

## PROGRAMA NACIONAL DE ARROZ

### PROTOCOLO PARA LA REALIZACIÓN DE ENSAYOS DE EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE ADAPTABILIDAD Y EFICIENCIA DE POTENCIALES VARIEDADES COMERCIALES DE ARROZ



## ECUADOR 2018

### 1. ANTECEDENTES

En el Ecuador, en el año 2016 se sembraron 385.039 hectáreas de arroz, la mayor superficie sembrada corresponde a cinco provincias: Guayas (70.5%) Los Ríos (23.5%), Manabí (4%), El Oro (0.6%) y Loja (1.4%). La producción fue de 1'534.537 t con un rendimiento promedio de 4.19 t/ha. [INEC, 2016]. En el país, para la siembra de este cultivo se utiliza un 34.58% de semilla certificada, 38,68 % semilla común, 26.67% de semilla mejorada y un 0.08 % de semilla híbrida nacional ESPAC 2016<sup>1</sup>.

Es primordial realizar experimentos donde se estudien las interacciones genotipo por ambiente en la investigación agrícola, con la finalidad de evitar cometer errores en la elección de la variedad que se quiera recomendar para un área amplia o específica. Esto trae como resultado la necesidad de realizar experimentos repetidos tanto en diferentes épocas como en localidades.

La selección de genotipos que interaccionen lo menos posible con el ambiente, es uno de los principales objetivos en los programas de mejoramiento genético tanto de las instituciones estatales como de las empresas que se dedican a la venta de semilla. La evaluación de genotipos a través de distintos ambientes, principalmente contrastantes, es una de las prácticas más frecuentes para la recomendación de nuevos materiales a los productores de una región o zona específica.

La Interacción Genotipo-Ambiente (IGA) ocurre cuando hay respuestas diferentes de los genotipos en relación con la variación del ambiente. Esta interacción merece gran importancia en la evaluación de nuevos cultivares desarrollados para diferentes circunstancias de producción, es necesario integrar los conceptos de adaptabilidad y estabilidad para definir el comportamiento de cultivares evaluados a través de ambientes contrastantes.

La adaptabilidad se refiere a la capacidad de los cultivares de aprovechar ventajosamente los estímulos del ambiente, en cuanto que la estabilidad a la capacidad de los cultivares de demostrar un comportamiento altamente previsible en función del estímulo ambiental.

Por lo indicado es necesario establecer pruebas de adaptabilidad varietal a las fluctuaciones ambientales para estabilizar la producción del cultivo a través de los años. La información que se obtenga de la interacción genotipo por ambiente permitirá tener un genotipo estable. Lo cual nos permitirá entregar a los productores arroceros del país variedades que además de presentar buenas características agronómicas, sean estables en la producción y presenten buena

<sup>1</sup> Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continúa, 2016

adaptación a las diferentes condiciones de clima que imperan en el área arrocerera del país.

En el presente caso, se presenta el protocolo requerido para la evaluación de ensayos de adaptación de materiales de arroz, empleado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP, el cual a través de la Estación Experimental del Litoral Sur, evalúa los cultivares en diferentes épocas y localidades de las provincias del país.

El principal objetivo del trabajo será establecer un protocolo para la realización de ensayos de evaluación agronómica de adaptabilidad y eficiencia de potenciales variedades comerciales de arroz.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Ubicación de los ensayos

Los sitios seleccionados para la siembra de los ensayos, deben estar ubicados en las zonas o localidades más representativas del sector arrocerero, considerando sitios de alta presión en plagas y enfermedades, clima, ambiente, en donde se pueda probar el potencial de la variedad, señalando su localización por parroquia, cantón, provincia, msnm, coordenadas.

Las localidades de ensayo deberán corresponder a la zona o localidad en las cuales se pretende comercializar las nuevas variedades.

### 2.2. Tratamientos en estudio

Los ensayos incluyen el número adecuado de variedades (grados de libertad), de manera tal que se garantiza estadísticamente la confiabilidad de los resultados. En caso de contar con pocas entradas o tratamientos, se recomienda aumentar el número de repeticiones. Las variedades deben tener un ciclo similar (días a cosecha).

