



GUÍA DE APRENDIZAJE

N°13

**Guía para facilitar el
aprendizaje en el Manejo
Integrado del Cultivo de:**

**Trigo (*Triticum aestivum* L.) y
Cebada (*Hordeum vulgare* L.)**

2021

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP)
NÚCLEO DE TRANSFERENCIA Y COMUNICACIÓN (NTC)
PROGRAMA DE CEREALES (PC)

Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.)



AUTORES:
Ing. María Nieto
Ing. Javier Garófalo
Dr. Luis Ponce-Molina

SEPTIEMBRE 2021

Guía para facilitar el aprendizaje sobre el manejo integrado del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.).

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

Dirección de Transferencia de Tecnología
Estación Experimental Santa Catalina
Núcleo de Transferencia y Comunicación
Programa de Cereales

Comité Técnico Estación Experimental Santa Catalina INIAP:

Ing. Andrés Araujo
Mgs. Diego Peñaherrera

Revisores Externos:

Dr. Chang Hwan Park, Director Centro KOPIA-Ecuador. Desde Abril 2021 hasta la presente.
Mtr. Juan Carlos Escobar - Técnico Centro KOPIA Ecuador

Créditos

Autores:

María Nieto, Javier Garófalo, Luis Ponce-Molina

Edición de texto:

Luis Ponce-Molina, Alicia Villavicencio, Javier Garófalo

Diseño:

Imprenta Ideaz

Ilustraciones:

María Nieto, Luis Ponce-Molina

Fotografías:

UDT-Imbabura, UDT-Chimborazo,
Programa de Cereales de la Estación Experimental Santa Catalina

Impresión:

Imprenta Ideaz

Impreso en Quito, Ecuador, marzo 2023.

ISBN Impreso: 978-9942-22-551-1

ISBN Digital: 978-9942-22-552-8

Tiraje: 500 ejemplares

Cita bibliográfica

Nieto, M., Garófalo, J. y Ponce-Molina, L. (2021) Guía para facilitar el aprendizaje sobre el manejo integrado del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.). Guía de Aprendizaje No. 13. INIAP. Quito-Ecuador. 114 p.

Mayor información

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)
www.iniap.gob.ec

Prohibida su reproducción completa o parcial sin autorización.

PRESENTACIÓN

El Centro Kopia Ecuador, establecido en 2012, ha colaborado con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP para promover la transferencia de conocimiento y tecnología a los agricultores en todo el país, lo que alienta la adopción de nuevas herramientas que les permiten mejorar la gestión de los cultivos y aumentar los niveles de productividad.

En ese sentido, KOPIA e INIAP presentan esta “Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) y cebada (*Hordeum Vulgare* L.)”. Esta guía incluye las prácticas técnicas y metodológicas sólidas desarrolladas a través de proyectos de cooperación de KOPIA-INIAP en cereales cultivados en Ecuador, incorporando ejercicios prácticos para aprender los fundamentos teóricos rápidamente. Las herramientas de aprendizaje que incluye esta guía son maquetas, dinámicas grupales y figuras demostrativas, por lo que la transferencia de tecnología puede relacionarse con situaciones en la vida diaria de los agricultores.

Esta guía está destinada a ingenieros agrícolas, extensionistas y otras personas o instituciones involucradas en la capacitación de agricultores y transferir nuevas tecnologías para mejorar la productividad agrícola, y es una adición al cuerpo de conocimiento producido por KOPIA-INIAP durante más de diez años de colaboración continua para mejorar el bienestar de los agricultores de Ecuador.

Dr. Chang Hwan Park

Director Centro KOPIA Ecuador

INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es el cultivo más importante a nivel mundial por delante del maíz y del arroz, por ser el cereal más usado en la elaboración de alimentos (Delgado, Castilla, & De la Herran, 2014).

En el Ecuador el área de producción de trigo se encuentra distribuida en el callejón interandino, en zonas comprendidas desde los 2200 a 3300 metros de altitud.. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INEC-ESPAC, 2020, la superficie sembrada de trigo fue de 6 880 hectáreas, con una producción promedio de 2 t ha⁻¹.

Las provincias de Carchi, Chimborazo, Bolívar, Imbabura y Pichincha registraron la mayor superficie sembrada, con un total de 6 445 ha (INEC-ESPAC, 2020).

La cebada (*Hordeum vulgare* L.), por su parte, está orientada hacia el consumo en grano, producción de forraje y en menor porcentaje para la industria maltera, el área de producción se encuentra en zonas comprendidas desde los 2400 a 3500 metros de altitud. Las provincias de Chimborazo, Pichincha, Bolívar, Tungurahua, Carchi, Cotopaxi e Imbabura registran la mayor superficie sembrada con 11 517 ha (INEC-ESPAC, 2020).

Los cultivos de trigo y cebada, en la Sierra ecuatoriana, constituyen parte fundamental de la canasta básica familiar de los agricultores, y los excedentes productivos se transforman en su fuente de ingreso económico.

Esta guía de aprendizaje de manejo de trigo y cebada, está constituida por ocho Módulos, cada uno de los cuales contiene herramientas de aprendizaje y notas técnicas, que facilitan el aprendizaje y difusión de los conocimientos, así como actividades prácticas y la información técnica desarrollada por el INIAP.

INDICACIONES GENERALES PARA EL USO DE LA GUIA DE APRENDIZAJE

Los usuarios de la presente guía deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Indicaciones para el facilitador antes de iniciar la sesión

- **Secuencia temática.** Elaborar un cronograma de capacitación que permita guiar y clarificar la secuencia de temas en función de las demandas de los participantes. Considerar el estado de desarrollo del cultivo, así como el tiempo que demanda la ejecución de cada práctica para definir el número de sesiones o llamadas de capacitación.
- **Revisar detenidamente los contenidos de la guía.** La guía provee información esencial e instrucciones al facilitador para abordar una temática de capacitación, sin embargo, cada práctica debe ser probada y adaptada a las condiciones sociales y agroecológicas de cada zona. Esta guía no pretende tratar los temas a profundidad; por lo tanto, el facilitador debe revisar otras fuentes bibliográficas como manuales, trípticos, artículos científicos; si requiere ampliar sus conocimientos.
- **Conseguir los materiales descritos para el desarrollo de cada práctica.** Proveerse con antelación de los materiales que se utilizarán en la capacitación, y revisar si son adecuados para los participantes con los cuales se trabajará.
- **Ubicar un espacio físico apropiado.** Entre las prácticas se desarrollan actividades como elaboración de dibujos, trabajos en papelotes, observación de muestras, prácticas de campo, entre otras, por lo que se debe disponer de un espacio adecuado para el desarrollo de la capacitación, de tal manera que permita crear un ambiente apropiado para el aprendizaje.
- **Opcional.** En caso de ser necesario evaluar de manera objetiva los conocimientos de los participantes, se puede preparar formatos para una evaluación inicial y final.

Actividades a desarrollar con los participantes durante la sesión

- **Presentación y aclaración de expectativas:**
 1. Bienvenida a todos los participantes. Se recomienda ser breves.
 2. Presentación de los participantes.
 3. Presentación del facilitador y de los temas a tratarse.
 4. Para conocer lo que los participantes esperan de la capacitación se puede proponer preguntas tales como ¿para qué nos hemos reunido este día? o ¿qué expectativas tienen de esta capacitación?
 5. Es indispensable dar a conocer la agenda o el tiempo que se empleará en la sesión.

- **Evaluación inicial de conocimientos.** Para motivar a los participantes a interesarse en el tema, rescatar sus conocimientos y, al mismo tiempo, establecer una idea general sobre su nivel de conocimiento, se pueden realizar preguntas exploratorias referentes al tema a tratarse.
- **Desarrollo de la temática de capacitación.** Iniciar compartiendo con los participantes los objetivos de aprendizaje, éstos pueden ser escritos de manera resumida sobre un papelote o tarjetas, para tener presente hacia donde se va a llegar con el tema planteado. En el desarrollo de la capacitación asegurarse de que todos los participantes se involucren en el proceso de aprendizaje.
- **Cada práctica presenta la siguiente estructura:**
 1. Tema. Descripción de la temática a abordarse con los participantes.
 2. Objetivo de aprendizaje. Lo que el participante estará en capacidad de realizar al término de la práctica.
 3. Tiempo. Duración aproximada de la práctica.
 4. Materiales. Lista de materiales requeridos para emplearse en la práctica.
 5. Procedimiento. Conjunto de instrucciones sistemáticas para que el facilitador guíe el desarrollo del proceso de aprendizaje.
 6. Notas técnicas. Información técnica a ser estudiada por el facilitador.

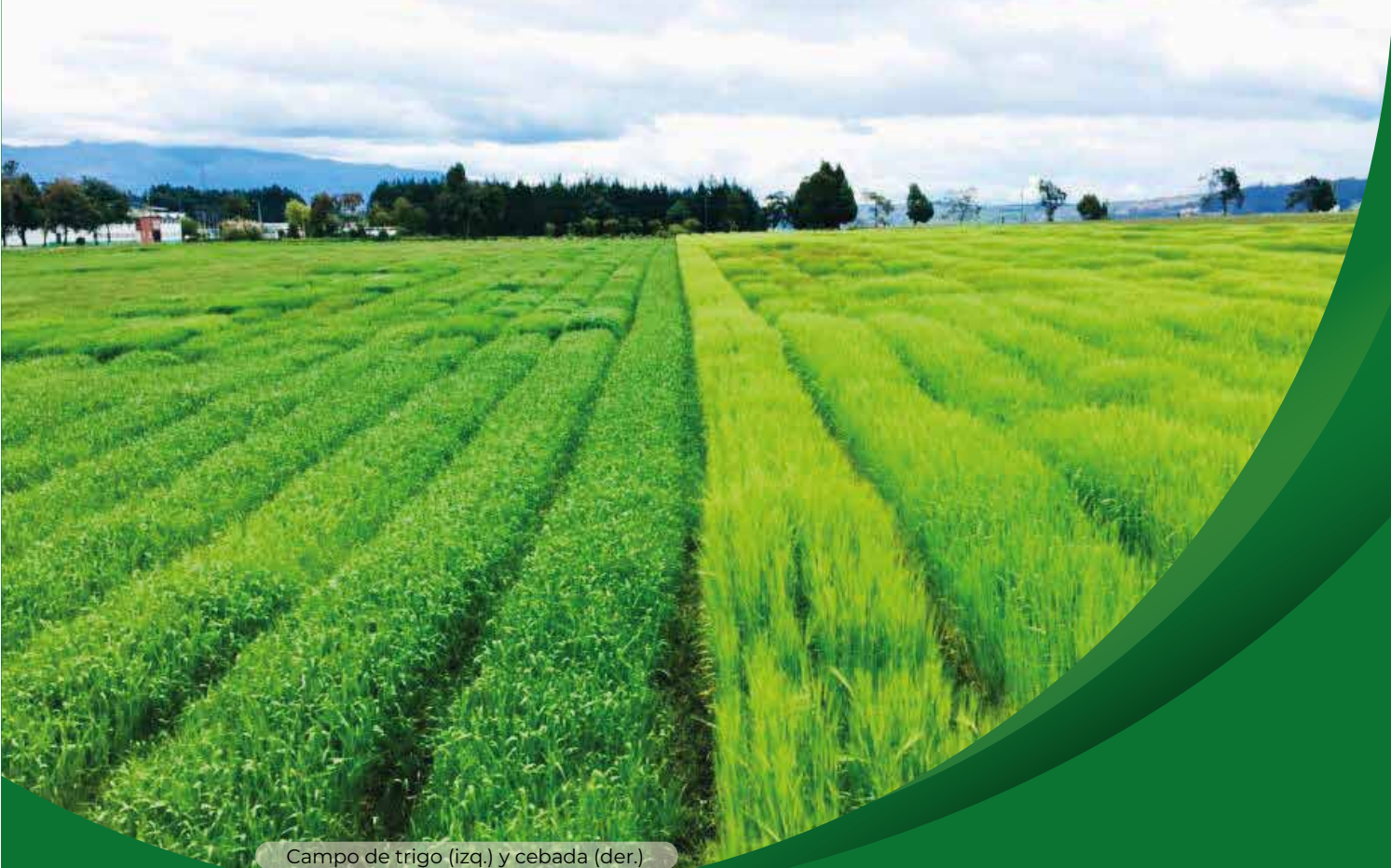
Actividades finales

- **Síntesis.** Para reforzar los objetivos de aprendizaje, al final de la sesión el facilitador hará una síntesis sobre los temas tratados en la capacitación.
- **Evaluación final de conocimientos.** Para evaluar si los objetivos de aprendizaje se cumplieron se recomienda pedir a varios participantes seleccionados al azar realizar algunas actividades referentes a las prácticas desarrolladas.
- **Retroinformación.** Preguntar el criterio de los participantes respecto a las prácticas abordadas, así como de la logística del evento.

Contenido

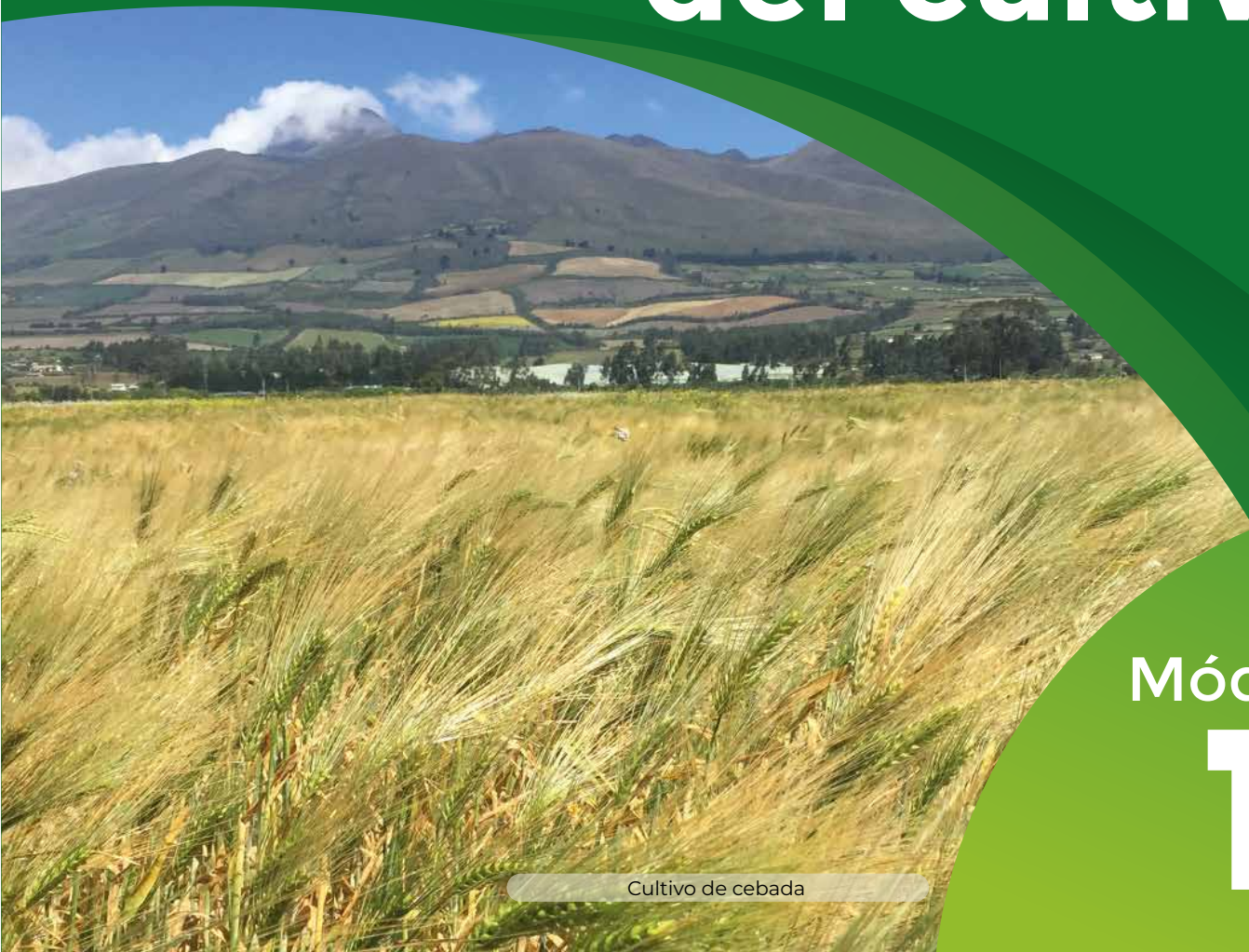
PRESENTACIÓN	1
INTRODUCCIÓN	2
Módulo 1. Agroecología del Cultivo	7
Práctica No. 1: Conozcamos los componentes que interactúan en la producción del cultivo de trigo y cebada.....	9
Práctica No. 2: Conozcamos los requerimientos agroclimáticos para el trigo y la cebada.	12
Módulo 2. Semilla	15
Práctica No. 1: Conozcamos los atributos de una semilla de calidad	17
Práctica No. 2: Realicemos pruebas de pureza, germinación y vigor de nuestra semilla.....	22
Práctica No. 3: Aprendamos y realicemos una adecuada desinfección de la semilla.....	28
Práctica No. 4: Conozcamos las diferentes variedades de trigo y cebada generadas en el Ecuador	31
Módulo 3. Suelo	35
Práctica No. 1: Realicemos una adecuada selección del terreno	37
Práctica No. 2: Conozcamos la importancia de realizar el análisis de suelo	39
Práctica No. 3: Aprendamos a tomar muestras de suelo.....	42
Práctica No. 4: Conozcamos los tipos de suelo	48
Práctica No. 5: Realicemos una adecuada rotación de cultivos	52
Módulo 4. Manejo del cultivo	55
Práctica No. 1: Preparemos adecuadamente nuestro suelo para la siembra	57
Práctica No. 2: Realicemos una adecuada fertilización química	60
Práctica No. 3: Realicemos una adecuada siembra de trigo y cebada	68
Práctica No. 4: Realicemos las prácticas culturales oportunamente	72

Módulo 5. Manejo de plagas y enfermedades (MIPE)	75
Práctica No. 1: Conozcamos la importancia de realizar un manejo integrado del cultivo.....	77
Práctica No. 2: Identifiquemos las plagas y enfermedades que afectan a nuestro cultivo.....	81
Módulo 6. Cosecha, Postcosecha, Almacenamiento	87
Práctica No. 1: Realicemos la cosecha, postcosecha y almacenamiento adecuado para nuestro cultivo	89
Módulo 7. Parámetros de Calidad	95
Práctica No. 1: Conozcamos los parámetros de calidad requeridos por la Industria	97
Módulo 8. Valor nutritivo y generación de valor agregado	103
Práctica No. 1: Conozcamos el valor nutritivo que tiene el trigo y cebada.....	105
Práctica No. 2: Elaboremos fideos de harina de trigo y café de cebada	108
Bibliografía	112



Campo de trigo (izq.) y cebada (der.)

