón Méndez*

Alvaro Roel**

* Ing. Agr., Programa Arroz, INIA Treinta y Tres

** Ing. Agr., M.Sc., Programa Arroz, INIA Treinta y Tres

Título: **ESTRATEGIA EN LA PRODUCCION DE ARROZ.**
Para un mejor aprovechamiento de las principales variables climáticas.

Autores: Enrique Deambrosi
 Ramón Méndez
 Alvaro Roel

Serie Técnica N° 89

© 1997, INIA

ISBN: 9974-38-074-X

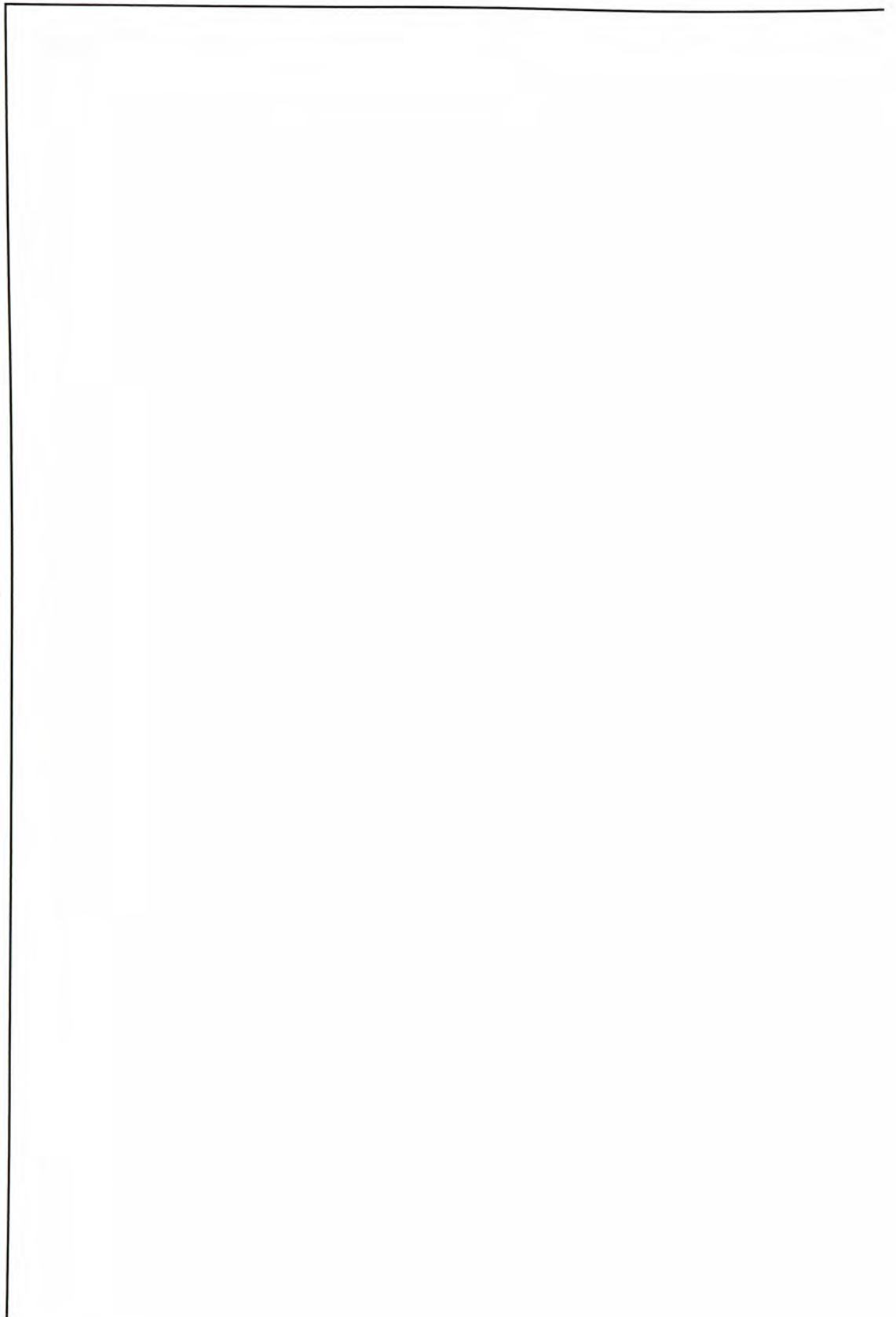
Editado por la Unidad de Difusión e Información Tecnológica del INIA.
Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Este libro no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

INDICE

Página

1.Introducción	1
2. Información disponible	1
2.1. Manejo del suelo	1
2.1.1. Nivelación y drenaje	1
2.1.2. Reducción del laboreo	2
2.1.3. Rotación Arroz-Pasturas	2
2.2. Métodos de siembra	3
2.2.1. Siembra directa en seco	4
2.2.2. Siembra directa en agua	5
2.3. Variedades	6
2.4. Principales Requerimientos Climáticos	6
2.4.1. Siembra y Emergencia	6
2.4.2. Estado Reproductivo y Llenado del grano	7
2.4.2.1. Suma Térmica	7
2.4.2.2. Radiación Solar	8
2.4.2.3. Temperatura	9
3. Propuesta de manejo del cultivo	10
4. Conclusiones	11
5. Agradecimientos	12
6. Bibliografía	12



ESTRATEGIA EN LA PRODUCCION DE ARROZ

Para un mejor aprovechamiento de las principales variables climáticas

1. INTRODUCCION

Los efectos combinados de una serie de factores han incidido en la obtención de los mayores volúmenes de producción y rendimientos promedio por hectárea de arroz en el Uruguay en las cosechas 1996 y 1997. Los productores tuvieron una incidencia directa sobre algunos de ellos manejando adecuadamente sus recursos y, por otra parte, fueron beneficiados por la ocurrencia de ciertas condiciones climáticas en los momentos más favorables para el cultivo. Es importante analizar cómo incidieron algunos de estos factores, para destacar su alcance en la obtención de dichos resultados, de forma de hacerlos cada vez más frecuentes y menos casuales.

