



Manual para la producción sostenible de trigo en la Sierra ecuatoriana

Manual No. 132
Estación Experimental Santa Catalina

Instituto Nacional de
Investigaciones Agropecuarias


**Gobierno
del Ecuador**

**GUILLERMO LASSO
PRESIDENTE**

PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

Guillermo Lasso Mendoza

MINISTRO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (E)

Eduardo Izaguirre

DIRECTOR EJECUTIVO DE INIAP

Raúl Jaramillo Velastegui

AUTORES

Luis Ponce-Molina
Javier Garófalo
José Velásquez
Patricio Noroña
Carlos Jiménez

FOTOGRAFÍA

INIAP

DISEÑO

Unidad de Comunicación Social INIAP

ISBN DIGITAL

Código 978-9942-22-574-0

BIBLIOGRAFÍA

Ponce-Molina, L., Garófalo, J., Velásquez, J., Noroña, P. y Jiménez, C. (2022). Manual para la producción sostenible de trigo en la Sierra ecuatoriana. Manual No. 132. INIAP. Quito-Ecuador. 47 p.

REVISORES INTERNOS

Programa de Cereales
Departamento de Producción de Semillas
Estación Experimental Santa Catalina
Estación Experimental del Austro

2022, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)
Av. Eloy Alfaro N30-350 y Amazonas, Quito-Ecuador
Teléfono: 593-2 256 7645
Correo electrónico: iniap@iniap.gob.ec
www.iniap.gob.ec
Enero, 2023

La reproducción parcial o total de esta publicación, en cualquier forma y por cualquier medio mecánico o electrónico, está permitida siempre y cuando sea autorizada por los editores y se cite correctamente la fuente.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA
PROHIBIDA SU VENTA

**Instituto Nacional de
Investigaciones Agropecuarias**



**Gobierno
del Ecuador**

**GUILLERMO LASSO
PRESIDENTE**

Prólogo

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) es el encargado de generar nuevas tecnologías que permitan promover el desarrollo sustentable de los cultivos, mejorando así el nivel de vida de los productores ecuatorianos.

Estos cultivos requieren de cuidado, por el contrario, la falta de un manejo adecuado y su tecnificación son algunos de los principales problemas que inciden sobre su productividad.

Conocedores de las necesidades del cultivo de trigo, el Programa de Cereales y el Departamento de Producción de Semillas del INIAP han generado este “Manual para la producción sostenible de trigo en la Sierra ecuatoriana”, donde se indica los pasos necesarios para tener una buena producción, así como las etapas críticas de desarrollo del cultivo en las cuales se deben realizar las actividades de mantenimiento del mismo.

Esperamos que este documento sirva como guía y medio de consulta tanto para productores como para profesionales, estudiantes y público en general que deseen conocer y producir trigo en la Sierra ecuatoriana.

Índice

1. Importancia del trigo.....	5
2. Selección y preparación del terreno	8
2.1. Selección del terreno.....	9
2.2. Muestreo para el análisis de suelo.....	10
2.3. Incorporación de abono verde.....	11
2.4. Rotación de cultivos.....	12
2.5. Preparación del lote.....	13
2.6. Incorporación de cal agrícola o encalado.....	15
3. Manejo del cultivo	16
3.1. Etapa 00: Semilla Seca.....	19
Actividad 1. La semilla.....	20
Actividad 2. Siembra.....	22
Actividad 3. Fertilización inicial.....	24
3.2. Etapa 20: Macollamiento.....	26
Actividad 4. Control de malezas.....	27

3.3.	Fase 23 y 39: tallo principal con tres macollos; y hoja bandera visible	28
	Actividad 5. Fertilización complementaria.....	30
3.4.	Etapa 40-45: preemergencia floral.....	31
	Actividad 6: Evaluación y control de enfermedades.....	32
3.5.	Etapa 50-59: emergencia de la inflorescencia.....	38
	Actividad 7. Desmezcla o purificación del lote.....	39
3.6.	Etapa 90: Madurez.....	40
	Actividad 8. Cosecha.....	41
	Actividad 9. Secado.....	42
	Actividad 10. Almacenamiento.....	43
	Actividad 11 Empacado.....	44
4.	Costos de producción	45
5.	Referencias bibliográficas	47

