

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INIAP

PROTOCOLO BASE PARA ENSAYOS DE VALIDACIÓN DE PASTOS TROPICALES

1. ANTECEDENTES

En el Ecuador la superficie con uso agropecuario es de 12'285.973 de hectáreas, de las cuales el 18,57% corresponde a pastos cultivados y 6,46% a pastos naturales, es decir el 25,03% de la superficie con uso agropecuario del Ecuador corresponde a pasto. La contribución del sector pecuario al PIB nacional se encuentra en alrededor del 5% (INIEC-ESPAC, 2016).

En el 2018 según el INEC, aunque se redujo el uso de suelo para la actividad pecuaria en el Ecuador a 3094315 ha, de los cuales 2379042 ha corresponden a pasturas cultivadas y 715273 ha de pastos naturales, todavía se considera un número alto para la carga animal.

Según datos del (ESPAC, 2016), la población bovina alcanzó las 4'127.311 cabezas de ganado. En la Costa se encuentra 41,90%, y en Amazonía con 8,62%.

Los pastos tropicales constituyen la fuente de alimentación más económica que dispone un productor para mantener a los bovinos (Díaz, 2001). Sin embargo, son muchos los factores que favorecen los procesos degradativos de las pasturas, las malas prácticas de establecimiento en zonas no apropiadas para el desarrollo de potreros, inadecuados periodos de ocupación y descanso, este contexto origina por lo general un sobrepastoreo y las especies forrajeras disminuyen su potencial de producción y aprovechamiento. Los pastos y forrajes se pueden clasificar según su forma, hábito de crecimiento y ciclo vegetativo. Por su tipo de crecimiento por ejemplo los cultivares del género *Axonopus*, *Panicum*, *Pennisetum* y *Setaria* tienen un hábito de crecimiento erecto, los cultivares del género *Cynodon* se caracterizan por su crecimiento rastrero, los cultivares del género *Brachiaria* son de crecimiento semierecto en forma de macolla rizomatosa. Por su ciclo vegetativo se pueden clasificar en perennes, y se dividen en gramíneas, leguminosas herbáceas (*Arachis pinto*), leguminosas arbustivas (*Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*) y leñosas forrajeras (*Morus alba*, *Tithonia diversifolia*, *Trichanthera gigantea*).

La Ganadería bovina según su explotación se puede clasificar en ganadería de carne o ganadería de leche. En las regiones de la Costa y Amazonía del Ecuador se producen principalmente ganado de carne, mientras que el ganado de leche se encuentra, sobre todo, en la Sierra. Sin embargo, en la región Costa y Amazonia en las provincias de Manabí, Guayas, Los Ríos, Sucumbíos, Orellana y Napo; existen ganaderías de leche bajo sistemas extensivos; es decir, grandes extensiones de terreno dedicados al crecimiento del ganado, se mantienen con arbustos y plantas que nacen, o que se desarrollan naturalmente. Además existen escasos controles fitosanitarios y limitado suministro de sal mineralizada; en ocasiones se sobrecargan los potreros, mientras a la vez existen lotes con pasto y sin ganado. Todos estos factores están condicionando la productividad de los sistemas de explotación bovina.

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 o clones mejorados 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.

Con la finalidad de contribuir al desarrollo sostenible y sustentable de la producción y productividad pecuaria para el mejoramiento de la calidad de los productos de origen bovino, hay que resaltar que una de las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D) del Programa de Ganadería de la Estación Experimental Tropical Pichilingue (EETP) y Estación Experimental Central de la Amazonía, es la evaluación, monitoreo y mantenimiento de las accesiones de gramíneas y leguminosas que conforman el

jardín de introducción de especies forrajeras tropicales, lo cual es fundamental para el desarrollo de nuevos materiales forrajeros.