Agroecología del cultivo



Cultivo de cebada

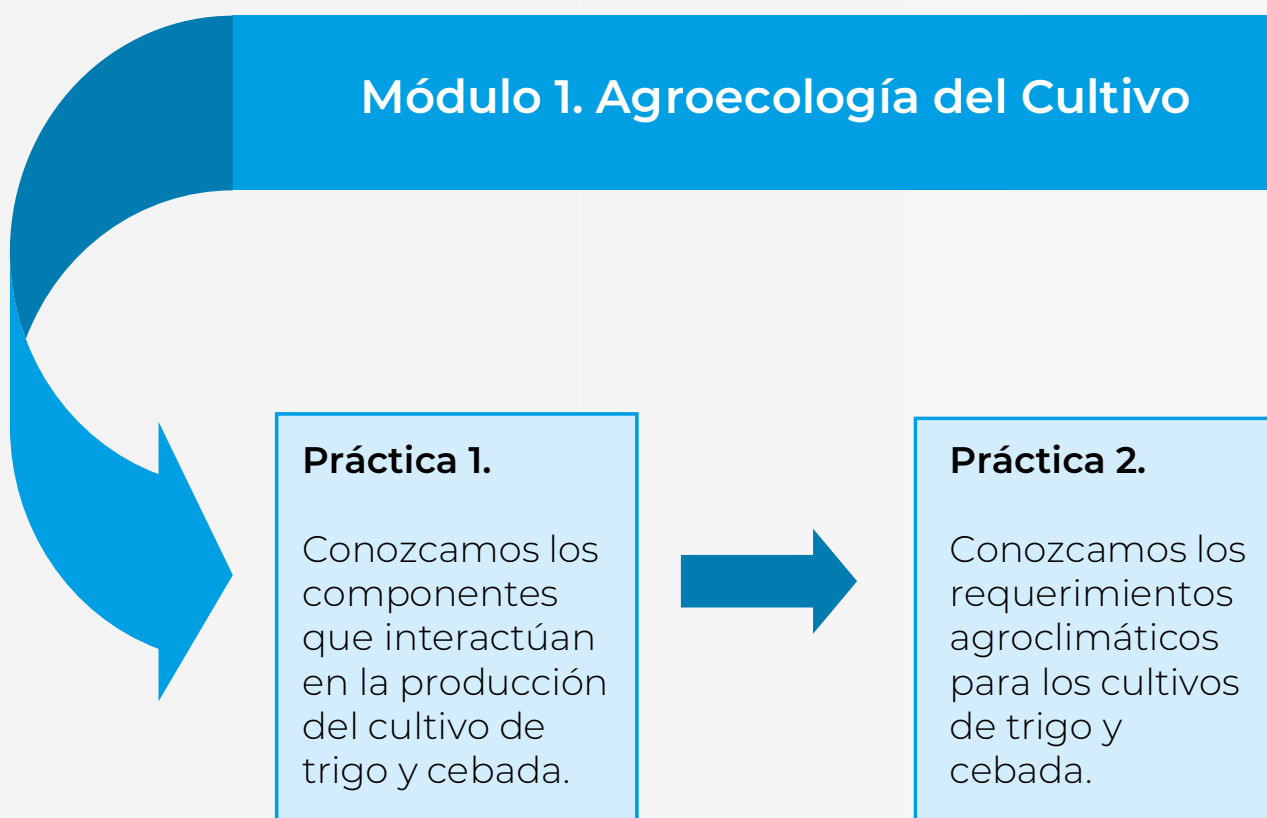
Módulo
1

Módulo 1. Agroecología del Cultivo

Introducción

En la agroecología del cultivo participan los siguientes componentes: suelo, semilla, ambiente. El manejo de cada uno de los componentes es indispensable para el buen desarrollo del cultivo.

Estructura del módulo



Práctica No.1: Conozcamos los componentes que interactúan en la producción del cultivo de trigo y cebada.

Objetivo: Al finalizar la práctica los participantes estarán en la capacidad de conocer los componentes que interactúan en la producción del cultivo de trigo y cebada.

Tiempo: 2 horas

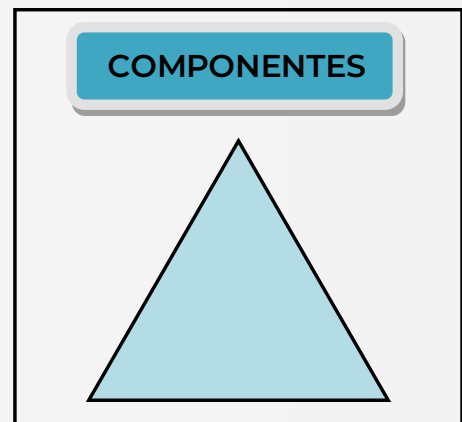
Materiales:

- Una maqueta representativa del triángulo para el éxito del cultivo.
- Tarjetas.
- Cartulinas.
- Papelotes.
- Marcadores.
- Cinta adhesiva.

Procedimiento:

1. Compartir con los participantes el objetivo de la práctica.

2. El facilitador preguntará a todos los participantes, cuáles consideran que son los componentes que interactúan para la buena producción del cultivo de cereales. Las opiniones vertidas las anotará en el papelote, para saber con qué conocimientos se parte.



3. Pedir a los participantes que formen grupos de trabajo con 4 ó 5 integrantes; luego, repartir a cada grupo un papelote con un dibujo de un triángulo equilátero, cartulinas, marcadores y cinta adhesiva.

4. Cada grupo escribirá o dibujará en las cartulinas los componentes y ubicará en las esquinas y centro del triángulo.

SUELO

AMBIENTE

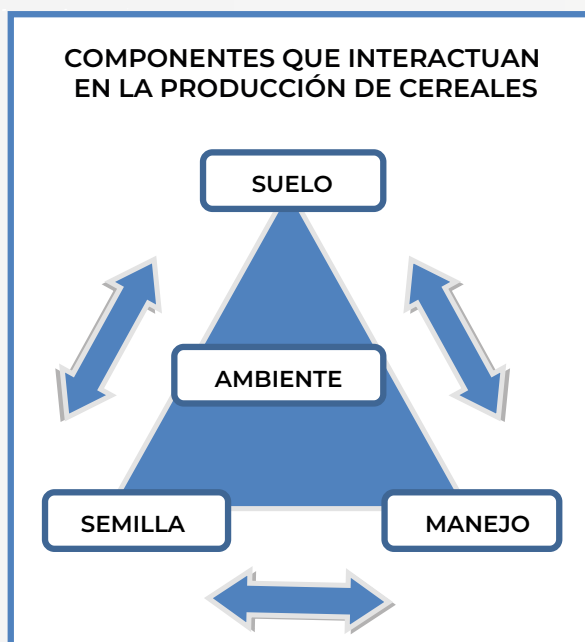
SEMILLA

MANEJO

5. En plenaria los participantes con la ayuda del facilitador realizarán las explicaciones del por qué se ubicó de esa manera cada uno de los componentes.

6. En plenaria reflexionar con los participantes sobre la ubicación de cada uno de

los componentes en el triángulo y las interacciones entre los componentes.



Recuerde: Cada componente que interactúa en la producción de cereales es fundamental para una buena producción, si uno falla, se verá afectado directamente el rendimiento.

NOTAS TÉCNICAS:

COMPONENTES PARA EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE TRIGO Y CEBADA:

1. Ambiente.
2. Suelo.
3. Semilla.
4. Manejo.

La interacción entre todos estos componentes permitirá tener éxito en la producción, hay que recordar que cualquier alteración de uno o más de estos componentes repercutirá en el rendimiento del cultivo.

AMBIENTE

El cultivo de trigo y cebada al sembrar en condiciones agroclimáticas adversas, presentará síntomas de desadaptación como son: enanismo, floración temprana o tardía, rebrotes, alargamiento del ciclo de cultivo, formación excesiva de follaje, grano vano (espigas no fecundadas) y grano de mala calidad (deforme, chupado, manchado y pequeño).

SUELO

El trigo y la cebada se adaptan muy bien a todos los tipos de suelo siempre y cuando sean profundos, y con un buen drenaje para evitar el encharcamiento, para que las raíces se desarrollen bien. En estas condiciones, las semillas germinan con más facilidad (Garófalo et al., 2011).

SEMILLA

La semilla a utilizarse debe estar libre de impurezas (semillas dañadas, enfermas, deformes, mezclas con otra variedad, malezas, piedras, tierra, etc.) (Garófalo et al., 2011).

MANEJO

Son las labores culturales que se realicen antes, durante y después del cultivo, las mismas que contemplan la selección del lote, preparación de suelo, siembra, fertilización, control de malezas, manejo integrado de plagas y enfermedades, cosecha, trilla, clasificación y almacenamiento (Garófalo et al., 2011).

Práctica No. 2: Conozcamos los requerimientos agroclimáticos para el trigo y la cebada.

Objetivo: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de aprender los requerimientos agroclimáticos para cultivar el trigo y cebada.

Tiempo: 2 horas

Materiales:

- Lonas con condiciones agroclimáticas.
- Lona con meses.
- Papelotes.
- Fotografías de clima.
- Cinta adhesiva.

Procedimiento:

1. Compartir con los participantes el objetivo de la práctica.
2. El facilitador preguntará a los participantes en qué zonas agroclimáticas siembran trigo y cebada, y en qué mes, usando la siguiente lona:

CULTIVO		MES												PROVINCIA	
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE		
TRIGO	CLIMA														
	ALTITUD														
CEBADA	CLIMA														
	ALTITUD														

3. Formar grupos de trabajos con los participantes, entregar lonas con condiciones agroclimáticas, fotografías, cartulinas, marcadores y cinta adhesiva.



- Pedir a los grupos que analicen que pasaría al sembrar trigo o cebada en condiciones climáticas favorables y adversas, en la siguiente lona.

SIEMBRA (MES)	CLIMA	COSECHA (MES)	CLIMA
SEPTIEMBRE		MARZO	
FEBRERO		AGOSTO	

- Cada grupo registrará las ventajas y desventajas de sembrar, en condiciones favorables y adversas.
- El facilitador en plenaria indicará la altitud, temperatura, precipitación y tipo de suelo más favorable requerido para el desarrollo adecuado del cultivo de trigo y cebada, y se simulará la siembra en diferentes condiciones agroclimáticas para su análisis y discusión; se anotará en un papelote los resultados.



Recuerde: La siembra debe hacerse al inicio de la época lluviosa en cada zona de producción, estimando que la cosecha coincida con la época seca.

NOTAS TÉCNICAS:

REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS

¿A qué altitud y temperatura se puede sembrar el trigo y la cebada?

El trigo se puede sembrar desde los 2 000 a los 3 200 metros de altitud y la cebada desde los 2 400 a 3 500 metros de altitud; requieren de 500 a 700 mm de precipitación durante el ciclo y una temperatura promedio entre los 13 a 17 °C (Garófalo et al., 2011).

¿Época de siembra y cosecha?

Se debe procurar sembrar al inicio de la época lluviosa de cada zona para que haya una buena germinación y coincidir con la época seca para la cosecha, evitando así pérdidas y daño en la calidad del grano (Garófalo et al., 2011).

En el norte y sur del país, las siembras inician en los meses de febrero y marzo, mientras que en el centro del país en los meses de noviembre a enero.

La siembra del cultivo de cereales en épocas inadecuadas puede ocasionar irregularidad en la germinación, por la falta de disponibilidad de agua, luz, nutrientes, competencia de malezas, ataques de plagas y enfermedades, estrés hídrico; y por ende una mala calidad del grano (Garófalo et al., 2011).



Semilla de calidad de cebada

Semilla



Tanque para desinfectar semilla

Módulo

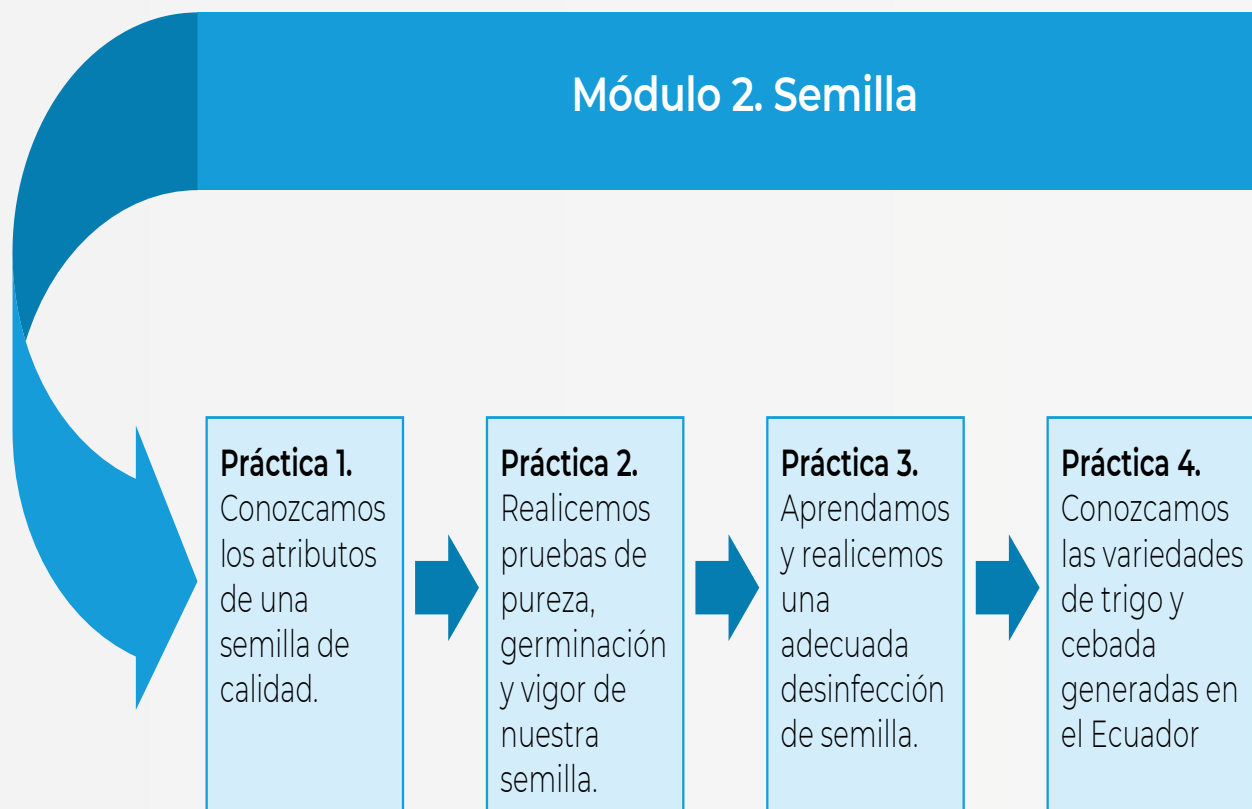
2

Módulo 2. Semilla

Introducción

La disponibilidad de semilla de buena calidad ha sido desde hace muchos años una limitante para la producción agrícola. Una semilla de calidad determina el desempeño de la planta a lo largo de su desarrollo.

Estructura del módulo



Práctica No. 1: Conozcamos los atributos de una semilla de calidad

Objetivo: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de conocer las características de una semilla de calidad.

Tiempo: 2 horas.

Materiales

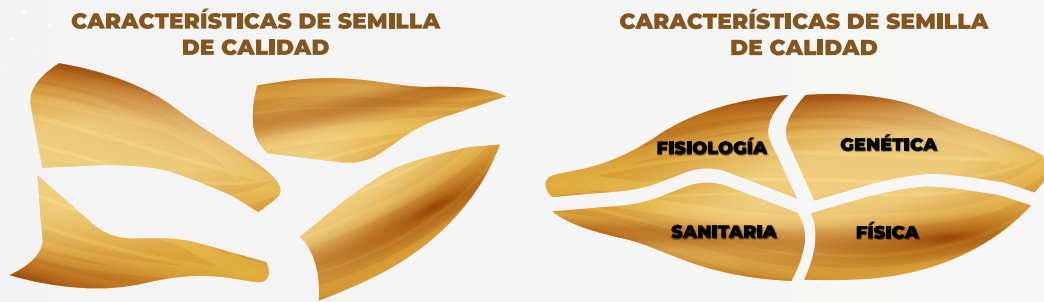
- Un rompecabezas de la semilla de trigo o cebada para cada grupo de participantes.
- Papelotes.
- Marcadores de colores.
- Cartulinas.
- Cinta adhesiva.
- Balanza (gramos).
- Muestras de semillas de buena y mala calidad.

Procedimiento

1. Compartir con los participantes el objetivo de la práctica.
2. Se inicia la práctica preguntando a los participantes cuáles son los aspectos que consideran para que una semilla sea de calidad. Anotar las respuestas en un papelote.
3. Formar grupos de trabajo de 5 participantes y entregar los materiales: papelotes, marcadores, cinta adhesiva, semillas de buena y mala calidad.
4. Pedir a cada grupo que seleccione las muestras entregadas y en el papelote escriba los resultados en la siguiente matriz.

	Peso Total Inicial	Peso de Impurezas (piedras, malezas, semillas quebradas, restos de cosecha, semillas de mala apariencia, etc)	Peso Total Final
Muestra de buena calidad			
Muestra de mala calidad			

5. Entregar los rompecabezas desarmados a cada grupo y solicitar que lo armen.



6. Cuando los grupos tengan armado los rompecabezas, pedir a los participantes que lean en voz alta el factor escrito a lo largo de las 4 piezas del rompecabezas.
7. Pedir que los participantes, que lean en voz alta el contenido de cada pieza y que determinen a que factor corresponde la matriz que registraron.
8. Reflexionar al interior del grupo la importancia de cada característica de la semilla de calidad, para lo cual se sugiere realizar la siguiente pregunta: ¿en qué aporta cada característica a la obtención de una semilla de calidad? Al final, con lo aprendido cada grupo elaborará un concepto de semilla de calidad.
9. En plenaria, cada grupo presentará los resultados de sus reflexiones. El facilitador irá complementando la información de cada característica.



Recuerde: Para que una semilla sea considerada de calidad debe contar con estos cuatro atributos: genética, pureza física, calidad fisiológica y calidad sanitaria.

NOTAS TÉCNICAS:

ATRIBUTOS DE UNA SEMILLA DE CALIDAD

La semilla para ser considerada de calidad debe cumplir con los siguientes atributos:

1. Calidad Genética.
2. Pureza Física.
3. Calidad Fisiológica
4. Calidad Sanitaria.

Calidad Genética:

La calidad genética de la semilla involucra, características de

- Pureza varietal.
- Potencial de productividad.
- Resistencia a plagas y enfermedades.
- Precocidad.
- Calidad de grano.
- Resistencia a condiciones adversas de suelo y clima.

Pureza Física

Es la característica que refleja los componentes físicos de una semilla, este atributo nos permite tener una semilla libre de contaminantes:

- Malezas.
- Otras variedades.
- Cantidad de material inerte (piedras, etc).
- Humedad.
- Daños mecánicos.
- Aspecto o apariencia (debe ser buena y parecer buena).

Calidad Fisiológica

Los atributos fisiológicos son aquellos relacionados con el metabolismo de la semilla, es decir la expresión del potencial máximo de desarrollo de la semilla, estos son:

- Germinación.
- Vigor.
- Dormancia.

Calidad Sanitaria

Las semillas son vehículos o medios para la distribución y diseminación de plagas y enfermedades. Pequeñas cantidades de inóculo en la semilla pueden tener un gran significado epidemiológico, pues los patógenos transmitidos por las semillas incluyen bacterias, hongos, nematodos y virus. Por tal razón las semillas utilizadas para propagación deben ser sanas, libres de plagas y enfermedades.

Semillas infectadas con algún patógeno pueden presentar problemas de viabilidad o ser de bajo vigor y lo que es peor pueden contaminar áreas exentas de patógenos.

Por eso es importante la desinfección de la semilla, para evitar la propagación de enfermedades.

ELABORACIÓN DEL ROMPECABEZAS DE SEMILLA DE TRIGO DE CALIDAD

Materiales:

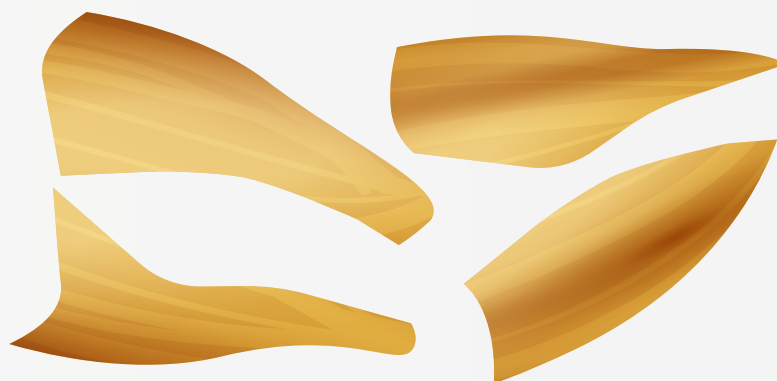
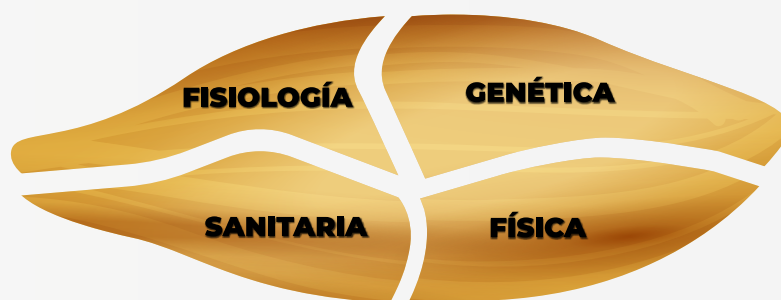
- Dos planchas de espuma flex de 50 cm de largo x 50 cm de ancho y 1 cm de espesor.
- Estilete o cortador de espuma flex.
- Pinturas acrílicas, pincel, goma blanca.
- Papel adhesivo para imprimir las fotos de los rompecabezas.

Procedimiento:

1. Una plancha de espuma flex se usará como la base del rompecabezas.
2. En la otra espuma flex trazar un recuadro de 45 cm x 45 cm.
3. Dibujar en el interior del recuadro un grano de trigo o pegar con adhesivo la impresión con la imagen.
4. Recortar el borde del grano con el estilete.
5. Dividir la imagen o dibujo de trigo en 4 partes de diferentes formas (estas partes son las piezas del rompecabezas) y cortarlas. Las 4 partes del rompecabezas tienen las características de una semilla de calidad como: pureza genética, calidad física, calidad fisiológica y calidad sanitaria.
6. En la parte posterior de cada pieza se escribirá o pegará los componentes de cada característica como: germinación, vigor y dormancia, para el caso de Calidad Fisiológica.
7. Pegar las 2 planchas formando un tablero, la cara superior del tablero estará formado por el rompecabezas.