La ocurrencia de fríos y la falta de radiación solar en la etapa reproductiva y de llenado del grano del cultivo son dos importantes limitantes de la producción de arroz en el país. La época de siembra del cultivo determina la mayor o menor incidencia de estos factores en el rendimiento final.

Uno de los aspectos más destacables en las dos zafas mencionadas fue la posibilidad de sembrar más temprano, en comparación con años anteriores. Las condiciones menos húmedas durante el invierno-primavera, permitieron una mejor preparación de los suelos y la realización de la siembra en un período mucho más favorable.

Se debe considerar además el cambio de variedades que se ha producido en el área de siembra del país. El productor de arroz uruguayo dispone hoy de cultivares de mayor potencial de rendimientos, 15-20 % superior a Bluebelle, algunos de ellos de

ciclo más corto y con tolerancia a frío en la etapa reproductiva, lo que permite disminuir los riesgos de esterilidad de granos provocada por aquél.

Se discuten a continuación algunas pautas de manejo de suelos y del cultivo que pueden contribuir al máximo aprovechamiento de las ventajas que ofrecen los nuevos materiales. Para incrementar el nivel de rendimiento del país y disminuir la variabilidad a través de los años, se propone hacer coincidir el período donde ocurre la fase reproductiva del arroz con el más favorable desde el punto de vista climático.

2. INFORMACION DISPONIBLE

2.1 Manejo de Suelos

2.1.1 Nivelación y drenaje

E. Topolanski entre sus recomendaciones realizadas en 1940 hizo énfasis en la importancia de laborear los suelos en el otoño previo, tratando de evitar los excesos de humedad invernales que dificultaban la buena preparación de tierras.

En la década de los setenta la Estación Experimental del Este (Chebataroff N. y Blanco, F, 1979; Chebataroff, 1982) recomendó un conjunto de prácticas tendiente a mejorar el manejo de suelos arroceros, que permitiera la siembra de tipo convencional de las variedades utilizadas en una época más adecuada para su producción.

Es conveniente realizar temprano la sistematización de las chacras, efectuando la

nivelación de los suelos con el uso de niveladoras o land planes y la construcción de drenajes superficiales que faciliten la rápida evacuación de las aguas de lluvia. La nivelación debe ser realizada luego de las primeras labores, intercalada con el pasaje de disqueras y los drenajes construídos luego de finalizadas las tareas secundarias.

Se recomienda realizar estos trabajos en el verano-otoño, cuando las condiciones de humedad del suelo son más apropiadas. De tal forma, se desplaza además parte del uso de la maquinaria en el tiempo, de manera de disponer de la máxima cantidad de tractores al momento de la siembra.

2.1.2 Reducción del laboreo

INIA Treinta y Tres en una etapa más reciente estudió los efectos de la reducción del laboreo, sobre los rendimientos de diferentes variedades. Se evaluaron en Arrozal 33 y Paso de la Laguna distintos aspectos que inciden en la implantación del cultivo en

siembra directa: fertilización basal, control de malezas y efectos del riego temprano (Deambrosi, E. y Méndez, R., 1993; Méndez, R. y Deambrosi, E., 1994, 1995, 1996). Por otro lado, se realizaron trabajos de validación de efectos de la reducción del laboreo en siembras directas, en seco y en agua, en el Area Demostrativa de India Muerta (Deambrosi, E. y Bachino, G., 1995; Deambrosi *et al.*, 1996) y en la zona de influencia de INIA Tacuarembó (Méndez *et al.*, 1996).

De los resultados obtenidos en dichos trabajos se puede concluir que la reducción de labores de preparación de suelos no impide la obtención de altos rendimientos y puede representar en muchos casos, una buena solución para lograr la siembra del cultivo en la época adecuada.

2.1.3 Rotación Arroz - Pasturas

Dentro de un esquema de utilización sostenible de los recursos es importante considerar la producción de arroz dentro de un sistema ganadero-agrícola. A partir de 1973 la Estación Experimental del Este comenzó a trabajar en el desarrollo de un sistema de producción que incluyó la siembra de praderas con gramíneas y leguminosas sobre los rastrojos de arroz (Bonilla *et al.*, 1979) (figura 1).

La realización de labores, como ser la preparación y nivelación de los suelos en el verano, la construcción de drenajes, y la siembra de praderas en el período de descanso, son actividades de mutuo aprovechamiento tanto para la producción pecuaria como arrocera.

Es posible sembrar raigrás sobre los laboreos de verano, de manera de utilizar el suelo durante el invierno por parte del ganadero. Esto permite al productor arrocero disponer de mayores posibilidades de acceder a un laboreo temprano del suelo lo que es fundamental para el logro de la estrategia en consideración.