Importancia del trigo



Capítulo
1

El trigo (*Triticum aestivum* L.) junto con el arroz y el maíz, son los cereales de mayor importancia en el mundo (FAO, 2019). En Ecuador, el trigo es cultivado principalmente en la Sierra ecuatoriana, las principales provincias productoras de este cereal son: Carchi, Bolívar, Pichincha, Chimborazo e Imbabura (ESPAC, 2020). Adicionalmente, el Ecuador registró una productividad por unidad de superficie de 2 t ha⁻¹, mientras que a nivel mundial la productividad supera las 3 t ha⁻¹ (FAOSTAT, 2019). Este cereal es fundamental en la dieta diaria porque es una de las principales fuentes de proteína vegetal, carbohidratos y fibra.

En Sudamérica no tiene más de 500 años. Las primeras semillas de cereales fueron traídas por los misioneros Franciscanos y Jesuitas con la llegada de los conquistadores españoles en el siglo XVI. El área sin limitantes ecológicos, es 100 000 ha, en altitudes de 2 000 a 3 000 metros de altitud, con precipitaciones anuales de 400 a 700 mm y temperaturas de 10 a 22 °C. Adicionalmente, existen 50 000 ha en ambientes con ciertas limitaciones agroecológicas, totalizando un potencial nacional de 150 000 ha. Por otra parte, existe un área potencial en la península de Santa Elena de 20 000 ha (Ponce-Molina et al., 2020).

La gran mayoría de las unidades productivas dedicadas a la producción de trigo en la actualidad son de subsistencia (bajos insumos). En la actualidad se cultivan unas 6 700 ha de trigo a nivel nacional, con una productividad de 2 t ha⁻¹. Sin embargo, las importaciones fueron de 1'300 000 toneladas durante el año 2020 (Indexmundi, 2020).

Los problemas más importantes para la producción de cereales en el Ecuador son:

1. Aspectos técnicos que involucran a factores bióticos (insectos-plagas) y abióticos (ambientales y de suelo), y que le corresponde solucionar a los centros de investigación como el INIAP, a través del desarrollo de nuevas tecnologías (variedades mejoradas).
2. Las políticas del sector agropecuario, entre ellas, la falta de crédito, importación indiscriminada de productos y subproductos, falta de mercado para el producto nacional, y baja inversión en la agricultura (mecanización y almacenamiento); son algunos de los temas trascendentales que le corresponden al Gobierno Central dar solución.
3. El inadecuado manejo, la no tecnificación y la poca aplicación de nuevas tecnologías en el cultivo son temas muy delicados, ya que la mayoría de los agricultores son de subsistencia y no tiene acceso a modernas tecnologías, así como a capacitación y asesoramiento técnico; aspectos fundamentales para impulsar el cultivo de cereales.
4. La tecnificación y el manejo adecuado del cultivo permite mejorar la productividad, sin embargo, un punto crítico es la falta de infraestructura para el manejo de post-cosecha (tendales de sacado, limpiadora, clasificadora y bodega), tema que deba ser abordado como un problema de pronta solución.

Considerando los temas planteados, el INIAP ha generado esta publicación con el objetivo de entregar una herramienta útil al productor para que mejore su cultivo, incremente la productividad y por ende sus ingresos y nivel de vida; contribuyendo así al desarrollo sostenible del Ecuador.

Selección y preparación del terreno



2.1 Selección del terreno

El terreno destinado para la producción de trigo, debe ser un terreno en el cual no se haya cultivado cereales el ciclo anterior (trigo, cebada, avena, triticale y/o centeno), y tampoco debe ser un terreno que haya sido usado como era para trillar cereales; de esta manera evitamos una posible contaminación o mezcla.

Los cultivos de cereales requieren un alto laboreo del suelo, por lo tanto, se deben buscar terrenos con bajas pendientes, de preferencia menor al 10 %, para poder tecnificar el cultivo, y evitar la erosión del suelo.

Se recomienda utilizar terrenos en rotación, lotes en descanso o barbecho para poder utilizar el material vegetal como abono.