Los tratamientos en estudio se muestran en la Tabla 1

Tabla 1. Tratamientos en estudio.

No. de tratamientos	Cultivares
$n_1..$	(Cultivar 1 a cultivar n)
$n_x$	(Testigo 1 a testigo n)
$\Sigma$ # tratamientos	



### 2.3. Testigos

Como testigos comerciales se debe incluir al menos a la variedad de más uso en la zona o región en donde se establecerá el ensayo y otra variedad adicional que posean ciclo similar.

Las variedades usadas como testigos generales deben repetirse como tales por época y localidad. Es decir, si un ensayo se establece en dos o más años en una zona determinada, utilizando idéntico ciclo de siembra, entonces los testigos deben también repetirse. Además, los ensayos deben incluir materiales que se puedan definir como testigos específicos, que son variedades susceptibles a una enfermedad o plaga muy importante.

### 2.4. Ciclo de los materiales.

Se entenderá como ciclo de una variedad, al número de días que transcurren entre la emergencia de las plántulas y la madurez de cosecha.

### 2.5. Diseño experimental

Debe ser apropiado al tipo de experimento, con un número de repeticiones igual o mayor a tres. En todo caso, el número de repeticiones y tratamientos debe ser tal, que asegure la confiabilidad estadística del ensayo (grados de libertad y coeficiente de variación aceptables).

Generalmente, el Programa utiliza el diseño de bloques completos al azar, con 4 Bloques de x tratamientos (# líneas a evaluar y # variedades testigos). En condiciones de secano (siembra directa), la siembra se realiza a una distancia entre surcos de 0,30 m. En condiciones de riego la siembra es por trasplante a 0,30 m entre surcos y 0,20 entre plantas.

El tamaño de la parcela es de 6 surcos, de 5 m de largo en los dos sistemas de siembra.

### 2.4. Análisis estadístico

Los datos de rendimiento de cada ensayo, son sometidos al análisis de varianza (Tabla 2), en donde se determina la desviación standard. El coeficiente de variación (c.v) debe estar dentro de los límites razonables, con los obtenidos normalmente en este tipo de ensayos.

Tabla 2. Análisis de varianza para ensayos de adaptabilidad.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
Bloques	$b - 1$
Tratamientos	$t - 1$
Error	$(t - 1)(b - 1)$

Total

(tb - 1)

Las comparaciones de las medias de los tratamientos se realizarán mediante la prueba de Rangos Múltiples de Tuckey al 5% de probabilidad.

Una vez procesados los datos se efectuará el análisis combinado de cada uno de los tratamientos.

## 2.5. Delineamiento experimental

Para el manejo de los ensayos se considerarán los siguientes aspectos:

➤ Número de bloques	
➤ Número de tratamientos	
➤ Número total de parcelas	
➤ Número de hileras por parcela	
➤ Número de hileras útiles por parcela	
➤ Distanciamientos entre bloques	1 m
➤ Distanciamientos entre hileras	0,3 m
➤ Siembra en seco	Chorro continuo
➤ Siembra en riego	Trasplante
➤ Longitud de la parcela	5 m
➤ Ancho de la parcela	1,8 m
➤ Forma de la parcela	Rectangular
➤ Área total de la parcela	9 m <sup>2</sup>
➤ Área útil de la parcela	6 m <sup>2</sup>
➤ Área total del ensayo	

## 2.6. Manejo agronómico del ensayo

### 2.6.1. Preparación de Suelo

En terreno seco se usará la combinación de arado y rastra. Para el sistema de cultivo bajo riego, se realizará el “fangueo”, que consiste en batir el suelo con un tractor provisto de gavias (canastas de hierro) que reemplazan a las llantas convencionales.

### 2.6.2. Semilla y Siembra

Para lograr una buena germinación y establecimiento del cultivo se debe usar semilla certificada. En siembra directa se usará 100 kg de semilla ha<sup>-1</sup> y, para trasplante se establecerá semilleros con 60 kg en 150 m<sup>2</sup> lo cual cubrirá una

ha. El distanciamiento de siembra será de 30 cm entre hileras y 20 cm entre plantas.