En los casos en que el productor de arroz no sea dueño de la tierra, sería conveniente la realización de contratos de mediano plazo entre propietarios y arrendatarios arroceros, para explotar



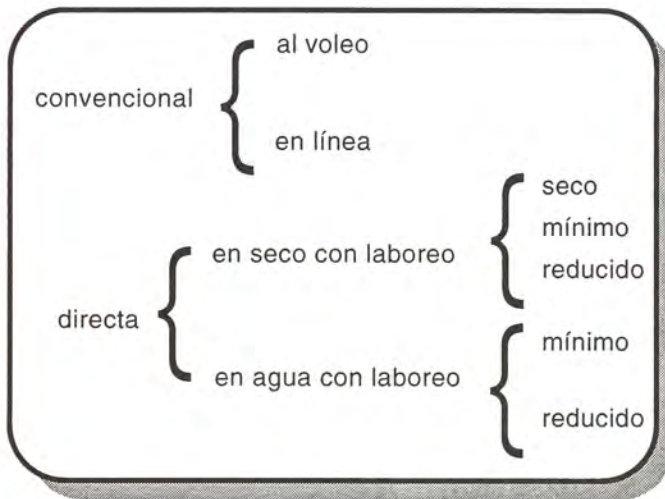
Figura 1. Siembra de pradera con avión sobre un rastrojo de arroz.

más eficientemente el recurso natural de uso común.

2.2 Métodos de Siembra

Existen en el país varios modelos de máquinas apropiadas para condiciones de siembra con cero o mínimo laboreo. Por otra parte, la aplicación de herbicidas no selectivos (glifosatos o similares) permiten la reducción de labores de preparación de los suelos, independientemente del método de siembra a utilizar.

De la información disponible en la actualidad, se pueden considerar los siguientes tipos de siembra:



El herbicida no selectivo debe ser utilizado en la siembra directa, y en algunas situaciones de siembra convencional, donde sea preciso reducir tareas de preparación por falta del tiempo necesario para realizarla.

A los efectos de evitar confusiones se deben precisar los términos de labores “mínimo” y “reducido” empleados en esta publicación.

En el laboreo mínimo luego de haberse realizado previamente las tareas primarias y la nivelación-drenaje en el verano-otoño o en el invierno, se siembra el cultivo inmediatamente después de aplicar el herbicida (en general 24-72 horas después).

En el caso del laboreo reducido, se aplica el herbicida en la primavera y luego de actuar el mismo (7 a 10 días dependiendo de la época de realización) se efectúan antes de sembrar algunas tareas de preparación del suelo (disquera - vibrocultivador), en un número inferior a las realizadas en la preparación convencional.

El laboreo mínimo admite la posibilidad de construcción de las tapias en forma anticipada desde el laboreo inicial (figura 2) y la siembra de las mismas conjuntamente con los cuadros. Esto



Figura 2. Tapias construidas en forma anticipada sobre un laboreo de verano.

permite una mayor cobertura del suelo con plantas de arroz y se puede comenzar inmediatamente el riego, en caso de ser necesario. Por otro lado, esto permitiría desplazar esta serie de labores, que incluye el marcado y construcción de las tapias, a una época del año de mayor disponibilidad de recursos, tanto humanos como de maquinaria.

Se comentan a continuación algunos conceptos relativos a las siembras directas, ya sea en seco o en agua, de uso menos frecuente.

2.2.1 Siembra Directa en Seco

La siembra con laboreo cero, mínimo, o reducido, ofrece entre sus ventajas, la posibilidad de comenzar a sembrar en un período más temprano. Esto es en general de gran importancia y más aún en primaveras lluviosas donde se acorta enormemente el período útil de siembra.

Cuando se planifica una siembra directa, con eliminación de tareas de preparación de tierras en la primavera, es necesario realizar la nivelación definitiva de la chacra durante el laboreo de verano previo (figura 3).

La siembra de arroz directamente sobre suelo virgen sin realizar laboreo alguno, es deseable en condiciones de pendientes superiores al 1%, desde el punto de vista de

conservación de suelos. Sin embargo, su utilización está limitada a condiciones muy particulares, ya que la existencia de pequeños desniveles puede dificultar no sólo la obtención de una población de plantas uniforme, sino también el manejo del riego posterior.

Sobre el laboreo de verano es posible sembrar raigrás para aumentar la producción forrajera invernal. Este tipo de manejo del suelo presenta algunas limitantes con referencia a la instalación de plantas del cultivo (Méndez, R.; Deambrosi, E., 1996), cuya solución está en estudio.

La siembra directa facilita la integración de las producciones pecuaria-arrocera, disminuyendo el período entre ambas explotaciones (figura 4). En el año de siembra del cultivo, en caso de que se utilice laboreo mínimo, se debe pastorear con ovinos o categorías bovinas livianas, de manera de evitar que el pisoteo afecte en demasía el microrrelieve; pues de lo contrario se disminuye el número de plantas de arroz instaladas, en relación a la semilla utilizada. Por otra parte, es conveniente suspender el pastoreo 7-10 días antes de realizar la aplicación del herbicida, para que las pasturas desarrollen suficiente área foliar, indispensable para la buena acción de este último.



Figura 3. Siembra directa en seco sobre un laboreo mínimo.



Figura 4. Arroz instalado sobre raigrás con aplicación previa de glifosato.

2.2.2 Siembra Directa en Agua

Este tipo de siembra se realiza en chacras previamente inundadas, pudiéndose utilizar laboreos mínimos o reducidos, con la aplicación de un herbicida total (figura 5).

Se han obtenido buenos resultados con este método, en el Area Demostrativa de India Muerta (Convenio INIA-Sector Privado,

1994-95, 1995-96, 1996-97). En la misma se utilizó semilla pregerminada, tratada previamente con repelente para aves.

