

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INIAP

PROTOCOLO BASE PARA ENSAYOS DE VALIDACIÓN DE CULTIVARES - ARROZ

1. ANTECEDENTES

Ecuador es un país megadiverso, ya que se caracteriza por ser rico en ecosistemas, especies y genes (polimorfismo) que deben ser conservados y utilizados de manera racional y estratégica (Torres, 2010). Según Salvatore et al (2005), los sistemas agrícolas productivos actuales, dependen de la diversidad genética para obtener materiales mejorados que den respuestas al desarrollo y demanda de la agricultura y contribuyan a la producción en cantidad y calidad de alimentos para una población creciente.

De acuerdo a los objetivos y lineamientos del Plan Estratégico del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) 2018-2022, la institución, entre otros objetivos, debe contribuir al incremento sostenido y sustentable de la producción, productividad y al mejoramiento de los productos agropecuarios mediante la generación de nuevos cultivares o variedades, priorizando el uso racional y conservación de los recursos naturales, además de impulsar actividades para obtención de certificaciones relacionadas a la gestión de la I&D+i y de propiedad intelectual, refiriéndose en este último punto al registro y protección de las nuevas variedades (Zambrano et al., 2018).

Un equipo técnico de especialistas, realizará los ensayos en campo y dichas pruebas indicarán que la variedad a ser registrada cumple con los requisitos para emitir un informe técnico.

Según INGENIOS (2017) y otros autores (Gilliland y Gensollen, 2010; Ramírez *et al.*, 2010) es importante conocer que el derecho de obtentor no concede a su titular el impedimento para que otras personas realicen los siguientes actos con respecto a la variedad protegida:

- a) Hacer uso en el ámbito privado y sin fines comerciales.
- b) Con fines de enseñanza, investigación científica o académica
- c) Actos realizados con el fin de obtener una nueva variedad.

De esta forma, el Estado garantiza y promueve un mayor equilibrio y equidad en el sector agrícola del país. *“La protección establecida en el presente Título se extiende a las variedades pertenecientes a todos los géneros y especies vegetales siempre que su cultivo, posesión o utilización no se encuentre prohibido por razones de salud humana, animal o vegetal, soberanía alimentaria, seguridad alimentaria y seguridad ambiental.”* Como lo manifiesta el Artículo 471 de INGENIOS sobre Material protegible.

La Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable, en su artículo Nro. 33 indica que sólo podrán ser sometidas al proceso de certificación de semilla los cultivares inscritos como tales en el Registro Nacional de Cultivares. Adicionalmente en el artículo Nro. 39 señala que la Autoridad Agraria Nacional inscribirá por una sola vez el material para la producción de semillas certificadas en el registro nacional de semillas y que está prohibido comercializar semillas certificadas que no estén inscritas en el indicado Registro.

En el Reglamento a la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable en el artículo Nro. 45 se estable los requisitos para realizar el registro de los cultivares, entre los cuales consta el informe de resultados de ensayos de validación de cultivares. Además, en dicho reglamento indica en su Sección II, Artículo 50, que los ensayos de validación de cultivares son las pruebas en campo, a las que se somete un cultivar como requisito previo al registro de cultivares, con la finalidad de verificar: 1) La adaptación a una zona agroecológica definida; 2) Validación agronómica y/o agroindustrial, según la información proporcionada en la ficha técnica del cultivar; y 3) Validación de los descriptores varietales reportados por el interesado.

2. JUSTIFICACIÓN

A fin de dar cumplimiento a lo establecido en el Reglamento a la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable- LOASFAS emitido por parte de la Presidencia de la República y publicado en registro oficial Nro. 194, el Instituto tiene que acogerse a las competencias establecidas en dicho documento y debe elaborar los protocolos para ejecutar los ensayos de validación.

El Reglamento a la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable en su Sección II, Artículo 51, indica que los ensayos de validación de cultivares deberán realizarse con base al protocolo establecido por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), el cual será adaptado según cada caso.