### **2.6.3. Riego**

Bajo condiciones de riego, se mantendrá lámina de agua menor a 10 cm, la cual se drenará 15 días antes de la cosecha.

### **2.6.4. Manejo de malezas**

Los productos a utilizar deben basarse en las recomendaciones del Departamento Nacional de Protección Vegetal (Sección Malezas) de la E.E. del Litoral Sur.

### **2.6.5. Fertilización**

Se efectuará de acuerdo al análisis químico de suelos. El P y K debe incorporar antes de la siembra y el N en tres fracciones a los 15, 30 y 45 días de edad del cultivo en siembra directa; en el método de trasplante, a los 10, 30 y 50 días después de esta labor.

### **2.6.6. Manejo fitosanitario**

Las evaluaciones de las principales plagas se realizarán durante todo el ciclo de cultivo y se procederá a su control si sobrepasan los umbrales de acción. Para el caso de las enfermedades no se efectuarán aplicaciones de ningún plaguicida.

### **2.6.7. Cosecha**

Se la realizará entre los 110 y 133 días después de la siembra, cuando el grano este maduro, según época y zona de cultivo, el indicador es la humedad y color del mismo, se debe cosechar cuando el 95% de los granos en la panícula tengan color "Pajizo" y el resto este amarillento, lo que coincide con un 20 - 25% de humedad en el grano.

## **2.7. Variables a evaluarse**

Para la evaluación de las diferentes características se utilizara la Escala de Evaluación Estándar del CIAT

### **A. En el campo experimental**

#### **2.7.1. Vigor vegetativo**



El vigor vegetativo de los materiales se determinará con base al macollamiento y altura de la planta

Niveles de la escala:

1	Material muy vigoroso
3	Vigoroso
5	Plantas intermedias o normales
7	Plantas menos vigorosas que lo normal
9	Plantas muy débiles y pequeñas

### 2.7.2. Días a floración

Será el número de días comprendidos entre la fecha de siembra y cuando el 50% de las panículas estén completamente fuera de la hoja bandera.

### 2.7.3. Días a la cosecha

Será el número de días comprendidos desde la fecha de siembra hasta cuando las plantas estén aptas para ser recolectadas.

### 2.7.4. Altura de planta

En 5 plantas tomadas al azar de la parcela útil de cada tratamiento se medirá desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más pronunciada sin considerar las aristas. Se promediará y expresará en cm.

Niveles de la escala:

1	Menos de 110 cm - Planta Semi enana
5	110 - 130 cm - Intermedia
9	Más de 130 cm - Alta

### 2.7.5. Panículas por metro cuadrado

Antes de la cosecha en un metro cuadrado tomado al azar del área útil de la unidad experimental se registrará el número de panículas existentes.

### 2.7.6. Ejerción de panículas

Se calificará la inhabilidad de las panículas para emerger completamente de la hoja bandera. Se utilizará escala de 1 – 9; donde:

1	Todas las panículas con buena ejerción
3	Panículas con ejerción moderada
5	Panículas con ejerción casi definida
7	Panículas con ejerción parcial
9	Panículas sin ejerción

### 2.7.7. Desgrane

Para el efecto se empuñará fuertemente la panícula por la parte media, luego se estimará la proporción de granos desprendidos con base a la siguiente escala:

1	Menos de 1% - Material muy resistente
3	1 - 5% - Resistente
5	6 - 25% - Intermedio
7	26 - 50 - Susceptible
9	51 - 100% - Muy susceptibles

### 2.7.8. Incidencia de plagas

Durante el desarrollo del cultivo se evaluará la incidencia de insectos – plaga, así como la presencia de enfermedades.