Para pregerminar la semilla, se coloca la misma en agua por 36 horas en medias bolsas, luego de lo cual se retira y deja al aire hasta que el coleoptile (grelo) alcance 1-2 mm de longitud (en general 36-48 horas), antes de sembrar.



Figura 5. Chacra inundada pronta para ser sembrada.

El pregerminado facilita una rápida instalación de las plantas en estas condiciones y ofrece ventajas en la competencia frente a las malezas.

Por otro lado, en trabajos de investigación realizados en pequeñas parcelas, Blanco F., y Roel A. (1995, 1996) obtuvieron implantaciones satisfactorias utilizando semilla sin pregerminar.

La siembra en agua, en sus dos opciones de laboreo, permite obtener altos porcentajes de recuperación de plantas en cuadros y tapias, respecto a la cantidad de semilla utilizada.

Para la utilización de este método es indispensable disponer de buena nivelación y drenajes necesarios para el manejo oportuno del agua y construir las tapias con anterioridad a la siembra. Esta debe realizarse inmediatamente a que el coleoptile alcance la longitud antes mencionada. Un atraso en la misma puede ocasionar el entrelazamiento de las semillas, lo que complica su distribución uniforme en el suelo.

En una chacra planificada y sistematizada previamente, según las recomendaciones anteriores, el método también puede ofrecer ventajas permitiendo la siembra en períodos adversos posteriores a la ocurrencia de precipitaciones. No obstante, es necesario tener operativo el sistema de riego para lograr la buena implantación del cultivo.

2.3 Variedades

En la zafra agrícola 1996-97 existieron en el país 7 cultivares disponibles para la siembra del cultivo de arroz: Bluebelle, EEA 404, El Paso 144, INIA Yerbal, INIA Tacuarí, INIA Caraguatá y Sasanishiki.

Esta mayor disponibilidad de variedades, de distinto ciclo, tolerancia al frío y a las enfermedades, ofrece a los productores y a la industria posibilidades de selección. Ello les permite adecuar a las condiciones de sus empresas las características particulares de cada una de ellas; pudiendo además planificar y manejar mejor los recursos, entre otros las épocas y los tipos de siembra, el riego, la cosecha y el secado.

2.4 Principales Requerimientos Climáticos

2.4.1 Siembra y Emergencia

El productor arrocero, principalmente de la zona Este, tiene limitada su posibilidad de sembrar el cultivo en la época adecuada, debido a la ocurrencia de precipitaciones. En el cuadro 1 se presenta el número de días de lluvia promedio, medidos en la Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna - INIA Treinta y Tres, durante los meses de octubre y noviembre, de una serie histórica que abarca desde

Cuadro 1. Días de lluvia promedio por década y probabilidad (%) de ocurrencia de precipitaciones de diferentes magnitudes durante esos días de lluvia. Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna - INIA Treinta y Tres. 1972 - 1996.

	OCTUBRE			NOVIEMBRE		
	1ª DECADEA	2ª DECADEA	3ª DECADEA	1ª DECADEA	2ª DECADEA	3ª DECADEA
MEDIA (Días)	3.4	3.0	3.8	3.2	2.6	2.6
Prob. < 10 mm	75	64	72	63	67	67
Prob. (10-20) mm	10	21	15	19	9	15
Prob. (21-40) mm	12	7	11	15	8	9
Prob. > 40 mm	3	8	2	3	16	9

1972 hasta el año 1996. A su vez se presenta la probabilidad de ocurrencia de precipitaciones de diferente magnitud en esos mismos días. Como se puede apreciar para estos 25 años estudiados existió en promedio para el mes de octubre, 3.4 , 3.0 y 3.8 días de lluvia durante la 1^{era}, 2^{da} y 3^{era} década del mes, respectivamente, así como 3.2, 2.6 y 2.6 días de lluvia durante la 1^{era}, 2^{da} y 3^{era} década del mes de noviembre. Esto demuestra que aproximadamente cada 3 días (3 en 10) existe una probabilidad alta de ocurrencia de precipitaciones durante los meses de octubre y noviembre. Pero lo más importante de destacar es que entre 63 y el 75 % de esas lluvias fueron inferiores a 10 mm.

Esto implica que el mayor porcentaje de las lluvias son pequeñas, de menos de 10 mm, las cuales pueden ser perjudiciales para una siembra convencional, pero no tan desfavorables para aquellas realizadas con laboreo mínimo o reducido; por lo que existiría una mayor probabilidad de sembrar durante estos meses con la utilización de este tipo de siembra.

Se considera emergencia el período durante el cual las plántulas de arroz emergen del suelo e incluye la germinación de la semilla y su crecimiento posterior. Para que se produzca la misma es necesario disponer de humedad y temperatura adecuadas en el suelo.

Según Yoshida (1981) se pueden considerar 3 etapas en el proceso de germinación: absorción de agua, activación y post-germinación. La imbibición aumenta el contenido de agua hasta 25-35%; la temperatu-

ra afecta el contenido de agua en esta etapa, siendo mayor cuanto más alta sea la misma. La germinación se produce como consecuencia de cambios metabólicos que ocurren durante la etapa de activación.

La temperatura tiene gran influencia en la germinación y sus efectos no sólo se deben al nivel sino también al período que dura la misma. En trabajos citados por este autor, en condiciones de incubación en un rango de temperaturas entre 27 a 37 ° C se obtuvieron porcentajes de germinación de 90-97 % en tan sólo 2 días. En cambio en rangos de 15 a 37 ° C, asimilables a las condiciones del país, fueron necesarios 6 días de incubación para obtener porcentajes de germinación superiores al 90%.