El rompecabezas quedará de la siguiente manera:

CARACTERÍSTICAS DE SEMILLA DE CALIDAD



Práctica No. 2: Realicemos pruebas de pureza, germinación y vigor de nuestra semilla.

Objetivo: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de realizar pruebas de pureza, germinación y vigor de la semilla.

Tiempo: 3 horas.

Materiales:

- Un kg de semilla de calidad (trigo o cebada) para cada grupo de 5 personas.
- Un kg de semilla de mala calidad (trigo o cebada) para cada grupo de 5 personas.
- Una balanza pequeña que pese en gramos.
- Recipientes pequeños.
- Papel toalla (papel absorbente).
- Atomizador.
- Agua.
- Regadera.
- Calculadora.
- Cajas de madera de 50 cm de ancho x 70 cm de largo y 15 cm de altura.
- Suelo arcilloso o 20 libras de ladrillo molido.

Procedimiento:

1. Compartir con los participantes los objetivos de la práctica

Parte 1: Prueba de pureza:

1. Forman grupos de 5 personas y entregar los materiales.

2. Cada grupo pesará 100 gramos de semilla de cada muestra. En los 100 gramos, identificar y separar las impurezas (semillas que se encuentren dañadas, enfermas, deformes, que no sean de la variedad, malezas, tierra, piedras).



3. Pesar las impurezas separadas (semillas dañadas, enfermas, deformes, de otra variedad o especie, malezas, tierra, piedras, insectos).



- Realizar la resta entre los dos pesos (100g de semilla – impurezas) y la diferencia de esto será el porcentaje de pureza que tiene esa semilla. Por ejemplo:

Peso de la muestra = 100 g

Peso de impurezas = 30 g

Restar: $100 - 30 = 70$ g **esto en porcentaje equivale a 70 %** (pureza de la semilla).



Recuerde: Para ser considerada semilla de calidad, la semilla debe tener un porcentaje de pureza del 97%, si el porcentaje es menor, la cantidad de semilla a utilizar será más alta.

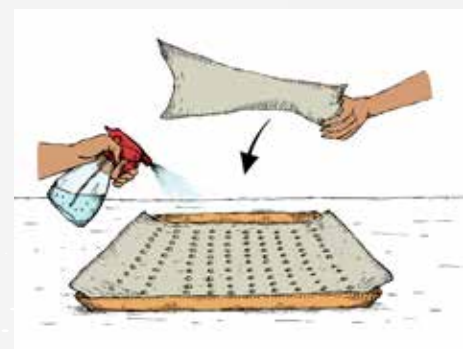
Parte 2. Prueba de germinación:

- Con los grupos antes conformados, se les entrega 500 gramos de semilla (de buena calidad y de mala calidad), papel absorbente y el recipiente donde germinaran las semillas.

- Tomar 100 semillas de cada muestra.



- Colocar las 100 semillas (10 filas que contengan 10 semillas c/u) en un recipiente que contenga papel absorbente húmedo, luego cubrir a las semillas con otro papel absorbente húmedo para que se mantenga las condiciones adecuadas para la germinación. Se debe observar diariamente que el papel absorbente esté húmedo para que las semillas puedan germinar.



4. Después de 10 días revisar y contar las semillas que no germinaron.



5. De las 100 semillas se resta las semillas no germinadas, así se determina el porcentaje de germinación.

Por ejemplo:

Total semillas = 100

Semilla no germinada = 10

Restar = $100 - 10 = 90$ semillas germinadas = 90 % (prueba de germinación).



Recuerde: Para ser considerada semilla de calidad, la semilla debe tener un porcentaje de germinación mayor al 85%.

Si el porcentaje es menor, la cantidad de semilla a utilizar será más alta.

Parte 3. Prueba de vigor:

1. A cada grupo antes conformado, se le entrega 500 gramos de semilla (de buena calidad y de mala calidad), dos cajas de madera y suficiente suelo arcilloso o ladrillo molido.
2. Tomar 100 semillas de cada muestra (de buena calidad y de mala calidad).
3. Colocar el suelo arcilloso o el ladrillo molido en las cajas de madera.
4. Sembrar las 100 semillas de trigo o cebada (10 filas que contengan 10 semillas) en la caja que contiene el suelo arcilloso o ladrillo molido como sustrato, a una profundidad de aproximadamente 3 cm.



5. Mantener húmedo el suelo arcilloso o el ladrillo molido para estimular la germinación de la semilla, para ello podemos utilizar una regadera.

6. Después de 18 días revisar contar cuántas plantas están grandes, rectas y han germinado a pesar de las condiciones extremas del suelo arcilloso o del ladrillo molido.



7. De las 100 semillas se resta las semillas no germinadas y las plantas que se quedaron pequeñas y deformes, así se determina el porcentaje de vigor.

Por ejemplo:

Total semillas = 100

Semilla no germinada y plantas pequeñas = 15

Restar = $100 - 15 = 85$ plantas grandes y fuertes = 85 % (prueba de vigor).



Recuerde: Para ser considerada semilla de calidad, la semilla debe tener un porcentaje de germinación mayor al 85%.

Si el porcentaje es menor, la cantidad de semilla a utilizar será más alta.

NOTAS TÉCNICAS:

La calidad de la semilla viene determinada por distintos factores: calidad física (tamaño, aspecto adecuado y uniforme, libre de impurezas), fisiológica (capacidad para germinar y desarrollar plantas vigorosas), genética (libre de semillas de otras variedades) y sanitaria (ausencia de plagas y enfermedades) (FAO 2009).

PUREZA, GERMINACIÓN Y VIGOR DE LAS SEMILLAS

Pureza física (Calidad Física).- Se refiere a la ausencia de semilla de malezas, piedras, tierra, tallos, semilla de otros cultivos y es uniforme en su apariencia (Velásquez et al., 2008).

Porcentaje de germinación: Es una prueba que se realiza sobre una muestra de semilla que sirve para evaluar el porcentaje de semillas con capacidad para germinar, en condiciones ideales de luz y temperatura, agua, suelo, clima.

Cuando se obtiene más del 85% de germinación se considera semilla de calidad. Ley de semillas (MAG, 2017).

$$\% \text{ de germinación} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas}}{\text{N}^\circ \text{ semillas sembradas}} \times 100$$

Vigor:

La evaluación del vigor tiene como objetivo evaluar la expresión genética propia de cada material. El vigor es la fuerza con la que crecen las plantas en una parcela, basados en el desarrollo general del cultivo (tamaño de planta, tamaño de hoja, población, entre otros) (Ponce-Molina et al., 2019)

Este parámetro es subjetivo y se evalúa visualmente, comparando el desarrollo general de las plantas, entre líneas y/o parcelas.

Escala de evaluación de vigor de planta en cereales.

Escala	Nomenclatura	Descripción
1	Bueno	Plantas y hojas grandes, bien desarrolladas
2		Escala intermedia
3	Regular	Plantas y hojas medianamente desarrolladas
4		Escala intermedia
5	Malo	Plantas pequeñas y hojas delgadas

(Ponce, Garófalo, Campaña, & Noroña, 2019)

Cantidad de semilla a utilizar con 80% de germinación

Recomendación/ha con 85% de germinación = 135 kg cebada

Con 85% (requiere) 135 kg

Con 80% ----- X= 127.05 kg

135 kg – 127.05 kg = 7.94 kg de semilla que se requiere añadir.

Requerimiento de semilla con el 80 % de germinación:

135 kg + 7.94 kg = **142.94 kg ha⁻¹**

Factores de campo de los diferentes categorías de Semilla			
FACTORES	BÁSICA	REGISTRADA	CERTIFICADA
Germinación (% mínimo)	85	85	85
Semilla pura (% mínimo)	97	97	97
Materia inerte (% mínimo)	3	3	3
Malezas comunes (sem./kg.máx.)	2	4	8
Malezas nocivas (sem./kg.máx.)	1	2	3
Malezas altamente nocivas (sem./kg.máx.)	0	1	2
Otros cultivos (sem./kg.máx.)	2	4	8
Otras variedades (sem./kg.máx.)	2	10	20
Humedad /% máximo)	13	13	13

Fuente: Ley de semillas (MAG, 2017).

Práctica No. 3: Aprendamos y realicemos una adecuada desinfección de la semilla.

Objetivos: Al finalizar esta práctica los participantes estarán capacitados para realizar una adecuada desinfección de la semilla.

Tiempo: 3 horas.

Materiales

- Balanza.
- Tanque de metal o de plástico de 20 litros de capacidad.
- Agua.
- Semilla para realizar la desinfección.
- 100ml Fludioxonil.
- Plástico de 2 m de ancho x 3 m de largo para cada grupo.
- Guantes.
- Traje de caucho.
- Botas de caucho.
- Mascarilla.
- Papelotes.
- Marcadores.
- Cinta adhesiva.

Procedimiento

1. Compartir con los participantes el objetivo de la práctica.

2. En plenaria el facilitador indicará a los participantes que la persona que va a utilizar el desinfectante químico siempre deben tener y utilizar los equipos de protección que se observan a continuación:

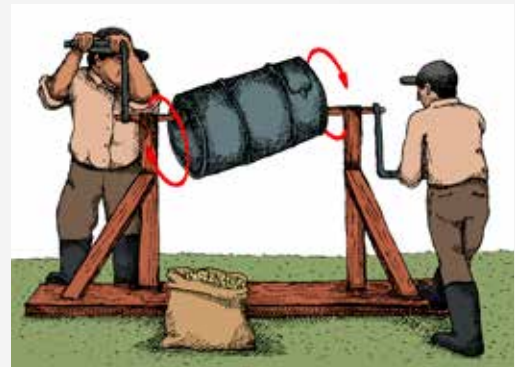


3. En plenaria el facilitador entregará los siguientes materiales: 1 kg de semilla y el desinfectante a base de Fludioxonil para ser aplicado en la semilla.

4. Colocará el kg de semilla en el tanque de metal o de plástico.



5. Medir 2 ml de Fludioxonil, mezclar en 10 ml de agua, colocar en el tanque y revolver las semillas hasta que queden cubiertas con el producto químico.



6. Cada grupo debe distribuir la semilla sobre el plástico y dejar que la semilla se seque, para posteriormente realizar la siembra.



7. Al final de la práctica cada grupo escribirá en un papelote los pasos necesarios para realizar una adecuada desinfección, y en la plenaria cada grupo expondrá lo descrito. Y para finalizar el facilitador describirá los pasos que les faltó describir a los grupos.

NOTAS TÉCNICAS:

Desinfección de la semilla

Se recomienda desinfectar la semilla de trigo y cebada para evitar problemas con enfermedades que se transmiten por semilla como el carbón (*Ustilago nuda*), *Fusarium*, *Claviceps purpurea*.

La aplicación de productos químicos para el control de patógenos transmitidos por semilla es el método más seguro, barato y efectivo. La ventaja a ventaja principal de los tratamientos químicos de semillas consiste en que, cuando se logra fijar el producto con exactitud, uniformidad y seguridad, éste queda ubicado en el sitio donde su acción es más eficaz. (Arriagada, 2012)

Para la desinfección de semilla, podría utilizar Fludioxonil, la dosis recomendada es de 2 ml por cada kilogramo de semilla y mezclado con 10 ml de agua. Para la desinfección se recomienda emplear un tanque de desinfección que puede ser de metal o de plástico, dependiendo de la cantidad. La semilla debe quedar completamente cubierta con el producto. Posteriormente se espera a que la semilla seque bien para sembrarla (Ponce-Molina et al., 2021).



Recuerde: Una semilla sana produce plantas sanas, y una desinfección adecuada de la semilla evita la transmisión de enfermedades.

Práctica No. 4: Identifiquemos las diferentes variedades de trigo y cebada generadas en el Ecuador.

Objetivo: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de

- Conocer las variedades de trigo y cebada generadas en el Ecuador.

Tiempo: 2 horas.

Materiales:

- Muestras de grano de trigo y cebada de las variedades vigentes con su identificación y características relevantes.
- Marcadores.
- Cinta adhesiva.
- Papelotes.

Procedimiento:

1. Compartir con los participantes el objetivo de la práctica.
2. Entregar a los participantes muestras de semillas de trigo y cebada. Cada muestra debe contener su nombre, zona agroecológica de cultivo, resistencia a enfermedades, color de grano y tamaño.
3. Solicitar a los participantes que analicen las características de cada una de las semillas entregadas.
4. Solicitar a cada grupo que exponga las características de las muestras entregadas en la siguiente matriz.

MATRIZ DE TRABAJO

CARACTERISTICAS	Variedad 1 Nombre: -----	Variedad 2 Nombre: -----	Variedad 3 Nombre: -----
ZONAS DE CULTIVO			
COLOR DE GRANO			
TAMAÑO DE GRANO			
RESISTENCIA A ROYA AMARILLA			
RESISTENCIA A ROYA DE LA HOJA			
RENDIMIENTO POR HECTAREA			

5. Finalmente, el facilitador reforzará las características de las variedades de trigo y cebada liberadas por el INIAP.

NOTAS TÉCNICAS:**Características agronómicas de las variedades de trigo liberadas por el INIAP.**

CARACTERÍSTICAS	Zhalao 2003	Vivar 2010	Mirador 2010	San Jacinto 2010	Imbabura 2014
Zonas de cultivo	Cañar, Azuay y Loja	Cañar, Azuay y Loja	Bolívar y Chimborazo	Bolívar y Chimborazo	Carchi, Imbabura, Pichincha, Chimborazo y Azuay
Ciclo vegetativo	175 a 180	165 a 175	160 a 170	160 a 170	160 a 180
Días al espigamiento	85 a 90 días	80 a 90 días	80 a 90 días	80 a 85 días	85 días
Altura de planta (cm)	85 a 95 cm	85 a 95	88	92	105
Peso hectolitrico (kg hl ⁻¹)	78	76	75 a 79	75 a 79	79.5
Tallo	Fuerte, tolerante al vuelco	Fuerte, tolerante al vuelco	Fuerte, tolerante al vuelco	Fuerte, tolerante al vuelco	Resistente al acame
Número de granos por espiga	40	57	47	46	45
Tipo de grano	Oblongo	Oblongo	Oblongo	Oblongo	Oblongo
Color de grano	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Rojo
Rendimiento (t ha ⁻¹)	4.7	5.0 - 6.0	4.0	4.0	4.0
% Proteína	11 a 12	13.2	11 a 12	11 a 12	12.7
Resistencia a sequía	Tolerante	Resistente	Tolerante	Tolerante	Resistente
Resistencia a enfermedades					
Roya amarilla	Intermedia	Intermedia	Parcial	Parcial	Parcial
Roya de la hoja	Intermedia	Parcial	Parcial	Parcial	Parcial

Fuente: Programa Cereales, INIAP.

Características agronómicas de las variedades de cebada liberadas por el INIAP.

CARACTERÍSTICAS	INIAP Cañicapa 2003	INIAP Guaranga 2010	INIAP Palmira 2014	INIAP Ñusta 2016
Zonas de cultivo	Altitudes de 2400 a 3200	Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo, Cañar	Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Chimborazo, Cañar	Cañar, Azuay, Loja, Chimborazo
Ciclo vegetativo	170 a 180 días	155 a 170 días	150 a 160 días	110 a 120 días
Días al espigamiento	85 a 90 días	84 a 104 días	70 a 80 días	60 a 70 días
Altura de planta (cm)	110 a 130	109 a 120	90 a 110	90 a 100
Tallo	Fuerte, tolerante al vuelco	Fuerte, tolerante al vuelco	Resistente al acame	Tolerante al acame
Número de macollos	8 a 10	6 a 8	6 a 8	5 a 7
Número de hileras de grano	2	2	2	6
Número de granos por espiga	30	35 a 40	20 a 25	55 a 65
Tipo de grano	Cubierto	Cubierto	Cubierto	Descubierto
Color de espiga	Amarillo claro	Amarillo	Amarillo	Amarillo claro
Rendimiento t ha ⁻¹	3.0 - 5.0	3.0 - 4.0	1.5 - 3.0	4.0
% Proteína	13.99	12.60	12.60	13.00
Resistencia a sequía	Tolerante	Resistente	Tolerante	Tolerante
Reacción a enfermedades				
Roya amarilla	Resistencia moderada	Resistencia moderada	Resistencia moderada	Tolerante
Roya de la hoja	Resistencia moderada	Resistencia parcial	Resistencia moderada	Tolerante
Escaldadura	Resistente	Resistente	Resistente	Tolerante
Virosis (BYDV)	Tolerante	Resistente	Resistente	Tolerante

Fuente: Programa Cereales, INIAP.





Arada del suelo

Suelo



Rastrada del suelo

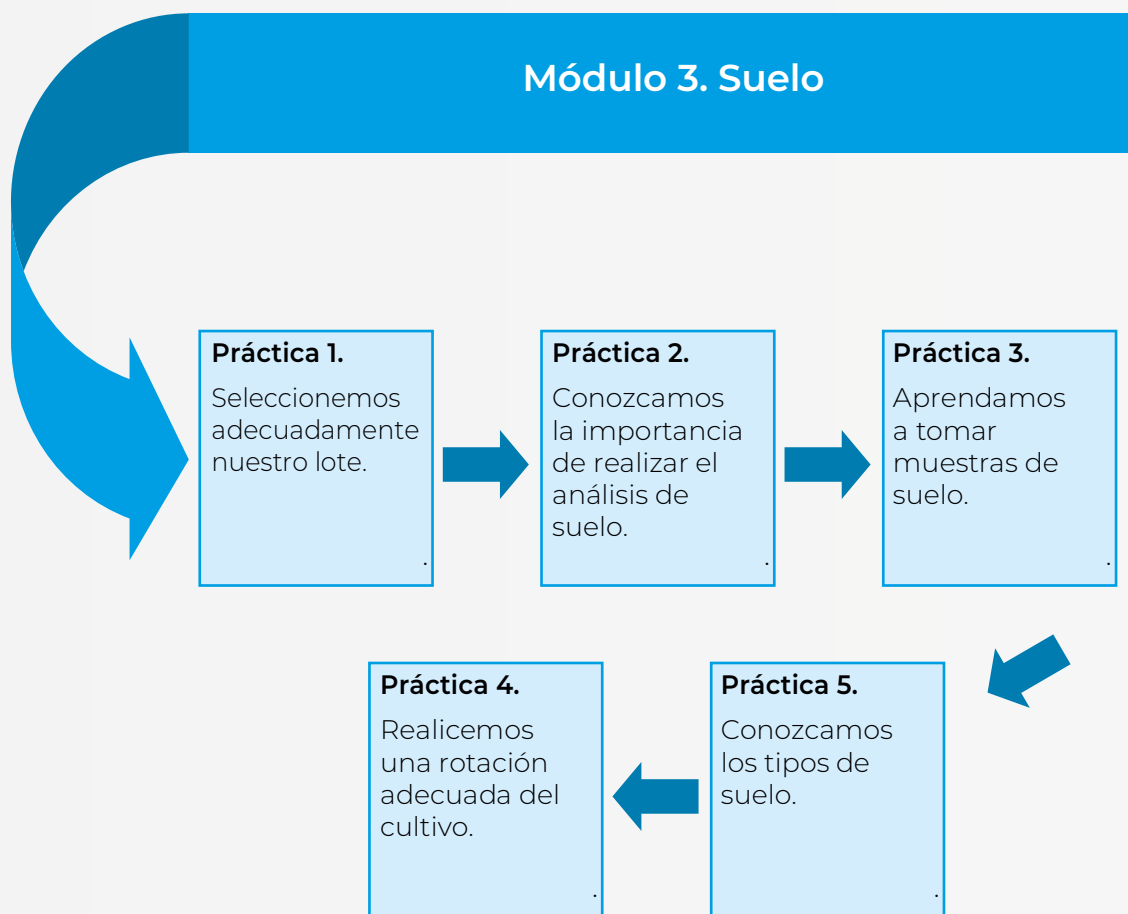
Módulo
3

Módulo 3. Suelo

Introducción

El trigo y la cebada se adaptan muy bien a la mayoría de tipos de suelo siempre y cuando sean profundos, con un buen drenaje para evitar el encharcamiento, y que las raíces se desarrollen bien. Bajo estas condiciones, las semillas germinan adecuadamente.

Estructura del módulo



Práctica No. 1: Realicemos una adecuada selección del terreno

Objetivo: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de seleccionar adecuadamente el lote para el cultivo de trigo o cebada.

Tiempo: 1 hora.