Además, este Reglamento indica en el Artículo 53 que la Autoridad Agraria Nacional, como parte del proceso del registro del cultivar recibirá de parte del INIAP una copia del informe de resultados y verificará los resultados favorables de dichos ensayos, para emitir el certificado de registro respectivo previa recomendación del Comité Técnico de Semillas.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Validar el desarrollo y productividad de cultivares de arroz en parcelas de investigación y/o comerciales.

3.2 Objetivos Específicos

- Validar la adaptación de cultivares de arroz en una zona agroecológica definida.
- Evaluar descriptores cualitativos y cuantitativos de cultivares de arroz.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Material vegetal

Cultivares de arroz a registrarse y de los materiales notoriamente conocidos (testigos) para su evaluación. Se evaluarán máximo tres cultivares que entregue el interesado y los testigos comerciales o de referencia se definirán en el protocolo específico.

4.1.2 Insumos agropecuarios

Insumos requeridos para el mantenimiento del experimento, que incluirá fertilizantes, fungicidas, insecticidas, herbicidas, y otros, acordes a un manejo racional de los mismos.

4.1.3 Materiales y Equipos

Se indicarán los materiales y equipos que se requerirán para la validación de los cultivares según sea el caso del interesado.

4.2 Metodología

4.2.1 Características del sitio

experimental 4.2.1.1 Ubicación

Se indicarán las características del sitio experimental donde se realice el ensayo de validación. La información a registrarse se indica en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Ubicación del experimento

Provincia
Cantón
Parroquia
Sitio
Latitud
Longitud

El ensayo se realizará mínimo en cuatro localidades dependiendo de los requerimientos del interesado. Cualquier variación en el número de localidades se definirá en el protocolo específico.

4.2.1.2 Características agroclimáticas

Se registrarán las condiciones climáticas del sitio experimental donde se realice el ensayo de validación. La información a registrarse se indica en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Condiciones climáticas del sitio experimental

	Daule	Yaguachi	Babahoyo	Arenillas
Altitud (msnm)	15	17	8	26
Temperatura promedio °C	25.7	25.8	24.8	25.9
Precipitación media anual (mm)	1120	1467	1911	659
Heliofanía (hora/año)	1369	812	968	1040
Humedad relativa promedio %	80	83	82	80

4.2.1.3 Características edáficas

Previo a la implementación del ensayo, se realizará un análisis de suelo para conocer las características físico-químicas del mismo, como base para el manejo nutricional y riego del cultivo en evaluación, evitando restricciones nutrimentales y de agua para que los cultivos expresen sus caracteres distintivos.

4.2.2 Tratamientos

Se indicará el número de cultivos con sus nombres respectivos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tratamientos a evaluarse.

Nº Tratamiento	Descripción
1	
2	
3	
Testigo 1	
Testigo 2	
Testigo 3	
Testigo 4	

4.2.3 Unidad experimental

La unidad experimental, estará constituida por 156 plantas por repetición (al menos 4 repeticiones) de cada cultivo, y deberá registrarse la siguiente información (Cuadro 4).

Cuadro 4. Características de la unidad experimental. Aquí va a depender del número de materiales a evaluar. Tabla considerada con seis unidades.

Unidad experimental	Características
Número de unidades experimentales	40
Número de repeticiones	4
Número de tratamientos	10
Área total del experimento (m ²)	414
Área neta del experimento (m ²)	240
Distancia entre hileras (m)	0.3
Distancia entre plantas (m)	0.2
Distancia entre caminos (m)	1.0
Número de plantas por parcela total	156
Número de plantas por parcela neta	104
Área parcela total (m ²)	9
Área parcela neta (m ²)	6
Número de plantas total por tratamiento	624
Número de plantas por ensayo total	6240
Número de plantas parcelas netas total	4160

4.2.4 Análisis estadístico

Se utilizará el diseño bloques completamente al azar. Los datos serán analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias estadísticas entre tratamientos. Además, se utilizará la Prueba de Tukey al 5% de probabilidad para determinar diferencias entre medias. Para el análisis de datos se utilizará el aplicativo computacional GENES de Cruz y Regazzi 1997.