2.4.2 Estado Reproductivo y Llenado de Granos

2.4.2.1 Suma térmica

Roel A., y Blanco, F. (1993) estudiaron en 6 variedades liberadas en el país, las necesidades de acumulación térmica para que el cultivo alcance el comienzo de la floración y la maduración, considerando 10° C como base de dicha acumulación.

Usando la metodología sugerida por dichos investigadores, se calcularon las sumas térmicas requeridas por las principales variedades hoy disponibles, para alcanzar el inicio de floración (Deambrosi, E. y Méndez, R., 1996). En este estudio se tuvieron en cuenta 11 fechas de siembra en tres diferentes zafras.

En el cuadro 2 se presentan los resultados obtenidos en dicho trabajo.

Cuadro 2. Sumas térmicas para alcanzar el inicio de floración.

Variedades	Número de grados días
El Paso 144	1186
INIA Caraguatá	1141
Bluebelle	1132
INIA Tacuarí	1066
INIA Yermal	1054

Los valores encontrados para El Paso 144, Bluebelle e INIA Yerbal son similares a los encontrados por Roel y Blanco en el trabajo mencionado anteriormente. En esa época no existía información de INIA Tacuarí e INIA Caraguatá de liberación más reciente.

2.4.2.2 Radiación Solar.

De acuerdo con Stansel, J. (1975) el período de máximo requerimiento de luminosidad se extiende desde la diferenciación de la panoja hasta 10 días antes de alcanzar la madurez.

En la figura 6 se presentan los promedios diarios de horas de sol reales, agrupados

cada 10 días, durante los meses de diciembre, enero y febrero de las zafras 1972-96. Los mismos fueron registrados en la Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna - INIA Treinta y Tres.

En el cuadro 3 se presenta a su vez, los promedios diarios por década y la probabilidad de ocurrencia de horas de sol de diferente magnitud durante estos períodos.

Se puede observar una mayor disponibilidad de luz desde mediados de diciembre hasta fines de enero, donde se superan las 8.0 horas de sol, alcanzando un pico máximo de 9.0 horas en las primeras dos déca-

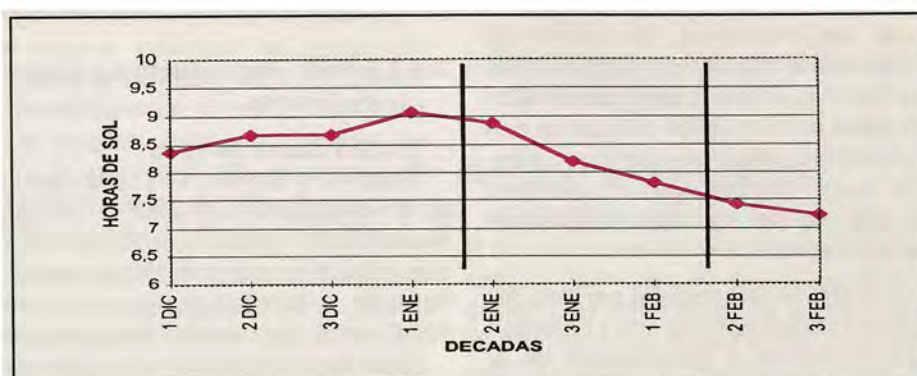


Figura 6. Horas de Sol promedio diaria por década. Serie Histórica 1972-1996. Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna - INIA Treinta y Tres.

Cuadro 3. Horas de Sol promedio por década y probabilidad (%) de ocurrencia de horas de Sol de diferentes magnitudes durante esas décadas. Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna - INIA Treinta y Tres. 1972-1996.

	DICIEMBRE			ENERO			FEBRERO		
	1 ^a DECADA	2 ^a DECADA	3 ^a DECADA	1 ^a DECADA	2 ^a DECADA	3 ^a DECADA	1 ^a DECADA	2 ^a DECADA	3 ^a DECADA
MEDIA	8.4	8.7	8.6	9.0	8.9	8.2	7.8	7.4	7.2
Prob. (10 - 12 Hs.)	12	12	20	28	40	4	4	8	12
Prob. (8 - 9.9 Hs.)	52	60	52	44	24	56	40	24	32
Prob < 8 Hs.	36	28	28	28	36	40	56	68	56

das de enero. A fines de este mes la disponibilidad de luz descende en forma importante, no sólo en su promedio sino también en la probabilidad de ocurrencia de días con 10-12 horas de sol. En febrero los valores promedio son inferiores a 8.0 horas, y la probabilidad de ocurrencia de días con horas de sol mayores a 10 descende significativamente. Se puede apreciar también que la mayor probabilidad de obtener décadas con horas de Sol promedio entre 10 y 12 horas, se encuentra en la segunda década de enero.

Desde el punto de vista agronómico sería deseable ubicar la floración de los cultivos en el período de mayor disponibilidad de luz, cuyo centro para esta zona analizada puede ubicarse en la primera década de enero. En la práctica ello dependerá de la fecha de siembra y del cultivar utilizado, siendo las dificultades mayores en la medida que se utilicen variedades de mayor largo de ciclo.

2.4.2.3 Temperatura

El período reproductivo del arroz comprendido entre el desarrollo de la panoja y la antesis, es sumamente sensible a las bajas temperaturas. Estos períodos fríos son comunes en la zona este del Uruguay y han sido identificados como una de las principales causas de inestabilidad de los rendimientos (Blanco, P.; Pérez de Vida, F. y Roel, A. 1993).