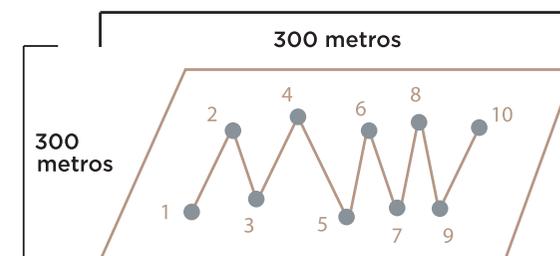
2.2 Muestreo para el análisis del suelo

El muestreo del suelo debe realizarse un mes antes de la siembra, para ello se debe recorrer el lote y elaborar un croquis donde se realizará el muestreo. Se deben tomar unas 20 submuestras efectuando un recorrido en zig-zag, abarcando todo el terreno en un área no mayor a 5 hectáreas.

Para recolectar las muestras de suelo se deben seguir los siguientes pasos:

1. Limpiar la superficie de hierbas y malezas.
2. Cavar un hoyo de 20 cm de profundidad en forma de V.
3. De una de las paredes sacar una capa de 5 cm de grosor.
4. Con un cuchillo eliminar los extremos laterales y dejar un bloque de 5 cm de ancho.
5. Colocar el bloque de suelo en un balde plástico limpio.
6. Mezclar bien las 20 submuestras.
7. Tomar 1 kg de suelo.
8. Identificar la muestra (fecha, propietario, teléfono, e-mail, tipo de análisis, nombre o número del lote, nombre de la propiedad, parroquia, cantón, provincia, cultivo anterior, cultivo próximo y superficie).

Ejemplo de toma de muestras en ZigZag



Una vez tomada la muestra se envía a un laboratorio especializado, para realizar un análisis químico y físico del suelo. También se puede solicitar las recomendaciones de fertilización (INIAP, 2008).

2.3 Incorporación de abono verde

La incorporación de abono verde es una técnica que permite mejorar las condiciones físico, químicas y biológicas del suelo, además, permite disminuir la erosión o pérdida del suelo e incrementar la productividad.

Para tener una buena mezcla forrajera para la incorporación y que sea fuente de nutrientes al suelo, se recomienda la siembra de avena y vicia en una dosis de 120 kg ha^{-1} e incorporarlo cuando las plantas alcancen el 10-20 % de floración (aproximadamente a los 80 a 90 días).

Esta actividad se deber realizar al menos cuatro meses antes de la siembra, lo que permitirá que el abono verde se mineralice e incorpore al suelo de manera adecuada y sirva como fuente de nutrientes para el cultivo de trigo.



2.4 Rotación de cultivos

La rotación es un sistema de producción diversificado que permite asegurar la sostenibilidad del suelo promoviendo la alternancia de cultivos año con año que permitirán mantener y en algunos casos mejorar la fertilidad del suelo y reducir los niveles de erosión.

La rotación de cultivos permite reducir la incidencia de insectos-plaga y enfermedades, al interrumpir sus ciclos de vida. Además, proporciona una distribución más adecuada de nutrientes en el suelo.

En Ecuador el trigo se usa en rotación después de sembrar tubérculos (papa), maíz o leguminosas (haba, chocho).



2.5 Preparación del lote

Los cereales son cultivos que requieren un alto laboreo del suelo, por lo que la preparación del lote seleccionado empieza con la incorporación del material vegetal presente, mediante el uso de un pase de arado y una cruz.

Esta labor se debe realizar al menos un mes antes de la siembra, lo que permitirá incorporar la materia verde al suelo y convertirla en materia orgánica, para que sea aprovechada por el cultivo.

Previo a la siembra se deben realizar las labores necesarias para que el suelo este mullido o suelto, permitiendo que la semilla se distribuya de forma homogénea y a una misma profundidad, para obtener una buena emergencia y uniformidad del cultivo. Después del pase del arado y cruz, pocos días antes de la siembra, se recomienda dos pases de rastra.



En el caso de utilizar una yunta para la preparación del suelo, se debe realizar la arada al menos un mes antes de la siembra, y el día previo a la siembra, se realiza dos cruza para que quede bien preparado el suelo.



2.6 Incorporación de cal agrícola o encalado

Se refiere a la aplicación de un material alcalinizante al suelo, cuyo objeto es reducir la acidez del mismo e incrementar la disponibilidad de nutrientes, en especial el calcio y magnesio.