2. JUSTIFICACIÓN

En el litoral Ecuatoriano los géneros de pastos *Panicum* y *Pennisetum* representan el 80,41% y 0,7% de la superficie de pasto cultivado, encontrándose distribuidas en mayor porcentaje en las provincias de Manabí Guayas y Esmeraldas. En la Amazonía ecuatoriana los géneros *Brachiaria*, *Setaria* y *Pennisetum* representan el 5,64 %, 4,75 % y 3,31 % de la superficie de pastos cultivados. En el centro norte se encuentra distribuidas en mayor porcentaje los género *Brachiaria* y *Pennisetum* en las provincias de Orellana, Napo y Sucumbíos y en las provincias del Sur (Pastaza, Morona Santiago y Zamora Chinchipe) predominan los géneros *Axonopus* y *Setaria*.

La evaluación de especies forrajeras es una práctica tradicional en la mayoría de los países donde la ganadería es de importancia trascendental, fundamentalmente en los de economía avanzada (Allard 1970). Fundamentalmente, esta práctica se realiza para encontrar especies de mejor adaptabilidad y producción, que sean capaces de competir con especies invasoras en las áreas ganaderas y que además, ofrezcan alimento a los animales de forma estable

Por la importancia que reviste la introducción de nuevos ecotipos forrajeros que mejor se adapten a las condiciones climáticas y edáficas de una localidad o región, el presente estudio tiene por objetivo validar el comportamiento agronómico y productivo gramíneas forrajeras tropicales bajo condiciones edafoclimáticas de la costa y amazonia ecuatoriana.

El Reglamento a la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura Sustentable indica 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 la productividad de cultivares de pastos tropicales en diferentes zonas agroecologías del Ecuador.

3.2 Objetivos Específicos

- Establecer características morfológicas de los cultivares pastos en diferentes zonas agroecológicas.
- Determinar el comportamiento agronómico de cultivares de pastos.
- Determinar los componentes nutricionales de los diferentes cultivares de pastos.
- Validar la adaptación de cultivares de pastos en una zona agroecológica definida.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

4.1.1 Material vegetal

Variedades nuevas de pastos a registrarse y de los materiales notoriamente conocidos (testigos) para su evaluación. Se evaluarán..... cultivos que entre 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, 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 cultivos 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
Altitud
Latitud
Longitud

El ensayo se realizará mínimo en dos localidades dependiendo del material genético a registrarse y 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

Zona climática
Temperatura promedio
Precipitación media anual
Heliofanía
Humedad relativa promedio

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 cultivares expresen sus caracteres distintivos.

4.2.2 Tratamientos

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

Cuadro 3. Tratamientos a evaluarse

Nº Tratamiento	Descripción
T0	Testigo
T1	Cultivar
T2	Cultivar
T3	Cultivar
T4	Cultivar
T5	Línea o variedad 5

4.2.3 Unidad experimental

La unidad experimental estará constituida por una parcela de al menos de 20 m² para cada uno de los tratamientos con repeticiones (al menos 3 repeticiones) de cada cultivar.

4.2.4 Análisis estadístico

Se utilizará un diseño de bloques completamente al azar. Los datos serán analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) combinado, comparación de medias por diferencia mínima significativa (DMS), coeficiente de variación, desviación estándar, valores máximos y mínimos. Para determinar diferencias estadísticas entre tratamientos se utilizará la prueba de Tukey al 5%, los datos se analizarán en los paquetes estadísticos como InfoStat, SPSS o R.

4.2.5 Factores de evaluación

Estos son: Valores culturales , morfológicos y productivos:

4.2.5.1 Variables a registrarse

Se evaluarán datos agronómicos según protocolos propuestos por el CIAT, 1982 en (las épocas de corte se las definirá en los protocolos específicos). De igual manera para el registro de las variables agronómicas se tomará 2 plantas por cada unidad experimental.