4.2.5 Variables o descriptores y métodos de evaluación

De acuerdo al cultivo de arroz, se elaborará un listado de variables específicas. Se puede utilizar como referencia los descriptores generados por los países miembros de la UPOV para la evaluación armonizada de los caracteres, o los descriptores generados por Biodiversity International. Según la UPOV (2002), esta armonización es importante porque facilita la distinguibilidad y también contribuye a proporcionar una protección eficaz mediante el establecimiento de descripciones armonizadas y reconocidas internacionalmente. En el caso de que no se disponga de información para una determinada especie en los documentos antes mencionados, se empleará caracteres utilizados en los ensayos experimentales realizados por INIAP u otra fuente de consulta.

4.2.5.1 Selección de los descriptores

Los requisitos básicos que un descriptor debería satisfacer antes de su utilización consisten en que su expresión: a) resulta de un cierto genotipo o de una cierta combinación de genotipos; b) es lo suficientemente consistente y repetible en un medio ambiente particular; c) muestra una variación suficiente entre las variedades que permite establecer la distinción; d) puede definirse y reconocerse con precisión; e) permite que se cumplan los requisitos sobre la homogeneidad; f) permite que se cumplan los requisitos sobre la estabilidad, es decir, produce resultados consistentes y repetibles después de cada reproducción o multiplicación repetida o, en caso necesario, al final de cada ciclo de reproducción o multiplicación.

Cabe mencionar que no existe ningún requisito que exija que el carácter tenga valor o utilidad comercial. No obstante, si un carácter que tiene valor o utilidad comercial satisface todos los criterios para su inclusión, podrá considerarse en la manera habitual.

4.2.5.2 Niveles de expresión de los caracteres

Con el fin de poder validar los cultivares, cada carácter se divide en una serie de niveles, y se atribuye una “Nota” numérica a la redacción de cada nivel.

4.2.5.3 Caracteres cualitativos

Los “caracteres cualitativos” son los que se expresan en niveles discontinuos (por ejemplo, el sexo de la planta: dioico femenino (1), dioico masculino (2), monoico unisexual (3), monoico hermafrodita (4)). Estos niveles de expresión se explican por sí mismos y tienen un significado independiente. Todos los niveles son necesarios para describir la gama completa del carácter, mientras que toda forma de expresión puede describirse mediante un único nivel. El orden de los niveles no es importante. Por regla general, los caracteres no son influenciados por el medio ambiente (UPOV, 2002).

4.2.5.4 Caracteres cuantitativos

En los “caracteres cuantitativos”, la expresión abarca toda la gama de variaciones, de un extremo a otro. La expresión puede inscribirse en una escala unidimensional lineal continua o discontinua. La gama de expresión se divide en varios niveles de expresión a los fines de la descripción (por ejemplo, longitud del tallo: muy corto (1), corto (3), medio (5), largo (7), muy largo (9). La división tiene por fin proporcionar, en la medida en que resulta práctico, una distribución equilibrada a lo largo del nivel (UPOV, 2002).

4.2.5.5 Caracteres pseudocualitativos

En el caso de los “caracteres pseudocualitativos”, la gama de expresión es, al menos parcialmente, continua pero varía en más de una dimensión (por ejemplo, la forma: oval (1), elíptica (2), redonda (3), oboval (4) y no puede describirse adecuadamente definiendo únicamente los extremos de una gama lineal. De manera similar a los caracteres cualitativos (discontinuos), de ahí el uso del término “pseudocualitativo”, cada nivel de expresión individual tiene que ser determinado para describir adecuadamente la gama del carácter (UPOV, 2002).