En la figura 7 se presenta la probabilidad de ocurrencia de temperaturas mínimas promedio por debajo de 15 °C por década,

durante los meses de enero, febrero y marzo, en dos diferentes localidades, Treinta y Tres y Artigas. Estos promedios corresponden al análisis de una serie histórica de datos que comprende los años 1972 -1993. Como puede observarse, la problemática de bajas temperaturas es mucho menor o nula en la zona norte del país y puede ser muy importante en la zona este. En esta región durante el mes de enero y las dos primeras décadas de febrero existe una probabilidad de aproximadamente el 20% (1 de cada 5 años analizados) de obtener promedios de temperaturas mínimas decádicas menores a 15 °C, las cuales pudieran ser causa de esterilidad. Esto demuestra que aún en enero existe la probabilidad de ocurrencia de períodos con baja temperatura, lo cual determina la importancia de disponer de variedades tolerantes a frío.

Hacia fines de febrero y primera década de marzo esta probabilidad aumenta, siendo aproximadamente un 30% (1 de cada 3 años), y hacia fines de marzo supera el 50% (1 de cada 2 años).

Las variedades presentan diferente resistencia y/o tolerancia a la ocurrencia de frío durante la etapa reproductiva del cultivo. Ello se refleja en el distinto incremento de la esterilidad en siembras tardías. En nuestras condiciones El Paso 144 es la más susceptible a condiciones de baja temperatura, mientras que INIA Yerbal e INIA Tacuarí

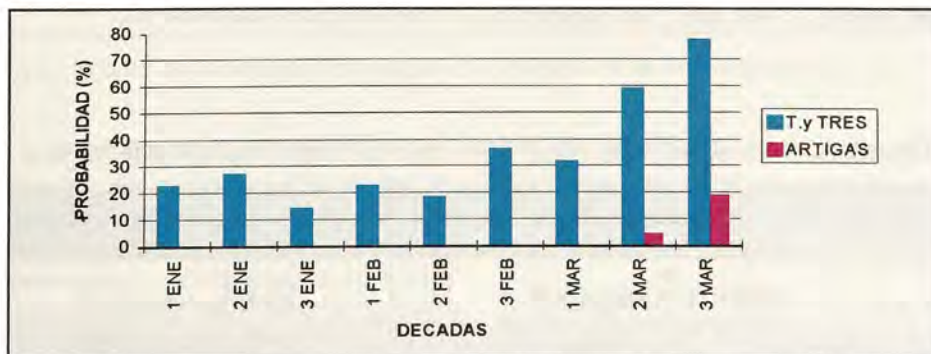


Figura 7. Probabilidad de temperaturas mínimas decádicas menores a 15° C, en la Estación Agrometeorológica de la Unidad Experimental Paso de la Laguna INIA Treinta y Tres y en la Estación Agrometeorológica de CALNU- Artigas (Serie Histórica: 1972 -1993).

son las más tolerantes (Blanco, P., Pérez de Vida, F. y Roel, A., 1993). Se puede considerar a Bluebelle e INIA Caraguatá en un grado intermedio.

3. PROPUESTA DE MANEJO DEL CULTIVO

En las zonas este y centro del país en general no existen condiciones apropiadas para la siembra antes del 20 de setiembre dado que no se registran en los suelos las temperaturas necesarias para la germinación del arroz. En las siembras muy tempranas, en general se demora la emergencia quedando la semilla más expuesta a distintos factores que pueden disminuir su viabilidad, como por ejemplo al ataque de hongos del suelo. En la zona norte donde se registran temperaturas mayores, existe un ambiente más favorable y la siembra puede comenzarse unos días antes.

De acuerdo a la información presentada en el cuadro 2, se analizó cuál sería la época de siembra necesaria para que se produzcan los inicios de floración del arroz antes del 10 de febrero. De esta fecha en adelante se produce una reducción importante en la disponibilidad diaria de horas reales de sol, de acuerdo a los registros históricos analizados (figura 6 y cuadro 3). Por más que se adelante la siembra, los promedios diarios de temperaturas en Setiembre son muy bajos y por lo tanto es casi insignificante la acumulación de grados en la suma térmica. Por ello, se decidió la

extensión de 10 días con respecto al período considerado óptimo desde el punto de vista de luminosidad, debido a la baja probabilidad de poder sembrar muy temprano.

Se trabajó ubicando en primer lugar los comienzos de floración en la época deseada y se calculó luego en forma retroactiva la época de siembra adecuada de las 5 variedades, de acuerdo a los días necesarios para alcanzar sus respectivas sumas térmicas.

En el cuadro 4 se presentan los resultados de dicho ejercicio. Dado que las sumas incluyen la etapa siembra - emergencia, pueden existir pequeñas variaciones debidas a las condiciones de humedad del suelo y ambientales existentes en dicho período, las que son variables no sólo entre años, sino también entre diferentes chacras. Por ello, las fechas sugeridas deben ser consideradas con más o menos 5 días de flexibilidad.

En este cuadro se incluyen las últimas fechas de siembra para que los inicios de floración de cada variedad se produzcan antes del 10 de febrero; se consideró el 20 de setiembre como el límite de comienzo. Por ejemplo para El Paso 144 sembrado desde fines de setiembre hasta el 26 de octubre es esperable que el inicio de floración del cultivo se produzca en el período del 25 de enero al 10 de febrero. Para otras zonas de producción del país, fuera de la Cuenca de la Laguna Merín, se deben ajustar las épocas de siembra de acuerdo a los registros de temperaturas en la estación meteorológica más próxima.