Materiales:

- Fotografías de cultivos.
- Papelotes.
- Marcadores.
- Cinta adhesiva.
- Esquema de lotes.

Procedimiento:

1. Compartir con los participantes el objetivo de la práctica.
2. Formar grupos de trabajo de 5 personas y entregar los materiales con diferentes condiciones de lotes y fotografías.
3. Pedir a cada grupo que seleccionen un lote empleando las opiniones de todos los participantes, y que escriban sus comentarios.
4. En plenaria cada grupo presentara sus resultados y comentarios.
5. El facilitador indicara las ventajas y desventajas de la siembra en cada uno de los lotes. Finalmente solicitar a los participantes dirigirse hacia el lote donde se va a sembrar trigo o cebada para realizar las labores determinadas.

NOTAS TÉCNICAS:

SELECCIÓN DEL LOTE DE TERRENO

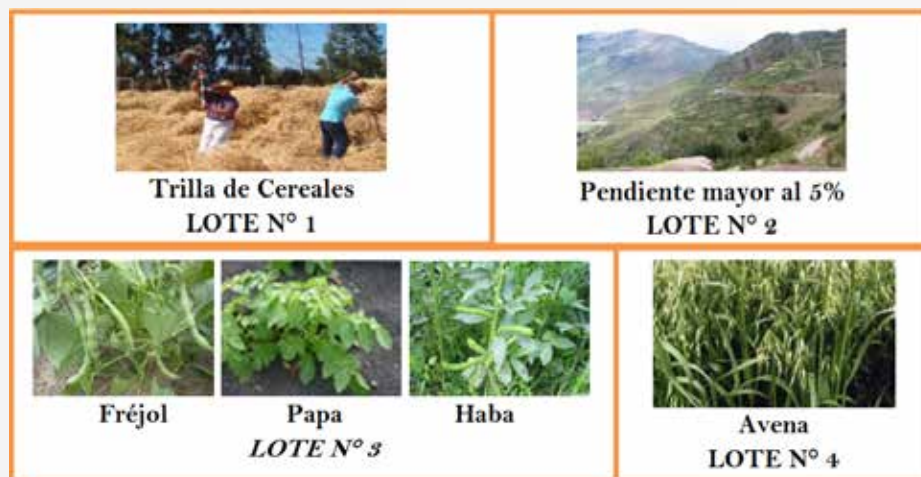
Es fundamental seleccionar un lote adecuado para poder tener un buen cultivo. Existen características mínimas que un terreno debe cumplir para tener una producción adecuada, caso contrario el cultivo no producirá como se espera, a pesar del uso de semilla de calidad y un manejo adecuado al cultivo.

El lote seleccionado para la producción de trigo o cebada debe ser el mejor que se posea, para ello, el productor debe considerar los siguientes aspectos: (Garófalo et al., 2011).

- No haber cultivado con otro cereal en el ciclo anterior.
- No debió haber sido empleado como “era” para trilla de cereales.
- La pendiente no debe superar el 5%.
- Debe ser un lote que en el ciclo anterior se haya cultivado papa, haba, chocho u otra leguminosa; o en su defecto, un lote en barbecho o descanso.

Las condiciones deseables para la producción de cereales (trigo y cebada) es un suelo que promueva la rápida germinación, emergencia uniforme y pronto establecimiento. Un suelo moderadamente fino pero firme que maximice el contacto entre la semilla y el suelo húmedo, garantiza una germinación rápida y uniforme. La sobrecarga de trabajo o exceso de laboreo en el terreno, consume la humedad del suelo superficial y promueve la formación de costras del suelo (Ponce-Molina et al., 2019).

Esquema de lotes



Recuerde: La selección del lote es clave para garantizar un buen cultivo de cereales.

Práctica No. 2: Conozcamos la importancia de realizar el análisis de suelo

Objetivo: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de comprender mediante un ejemplo, la importancia de realizar el análisis de suelos, señalando las etapas del muestreo.

Tiempo: 2 horas.

Materiales:

- Dos pliegos de cartulina. Dibujar una persona y una planta enferma.
- Cinta adhesiva.
- Marcadores.
- Papelotes.
- Cartulinas

Procedimiento:

Parte 1: Importancia del análisis de suelo

1. Compartir con los participantes el objetivo de la práctica.
2. En plenaria presentar a los participantes los gráficos de una persona y una planta desnutridas.
3. Pedir a las y los participantes que analicen a la persona y a la planta desnutrida.
4. Preguntar a los participantes ¿A dónde debemos dirigirnos para saber cómo se encuentran?



5. Discutir con los participantes cuál es la mejor manera de conocer cómo se encuentra una persona desnutrida.
6. Preguntar a los participantes ¿Cómo reconocemos los diferentes síntomas que tienen una persona desnutrida?
7. Discutir con los participantes que la mejor manera de conocer los diferentes síntomas que presenta la planta es mediante la realización del análisis de suelo.
8. Reflexionar con los participantes que para suplir las deficiencias nutritivas tanto en plantas como en los humanos se necesita de una recomendación de alimentación = recomendación de fertilización).
9. En plenaria discutir con las y los participantes los siguientes puntos:
 - Concepto de análisis de suelo.
 - Importancia del análisis de suelo.

NOTAS TÉCNICAS:

IMPORTANCIA DEL ANALISIS DE SUELO (Schweizer, 2011; Mendoza y Espinoza, 2017; Lizcano et al., 2017).

¿Qué es el análisis de suelo?

Es una práctica que permite determinar las condiciones químicas y físicas del suelo de un terreno en particular, con el fin de conocerla condición del mismo y dar soluciones a los problemas detectados..

El análisis de suelo es importante porque nos permite:

- Determinar la cantidad de nutrientes disponibles que tiene el suelo para el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Establecer el pH del suelo y por ende identificar si es un suelo ácido, neutro o alcalino.
- Realizar recomendaciones de nutrientes necesarios para suplir las necesidades de los cultivos.
- Determinar qué tipo de enmiendas utilizar para mejorar el pH del suelo de ser necesario.

Etapas del análisis del suelo:

1. Selección y clasificación del terreno
2. Muestreo del suelo (tipo de muestreo: simple o compuesto)
3. Análisis del suelo (tipo de análisis: elemental o completo)
4. Recomendación.



Recuerde: El análisis del suelo permite conocer la cantidad de nutrientes que posee el suelo para el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Práctica No. 3: Aprendamos a tomar muestras de suelo

Objetivo: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de tomar muestras de suelo.

Tiempo: 2 horas.

Materiales:

- Una pala o barreno.
- Un balde limpio.
- Dos fundas plásticas.
- Dos etiquetas.
- Un cuchillo.
- Un lápiz o esferográfico.
- Papelote.
- Marcadores.
- Cinta adhesiva.

1. Compartir con los participantes el objetivo de la práctica.
2. El facilitador preguntará a los participantes, si conocen como se toma muestras de suelo y para qué se realiza esta actividad. Las respuestas dadas por los participantes se anotan en un papelote.
3. Conformar grupos de trabajo de hasta 5 personas para realizar las actividades concernientes a la siguiente práctica, a cada grupo se le entrega los materiales que se detallaron anteriormente.
4. En plenaria el facilitador conjuntamente con los participantes realizarán las siguientes actividades para tomar la muestra de suelo:

- En una hectárea (unidad de muestreo) tomar de 20 a 25 sub-muestras, efectuando un recorrido en forma de zig-zag, tratando de cubrir toda la superficie del lote.



- Con la ayuda de una pala limpiar bien la superficie del suelo (limpiar las malezas).

- Cavar un hoyo a 20 cm de profundidad con las paredes inclinadas (corte en V).



- De una de las paredes del hoyo, sacar una capa (tajada) de suelo de 5 cm de grosor.



- Con la ayuda de un cuchillo eliminar los extremos laterales del bloque del suelo, dejando una tajada de 5 cm de ancho.



- Colocar todas las sub-muestras (tajadas de suelos) en un balde limpio.



- Mezclar bien las sub-muestras para obtener una muestra homogénea.



- Tomar 1 kg de la muestra y colocarla en una funda plástica.



- Identificar y colocar la hoja de información de la muestra entre dos fundas plásticas nuevas. Esta identificación debe contener los datos que se muestran a continuación en la tabla.



Formato para la identificación de la muestra.

Fecha de muestreo:				
Propietario:			Remitente:	
Nº Teléfono:	Correo electrónico:		Tipo de análisis:	
Altitud:	Longitud:		Latitud:	
Nombre del lote:	Nombre de la Granja:	Parroquia:	Cantón:	Provincia:
Cultivo anterior:		Próximo cultivo:	Superficie:	

- Enviar la muestra tomada al Laboratorio de Suelos para que se realice el análisis químico y la respectiva recomendación de fertilización del cultivo.

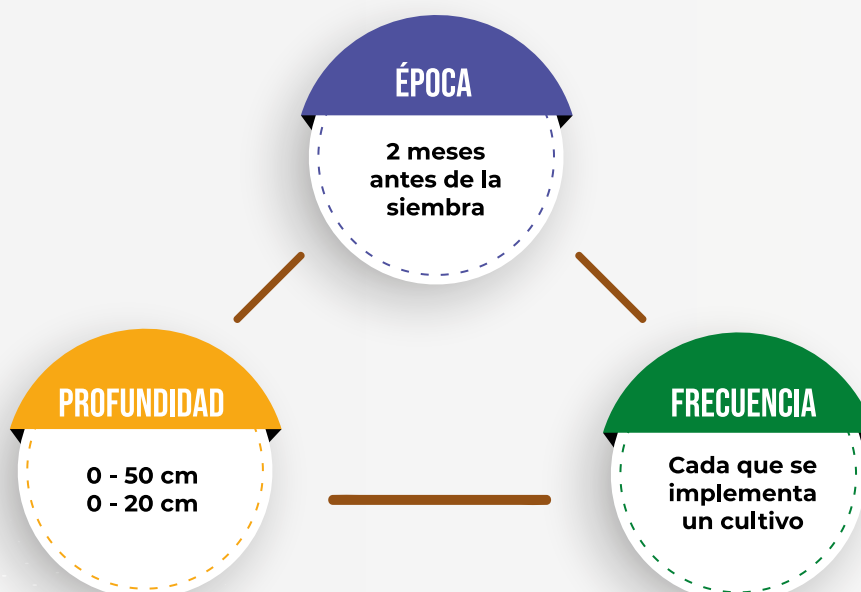


1. Realizar las siguientes preguntas a los participantes ¿Qué precauciones debemos tener para la toma de muestras de suelos?
2. En plenaria reflexionar con los participantes la importancia de la toma de muestra de suelos para un correcto análisis en el laboratorio.
3. Para reforzar los conocimientos se sugiere hacer una visita a un laboratorio de análisis de suelos.
4. Se sugiere planificarla con un mes de anticipación a fin de coordinar actividades con el laboratorio y con los participantes.



Recuerde: Los resultados que se obtengan del análisis de suelo dependen directamente de la muestra enviada al laboratorio.

CONDICIONES PARA LA TOMA DE MUESTRAS



NOTAS TÉCNICAS:

¿Cuáles son las condiciones a tomar en cuenta en el muestreo del suelo?

Época: Es definida por las condiciones climáticas, la muestra de suelo se debe tomar al menos 2 meses antes de la siembra (Mendoza y Espinoza, 2017).

Profundidad: Está determinada por el tipo de cultivo (desarrollo radicular), esta puede variar de 0 a 50 cm. Sin embargo, lo más común es muestrear de 0 a 20 cm de profundidad (Mendoza y Espinoza, 2017).

Frecuencia: Se debe realizar cada vez que se va a implementar un cultivo (Schweizer, 2011).

Recomendaciones para el muestreo: (Mendoza y Espinoza, 2017; Schweizer, 2011).

- Realizar el muestreo al menos con dos meses de anticipación a la siembra.
- Realizar el muestreo antes de labrar el suelo.
- Elaborar un croquis del área dónde se van a tomar las muestras considerando que tenga características homogéneas (sitios que tengan condiciones semejantes del suelo: pendiente, manejo, color, vegetación, cultivo, fertilización, riego, etc.).

Precauciones del muestreo: (Mendoza y Espinoza, 2017; Schweizer, 2011).

- Limpiar bien los elementos de muestreo antes de cambiar de terreno.
- Tener cuidado de no colocar la tarjeta de identificación en contacto con el suelo.
- Colocar la muestra de suelo en una funda plástica, no se recomienda el uso de fundas de papel.
- No tomar la muestra de los siguientes lugares:
 - Sitios recién fertilizados.
 - Sitios próximos a viviendas, galpones, corrales.
 - Al pie de caminos, cercas o zanjas.
 - En lugares de acumulación de estiércol.
 - En zonas pantanosas o erosionadas.
 - En aéreas quemadas.
 - En suelos muy mojados o húmedos.

Tipos de muestra (simple o compuesta): (Mendoza y Espinoza, 2017).

Muestra simple.- es la muestra que se obtiene de una sola extracción del suelo.

Muestra compuesta.- se refiere a la muestra de suelo obtenida de varias extracciones o muestras simples. La más utilizada y recomendada es la muestra compuesta.

Práctica No. 4: Conozcamos los tipos de suelo

Objetivos: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de aprender a identificar mediante el método del tacto los diferentes tipos de suelos que encontramos en las zonas de la región andina ecuatoriana.

Tiempo: 2 horas

Materiales para los participantes:

- 500 g del suelo de la parcela del agricultor/a.
- 500 g de suelo arcilloso.
- 500 g de suelo arenoso.
- 500 g de suelo franco.
- Dos litros de agua.
- Marcadores.
- Papelotes.
- Cinta adhesiva.

Materiales para el facilitador:

- Una funda de color negro.
- 10 esferas de espuma flex de 8 cm pintadas de amarillo.
- 20 esferas de espuma flex de 5 cm pintadas de celeste.
- 10 esferas de espuma flex de 6 cm pintadas de negro.
- 10 esferas de espuma flex de 2 cm pintadas de verde.
- 10 esferas de espuma flex de 4 cm pintadas de rojo.
- 20 esferas de espuma flex de 5 cm pintadas de azul.

Procedimiento:

1. Compartir con los participantes el objetivo de la práctica.
2. El facilitador preguntará a los participantes si conocen los diferentes tipos de suelo, y de estos cuales se encuentran en la zona, todas las respuestas se debe anotar en un papelote.

Parte 1: Determinar la partícula mineral más predominante en un tipo de suelo

1. En plenaria el facilitador presentará la funda negra con bolitas de espuma flex pintadas, donde mencionará que éstas representan a los componentes del suelo.
2. Con la ayuda de los participantes relacionar el tamaño de las esferas con el tamaño de las partículas del suelo. Es decir:

Tamaño de las esferas (cm)	Color de las esferas	Componente que representa
8	Amarillo	Arena
4	Rojo	Limo
2	Verde	Arcilla
6	Negro	Materia orgánica
5	Azul	Agua
5	Celeste	Oxígeno

3. Pedir a cada uno de los participantes que realicen las siguientes actividades:

- Tomar al azar dos esferas de espuma flex de diferente tamaño y color de la funda negra.

- Mostrar las esferas de espuma flex e identificar con los participantes, cuál es la esfera que predomina de acuerdo a su tamaño y color.



- Identificar el tipo de suelo que se formó. Se debe tomar en cuenta la mayor cantidad de esferas de acuerdo a su color y tamaño. Por ejemplo, si existen una mayor cantidad de amarillas, que corresponden a las arenas, el tipo de suelo es ARENOSO.

Parte 2: Identificación de los tipos de suelo con ayuda del método de tacto

1. Formar grupos de trabajo de 4 ó 5 personas y entregar a cada grupo una muestra de suelo y medio litro de agua.
2. Luego, pedir a cada grupo que realice las siguientes actividades:
 - Tomar un puñado de la muestra de suelo y humedecerlo, poco a poco, hasta que pueda ser moldeado.
 - Con la ayuda del dedo índice y el pulgar sentir las diferentes características de las muestras de suelos.

- Finalmente, con la palma de la mano amasar el suelo hasta que comience a formar diferentes figuras como una lombriz de 10 cm, bolitas consistentes.



- Una vez formadas las figuras definir qué tipo de suelo encontramos, utilizando la siguiente matriz de trabajo.

Matriz de trabajo

Características	Tipos de suelo
Resbaloso, pegajoso y áspero. Forma figuras pero se rompen con facilidad	Franco
Suelto, áspero, no pegajoso ni plástico. No forma ninguna figura	Arenoso
Pegajoso. Manejable como la plastilina. Forma la lombriz de 10 cm delgada sin romperse	Arcilloso

- Solicitar a cada grupo que registren en la matriz de trabajo los datos que se obtienen del ejercicio de acuerdo a la muestra de suelo entregada; identificando finalmente las características que presentan los diferentes tipos de suelos.

Matriz de trabajo

Características	Suelo 1	Suelo 2	Suelo 3	Suelo 4
Tamaño de partículas				
Pegajoso				
Plástico				
Suelto y áspero				
Figura que forma al humedecerse				
Clase textural				

3. En plenaria se presentan los resultados de cada grupo y finalmente se define la clase textural de cada suelo entregado con sus características.

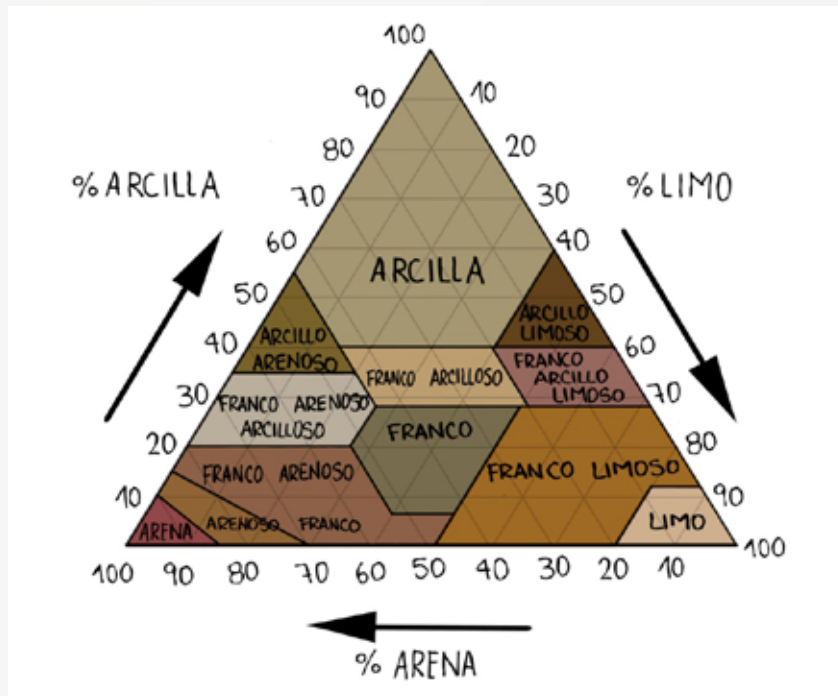


Recuerde: Los principales tipos de suelo son: franco, arenoso y arcilloso; cada uno requiere un adecuado manejo para tener una buena producción.

NOTAS TÉCNICAS:

TIPOS DE SUELOS

Existen en la actualidad 12 clases texturales que se presentan en el triángulo textural según clasificación del USDA.



Fuente: Peñaherrera et al., 2020.

Las clases texturales del suelo predominantes en las zonas cerealeras de la región andina ecuatoriana son las siguientes:

Suelos Arcillosos	Suelos Arenosos	Suelos Francos
Presentan partículas pequeñas	Presentan partículas gruesas	Presentan partículas de tamaños variados.
Son suelos pegajosos y plásticos.	Son suelos ásperos y sueltos	Son suelos resbalosos, pegajosos y ásperos.
Al humedecerse se parece a la plastilina	Al humedecerse no forma ninguna figura.	Al humedecerse forman figuras pero se rompen con facilidad.
Retienen una gran cantidad de agua debido a que sus poros son pequeños	Retienen pequeñas cantidades de agua debido a que sus poros son grandes.	Tienen una buena capacidad de retención de agua.
No tienen un buen drenaje.	Tienen un buen drenaje	Tienen un buen drenaje.
Son difíciles de trabajar.	Son fáciles de trabajar.	Son aptos para la agricultura.

Práctica No. 5: Realicemos una adecuada rotación de cultivos

Objetivo: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de identificar una adecuada rotación de cultivos.

















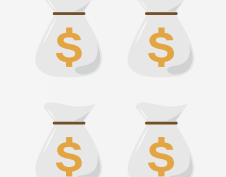
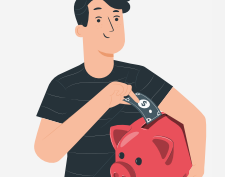
Tiempo: 1 hora.