4.2.5.6 Variables a registrarse

Para cada especie se definirán los descriptores armonizados en base a lo descrito en el punto 4.2.5. A continuación, se presenta una lista de descriptores básicos (Cuadro 5), que deberán ampliarse de acuerdo a las características particulares de cada especie. El registro de las variables se realizará con un técnico especialista (SP 10) y un asistente de campo (SP 5).

Para todos los caracteres se realizará 1 sola evaluación dependiendo la etapa fenológica del cultivo.

Cuadro 5. Descriptores básicos del cultivo de arroz.

Descriptor	Nivel de expresión	Nota	Observación carácter
Vigor	Muy vigorosa	1	Desarrollo de la planta y rapidez en iniciar el macollaje. Se evaluará de forma visual.
	Vigorosa	5	
	Poco vigorosa	9	
Macollaje	Escaso (10 o menos)	1	En siembras por trasplante; sobre 10 plantas. Se evaluará de forma visual.
	Regular (11-20)	2	
	Abundante (más de 20)	3	
Senescencia foliar	Tardía y lenta (mayoría de las plantas retienen el color verde)	1	A la madurez, hojas que se encuentran debajo de la hoja bandera. Se evaluará de forma visual.
	Intermedia	2	
	Temprana y rápida (mayoría de hojas muertas)	3	
Resistencia al vuelco	Resistentes (ni inclinadas ni volcadas)	1	Después de la floración hasta la madurez, empujando suavemente en ambos sentidos. Se evaluará de forma visual.
	Moderadamente resistente	3	
	Intermedia (casi todas las plantas inclinadas)	5	
	Susceptible (la mayoría de las plantas casi volcadas)	7	
	Muy susceptible (todas las plantas volcadas)	9	
Color de la hoja	Verde claro	1	Lámina de la hoja inmediatamente inferior a la hoja bandera. Se evaluará de forma visual.
	Verde	2	
	Verde oscuro	3	
	Verde con el ápice púrpura	4	
	Con bordes púrpura	5	
	Con manchas púrpuras	6	
	Púrpura	7	
Pubescencia	Glabra (pudiendo tener el borde	1	Lámina de la hoja

en la superficie de la hoja	ciliado)		inmediatamente inferior a la hoja bandera Se evaluará de forma visual.
	Poco pubescente	2	
	Muy pubescente	3	
Hoja bandera: posición	Erecta	1	Angulo que forma la lámina con respecto al eje de la panoja principal después del panojamiento. Se evaluará de forma visual.
	Intermedia (aproximado 45°)	3	
	Horizontal	5	
	Pendiente	7	
Excursión de la panícula	Envuelta	1	Próxima a la madurez, separación entre la base de la panoja y el collar de la hoja bandera. Se evaluará de forma visual.
	Parcialmente expuesta	3	
	Apenas expuesta	5	
	Moderadamente expuesta	7	
	Bien expuesta	9	
Tamaño de la espiga	En cm		Desde la base del ápice, medida en diez panículas. Se utilizará calibrador digital.
Trillabilidad de la panícula	Difícil (poco o ningún grano removido)	1	A la madurez frotándola suavemente entre las manos. Se evaluará de forma visual.
	Intermedia (25-50% de granos removidos)	2	
	Fácil (más del 50% de los granos removidos)	3	
Espiguilla: presencia de aristas	Ausentes	1	En panojamiento total. Se evaluará de forma visual.
	Cortas y parcialmente aristadas	3	
	Cortas y completamente aristadas	5	
	Largas y parcialmente aristadas	7	
	Largas y completamente aristadas	9	
Cariópside a la madurez: Largo	Con cascara	En mm	Tiempo de molinado: treinta segundos. Se utilizará calibrador digital.
	Sin cascara		
	Molinado		
Cariópside a la madurez: Ancho	Con cascara	En mm	Tiempo de molinado: treinta segundos, Se utilizará calibrador digital.
	Sin cascara		
	Molinado		
Calidad industrial rendimiento	Porcentaje de entero	En %	Suma de entero y quebrado. Se utilizará molino, balanzas y de forma visual.
	Porcentaje de quebrado		
	total		

4.3 Manejo específico del experimento

4.3.1 Duración de los ensayos

La duración de los ensayos deberá ser mínimo de dos ciclos de cultivo uno en época lluviosa y uno en época seca; sin embargo, esta duración podrá extenderse si es pertinente por la confiabilidad de los resultados.