Cuadro 4. Límites de períodos de siembra e inicios de floración correspondientes.

Variedad	Última fecha de siembra	Período de inicios de floración
El Paso 144	26 Oct.	25 Ene. - 10 Feb.
INIA Caraguatá	4 Nov.	20 Ene. - 10 Feb.
Bluebelle	4 Nov.	20 Ene. - 10 Feb.
INIA Tacuarí	12 Nov.	15 Ene. - 10 Feb.
INIA Yerbal	12 Nov.	15 Ene. - 10 Feb.

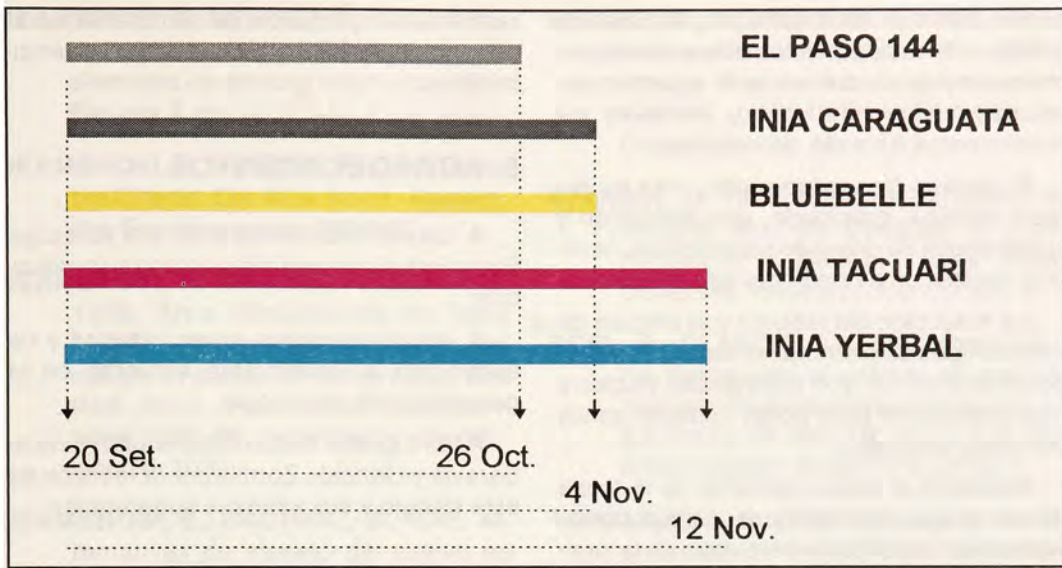


Figura 8. Epocas de siembra para que las variedades comiencen a florecer antes del 10 de febrero.

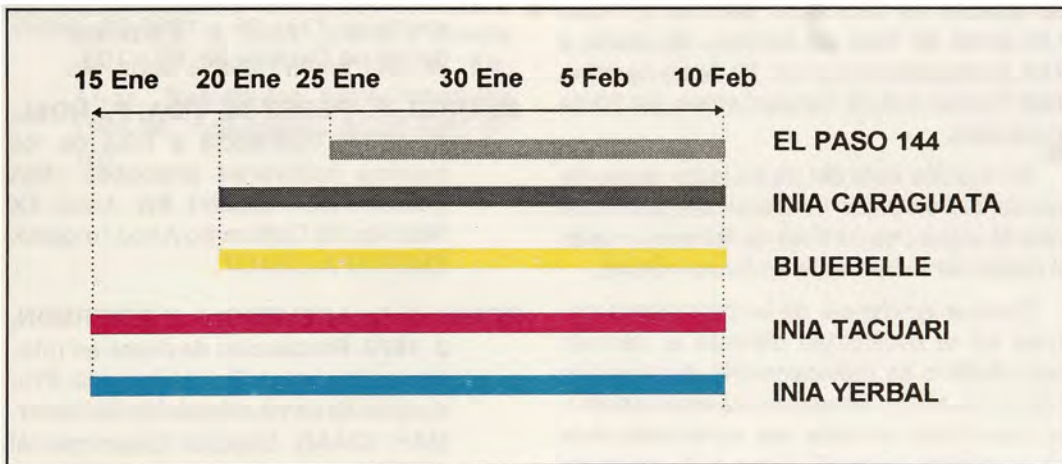


Figura 9. Epocas de inicios de floración para los intervalos de siembra sugeridos.

En la figura 8 se pueden observar gráficamente las diferentes amplitudes de los períodos de siembra y en la figura 9 los períodos de los inicios de floración correspondientes para las 5 variedades. La mayor exigencia es para El Paso 144 que presenta el menor período de siembra favorable, teniendo en consideración su mayor demanda térmica. INIA Yerbal e INIA Tacuarí sembradas a fines de setiembre - principios de octubre podrían ubicar su floración entre el 15 y 20 de enero, o sea la época ideal desde

el punto de vista de luminosidad, siendo a su vez las variedades que tendrían el período más extenso de siembra.

4. CONCLUSIONES

Del análisis efectuado se concluye que existen medidas de manejo del cultivo que pueden facilitar la obtención de altos rendimientos de arroz. El ajuste de algunos factores de manejo de suelos y del cultivo

puede disminuir los efectos perjudiciales de la baja luminosidad en los meses de febrero-marzo y de la ocurrencia de bajas temperaturas, lo que hará menos variables los rendimientos a través de los años.

El laboreo de verano-otoño, o en su defecto invernal anticipado, con nivelación y construcción de drenajes superficiales, facilita la realización de siembras más tempranas.