Materiales:

- Fotografías de lotes de trigo o cebada con y sin enfermedad.
- Fotos de cultivos (trigo, cebada, maíz, papa, frejol, arveja, habas).
- Maqueta con ilustración de producción con y sin rotación de cultivos.
- Cinta adhesiva.
- Papelotes.
- Marcadores.
- Cartulinas.

Procedimiento:

1. Compartir con los participantes el objetivo de la práctica.
2. Preguntar a los participantes:
 - ¿Qué entiende por rotación de cultivos? Anotar las respuestas en papelotes.
 - ¿Cómo realiza usted la rotación de cultivos en su lote?
3. Formar grupos de trabajo de 5 personas, a cada grupo se le entrega papelote fotografías de trigo con y sin enfermedad.
4. En plenaria se indicará a cada grupo realizar las siguientes actividades:
 - Describir ¿Qué pasa cuando se siembra el mismo cultivo por varios ciclos? y ¿qué pasa si se rota los cultivos?
5. Después de que los grupos tengan armados las posibles rotaciones de cultivo, se les pide que expongan por qué fue armado de esa forma y explique por qué se debe rotar los cultivos de la forma que ellos proponen.
6. En plenaria el facilitador conjuntamente con los participantes irán definiendo el tipo de rotación más adecuada, puede utilizar el siguiente ejemplo:

	ROTACIÓN 1	ROTACIÓN 2	ROTACIÓN 3
AÑO 1	MAÍZ 	MAÍZ 	TRIGO 
AÑO 2	FRÉJOL 	PAPA 	TRIGO 
AÑO 3	PAPA 	TRIGO 	TRIGO 
AÑO 4	TRIGO 	TRIGO 	TRIGO 
PRODUCCIÓN DEL LOTE			
USD			



Recuerde: La rotación de cultivos permite incrementar la materia orgánica y el nitrógeno del suelo (al rotar con leguminosas), controlar malezas, romper el ciclo de plagas y enfermedades.

NOTAS TÉCNICAS:

¿Qué es la rotación de cultivos?

La rotación de cultivos es una práctica utilizada por los agricultores desde hace muchos años, y es una manera efectiva de controlar diferentes plagas y enfermedades existentes en el suelo, la aplicación de esta práctica permite romper el ciclo de vida de las plagas y enfermedades, y no agotar la fertilidad del suelo y por ende el rendimiento (Dufour, 2015).

Una rotación adecuada es, por ejemplo: año 1 sembrar papa o leguminosas (haba, chocho, arveja, frejol); año 2 sembrar maíz; año 3 sembrar cereales menores (trigo, cebada, avena); o en su defecto: año 1 sembrar papa o leguminosas (haba, chocho, arveja, frejol); año 2 cereales menores (trigo, cebada, avena); año 3 sembrar maíz. Otra alternativa es: año 1 sembrar tubérculos (papa, melloco, oca); año 2 leguminosas (haba, chocho, arveja, frejol); año 3 cereales menores (trigo, cebada, avena). Lo fundamental en esta técnica es mantener la rotación de los cultivos sin alterar los ciclos de siembra de cada cultivo.

En contraste, el monocultivo es la siembra repetida de una misma especie en el mismo lote, año tras año (Alzate y Peñaranda, 2019).

¿Qué problemas se presentan con el monocultivo?

En los sistemas de monocultivo, con el paso del tiempo se observa un incremento de plagas y enfermedades específicas del cultivo. Asimismo, la cantidad de nutrientes disminuye por su uso continuo y el suelo se empobrece, perdiendo productividad e incluso causa erosión del suelo (Alzate y Peñaranda, 2019).

Beneficios de realizar la rotación de cultivos (Díaz et al., 2004; Dufour, 2015).

- Romper el ciclo biológico de insectos plagas, enfermedades y malezas.
- Incorporación de nutrientes al suelo especialmente nitrógeno.
- Incorporación de materia orgánica al suelo.
- Reducir y optimizar el consumo de fertilizantes.
- Reducir la proliferación de malezas.
- Estabilización ecológica.



Fertilización inicial a la siembra

Manejo del cultivo



Fertilización complementaria al macollamiento

Módulo
4

Módulo 4. Manejo del cultivo

Introducción

El manejo del cultivo contempla realizar varias prácticas apropiadas para maximizar los rendimientos. Un buen manejo del cultivo permite el desarrollo de estrategias de bajo impacto ambiental.

Estructura del módulo



Práctica No. 1: Preparemos adecuadamente nuestro suelo para la siembra.

Objetivo: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de preparar adecuadamente el suelo para la siembra de trigo o cebada.

Tiempo: 3 horas.

Materiales:

- Papelotes.
- Terreno donde se va a sembrar trigo o cebada.
- Azadones.
- Tractor o yunta.
- Papelotes.
- Marcadores.
- Tarjetas de cartulina.
- Flechas de cartulina.
- Cinta adhesiva.

Procedimiento:

1. El facilitador a través de una lluvia de ideas pedirá a los participantes que mencionen las labores que se realizan para preparar el suelo y porqué es necesario realizar dichas actividades. Anotar las respuestas en el papelote.
2. Realizar tres grupos con los participantes mediante una dinámica.
3. El facilitador explicará el concepto del flujograma y su utilización.
4. Entregar los juegos de las tarjetas y flechas y determinar un tiempo prudencial (de acuerdo al tipo de grupo) para la realización del flujograma.
5. Luego cada grupo expondrá su flujograma.



6. Finalmente se concluirá con una lámina indicando las labores recomendadas para sembrar el trigo o cebada.



Recuerde: La preparación del suelo debe iniciar con anticipación, es decir, al menos 2 meses antes de la siembra.

NOTAS TÉCNICAS:

La preparación del suelo debe realizarse con debida anticipación (en un periodo no menor a dos meses antes de la siembra), así garantizamos que exista una adecuada descomposición de las malezas, residuos y/o abono orgánico (estiércoles), a incorporarse al suelo. Por otra parte, una buena remoción del suelo durante la preparación, ayuda a controlar las plagas que puedan existir en el terreno (Garófalo et al., 2011; Ponce-Molina et al., 2020).

La preparación del suelo debe consistir, por lo menos en un pase de arado y dos pases de rastra, cuando se emplea tractor agrícola, en caso de utilizar yunta, luego del arado es necesario dos cruza. Un terreno bien preparado favorece la germinación y facilita el establecimiento del cultivo de trigo y cebada (Ponce-Molina et al., 2020).

¿Qué es la roturación? Consiste en voltear las capas superiores del suelo a una profundidad no superior a los 30 cm, consiguiendo oxigenar el suelo.

Arada: Se realiza uno o dos meses antes de la siembra, tiempo suficiente para que las malezas y residuos vegetales se descompongan. Se lo puede realizar con tractor en terrenos compactados o con yunta en terrenos en barbecho (terreno que se deja descansar posterior a la cosecha) (Garófalo et al., 2011).

Cruza: Se realiza en sentido contrario al arado, tiene como propósito romper los terrones grandes, se lo realiza una vez, ya sea con tractor o con yunta.

Rastrada o desterronada: Se realiza una o dos pasadas de rastra con la finalidad de que el suelo quede suelto, se incorporen los restos vegetales y se nivele la superficie donde se va a sembrar, dejando bien mullido el suelo para facilitar una buena germinación del grano. En el caso que se realice manualmente con el azadón se procede a romper los terrones para que el suelo quede suelto (Suquilanda, 2017).



Práctica No. 2: Realicemos una adecuada fertilización química.

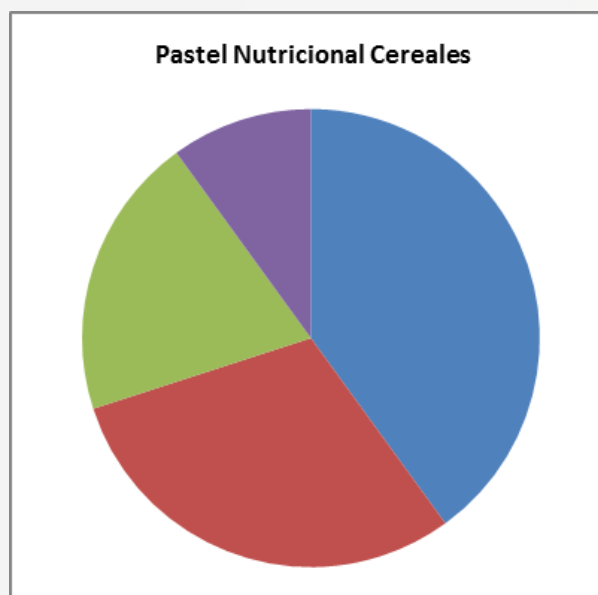
Objetivos: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de

- Conocer los nutrientes que necesita el cultivo de trigo y cebada
- Conocer las funciones y síntomas de deficiencia de los nutrientes en el cultivo de trigo y cebada
- Conocer la cantidad adecuada de fertilizante que se necesita aplicar en el cultivo de trigo y cebada.

Tiempo: 3 horas.

Materiales:

- Lona o cartulina que contenga el cuadro de la cantidad de fertilizante.
- Papelotes.
- Marcadores.
- Pastel Nutricional.



- Fotografías de deficiencias de N, P, K, Ca, Mg.
- Fotografías de requerimientos de nutrientes.
- Cartulinas.
- Marcadores.
- Cinta adhesiva.
- Fertilizante disponible (18-46-00, 10-30-10 y 11-52-00).

Procedimiento:

PARTE 1

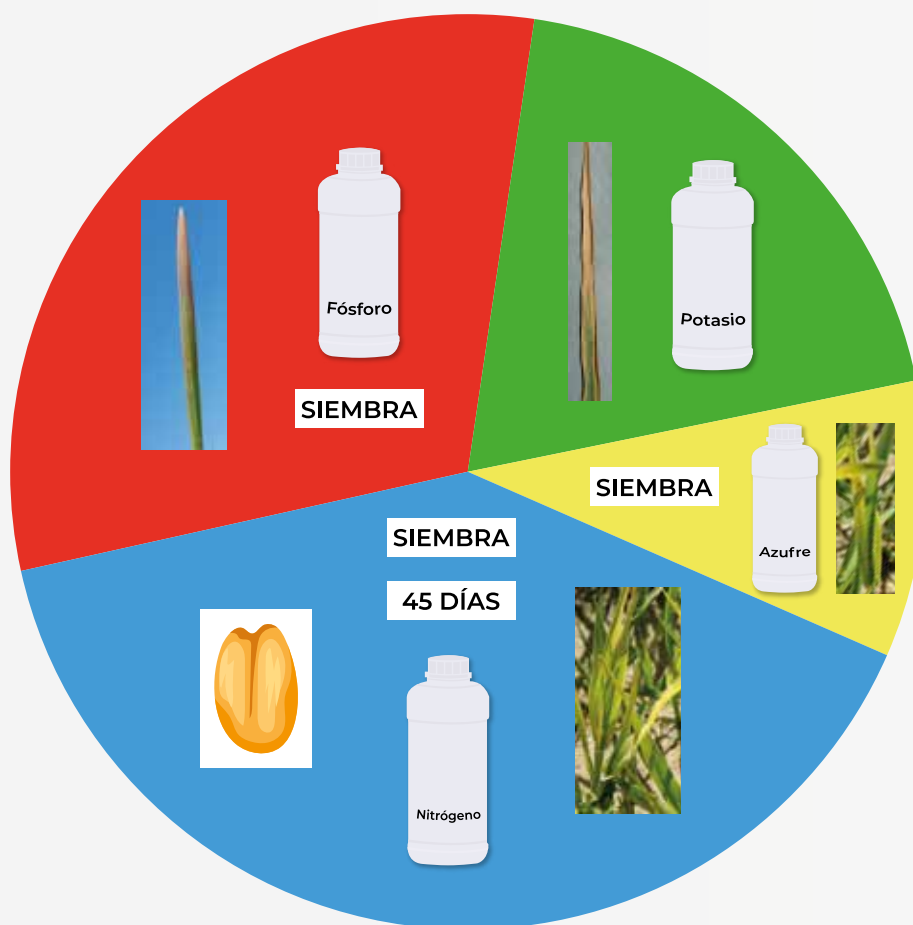
Nutrientes que necesita el cultivo de trigo

1. Compartir con los participantes el objetivo de la práctica.
2. Formar grupos de trabajo de 5 personas y entregar materiales.
3. El facilitador realizará las siguientes preguntas y anotará las respuestas en papelotes: ¿Qué fertilizantes químicos conoce? ¿Qué cantidad de fertilizante químico necesita el cultivo de trigo cuando no se conoce el resultado del análisis de suelo? ¿Qué síntomas presentan las plantas de trigo cuando les falta algún nutriente?
4. El facilitador pedirá a los participantes que ubiquen las fotografías en el pastel nutricional según el consenso de cada grupo.
5. Cuando hayan terminado de pegar las fotos y las cartulinas, todos irán pasando y mirando por cada grupo para ver quien lo hizo correctamente.
6. Luego el facilitador pedirá que despeguen las fotos y las cartulinas de cada pastel nutricional e irá relatando de la siguiente manera para que los grupos llenen correctamente el pastel nutricional:
 - ¿Cuál es el nutriente más limitante en el cultivo de trigo?
R: El Nitrógeno
 - ¿Qué favorece la aplicación de Nitrógeno en el cultivo de trigo?
R: El arranque y crecimiento vegetativo, y pegar la foto.
 - ¿Cuál es el síntoma de deficiencia de nitrógeno en las hojas de trigo?
R: Se manifiesta en un amarillamiento que se inicia en la punta de la hoja y se va desplazando por medio de ella y pegar la foto.
 - ¿Qué cantidad de Nitrógeno necesita el cultivo de trigo?
R: 80 kg/ha y pegar la foto
 - Luego del Nitrógeno ¿cuál es elemento limitante en el cultivo de trigo?
R: Fósforo y pegar la foto.
 - ¿En qué favorece el fósforo en la planta de trigo?
R: Da vigor a las raíces, y pegar la foto.
 - ¿Cuál es el síntoma de deficiencia de fósforo en las hojas de trigo?
R: Se manifiesta plantas pequeñas color azulado, y pegar la foto.
 - ¿Cuál es el nutriente limitante en el cultivo de trigo después del fósforo?
R: Potasio y pegar la foto.

- ¿En qué favorece el potasio en la planta de trigo o cebada?
R: Fortalece a la planta y ayuda a tener calidad de grano y pegan la foto.
- ¿Cuál es el síntoma de deficiencia de potasio en las hojas de trigo?
R: Amarillamiento puntuado (mosqueado). Las puntas y márgenes de las hojas superiores se ponen de color oscuro.

Se puede utilizar el mismo ejemplo para el cultivo de cebada, variando las cantidades de fertilizante.

Al final tendremos un paste nutricional completo de la siguiente manera:



PARTE 2

Cantidad de fertilizante

1. El facilitador en plenaria enseñará a los participantes a calcular la cantidad de fertilizante que se debe aplicar en la parcela cuando no se dispone de un análisis de suelo.
2. Con la siguiente matriz de trabajo se realizarán los cálculos

Matriz de trabajo, con recomendaciones generales de fertilización

Cultivo	Nitrógeno (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)
Trigo	80 kg	60 kg	40 kg

Ejemplo de cálculo:

Se recomienda iniciar con el cálculo del fertilizante compuesto.

A. Cálculo para fósforo:

En 100 kg de fertilizante (18-46-00) tengo 46 kg de fósforo y necesito 60 kg de fósforo por hectárea.

Por lo tanto:

100 kg de (18-46-00) \longrightarrow 46 kg de fósforo
 ¿Cantidad de fertilizante/ha? \longleftarrow 60 kg de fósforo

Resolvemos con la siguiente regla de tres:

$$\text{Cantidad de fertilizante/ha} = \frac{60 \text{ kg de fósforo} \times 100 \text{ kg de (18-46-00)}}{46 \text{ kg de fósforo}}$$

$$\text{Cantidad de fertilizante/ha} = 130.43 \text{ kg de 18-46-00}$$

Cada saco de fertilizante tiene 50 kg, por lo que:

$$130.43 \text{ kg} / 50 \text{ kg} = \mathbf{2.6 \text{ sacos de 18-46-00}}$$
 por hectárea

B. Cálculo de Nitrógeno

En 100 kg del mismo fertilizante (18-46-00) tengo 18 kg de nitrógeno y necesito 80 kg de nitrógeno por hectárea.

Por lo tanto:

100 kg de (18-46-00) \longrightarrow 18 kg de nitrógeno
 130.43 de (18-46-00) \longleftarrow ¿Cuánto de N ?

Resolvemos con la siguiente regla de tres:

$$\text{Cantidad de Nitrógeno} = \frac{18 \text{ kg de Nitrógeno} \times 130.43 \text{ kg de (18-46-00)}}{100 \text{ kg de (18-46-00)}}$$

Cantidad de Nitrógeno = 23.48 kg

Por lo tanto debo complementar con urea (46-00-00) para alcanzar los 80 kg de Nitrógeno que necesito.

$80 \text{ kg} - 23.48 \text{ kg} = \mathbf{56.52 \text{ kg}}$ de Nitrógeno faltante

Por lo que:

100 kg de urea (46-00-00)	→	46 kg de nitrógeno
¿Cantidad de fertilizante/ha?	←	56.52 kg de nitrógeno

Resolvemos con la siguiente regla de tres:

Cantidad de fertilizante/ha = $\frac{56.52 \text{ kg de Nitrógeno} \times 100 \text{ kg de (18-46-00)}}{46 \text{ kg de Nitrógeno}}$

Cantidad de fertilizante/ha = 122.86 kg de urea (46-00-00)

Cada saco de fertilizante tiene 50 kg, por lo que:

$122.86 \text{ kg} / 50 \text{ kg} = \mathbf{2.4 \text{ sacos de urea}}$ por hectárea

C. Cálculo para Potasio

En 100 kg de fertilizante sulphomag (00-00-22-18-22) tengo 22 kg de potasio y necesito 40 kg de potasio por hectárea.

Por lo tanto:

100 kg de (sulpomag)	→	22 kg de potasio
¿Cantidad de fertilizante/ha?	←	40 kg de potasio

Resolvemos con la siguiente regla de tres:

Cantidad de fertilizante/ha = $\frac{40 \text{ kg de potasio} \times 100 \text{ kg de (00-00-60)}}{22 \text{ kg de potasio}}$

Cantidad de fertilizante/ha = 181.8 kg de sulphomag

Cada saco de fertilizante tiene 50 kg, por lo que:

$181.8 \text{ kg} / 50 \text{ kg} = \mathbf{3.6 \text{ sacos de}}$ (sulpomag) por hectárea





3. El facilitador conjuntamente con los participantes analizarán los resultados obtenidos y aclarara las inquietudes surgidas durante esta práctica.
4. El facilitador complementará la práctica calculando la cantidad de fertilizante para diferentes extensiones de terreno.



Recuerde: Es necesario calcular correctamente el fertilizante que requiere el cultivo para tener una buena producción.

NOTAS TÉCNICAS:

¿Cuál son las funciones y síntomas de deficiencia de los nutrientes?

NUTRIENTES	FUNCIÓN	SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA	IMAGEN
NITRÓGENO	<p>Desarrollo de la planta.</p> <p>Interviene en el crecimiento y en el rendimiento de la planta, siempre que esté acompañado de fósforo.</p>	<p>Planta pequeña, de coloración verde claro o verde amarillento, las hojas viejas son de color amarillo hasta que mueren.</p> <p>Crecimiento débil y espigas pequeñas.</p>	
FÓSFORO	<p>Desarrollo de grano.</p> <p>Promueve la rápida formación y crecimiento de las raíces.</p> <p>Contribuye a la resistencia de enfermedades y sequía.</p>	<p>Tallos delgados, hojas viejas color verde azulado y se mantienen rígidas, las hojas jóvenes presentan color rojizo.</p>	
POTASIO	<p>Calidad del grano.</p> <p>Resistencia a enfermedades.</p>	<p>Inicia con clorosis en el borde de las hojas y necrosis en las puntas de las hojas viejas.</p> <p>Las hojas jóvenes tienen una apariencia delgada y un color que va de verde azulado.</p> <p>La deficiencia posterior de potasio se muestra en la coloración amarillenta de la hoja bandera.</p> <p>Durante la fase de llenado de granos, estos son llenados de manera muy escasa, especialmente en la punta de la espiga.</p>	
AZUFRE	<p>Fisiología de la planta.</p> <p>Favorece la formación de la semilla</p>	<p>Clorosis en hojas jóvenes.</p>	

Fuente: Intagri.com.mx

FERTILIZACIÓN QUÍMICA

La fertilización debe basarse en un análisis químico-físico del suelo, sin embargo, si no se dispone de este, puede basarse en la recomendación básica de nutrientes que demanda el cultivo de trigo y cebada.