4.3.2 Preparación de suelo.

Esta labor se la realizará 30 días antes de la siembra incorporando con un pase de romplow los residuos de la cosecha anterior para favorecer la descomposición de la materia orgánica, luego con pases de la rastra se adecuara el terreno para que permita la siembra en óptimas condiciones. Para la siembra por trasplante, luego del pase de romplow se inundará el terreno y con un tractor con gavias se realizará el fangueo, finalmente se hará un pase de tabla o palo con el objetivo de darle nivelación.

4.3.3 Siembra.

Para la siembra de secano se la efectuará a chorro continuo, se empleará 100 kg de semilla por hectárea (90 gramos por unidad experimental). En condiciones de riego trasplante de debe establecer semilleros en densidades de 60 kg/ha de semilla, para el presente caso se utilizaran 300 g de semilla por metro cuadrado de semillero. Esto cubrirá un área total de 36 m² por tratamiento.

4.3.4 Trasplante.

Previo a esta labor se elaborarán 3 piolas, dos de 70 nudos distanciados a 30 cm que se las utilizará como cabeceras y la tercera de 104 nudos distanciados a 20 cm que se la conoce como sembradora y que será movilizada a medida que se avanza en la siembra de cada hilera, en esta piola se dejara un espacio de 1 metro cada 26 nudos las mismas que conformaran las repeticiones. El trasplante se realizará cuando el semillero tenga de 21 a 24 días de edad, colocando de tres a cuatro plantas por sitio.

4.3.5 Control químico de malezas.

En la siembra de secano el control se realizará a los 12 dds, para el efecto se utilizaran herbicidas pre y pos emergentes y dependerá del complejo de malezas presentes en cada zona de evaluación. En condiciones de riego trasplante se lo realizará a los 8 ddt, al igual que en la siembra de secano se utilizaran herbicidas pre y pos emergentes en dependencia del complejo de malezas presentes.

4.3.6 Riegos.

En secano dependerá exclusivamente de las lluvias. En condiciones de riego, luego del control de malezas se mantendrá una lámina de agua no mayor a 10 cm hasta 15 días antes de la cosecha.

4.3.7. Fertilización.

Antes de iniciar el experimento se colectará una muestra de suelo en el sitio experimental mediante un muestreo estándar de 0 – 20 cm de profundidad. La muestra se enviará al Laboratorio de Suelos de la EELS para su análisis. La fertilización estará basada a los resultados de los análisis de suelo. La fertilización edáfica (fosforo y potasio) será aplicada en una sola fracción durante la preparación de suelo (romplow o fangueo). La fertilización nitrogenada será fraccionada en tres aplicaciones durante la fase vegetativa en proporciones de 30 %, 40 % y 30 % de la dosis recomendada, las cuales serán aplicadas a los 10, 20 y 35 días después del trasplante. De encontrarse deficiencias de micro elementos se deberá suplir estos requerimientos vía foliar. En siembra directa la fertilización nitrogenada se hará a los 15, 30 y 45 días de edad en proporciones de 30 %, 40 % y 30 % respectivamente.

4.3.8 Control de Insectos plagas.

Se realizarán monitoreos y de sobrepasar umbrales de acción se realizará su control, se utilizarán plaguicidas específicos para cada plaga y estará de acuerdo al criterio del personal que manejará los experimentos. Se considerarán cuatro monitoreos: 10 ddt, inicio de macollamiento, inicio de floración y llenado de grano.

4.3.9 Cosecha

Se realizará a medida que cada uno de los tratamientos cumpla con la madurez fisiológica. Se cosecharán los 4 surcos centrales de cada unidad experimental en forma manual.