La reducción del laboreo y el empleo de nuevos tipos de siembra, en campos nivelados previamente, son alternativas viables y muy adecuadas para poder sembrar en los períodos deseados.

Mediante el adelantamiento de la fecha de siembra es posible lograr un mayor aprovechamiento por parte del cultivo de la luminosidad promedio existente en la zona este. Para ello es deseable que el arroz inicie su floración antes del 10 de febrero. Considerando los requerimientos térmicos de las variedades es necesario sembrar El Paso 144 antes de fines de octubre, Bluebelle e INIA Caraguatá antes del 10 de noviembre, INIA Yermal e INIA Tacuarí antes del 20 de noviembre.

En la zona este del país existe riesgo de ocurrencia de bajas temperaturas aún en el mes de enero. Hacia fines de febrero y marzo el mismo se incrementa en forma notoria.

Dada la incidencia de las bajas temperaturas en la esterilidad durante el período reproductivo es indispensable disponer de tolerancia al frío. De acuerdo a este aspecto, es importante sembrar las variedades más susceptibles, como El Paso 144, antes de fines de octubre y los materiales de tolerancia intermedia, como Bluebelle e INIA Caraguatá, hasta el 10 de noviembre. Si la siembra se debe realizar más allá de esa fecha, se deberían utilizar solamente las variedades más tolerantes al frío, como INIA Tacuarí e INIA Yermal.

En las variedades de arroz estudiadas son coincidentes los períodos de siembra sugeridos para aprovechar los mayores niveles de luminosidad y minimizar los efectos de las bajas temperaturas.

Considerando el análisis en conjunto de las variables temperatura y luminosidad, se

reafirma la importancia de sembrar temprano, para incrementar y estabilizar los rendimientos.

5. AGRADECIMIENTOS

A los cultivadores de arroz por su apoyo financiero al que contribuyen con su producción.

A los funcionarios especializados y de apoyo por su invaluable esfuerzo en la generación de tecnología.

A los Ing. Agr. Milton Carámbula, Horacio Saravia y Gonzalo Zorrilla por la revisión de este trabajo y sus valiosas sugerencias.

6. BIBLIOGRAFIA

- BLANCO F., ROEL A.** 1995,1996. Riego. **En:** INIA Arroz. Resultados Experimentales 1994-95 y 1995-96. Actividades de Difusión N° 62 y 103.
- BLANCO, P., PEREZ DE VIDA, F., ROEL, A.** 1993. Tolerancia a fríos de los nuevos cultivares precoces INIA Yermal e INIA Tacuarí. **En:** Anais XX Reuniao da Cultura do Arroz Irrigado. EMBRAPA-CPACT.
- BONILLA, O., ACEVEDO, A. Y GRIERSON, J.** 1979. Producción de carne en rotaciones con arroz. **En:** IV Jornada. Producción de carne en rotación con arroz. MAP. CIAAB. Estación Experimental del Este.
- CHEBATAROFF, N.** 1982. Manejo de suelos en el cultivo de arroz y posibilidades de incorporación de nuevos cultivos en la rotación. MAP. CIAAB. Estación Experimental del Este. Miscelánea N° 47.
- CHEBATAROFF, N., BLANCO F.** 1979. Manejo de suelos arroceros. **En:** Producción de carne en rotación con arroz. MAP. CIAAB. Estación Experimental del Este.

- DEAMBROSI, E, MENDEZ, R.** 1996. Alternativas de manejo del cultivo para siembras en épocas adecuadas. **En:** Revista Arroz N° 6, Año 2. pp 35-42.
- DEAMBROSI, E, MENDEZ, R.** 1993. Siembra Directa. **En:** INIA. Arroz - Resultados Experimentales 1992-93.
- DEAMBROSI, E, MENDEZ, R. GRAÑA J.** 1996. Area demostrativa de India Muerta. Alternativas de manejo del cultivo en suelos de mal drenaje. **En:** INIA. Arroz - Resultados Experimentales 1995-96. Actividades de difusión N° 103.
- DEAMBROSI, E., BACHINO, G.** 1995. Alternativas de manejo del cultivo en suelos de mal drenaje. **En:** INIA. Arroz - Resultados Experimentales 1994-95. Actividades de Difusión N° 62.
- MENDEZ, R., BEMHAJA, M., YOUNG, G. Y MENDEZ, J.** 1996. Siembra directa de arroz sobre campo natural. **En:** Arroz. Resultados Experimentales 1995-96. Actividades de Difusión N° 107.
- MENDEZ, R., DEAMBROSI, E.** 1994, 1995, 1996. Siembra Directa. **En:** INIA. Arroz - Resultados Experimentales 1993-94 y 1994-95. Actividades de Difusión N° 25, 62. y 103.
- STANSEL, J.** 1975. Effective utilization of sunlight. **En:** Six Decades of Rice Research in Texas. Texas A&M University. Research monograph 4.
- ROEL, A., BLANCO, F.** 1993. Temperaturas bases para el cálculo de grados días con diferentes cultivares de arroz. **En:** Anais XX Reuniao da Cultura do Arroz Irrigado. EMBRAPA-CPACT.
- TOPOLANSKI, E.** 1940. El Uruguay como productor de arroz. MGA. Dirección de Agronomía. N° 45
- YOSHIDA, S.** 1981. Fundamentals of rice crop science. IRRI. Los Baños, Philippines.

Impreso en los Talleres Gráficos de
Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L.
Montevideo - Uruguay

Edición Amparada al Derecho 218/996
Depósito Legal 306.798/97