Cultivo	Nitrógeno (N)	Fósforo (P ₂ O ₅)	Potasio (K ₂ O)	Azufre (S)
	kg ha ⁻¹			
Trigo	80	60	40	20
Cebada	60	60	30	20

Fuente: Programa de Cereales EESC-INIAP

Si se dispone de un análisis de suelo se efectúa la fertilización según la recomendación emitida por el laboratorio, caso contrario puede utilizar la recomendación general como se dispone en la siguiente tabla:

Recomendación de fertilización para trigo

Fertilizante	10 000 m ²	5 000 m ²	2 000 m ²	1 000 m ²
Si se dispone de 10-30-10 se recomienda aplicar (kg)				
10-30-10	200	100	40	20
Sulpomag	100	50	20	10
Urea	150	75	30	15
Si se dispone de 18-46-00 se recomienda aplicar (kg)				
18-46-00	130	65	26	13
Sulpomag	182	91	36	18
Urea	123	61.5	24.5	12
Si se dispone de 11-52-00 se recomienda aplicar (kg)				
11-52-00	100	40	16	8
Sulpomag	150	75	30	15
Urea	150	75	30	15

Fuente: Guía del cultivo de trigo. Programa de Cereales INIAP

Recomendación de fertilización para una hectárea de cebada.

Época de aplicación	Fertilizante	Cantidad
A la siembra	18-46-00	3 sacos (150 kg)
	Sulpomag	3 sacos (150 kg)
Fertilización nitrogenada complementaria (macollamiento).		
30-45 días después de la siembra	Urea	1 saco (50 kg)

Fuente: Programa de Cereales INIAP

Es necesario mencionar que el nitrógeno complementario se debe aplicar al macollamiento, 30 a 45 día después de la siembra para el cultivo de trigo y cebada.

Práctica No. 3: Realicemos una adecuada siembra de trigo y cebada

Objetivo: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de determinar la cantidad de semilla necesaria por unidad de superficie a sembrar.

Tiempo: 3 horas.


Materiales:

- Papelotes.
- Marcadores.
- Cinta adhesiva.
- Semilla que se va a sembrar.
- Guantes de caucho para cada participante.
- Fertilizante.
- Balde.
- Costales plásticos.
- Piola.
- Azadones.

Procedimiento:

1. Compartir con los participantes el objetivo de la práctica.
2. El facilitador en plenaria realizará las siguientes preguntas a los participantes ¿Qué cantidad de semilla se debe utilizar para la superficie de terreno donde vamos a sembrar? Anotar las respuestas en papelotes.
3. El facilitador enseñará a los participantes los respectivos cálculos, utilizando reglas de tres, para calcular la cantidad de semilla que se necesita sembrar según el espacio de terreno.

Ejemplo

Si se conoce que **150 kg de semilla de cebada**  **10 000 m²**

Cuánto se necesita para **5 000 m²**

$$\frac{150 \text{ kg de semilla de cebada} \times 5000 \text{ m}^2}{10\,000 \text{ m}^2} = 75 \text{ kg de semilla}$$

4. El facilitador con apoyo de una matriz de trabajo definirá la cantidad de semilla necesaria para las diferentes extensiones de terreno.

Matriz de trabajo

Método de siembra	Superficie m ²	Semilla kg	Semilla qq
Manual trigo	10 000	180	4.0
Mecanizado trigo	10 000	180	4.0
Manual cebada	10 000	150	3.3
Mecanizado cebada	10 000	150	3.3

Fuente: Departamento de Producción EESC-INIAP

- Luego de haber determinado la cantidad de semilla para el área a sembrarse, el facilitador formará dos grupos de trabajo a los cuales se les entregará los materiales y les dará las siguientes indicaciones:

Grupo N° 1 (Fertilizadores)

- Colocarse guantes de caucho para protección de uso del fertilizante.
- Cortar por la mitad los costales y amarrar los dos extremos contrarios con una piola.
- Colocarse el costal cruzado como indica la imagen.



- Solicitar que con la ayuda de su mano rieguen al voleo el fertilizante tratando de cubrir toda la parcela.

Grupo N° 2 (Sembradores)

- Colocarse los guantes de caucho para protegerse de la semilla desinfectada.
 - Cortar por la mitad los costales y amarrar los dos extremos contrarios con una piola.
 - Colocarse el costal cruzado como indica la imagen anterior.
 - Solicitar que con la ayuda de su mano rieguen al voleo la semilla tratando de cubrir toda la parcela.
6. Con la ayuda de los dos grupos se realizará el tapado de la semilla, para lo cual se utilizará la rastra o azadones.
7. En plenaria el facilitador resumirá la importancia de realizar una siembra adecuada tratando de recalcar la importancia de la profundidad de siembra.



Recuerde: La densidad (cantidad de semilla) y la profundidad de siembra (no mayor a 5 cm) son fundamentales para tener una buena germinación, un buen cultivo y buena producción.

NOTAS TÉCNICAS:

SIEMBRA

Se debe procurar que la siembra coincida con la época lluviosa para garantizar una buena germinación y que la cosecha coincida con la época seca para no tener pérdidas en la calidad del grano (Falconí et al., 2010; Garófalo et al., 2011).

En el norte y sur del país, las siembras inician en los meses de febrero y marzo, mientras que en el centro del país en los meses de noviembre a enero (Garófalo et al., 2011).

La siembra del cultivo de cereales en épocas inadecuadas puede ocasionar la irregularidad en la germinación, por falta de disponibilidad de agua, luz, nutrientes, competencia de malezas, ataques de plagas y enfermedades, estrés hídrico; y por ende una baja productividad y mala calidad de grano (Falconí et al., 2010; Peñaherrera, 2011).



Fuente: Programa Cereales, INIAP.

Práctica No. 4: Realicemos las prácticas culturales oportunamente

Objetivo: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de identificar la época más adecuada para realizar las labores culturales en el cultivo de trigo y cebada.

Tiempo: 1 hora.

Materiales:

- Lote de trigo y cebada.
- Bomba de mochila.
- Kit de aplicación de herbicidas (guantes, mascarilla, overol y gafas).
- Herbicida para control de malezas de hoja ancha.
- Papelotes.
- Marcadores.
- Masking

Procedimiento:

1. Compartir los objetivos de la práctica.
2. Preguntar a los participantes ¿Qué prácticas culturales realizan en su cultivo de trigo o cebada? ¿A qué tiempo realiza las prácticas culturales? ¿Cómo realiza las prácticas culturales? Anotar las respuestas en papelotes.
3. Solicitar a los participantes dirigirse a la parcela.
4. Formar grupos de trabajo dividiéndolos según las labores agronómicas que requiere en forma oportuna el cultivo de trigo y cebada.
5. Entregar los materiales pertinentes para las prácticas.

Parte 1

Control de malezas:

- Observar con los participantes la presencia de malezas presentes en el lote de trigo o cebada.
- Pedir a los participantes que en grupo se decidan si se debe eliminar las malezas de forma manual o química.
- Presentar en plenaria las conclusiones de los grupos, luego se inicia el debate con todos los participantes sobre el ¿Por qué deben ser eliminadas esas plantas del lote?
- Al finalizar los participantes realizarán el control de malezas en el lote de trigo o cebada.

Parte 2

Desmezcla o purificación del lote.

- En plenaria el facilitador preguntará a los participantes: ¿Qué es la desmezcla? ¿cuántas veces se realiza? ¿para qué se realiza esta práctica? Anotar las respuestas en un papelote.
- Pedir a los participantes que observen el lote de trigo o cebada e identifique la presencia de plantas extrañas o aquellas que sean diferentes de la variedad que se sembró.



Fuente: Programa de Cereales, 2020.

De izquierda a derecha: Centeno, Triticale, Trigo sin barbas, Trigo con barbas, Cebada de dos hileras, Cebada de seis hileras, Avena.

- Recomendar a los participantes que las plantas arrancadas sean llevadas fuera del lote de trigo o cebada.
- Presentar en plenaria las conclusiones de los grupos así como las plantas eliminadas. Dar inicio al debate con todos los participantes sobre la importancia de realizar esta práctica.



Recuerde: Un cultivo bien manejado genera un producto de calidad.

NOTAS TÉCNICAS:

PRACTICAS CULTURALES

Control de Malezas

La mejor forma de controlar las malezas en el terreno es la preparación oportuna y adecuada del suelo antes de la siembra. Para el caso del cultivo de trigo o cebada se debe observar la presencia de otras gramíneas como el kikuyo y grama; si existe gran cantidad de éstas, se recomienda aplicar glifosato en una dosis de 2 litros por hectárea antes de la preparación del suelo (2 meses antes de la siembra) (Falconí et al., 2010; Garófalo et al., 2011).

Una vez establecido el cultivo, para controlar las malezas existen dos opciones: el control manual o desnabe, y el control químico a base de un herbicida específico para controlar malezas de hoja ancha. El INIAP ha empleado metsulfuron metil (Ally o Matancha), obteniendo buenos resultados al ser aplicado al inicio del macollamiento (30-40 días después de la siembra) en la dosis recomendada por el fabricante (Falconí et al., 2010; Garófalo et al., 2011).

Desmezcla

Es una actividad que se realiza en el lote con la finalidad de mantener puro el cultivo de trigo o cebada y evitar las mezclas con otros cereales o cultivos. La desmezcla o purificación del lote, se realiza en dos ocasiones, la primera cuando el cultivo este en fase de espigamiento o formación de grano y la segunda cuando empieza a amarillar el cultivo o inicio de madurez fisiológica (Falconí et al., 2010; Garófalo et al., 2011; Peñaherrera, 2011).

Las plantas eliminadas deben ser colocadas fuera del lote de trigo o cebada (Falconí et al., 2010).



Pulgones en el trigo

Manejo integrado de plagas y enfermedades (MIP)



Roya amarilla en trigo

Módulo

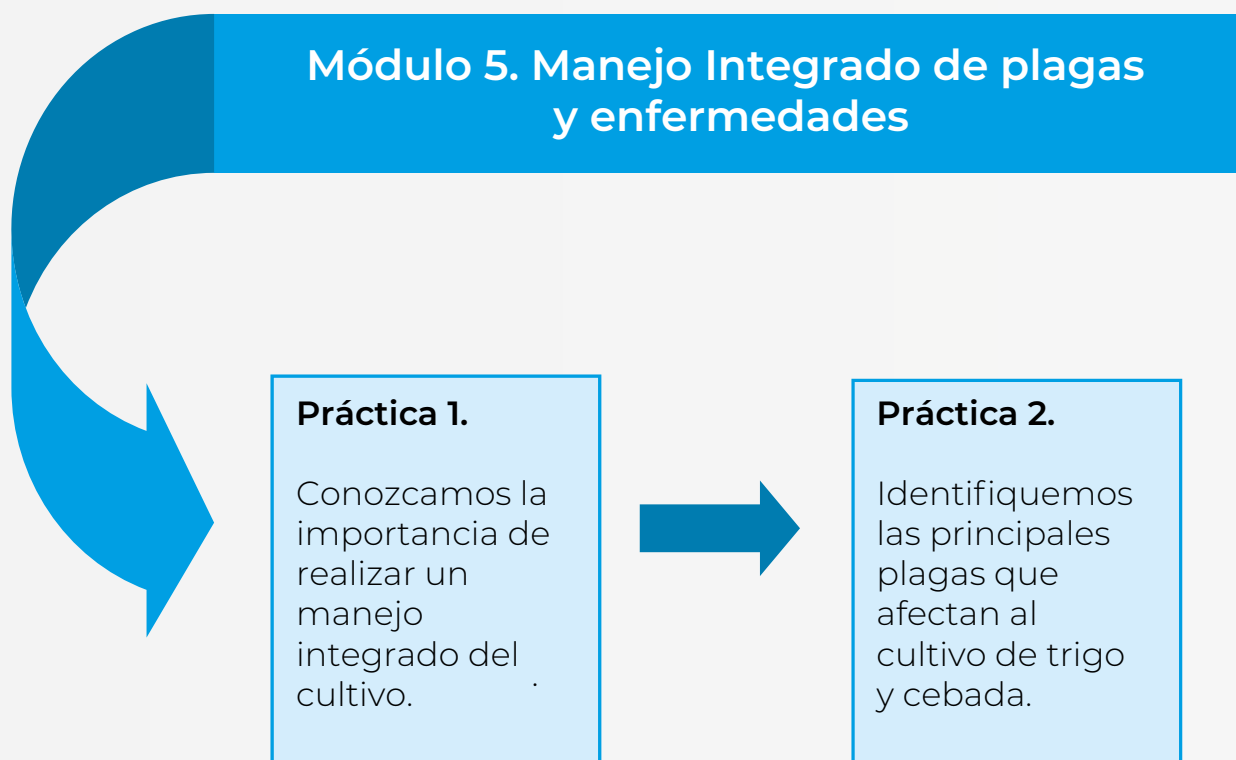
5

Módulo 5. Manejo de plagas y enfermedades (MIP)

Introducción

Es una estrategia que usa una gran variedad de métodos complementarios: físicos, mecánicos, químicos, biológicos, genéticos, legales y culturales para el control de plagas. Estos métodos se aplican en tres etapas: prevención, observación y aplicación.

Estructura del módulo



Práctica No. 1: Conozcamos la importancia de realizar un manejo integrado del cultivo.

Objetivo: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de generar el concepto de manejo integrado


Materiales:

- Papelotes.
- Marcadores.
- Cinta adhesiva.
- Cartulinas.
- Fotos que contengan las plagas de trigo o cebada.
- Dibujo de una rata.

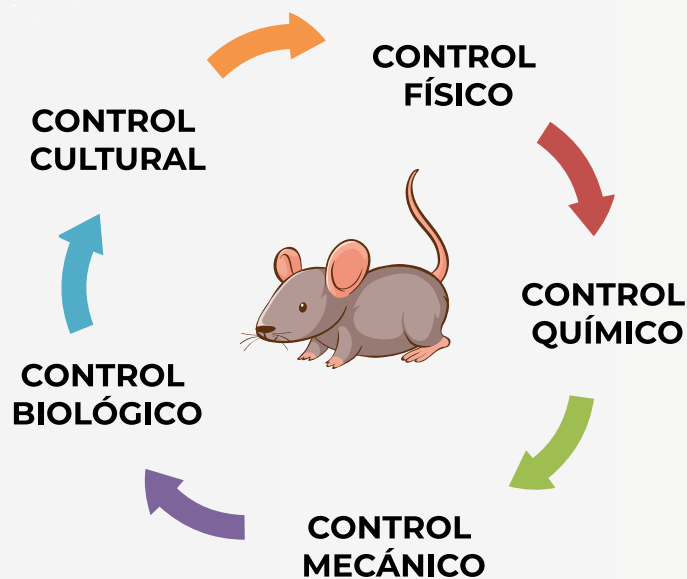
Tiempo: 2 horas

Procedimiento:

1. Compartir los objetivos de la práctica.
2. Preguntar a los participantes ¿Qué entiende por control cultural? Anotar las respuestas en papelotes
3. A través del juego de la rata el facilitador introducirá el concepto de manejo integrado de plagas y enfermedades, de modo que los agricultores lo asimilen y puedan aplicar con sus palabras.
4. Analizamos con los participantes los problemas que ocasiona la rata. Para demostrar presentamos la siguiente matriz con las siguientes preguntas:

	¿Dónde vive?	
	¿Qué daños causa?	
	¿Cómo la controlamos?	

Manejo integrado de la rata



5. Anotamos en pedazos de cartulina los controles mencionados. Agrupamos las estrategias de control e identificamos con tarjetas de colores (por ejemplo, control químico con un color) y los pegamos alrededor del dibujo de la rata.
6. Una vez organizadas las tarjetas reflexionamos con los participantes sobre la importancia de usar varias prácticas para controlar un mismo problema. A través de la experiencia propia de los participantes, construimos el concepto de manejo integrado.
7. Para dirigir el ejercicio a un problema fitosanitario de interés, repetimos el juego colocando como idea central el problema (por ejemplo, la roya de la hoja o el pulgón) y en base a sus prácticas y otras que mencionaremos, identificamos las formas de control y estrategias generales que forman el manejo integrado.
8. En plenaria el facilitador resumirá a los participantes la importancia de realizar un manejo integrado dando varias alternativas al agricultor.

NOTAS TÉCNICAS:

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es un sistema que utiliza todas las técnicas adecuadas para reducir la población de las distintas especies de plagas en los cultivos, manteniéndolas en niveles que no causen daños económicos significativos. Es una estrategia para producir alimentos sin perjudicar el medio ambiente ni la base de los recursos de las futuras generaciones (Louise, 2001).

Podemos definir al control de las plagas dentro del MIP como la combinación organizada de técnicas y métodos compatibles; dentro de estos podemos considerar el control cultural, control biológico, control químico y el control mecánico (Louise, 2001).

Control natural o cultural:

Son medios preventivos que pueden tener una buena eficacia en el manejo del cultivo. La realización de técnicas de tipo cultural puede contribuir a controlar el impacto de determinados organismos sobre los cultivos (Louise, 2001).

Ejemplos de técnicas previas al cultivo:

- Labores de preparación del suelo, nivelación o zanjas de infiltración en caso de problemas de encharcamientos.
- Utilización de sustratos, estiércol, abonos adecuados y con conocimiento de su origen (Suquilanda, 2017).
- Eliminación de restos del cultivo anterior.

Control biológico:

Es un método de control de plagas y enfermedades que consiste en utilizar organismos vivos con objeto de controlar las poblaciones de otro organismo como depredadores, parásitos, herbívoros u otros medios naturales. (Suquilanda, 2017).

Control químico:

El control químico es el método más utilizado para el control de plagas y manejo fitosanitario. Esto se debe a que es el método más fácil, y ofrece resultados relativamente rápidos. Sin embargo, el uso irracional del control químico ha generado problemas a la salud humana, al ambiente y ha ocasionado problemas de resistencia a los productos empleados.

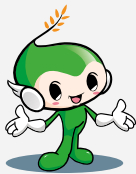
Consiste en el uso de sustancias tóxicas, de síntesis química, con acción biocida, con el objetivo de matar a los patógenos que afectan los cultivos (Louise, 2001).

Control físico:

a. Barreras: Son elementos físicos de diversos materiales y que protegen a las plantas del ataque. Tenemos por ejemplo las mallas y las dobles puertas en invernaderos (Suquilanda, 2017).

b. Trampas: Estos mecanismos atraen de alguna forma a los insectos, que quedan atrapados en ellas. Según su modo de atracción tenemos (Suquilanda, 2017):

- **Trampas de color:** Son láminas de plástico de un determinado color y recubiertas de un pegamento. El insecto que es atraído queda pegado a la lámina. Por ejemplo, el color amarillo atrae muy bien a pulgones, moscas blancas y minador.
- **Trampas de luz:** La función de estas trampas es atraer insectos por medio de la luz ya sean de un foco, tubos fluorescentes, o incluso velas y mecheros.



Recuerde: El Manejo Integrado de Plagas (MIP) permite reducir la población de los patógenos a niveles que no causen daño económico en el cultivo.

Práctica No. 2: Identifiquemos las plagas y enfermedades que afectan a nuestro cultivo.

Objetivo: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de reconocer mediante fotografías y muestras, los síntomas de las enfermedades más comunes de trigo y cebada y los daños ocasionados por las plagas.

Tiempo: 2 horas

Materiales:

- Fotografías de las enfermedades de trigo y cebada.
- Muestras de hojas, tallos, espigas que presenten daños causados por plagas y enfermedades.
- Papelotes.
- Marcadores de colores.
- Cinta adhesiva.
- Lupas.
- Caja de cartón.

Procedimiento:

1. Compartir con los participantes el objetivo de la práctica.
2. El facilitador preguntará ¿Qué enfermedades de trigo y cebada conoce? ¿Cómo identifica las enfermedades y plagas del cultivo? Anotar las respuestas en papelotes.
3. Formar grupos de trabajo con los participantes y entregar materiales: lupas y fotografías de enfermedades y plagas más comunes.



4. Solicitar a los grupos que se dirijan a la parcela donde tomarán muestras de todas las enfermedades y plagas que encuentren presentes.
5. Con la ayuda de una lupa se observará el daño y la forma de la enfermedad o plaga y describirá como es la plaga y la enfermedad encontrada.
6. Anotar las plagas y enfermedades presentes en el cultivo en la siguiente matriz.

	Parte de la planta afectada	Sintoma/daño
Plaga		
Enfermedad		






7. Para reforzar los conocimientos de campo, el facilitador formará un círculo con los participantes y entregará una caja con fotografías de las enfermedades y plagas; la misma que rotará por los participantes hasta que el facilitador dé la orden de parar; donde haya parado se sacará una fotografía y se analizará con el grupo, y así sucesivamente hasta terminar las fotografías de la caja.