El análisis de los elementos se lo realizará por la metodología propuesta por la AOAC, 1990. Se tomará una muestra de forraje fresco (2,0 kilos)

- **Valor cultural de la semilla:** Se calculará multiplicando el porcentaje obtenido en la prueba de pureza por el porcentaje restante de la prueba de germinación. Esto es:

$$\%V.C = \% \text{ Semillas puras} \times \% \text{ germinación (0\% semillas viables)}$$

- **Porcentaje de germinación se la semilla:** Se determinará mediante el conteo de 100 hasta 300 semillas obtenidas de la muestra. Serán puestas a germinar en bandejas de germinación. Serán observadas de 7 a 21 días post siembra.
- **Vigor de macollo/planta:** Permite medir el vigor con que crece la planta para lo que se emplea una escala ordinal de 1 a 5, se evaluará hasta la cosecha o corte, cuya descripción se indica a continuación en el cuadro 4:

Cuadro 4. Escala de evaluación del vigor de planta

Escala: 1-5	Descripción
1	Malo
2	Regular
3	Bueno
4	Muy bueno
5	Excelente

- **Altura de planta (cm):** Esta variable se registrará desde la base del tallo hasta la inserción de la hoja bandera, tomando cinco plantas por parcela útil. Se evaluará hasta la cosecha o corte. esto demostrara los periodos de corte.
- **Porcentaje de acame:** esta variable se registrará mediante el conteo de plantas caídas, ya sea de raíz o de tallo.
- **Numero de hojas:** Se registrará en cinco plantas por parcela útil, se contabilizará en número de hojas existentes en la planta.
- **Distancia entre nudos:** Se evaluará la distancia y el número de entre nudos si el tallo de la especie forrajera es una caña, utilizando regla o cinta métrica. Esta variable se la tomará en 5 plantas al azar en 28 días de edad previo un corte de igualación.
- **Diámetro de tallo:** Este parámetro se registra en el tallo de los pastos, desde la primera evaluación hasta que alcance la madurez fisiológica, utilizando un calibrador de Vernier, registrándose la medición a partir de los 10 cm. desde la base para los pastos de crecimiento rastrero y 20 cm para los de crecimiento erecto o matoso.
- **Tipo de inflorescencia:** se registrará en tipo de flor que presente la planta: panícula, racimo, espiga, entre otras.
- **Días a floración:** Este dato se registrará desde la siembra hasta el inicio de la floración.
- **Días de floración:** Se evalúa este dato tomando en cuenta el tiempo que dura la floración hasta que se observa las últimas flores durante el periodo de

floración y así planificar el periodo de cosecha, especialmente en las leguminosas forrajeras.

- **Ancho de la hoja (cm):** Esta variable se evaluará en dos hojas por cada planta. Se registrará en la parte media de las hojas. Escogidas al azar en la planta.
- **Largo de hoja (cm):** Esta variable se registrará en dos hojas por cada planta. Se registrará desde la base de la hoja hasta el ápice de hoja.
- **Numero de macollos:** Se registrarán en dos plantas por parcela útil, se contabilizara.
- **Rendimiento de materia verde (kg):** Se procederá a cortar las plantas a 0,20 m del suelo y se pesará la producción.
- **Relación hoja tallo.**

Una vez tomadas las medidas anteriores se procede a separar las hojas de los tallos para pesarlos en una balanza de reloj, por separado, para obtener la relación en porcentaje. Esta variable se la tomara en 5 plantas al azar en 28 días de edad previo un corte de igualación.
- **Peso del tallo (kg):** De las plantas obtenidas para rendimiento de materia verde, se procederá a retirar las hojas y se pesarán los tallos.
- **Peso de hojas (kg):** De las plantas obtenidas para rendimiento de materia verde, se procederá a retirar los tallos y se pesarán las hojas.
- **Peso de raíz (kg):** Con la finalidad de determinar el anclaje de la planta y la capacidad de absorción de nutrientes del suelo se procederá a pesar las raíces. Esta variable se la analizará en fundas plásticas
- **Análisis bromatológicos:** Se tomará una muestra de forraje fresco (2,0 kilos) 25, 35, y 45 días después de un corte de igualación, procediendo a secar las muestras de forraje, y se las enviará al Laboratorio de Nutrición y Calidad de la Estación Experimental Santa Catalina, Pichilingue y Central de la Amazonía, donde se determina los siguientes parámetros: humedad, cenizas, proteína, fibra, fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA), lignina, energía metabolizable.
- **Cinética de degradación de materia seca, materia orgánica y biodisponibilidad de cenizas:** Las muestras que serán cortadas en trozos de aproximadamente 3 cm de longitud, colocadas en fundas de papel y secadas en estufa a 65°C, durante 48 horas, para luego de realizar el molido correspondiente, (usando molino marca Willey con criba de 2 mm), y colocarlas en recipientes plásticos para su preservación. La degradabilidad ruminal de los cultivares de pastos tropicales se estudiará a través de la degradación de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), FDN, FDA. Las muestras, (10 g) se incubarán en bolsas de nylon Ankom de 10x21cm y tamaño de poro de 45 µm, durante 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 horas, utilizando cuatro toretes fistulados en el rumen, de aproximadamente 500 kg de peso, e introducidas en éstos en orden decreciente de tiempo.