5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Se establecerá un cronograma en base al ciclo del cultivo a evaluarse, considerando los puntos mencionados en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Cronograma de actividades.

ACTIVIDADES	MESES													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. Elaboración perfil	x						x							
2. Análisis de suelo	x						x							
3. Preparación terreno	x						x							
4. Preparación de semilleros		x						x						
5. Trasplante		x						x						
6. Control químico de malezas			x						x					
7. Fertilización primera fracción			x						x					
8. Fertilización segunda fracción				x						x				
9. Fertilización tercera fracción				x						x				
10. Deshierbas manuales				x						x				
11. Controles fitosanitarios		x	x	x	x			x	x	x	x			
12. Cosecha					x						x			
13. Calidad molinera					x						x			
14. Análisis de datos						x						x		
15. Elaboración de informe													x	x

Estas actividades se realizan cuando INIAP ejecute en su totalidad los ensayos de validación de cultivares. Sin embargo, cuando el interesado opte por la modalidad de supervisión, el equipo técnico definirá en el protocolo específico el número de visitas obligatorias que INIAP deberá realizar a fin de constatar los parámetros solicitados para los ensayos de validación.

6. PRESUPUESTO DEL ENSAYO

Se elaborará un presupuesto con base al número de cultivares, los insumos requeridos para la implementación y manejo del experimento, número de visitas, tiempo de evaluación y localidades a evaluarse.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cruz, C. D.; Regazzi, A. J. 1997. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 390p.

Gilliland, T; Gensollen V. 2010. Review of the protocols used for assessment of DUS and VCU in Europe – Perspectives. En: Huyghe C. [Ed.]. Sustainable use of genetic diversity in forage and turf breeding. Heidelberg: Springer. pp. 261 - 275.

INGENIOS (Obtenciones Vegetales). 2017. El Derecho de Obtentor, su proceso de solicitud es un beneficio justo para el sector agrícola del país. Boletín 005. Quito, Ecuador.

<https://www.propiedadintelectual.gob.ec/el-derecho-de-obtentor-su-proceso-de-solicitud-es-un-beneficio-justo-para-el-sector-agricola-del-pais/>

Ramírez, M; Carballo A; Santacruz, A; Conde, V; Espitia, E; González, F. 2010. Distinción, homogeneidad y estabilidad mediante caracterización morfológica en variedades de amaranto. Rev. Mex. Cienc. Agríc vol.1 no.3. p. 335-349.

Salvatore, M., Pozzi, F., Ataman, E., Huddleston, B. y Bloise, M. 2005. Mapping global urban and rural population distributions. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

Torres, María de Lourdes (2010). Agrobiodiversidad y Biotecnología. Rev. *Polémika*. Vol 2 No 5. USFQ, Quito, Ecuador. p 130-139.

UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales). 2002. Introducción General al examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad y a la elaboración de descripciones armonizadas de las obtenciones vegetales. TG/1/3. Ginebra, Suiza. 28 p.

Zambrano, J; Barrera, V; Murillo, I; Domínguez, J. 2018. Plan Estratégico de Investigación y Desarrollo Tecnológico del INIAP 2018 – 2022. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. INIAP, Quito, Ecuador.



Elaborado por:



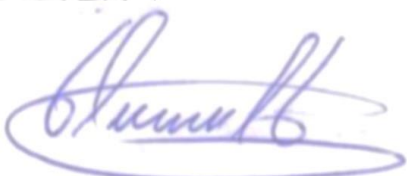
Ing. Roberto Celi
Responsable del Programa de Arroz

Revisado por:



Ing. Doris Tixe
Directora de Producción y Servicios (E)

Aprobado por:



Ing. William Viera
Director de Gestión del Conocimiento Científico (E)

8. ANEXOS

Para el cultivo de arroz se puede adjuntar gráficos o fotografías que ayuden a la descripción de los caracteres.