Recuerde: Es necesario conocer las principales plagas y enfermedades que atacan a los cereales, para poder identificarlas y tratarlas a tiempo, evitando así su propagación y daños al cultivo.


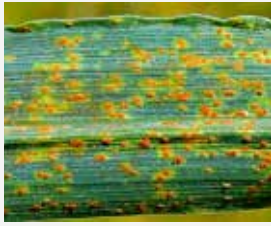

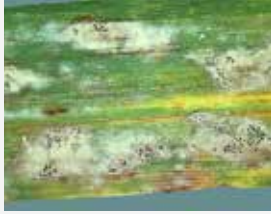


NOTAS TÉCNICAS:

Enfermedades del cultivo de Trigo

Nombre común	Agente causal		Síntoma
Roya amarilla	<i>Puccinia striiformis</i> f. sp. <i>Tritici</i>		Presenta pústulas (uredias) lineales paralelas a las nervaduras de color amarillo. Se transmite por esporas (urediniosporas) que son transportadas por el viento, las mismas que pueden movilizarse cientos de kilómetros.
Roya de la hoja	<i>Puccinia triticina</i>		Presenta pústulas (uredias) pequeñas de forma oval o redondeada de color naranja oscuro a café. Se transmite por esporas (urediniosporas) que son transportadas por el viento, las mismas que pueden movilizarse cientos de kilómetros.
Roya del tallo	<i>Puccinia graminis</i>		Presenta pústulas (uredias) alargadas que rompen la epidermis del tallo para presentar masas de esporas de color café oscuro a café rojizo. Puede presentarse en el tallo y hojas de la planta.
Fusarium de la espiga	<i>Fusarium</i> spp.		Las espigas se tornan de color amarillo (como si hubieran madurado), posteriormente se observa masas de conidias de color amarillo, rosado o violeta oscuro a lo largo de las glumas. Las conidias son transportadas a otras plantas mediante salpicadura.
Carbón	<i>Ustilago nuda</i> (cebada) <i>Ustilago tritici</i> (trigo)		Presencia de masas de esporas negras que ocupan el espacio en el que debía formarse los granos en la espiga. La enfermedad se disemina mediante semilla contaminada

Fuente: (Garófalo et al., 2011; Ponce-Molina et al., 2019).

Enfermedades del cultivo de Cebada

Roya amarilla	<i>Puccinia striiformis</i> f. sp. <i>hordei</i>		Presenta pústulas (uredias) lineales paralelas a las nervaduras de color amarillo. Se transmite por esporas (urediniosporas) que son transportadas por el viento, las mismas que pueden movilizarse cientos de kilómetros.
Roya de la hoja	<i>Puccinia hordei</i>		Presenta pústulas (uredias) pequeñas de forma oval o redondeada de color naranja oscuro a café. Se transmite por esporas (urediniosporas) que son transportadas por el viento, las mismas que pueden movilizarse cientos de kilómetros.
Escaldadura	Rinchosporium secales.		Los síntomas se caracterizan por presentar lesiones ovales o alargadas de color grisáceo rodeadas de un borde marrón en la superficie foliar del cultivo. Las esporas se diseminan a plantas cercanas gracias a las salpicaduras de la lluvia y el viento.
Oidio de la cebada	<i>Erysiphe graminis</i> . sp <i>hordei</i> .		Presenta formación de micelio blanco o gris claro en las hojas. Por debajo de la formación de micelio presenta lesiones similares a las formadas por escaldadura.
Septoriosis	<i>Septoria nodorum</i>		Presenta manchas ovaladas de color amarillo rojizo en las hojas inferiores y de allí avanza a la parte superior de la planta.
Mancha bronceada	<i>Helminthosporium</i> spp.		Presenta lesiones como pecas entre bronceadas y café con bordes cloróticos o amarillos.

Fuente: (Garófalo et al., 2011; Ponce-Molina et al., 2019).





Control de las Enfermedades

Enfermedad	Método de Control	Producto	Dosis
Carbón	Desinfección de la semilla	Fludioxonil	2 ml kg ⁻¹ de semilla
Enfermedades de la Raíz		Fludioxonil	200 cc por 100 kg de semilla o 1 l en 10 l de agua
USO DE VARIEDADES MEJORADAS			
Roya Amarilla	Aplicaciones foliares	Propiconazole Tebuconazole	50 cc bomba *
Roya de la Hoja		Oxicarboxín	75 g por bomba
		Azoxystrobin	6 g por bomba 1 tapa por bomba
USO DE VARIEDADES MEJORADAS			
Rincosporiosis	Aplicaciones foliares	Propiconazole	50 cc por bomba
Oidio	Aplicaciones foliares	Bupirimato	20 cc por bomba
		Propiconazole	50 cc por bomba
		Azoxystrobin	6 g por bomba 1 tapa por bomba
Virus	Control de vectores	Clorpirifos	30 cc por bomba

* = bomba de 20 litros

Fuente: Programa de Cereales INIAP.

Plagas del cultivo de trigo y cebada

Plaga	Daño		Control
Pulgones	Se ubican en el envés de las hojas, sus picaduras causan clorosis en las hojas. Pueden transmitir virus.		Clorpirifos 300 cc ha ⁻¹
Trips	Causan laceraciones o raspados (blanqueado ceniciento en hoja) En etapa de espigamiento pueden producir espigas embuchadas "retenidas" y con dificultades para salir, retorcimiento de espigas y mal llenado de grano.		Imidacloprid 500 cc ha ⁻¹
Gorgojos	El grano atacado se identifica por los grandes orificios que dejan en el grano, ocasionando la pérdida de peso y calidad.		Almacenar el grano bien seco en bodegas limpias, con temperatura inferior al 13°C.
Ratas	Contaminación del grano con eses y orina, pérdidas de calidad y de grano.		Monitoreo constante del lugar de almacenamiento. Utilización de cebos raticidas

Fuente: (Abadía & Bartosik, 2013).



Cebada en madurez de campo

Cosecha, postcosecha, almacenamiento



Cosecha mecanizada y ensacado

Módulo

6

Módulo 6. Cosecha, Postcosecha, Almacenamiento

Introducción

La cosecha debe realizarse cuando la planta alcance su madurez completa y el nivel de humedad bordee del 18% al 22%.

Estructura del módulo



Módulo 6. Cosecha, Postcosecha y Almacenamiento

Práctica 1.

Realicemos la cosecha, postcosecha y almacenamiento adecuado de nuestro cultivo.

Práctica No. 1: Realicemos la cosecha, postcosecha y almacenamiento adecuado para nuestro cultivo.

Objetivo: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de identificar y realizar oportunamente la cosecha de trigo y cebada.

Tiempo: 3 horas

Materiales:

- Lote de trigo o cebada listo para cosecha.
- Hoz.
- Trilladora.
- Lavacara.
- Plástico o lona.
- Papelotes.
- Marcadores.
- Cinta adhesiva.
- Costales.

Procedimiento:

1. Compartir con las y los participantes el objetivo de la práctica.
2. Preguntar a los participantes ¿Cómo realiza la cosecha de su cultivo? ¿Qué considera para realizar la cosecha? ¿Cómo realiza la trilla? ¿Qué actividades realiza luego de la trilla? Anotar las respuestas en un papelote con la siguiente matriz de trabajo:

Matriz de trabajo

¿Qué Hacer?	¿Qué no Hacer?

3. Formar grupos de trabajo para realizar y dirigirse al campo a desarrollar las siguientes actividades de cosecha, postcosecha.
4. Exponer mediante un ejemplo sobre la preparación para la cosecha. Que herramientas y materiales indispensables se utiliza para realizar la cosecha.
5. Con los grupos realizar las siguientes actividades:

1. Cosecha manual o mecanizada



2. Trilla manual



2. Trilla mecanizada



3. Venteado



4. Secado



5. Limpieza y clasificación manual con zarandas o mecanizada



6. Almacenamiento



NOTAS TÉCNICAS:

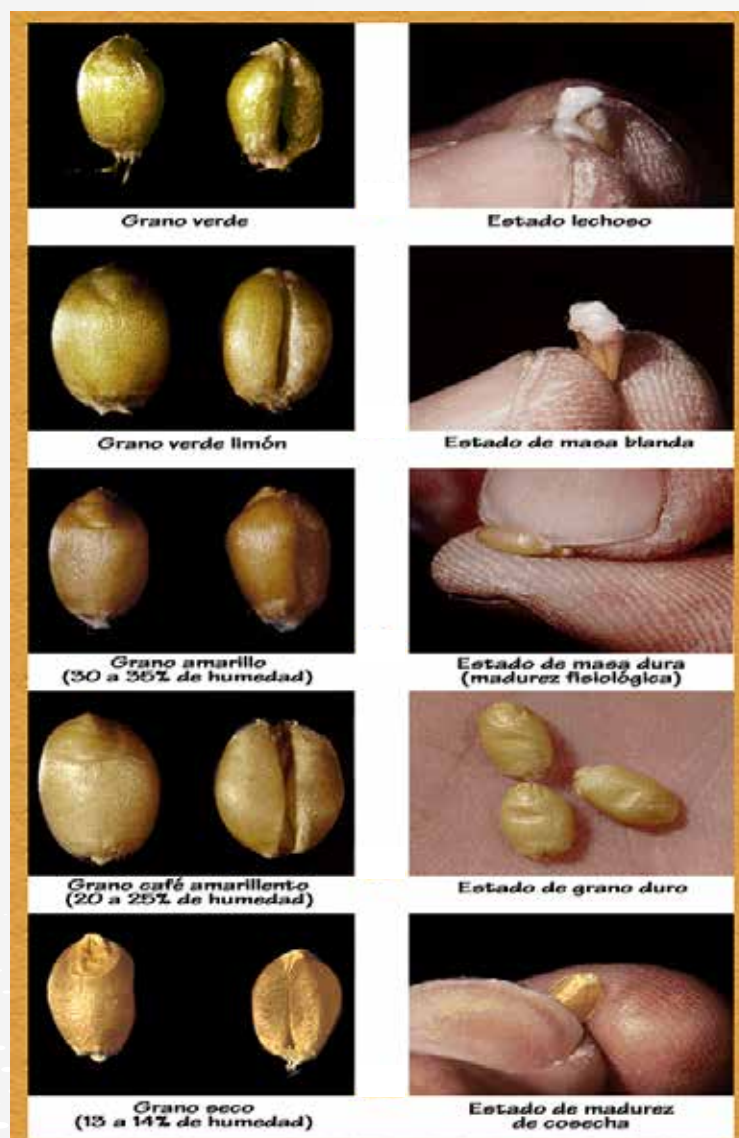
COSECHA

La época de cosecha varía de acuerdo a las condiciones agroecológicas del sector (temperatura, humedad, entre otras) y cuando la variedad ha alcanzado su madurez de campo. La cosecha debe realizar un poco antes que las plantas estén completa secas para evitar pérdidas por desgrane este porcentaje de humedad bordea del 18% al 22% (Abadía & Bartosik, 2013; Garófalo et al., 2011).

Una vez realizada la trilla manual o mecaniza se procede a secar el grano hasta llegar al 13% de humedad para su comercialización.

¿Cómo saber que está listo para la cosecha?

Cuando al aplastar el grano con la uña queda marcado no es momento de cosechar, se puede determinar el punto de cosecha cuando las plantas están secas y el grano se parte con la presión de los dientes (Peñaherrera, 2011).



Cosecha manual: En pequeñas superficies la cosecha se lo realiza de forma manual, empleando una hoz, se corta las espigas y se forma gavillas, las cuales son agrupadas para formar parvas (Falconí et al., 2010; Garófalo et al., 2011).

Corte del tallo y formación de atados o gavillas: Si el corte es manual se hace con hoz y a 30 cm desde el suelo. Esta labor debe hacerse en el menor tiempo posible para evitar pérdidas por desgrane, por daño de pájaros y por las condiciones climáticas. A medida que se va segando (cortando) el tallo de trigo o cebada, se van haciendo atados o “gavillas” (Peñaherrera, 2011).

Si el lote es grande y la mano de obra poca, las gavillas se deben ubicar en un lugar seco haciendo montones o parvas, donde se puede dejar cubierto por algunos días hasta que se pueda realizar la trilla (Peñaherrera, 2011).

Trilla manual:

1. Seleccionar un lugar plano “era”
2. Cubrir con un plástico. Sobre el plástico distribuir uniformemente el trigo o cebada, en capas no mayor a 10 cm.
3. Golpear con una vara hasta que los granos se desprendan de la espiga, o usar caballos o burros.
4. Eliminar todos los residuos mayores (tamo) y dejar solo el grano para posteriormente ventear (Peñaherrera, 2011).

Trilla mecanizada:

1. Se realiza con una trilladora.
2. Antes de empezar la trilla se deberá limpiar completamente la máquina para eliminar residuos de otras trillas.
3. Una vez prendida la trilladora, se va alimentando poco a poco con el material a trillar (Peñaherrera, 2011).

Secado

El secado es el método más antiguo utilizado por el hombre para conservar sus cosechas por un tiempo relativamente largo y consiste en retirar gran parte de la humedad presente en el grano en el momento de la recolección, hasta dejarlo en un nivel que garantice un almacenamiento seguro. Luego de la trilla, el grano debe ser secado de tal manera que no supere el 13% de humedad exigido por el mercado y para evitar daños en almacenamiento (Abadía & Bartosik, 2013; Falconí et al., 2010; Garófalo et al., 2011).

¿Cómo determinamos el contenido de humedad? La determinación del contenido de humedad es el primer paso que se debe efectuar cuando se va a limpiar el grano para su posterior almacenamiento, esta práctica se la realiza con un medidor de humedad (Abadía & Bartosik, 2013).

Limpieza y clasificación

La limpieza de la semilla se realiza con el fin de maximizar la cantidad de semilla pura con el más alto grado de uniformidad, vigor y germinación. Esta actividad se conoce en diversos países de América Latina con otros términos tales como: beneficio, procesamiento (Velásquez et al., 2008).

La clasificación se realiza por tamaño del grano. Para ello se empleará un juego de zarandas. La primera zaranda (5 mm), que retiene impurezas grandes y permite el paso de la semilla y granos pequeños. La segunda zaranda (3 mm), retendrá la semilla y permitirá el paso del grano pequeño que no puede ser considerado como semilla (Garófalo et al., 2011; Velásquez et al., 2008).

ALMACENAMIENTO

Una vez realizadas las labores de post-cosecha (secado, limpieza y clasificación), el grano ya sea comercial o semilla debe ser almacenado en un lugar seco, libre de humedad con buena ventilación y libre de roedores. Los sacos no deben estar en contacto con el suelo o junto a las paredes, ya que la semilla puede absorber humedad (Falconí et al., 2010; Garófalo et al., 2011; Peñaherrera, 2011) .

El almacenamiento de los granos en condiciones seguras posibilita conservar tanto su cantidad como su calidad y valor nutritivo, facilitándose entonces la disponibilidad de un buen producto, bien sea para el consumo familiar o para la venta en el momento más oportuno, cuando las condiciones del mercado sean favorables (Velásquez et al., 2008).



Recuerde: El cultivo debe encontrarse en madurez de campo para realizar la cosecha.

En ese momento el grano tendrá más de 18% de humedad, por lo tanto, es necesario secarlo hasta que alcance 13% de humedad y almacenarlo.



Espigas y grano de trigo

Parámetros de calidad



Productos con harina de cereales

Módulo
7

Módulo 7. Parámetros de Calidad

Introducción

La calidad de los granos es fundamental para la elaboración de pastas, masas, panes, panecillos, pasteles, por lo que es necesario tomar medidas para que el producto tenga buena aceptación

Estructura del módulo

Módulo 7. Parámetros de Calidad

Práctica 1.

Conozcamos los parámetros de calidad del trigo y la cebada.

Práctica No. 1: Conozcamos los parámetros de calidad requeridos por la Industria

Objetivos: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de conocer los parámetros de calidad requeridos por la industria y determinarlos de manera casera.

Tiempo: 3 horas

Materiales:

Grupo 1

- Medidor de humedad.
- Muestras de trigo y cebada con diferentes porcentajes de humedad.
- Tres botellas de vidrio.
- 6 cucharadas de sal de mesa.

Grupo 2

- Muestras de trigo y cebada con 13% de humedad.
- Recipiente con capacidad de un litro.
- Regla.
- Balanza.

Grupo 3

- Muestras de trigo y cebada sin seleccionar (muestra de cosecha).
- Balanza.

Procedimiento

1. Compartir con los participantes el objetivo de la práctica.
2. Preguntar a los participantes ¿Cuáles son los requerimientos de calidad que exigen las molineras para la compra de trigo?
3. Formar 3 grupos de trabajo, a cada uno entregar los materiales.

Grupo 1

Determinar el porcentaje de humedad del grano

- El facilitador determinará la humedad de las diferentes muestras con el medidor de humedad y los anotará en un papelote a la vista de todos los grupos, como en la siguiente matriz de trabajo.

Matriz de trabajo

Muestra	% de humedad
Trigo (N° 1)	13
Trigo (N° 2)	18
Cebada (N°3)	16

- Colocar semilla de cada una de las muestras en cada una de las botellas hasta la mitad.



- Añadir dos cucharas de sal de mesa en cada botella
- Tapar la botella y proceder a mezclar por 3 minutos



- Observar y analizar las paredes de la botella con cada muestra.



- Pedir al grupo que compare las observaciones con los resultados obtenidos con el medidor de humedad y escriba en un papelote.



- En plenaria se comparará el porcentaje de humedad con el determinador de humedad versus cada muestra de las botellas

Grupo 2

Determinar el peso hectolítrico

- Colocar a chorro continuo la muestra de trigo o cebada en el recipiente de un litro.



- Enrazar con una regla.

- Pesar la muestra en kg



- Indicar cuál es el peso hectolítrico de la muestra a los participantes.

Grupo 3

Determinación de impurezas

- Entregar a los participantes una muestra de trigo o cebada sin seleccionar (muestra de cosecha).
- Pesar la muestra entregada.



- Seleccionar el grano, eliminando todas las impurezas presentes en la muestra (semillas ajenas a la variedad, malezas, piedras, restos de cosecha).



- Pesar las impurezas encontradas en la muestra y determinar el porcentaje de impurezas de la muestra.



NOTAS TÉCNICAS:

Parámetros de Calidad

La calidad del grano está determinada principalmente por las características genéticas de la variedad y se ve influenciada directamente por factores ambientales. El factor fundamental para asegurar la obtención de un grano de buena calidad está asociado al manejo agronómico (Abadía & Bartosik, 2013).

La industria molinera nacional ha determinado los siguientes parámetros de calidad para fijar el precio del quintal de trigo.

Humedad	Impurezas	Peso Hectolítrico	Quintal
%	%	kg hl ⁻¹	kg
13	2	74	45.36

Fuente: (Garófalo et al., 2011).

Por su parte, algunos parámetros requeridos para cebada son:

Humedad	Impurezas	Proteína	Color	Quintal
%	%	%		kg
13	2	12 – 13	Amarillo claro o crema	45.36

Fuente: Programa Cereales, INIAP.

Peso hectolítrico

Es el peso de una masa de granos que ocupa el volumen de 100 litros. Por ser el hectolitro un volumen muy grande, se determina utilizando un recipiente de 1 litro donde se coloca el cereal hasta el enrase del envase previamente tarado y se pesa. Mediante este procedimiento se obtiene la relación peso-volumen (Abadía & Bartosik, 2013; Ponce-Molina et al., 2019).

El peso hectolítrico es un parámetro que está directamente relacionado con el potencial de extracción de harina en el proceso de molienda y el contenido de proteína (Peña et al., 1997).



Recuerde: La industria requiere ciertos parámetros de calidad que se deben cumplir, caso contrario el precio del producto será menor o en el peor de los casos rechazado.