4.3 Manejo específico del experimento

4.3.1. Preparación del suelo

La preparación del suelo consistirá en un pase de arado y dos pases de rastra. Un terreno bien preparado favorece la germinación y facilita el establecimiento del cultivo.

4.3.2. Siembra

Se la realizará por semilla, de acuerdo a la ficha técnica de los materiales a evaluar.

4.3.3. Fertilización

La fertilización edáfica se realizará en base a la recomendación básica de nutrientes que demanda el cultivo en base a un análisis de suelos, la base aplicada será en base a la recomendación del Departamento de Suelos y Aguas.

4.3.4. Control de malezas

El control químico consistirá en la aplicación de un herbicida específico para controlar malezas de hoja ancha.

4.3.5 Controles fitosanitarios

Para el manejo de plagas y enfermedades se realizará un monitoreo y según las poblaciones presentes, se aplicarán los insecticidas recomendados dentro del Manejo Integrado de Plagas del INIAP para cada caso. Las enfermedades serán evaluadas y de presentarse niveles sobre lo normal se utilizarán los productos específicos según el caso.

4.3.6 Cosecha

La cosecha se la realizará utilizando una hoz de cada unidad experimental, una vez que las plantas han llegado a su madurez fisiológica.

4.3.7 Duración de los ensayos

La duración mínima de los ensayos deberá ser al menos un año considerando las dos épocas del año (seca y lluviosa); sin embargo, esta duración podrá extenderse si es pertinente por la confiabilidad de los resultados.

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	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Preparación de suelo												
Siembra												
Fertilización Complementaria												
Control de Malezas												
Controles Fitosanitarios												
Registro de información												
Análisis de datos informes												

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 los ensayos a fin de constatar los parámetros solicitados para los ensayos de validación.

6. PRESUPUESTO DEL ENSAYO

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

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aoac (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official methods of analysis (15 ed.). Washington, DC. 1298 p.

Allard, R.W. 1970. Principios de la mejora genética de las plantas. Ed. Montoya, J.L. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas. La Habana, Cuba.

Ciat (Centro Internacional de Agricultura Tropical) 1982. Manual para la Evaluación Agronómica, Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Editor técnico: José M. Toledo Cali, Colombia, p. 170

INEC-ESPAC. 2016. Visualizador de estadísticas y censos. Informe Ejecutivo. Recuperado de http://www.inec.gob.ec/espac_publicaciones/espac-2011).

INEC, 2018. Población y Demografía. Proyecciones Poblacionales

Díaz, A. 2001. Producción de biomasa de (*Eichhornia crassipes*) en aguas residuales porcinas. Tesis en opción al título de Master en Nutrición Animal. Universidad de Granma, Cuba.

INEC (2018). Encuesta y superficie y producción agropecuaria continua. Consultado 14 de abril 2020.

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/>

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA . 2019. "Sistema de Información Pública Agropecuaria. Consultado.

Van Soest, P.J.; Robertson, J.B.; Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Anim. Sci. 74:3583-3597.

Elaborado por:



Luis Pinargote García
Investigador Agropecuario

Revisado por:



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

Aprobado por:



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