### 2.7.9. Volcamiento

Se determinará en cada unidad experimental mediante la siguiente escala de 1 a 9; donde:

1	Tallos fuertes. Sin volcamiento
3	Tallos moderadamente fuertes. La mayoría de las plantas (más del 59%) presenta tendencia al volcamiento
5	Tallos moderadamente débiles. Plantas moderadamente volcadas en su mayoría.
7	Tallos débiles. La mayoría de las plantas casi caídas
9	Tallos muy débiles. Todas las plantas volcadas



## **B. En el laboratorio:**

### **2.7.10. Granos por panícula**

Se contabilizará el número de granos de 10 panículas tomadas al azar por cada unidad experimental, luego se promediará.

### **2.7.11. Esterilidad (%)**

En las 10 panículas anteriores se contabilizará el número de granos vanos y se promediará. Se lo expresará en porcentaje.

### **2.7.12. Peso de 1000 granos**

Se pesarán 1000 granos tomados al azar por unidad experimental. Se expresará en gramos.

### **2.7.13. Rendimiento (kg/ha)**

Para el efecto el rendimiento de cada unidad experimental será registrado en kg/ha uniformizando la humedad del grano al 14%, mediante la siguiente formula:

$$PA = \frac{pa(100 - ha)}{100 - (hd)}$$

Dónde:

PA = peso ajustado

pa = peso actual

ha = humedad actual

hd = humedad deseada

### **2.7.14. Longitud del grano descascarado**

Se lo determinará en 20 granos tomados al azar de cada tratamiento. Se lo promediará y se lo expresará en mm.

Niveles de la escala:

Mayor de 7,5 mm

entre 6,6 a 7,5 mm

entre 5,6 a 6,5 mm

menor de 5,6 mm

Extra largo

Largo

Medio

Corto

### **2.7.15. Forma del grano descascarado**

Se determinará mediante la relación largo/ancho en granos enteros de cada tratamiento. Escala de 1 a 9.

1	Alargado (relación largo ancho mayor de 3)
5	Medio (relación 2,1 a 3)
9	Oblongo (menor de 2)

### **2.7.16. Centro blanco**

Para el efecto se usará una muestra pilada compuesta por 100 granos, donde se contará el número de granos que presente centro blanco, el cual será expresado en porcentaje

### **2.7.17. Índice de pilada**

En una muestra resultante del pilado de 100 gramos de arroz paddy se determinará el porcentaje de granos enteros más tres cuartos

### **2.7.18. Porcentaje de amilosa**

Una muestra representativa de grano descascarado de cada tratamiento se enviará al Dpto. de Nutrición de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP para la determinación del contenido de amilosa.

### **2.7.19. Cocción**

En el Laboratorio de calidad molinera del Programa de Arroz de la EELS se procederá a efectuar la cocción de una muestra de cada tratamiento y se determinará el incremento del volumen de la muestra después de cocido en relación al volumen de la muestra sin cocer, además se determinará en forma visual si la muestra queda graneada o pegajosa después de su cocción.

### 3. BIBLIOGRAFÍA

- Cruz, C. D & Regazzi, A. J. Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético. Viçosa: UFV, 1994. 390p.
- INEC en línea. Proyección de la población ecuatoriana 2010-2020. Consultado el 10 de mayo del 2018. <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
- INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias). 2007. Manual del Cultivo del Arroz. 2. ed. Manual N°66. 161p.
- INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. 1996. Standard Evaluation System for Rice. 4<sup>ta</sup>ed, Manila Philippines, 52p.
- Jennings, P.R.; Coffman, W.R.; Kanffman, H.E. Mejoramiento de arroz. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura tropical, CIAT, 1981.233 p.
- Long-Ping, Y.; Xi-Qin, F. Tecnología para la producción de arroz híbrido. Roma. Italia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO, 2001. 92 p.
- Morais, O. P. Melhoramento de Arroz no Brasil. Eds. Barbosa, A. F.; Avelar, F. M.; Marques, O. G.; Ribeiro, P. H. E. In: Simposio sobre Atualização em Genética e Melhoramento de Plantas. UFLA-Lavras, 1997. P 149 -166.
- Poehlman, J.M. Mejoramiento genético de las cosechas ed. México, DF. 1987. 453 p.