Productos con trigo harinero

Valor nutritivo y generación de valor agregado



Productos con trigo cristalino

Módulo

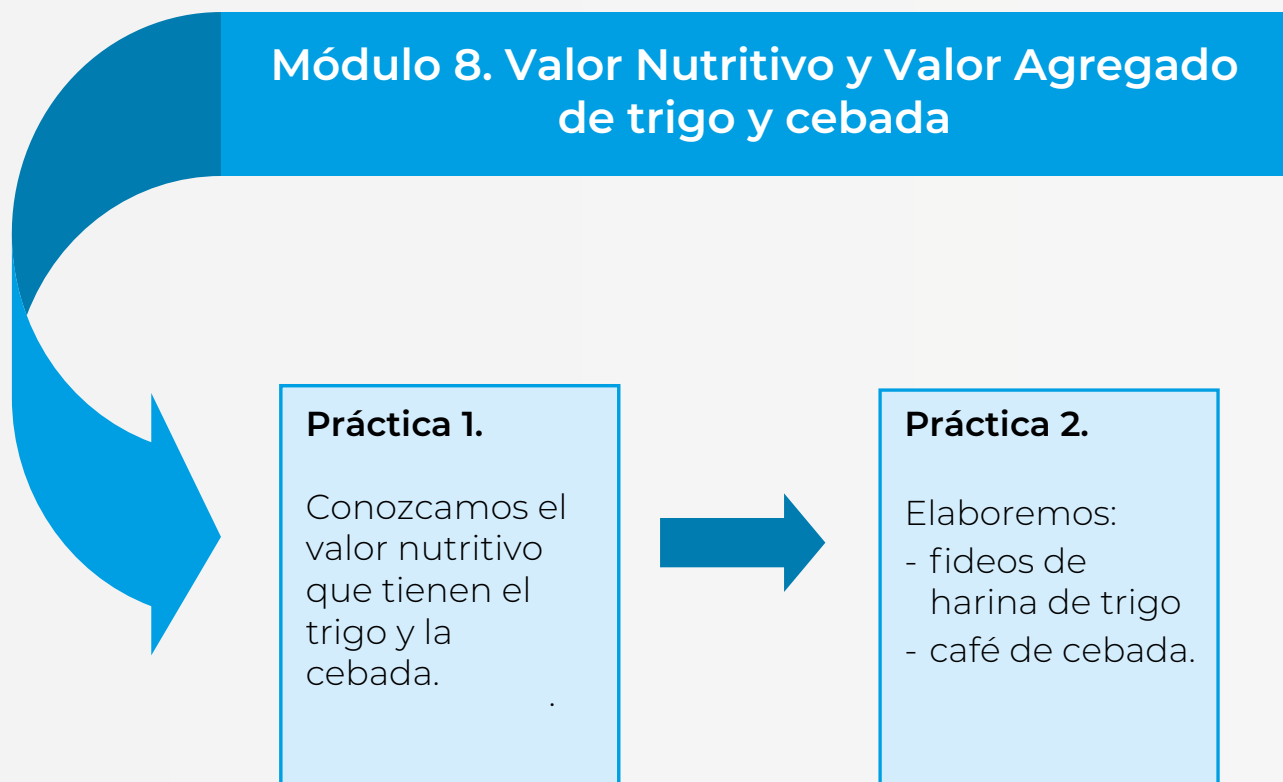
8

Módulo 8. Valor nutritivo y generación de valor agregado

Introducción

Actualmente, conocer el valor nutritivo y dar valor agregado a los productos representa una buena alternativa para mejorar la producción, productividad y nuestra alimentación. En el caso del trigo y la cebada, existen empresas panificadoras, producción de pastas, bebidas, sopas, barras alimenticias, conflex.

Estructura del módulo



Práctica No. 1: Conozcamos el valor nutritivo que tienen el trigo y la cebada.

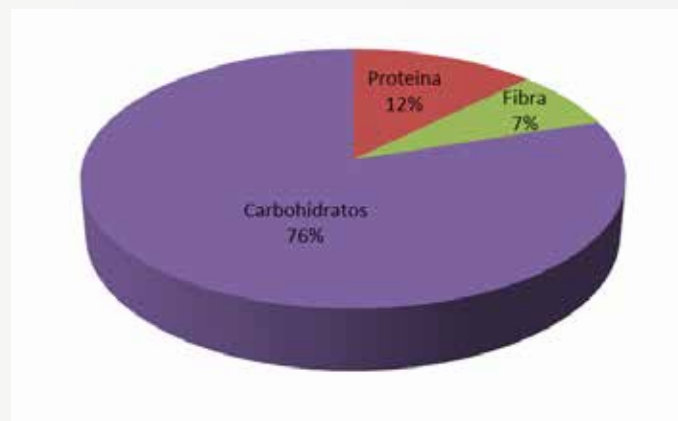
Objetivo: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de conocer el contenido nutricional del trigo y la cebada.

Tiempo: 1 hora

Materiales:

- Papelotes.
- Marcadores.
- Cinta adhesiva.
- Lona o cartulina que contenga la siguiente figura (con el valor nutritivo de trigo o cebada).

Valor Nutritivo de la cebada



Procedimiento

1. Compartir con los participantes el objetivo de la práctica.
2. Formar grupos de trabajo de 5 personas cada uno y entregar materiales.
3. En plenaria el facilitador realizará las siguientes preguntas: ¿Qué nutrientes poseen el trigo y la cebada?, ¿Cuáles son los porcentajes?. Anotar las respuestas en papelotes.
4. El facilitador conjuntamente con los participantes definirán la importancia del consumo de trigo y cebada, y los nutrientes que aporta a nuestro organismo. Para lo cual trabajarán en un pastel dibujado en un papelote definiendo cual es la cantidad de nutrientes presentes en el cultivo de trigo o cebada.
5. Al finalizar la práctica los participantes determinarán porque es bueno consumir trigo, cebada y que contenido nutricional tiene.

NOTAS TÉCNICAS:

El valor nutricional corresponde al aporte de nutrientes que contribuyen en este caso el trigo y la cebada en la alimentación.

Composición química de la cebada comparada con otros cereales (porcentaje sobre materia seca de grano).

Cereal	Proteína	Grasa	Carbohidratos		Cenizas
			Totales	Fibra	
Arroz pilado	10.1	2.1	86.4	1.0	1.4
Avena pilada	14.7	8.0	72.00	4.0	2.0
Cebada cubierta	12.2	1.9	75.9	6.8	3.1
Cebada desnuda	13.3	2.6	80.0	1.9	2.0
Cebada perlada	12.0	1.5	84.3	1.0	1.2
Maíz	10.3	4.5	81.5	2.3	1.4
Trigo	13.4	2.4	79.9	2.4	1.9

Fuente: (Primo Yúfera & Carrasco Dorrién, 1987); (Villacrés, 2008); (Instituto Nacional de Nutrición, 1965).

Contenido de minerales de la cebada comparada con otros cereales.

Mineral	Arroz pilado	Avena pilada	Cebada			Maíz	Trigo
			Cubierta	Desnuda	Perlada		
Cobre (mg/kg)	4.3	1.1	12.0	13.0	12.0	10.5	5.1
Hierro	34.0	79.0	94.0	72.0	26.0	30.0	44.0
Manganeso	15.0	51.0	24.0	19.0	7.0	20.0	38.0
Zinc	1.8	22.0	49.0	52.0	30.0	10.4	24.0
Calcio %	0.01	0.10	0.05	0.06	0.02	0.03	0.04
Fósforo	0.23	0.34	0.54	0.47	0.24	0.32	0.34
Magnesio	0.08	0.16	0.12	0.12	0.07	0.17	0.18
Potasio	0.24	0.48	0.65	0.48	0.22	0.35	0.41
Sodio	0.02	0.09	0.10	0.04	0.02	0.01	0.03

Fuente: (Primo Yúfera & Carrasco Dorrién, 1987); (Villacrés, 2008); (Instituto Nacional de Nutrición, 1965).

Contenido de vitaminas de la cebada comparada con otros cereales (mg kg⁻¹ de materia seca)

Vitamina	Arroz pilado	Avena pilada	Cebada cubierta	Maíz	Trigo
Ácido fólico	0.40	0.40	0.60	0.20	0.56
Ácido pantotn (B5)	16.60	14.50	7.30	5.00	9.10
Biotina	0.12	0.30	0.20	0.06	0.06
Colina	112.00	1073.00	1157.00	537.00	300.00
Niacina (B3)	55.00	17.80	64.50	23.00	48.30
Piridoxina (B6)	10.30	1.30	3.30	7.00	4.70
Rivoflamina (B2)	0.60	1.80	2.20	1.00	3.70
Vitamina E	13.10	6.80	6.80	3.00	4.30

Fuente: (Newman & McGuire, 1985; Primo Yúfera & Carrasco Dorrién, 1987).

Contenido de aminoácidos de la cebada y otros cereales (g/100 g de proteína)

Aminoácidos	Arroz pilado	Avena pilada	Cebada cubierta	Maíz	Trigo
Ac. Aspártico	9.70	8.70	6.80	7.00	3.70
Ac. Glutámico	18.40	21.70	26.10	17.90	20.00
Alanina	6.00	5.00	4.40	7.90	4.20
Arginina	8.50	6.80	4.40	3.70	10.60
Cistina	1.60	2.10	1.20	1.70	1.50
Fenilalanina	5.60	5.20	5.40	4.60	2.60
Glicina	4.90	5.20	4.20	3.20	6.10
Histidina	2.50	2.40	2.20	2.50	4.10
Isoleucina	4.40	3.90	3.80	3.40	2.90
Leucina	8.40	7.60	7.1	12.2	5.1
Lisina	4.00	4.50	3.9	2.6	3.7
Metionina	2.40	2.20	2.6	1.4	1.2
Prolina	5.00	5.50	11.4	8.3	9
Serina	5.20	4.60	3.7	3.2	5.3
Tirosina	4.90	3.00	1.9	2.8	1.7
Treonina	4.00	3.40	3.4	2.9	2.4
Triptofano	1.20	3.30	2.6	2.2	1.1
Valina	6.40	5.50	5.3	4.6	4.2

Fuente: (Kent, 1994; Villacrés, 2008).



Recuerde: Los cereales son una fuente primaria de proteínas, carbohidratos, minerales, vitaminas y aminoácidos esenciales para la alimentación humana y animal.

Práctica No. 2: Elaboremos fideos de harina de trigo y café de cebada.

Objetivo: Al finalizar la práctica los participantes estarán en capacidad de realizar fideos de harina de trigo y café de cebada.

Tiempo: 4 horas.

Materiales

- Papelotes.
- Marcadores.
- Cinta adhesiva.

Ingredientes:

◇ Para los fideos

- 4 Huevos.
- 500 gr. de harina común.
- 1/2 pocillo de aceite.
- Azúcar.

◇ Para el café

- 1 litro de agua.
- 1 kg de cebada.

Equipos

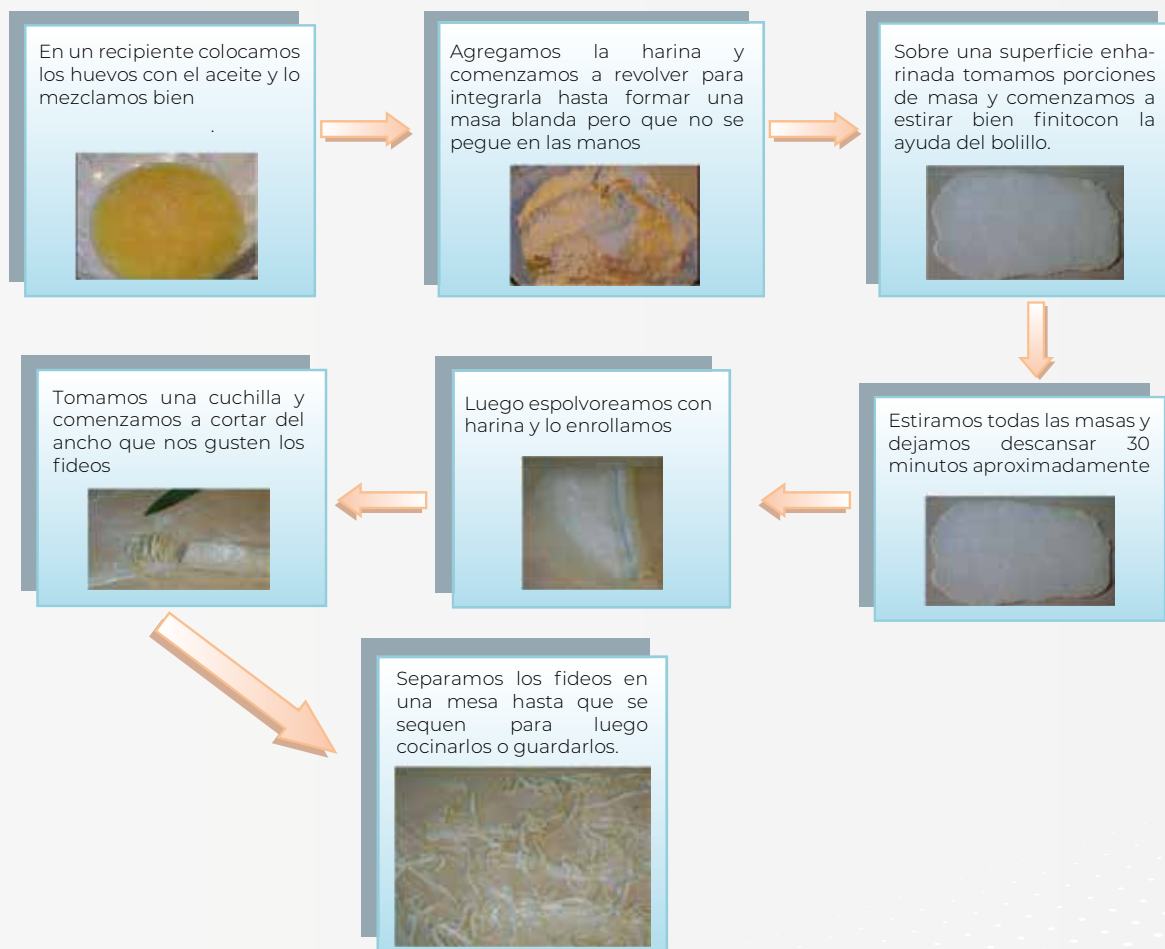
- Horno.
- Cocina.
- Recipientes.
- Ollas.
- Sartén.
- Cucharas.
- Vasos.
- Molino manual.
- Colador.



Procedimiento

1. Compartir con los participantes el objetivo de la práctica.
2. En plenaria el facilitador presentará y explicará las alternativas de preparación de alimentos.
3. Para apoyo de los participantes el facilitador pegará en la pared los carteles que contienen las alternativas de preparación (flujograma).
4. En plenaria el facilitador dará las indicaciones sobre el orden, limpieza y manipulación de cada uno de los alimentos.
5. Formar grupos de trabajo de acuerdo al número de participantes.
6. El facilitador entregará a cada grupo una receta para que cada uno elabore su receta.

Flujograma para la elaboración de fideos de harina de trigo



Flujograma para la elaboración de café de cebada



7. En plenaria cada grupo presentara los resultados y las normas de inocuidad que tuvieron para elaborar su receta.



Recuerde: Dar valor agregado a los cereales permite ampliar el mercado y mejorar los ingresos económicos.

NOTAS TÉCNICAS:

El uso más comercial que tiene la cebada es en la fabricación de bebidas como la cerveza, whisky y ginebra. También se puede utilizar para preparar vinagre, pan, sopas y papillas (Ponce-Molina et al., 2020; Villacrés, 2008). Además, en nuestro medio se usa para elaborar la machica (cebada tostada y molida), pinol (cebada tostada, molina y panela), arroz de cebada (grano perlado y partido) y como grano perlado entero.

El trigo es utilizado principalmente como harina en la industria de panificación y elaboración de pasta, sin embargo, su grano perlado se lo puede utilizar en la elaboración de ensaladas y sopas (Ramos, 2013).

La inocuidad de los alimentos es el conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos para asegurar que una vez ingeridos, no representen un riesgo para la salud (Abadía & Bartosik, 2013).

BIBLIOGRAFÍA

- Abadía, B., & Bartosik, R. (2013). Manual of Good Postharvest Practices for Grains. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_de_buenas_practicas_en_poscosecha_de_granos_reglon_48-2.pdf
- Álzate Córdoba, J. A., & Peñaranda Alcalde, S. D. (2019). Incidencia del monocultivo de la caña de azúcar, en los aspectos económicos y socio ambientales del Valle del Cauca, en el período 2007-2017 (Doctoral dissertation, Universidad Santiago de Cali).
- Delgado, M., Castilla, A., & De la Herran, E. (Febrero de 2014). Guía del cultivo de trigo en Andalucía. Recuperado el 05 de 12 de 2018, de www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa
- Díaz-Zorita, M., Barraco, M., & Transmonte, D. (2014, May). ¿ Rotaciones o monocultivos en la pampa arenosa. In XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo y II Reunión Nacional "Materia Orgánica y Sustancias Húmicas." Bahía Blanca, Argentina (pp. 5-9).
- Dufour, R., & Wolfe, P. (2015). Hoja de Datos: Rotación de Cultivos en Sistemas Agrícolas Organicos. ATTRA Agricultural Sustentable, 1-2.
- Falconí, E., Garófalo, J., Llangarí, P., & Espinoza, M. (2010). El cultivo de Cebada: Guía para la producción artesanal de semilla de calidad. <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- Garófalo, J., Ponce-Molina, L., & Abad, S. (2011). Guía del Cultivo de Trigo. Estación Experimental Santa Catalina.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) ESPAC. (2018). Estadísticas Agropecuarias. Consultado el 13 de enero 2020, de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>.
- Instituto Nacional de Nutrición, I. (1965). Tabla de composición de alimentos ecuatorianos. <https://es.scribd.com/doc/22515896/Tabla-de-Composicion-de-Alimentos>
- Kent, N. L. (1994). Kent's Technology of Cereals: An introduction for students of food science and agriculture. Elsevier.
- Lizcano Toledo, R., Oliviera Vicedo, D., Saavedra Mora, D., Machado Cuellar, L., Rolando Valencia, E., & Moreno Pérez, M. (2014). Muestreo de suelos, técnicas de laboratorio e interpretación de análisis de suelos. (Centro de, Vol. 21, Issue 1). <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- Louise, P. (2001). Guía del Manejo Integrado de Plagas para técnicos y productores.
- MAG, (2017) Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de la Agricultura. (Normativa de la Ley de semillas por publicarse)

- Mendoza, R. B., & Espinoza, A. (2017). Guía técnica para muestreo de suelos. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/3613/>
- Newman, C. W., & McGuire, C. F. (1985). Nutritional Quality of Barley. 26, 403–456. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr26.c14>
- Peña, R., Ortiz-Monasterio, J., & Sayre, K. (1997). Explorando altos rendimientos de trigo. In M. M. Kohli & D. Martino (Eds.), Explorando altos rendimientos de trigo (p. 351). <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1240/68277.pdf#page=300>
- Peñaherrera, D. (2011). Módulo III: Manejo Integrado de los Cultivos de Trigo y Cebada. <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- Peñaherrera, D.; Merchán M.; Yáñez, C.; Zambrano J.; Racines M.; Sangoquiza, C. (2020) Guía para facilitar el aprendizaje sobre manejo integrado de maíz de altura (*Zea mays* L.). Guía de Aprendizaje Nro. 009. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Quito, Ecuador. 165 páginas
- Ponce-Molina, L., Garófalo, J., Campaña, D., & Noroña, P. (2019). Parámetros de Evaluación y Selección en Cereales (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias -INIAP (ed.); Issue 111). <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5391>
- Ponce-Molina, L., Noroña, P., Campaña, D., Garófalo, J., Coronel, J., Jiménez, C., & Cruz, E. (2020). Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (ed.); Primera Ed, Issue 116). [https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5587/2/Manual 116 La cebada.pdf](https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5587/2/Manual%20116%20La%20cebada.pdf)
- Ponce-Molina, L., Garófalo, J., Noroña, P., & Campaña, D. (2021). Actividades de Investigación en Cereales Año 2020. INIAP. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5973>
- Primo Yúfera, E., & Carrasco Dorrién, E. (1987). Química Agrícola (Alhambra).
- Ramos, F. (2013). Los cereales que alimentan al mundo. Cereales Que Alimentan Al Mundo, 85. <http://eprints.uanl.mx/3649/1/maiztrigoarroz.pdf>
- Schweizer, S. (2011). Muestreo y análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad. San Jose, Costa Rica: Inta.
- Suquilanda, M. (2017). Manejo agroecológico de plagas. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. <https://docplayer.es/54127061-Manejo-agroecologico-de-plagas-manuel-b-suquilanda-valdivieso.html>
- Velásquez, J., Monteros, A., & Tapia, C. (2008). Semillas Tecnología de Producción. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP. <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>
- Villacrés, E. (2008). La cebada: un cereal nutritivo (50 recetas para preparar). <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>



2021

La Agencia de Corea para la Innovación en la Agricultura - KOPIA y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP, a través del Programa de Cereales de la Estación Experimental Santa Catalina pone a disposición de agricultores, extensionistas y promotores agrícolas esta Guía para facilitar el aprendizaje en el Manejo Integrado del Cultivo de Trigo (*Triticum aestivum* L.) y Cebada (*Hordeum vulgare* L.), como una herramienta para mejorar niveles tecnológicos y de producción.



Programa Coreano Internacional para la Agricultura y Tecnología KOPIA
Panamericana Sur Km 1, dentro de la Estación Experimental
Santa Catalina. Sector Cutuglahua
Teléfono: + (593 2) 3076 648
Correo electrónico: kopiaecuador@outlook.com
www.rda.go.kr