Por lo tanto, si el análisis químico del suelo revela que nuestro terreno es ácido ($\text{pH} \leq 5$) se recomienda de forma general aplicar carbonato de calcio en una dosis de 2 a 3 t ha⁻¹. La aplicación puede ser manual “al voleo” o con máquina, y la incorporación se la debe realizar enseguida con un pase de rastra. Se recomienda realizar esta actividad por lo menos unos 15 días antes de la siembra.

Algunos beneficios del encalado son:

1. Aumento del pH del suelo (a la neutralidad).
2. Reactiva la actividad microbiana del suelo.
3. Según la fuente de encalado hay aporte de calcio y magnesio.
4. Se incrementa la disponibilidad de fósforo, potasio y molibdeno.
5. Se eliminan los efectos tóxicos de aluminio y manganeso.
6. Se mejora la estructura del suelo.
7. Se incrementa la capacidad de intercambio catiónico (CIC).
8. Se incrementan rendimientos y calidad de cosechas.
9. Se mejora la efectividad de algunos agroquímicos.



Manejo del cultivo



Capítulo
3

Para realizar un adecuado manejo del cultivo de trigo, es muy importante conocer las etapas de fenológicas de desarrollo del cultivo (Tabla 1) e identificar las actividades que se deben ejecutar, lo que permitirá realizar oportunamente las actividades de mantenimiento y cuidado del cultivo, y llegar a tener una buena producción.

Presentación gráfica de las principales etapas fenológicas de desarrollo del cultivo de trigo (adaptación Zadoks et al, 1974).

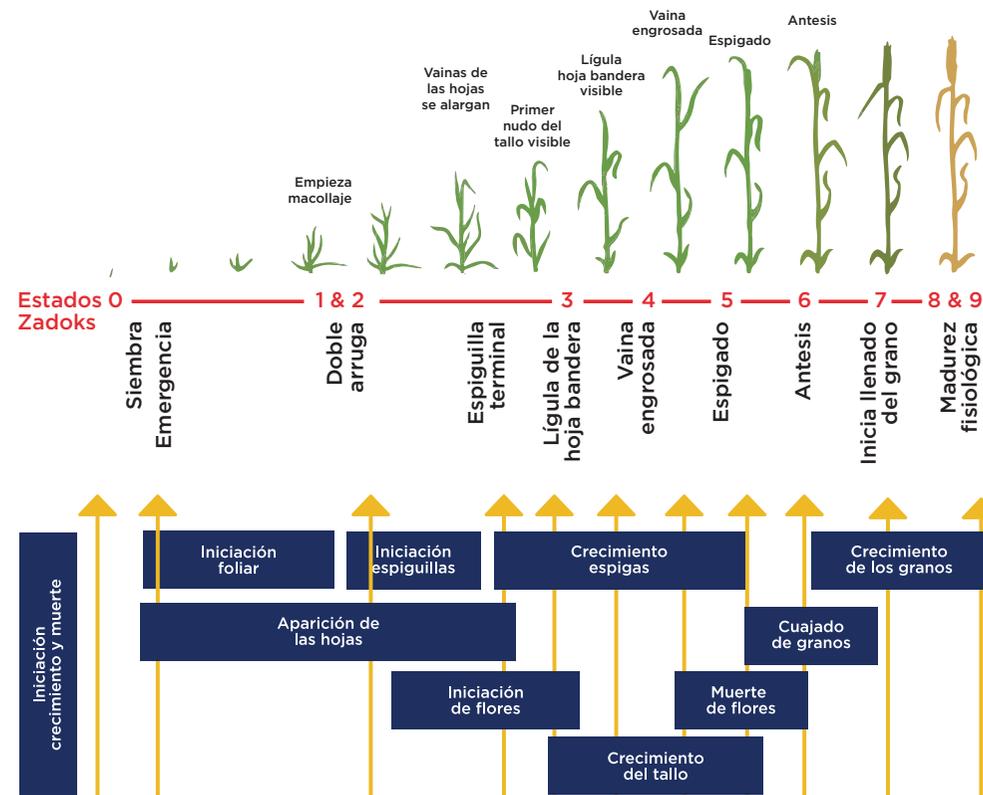
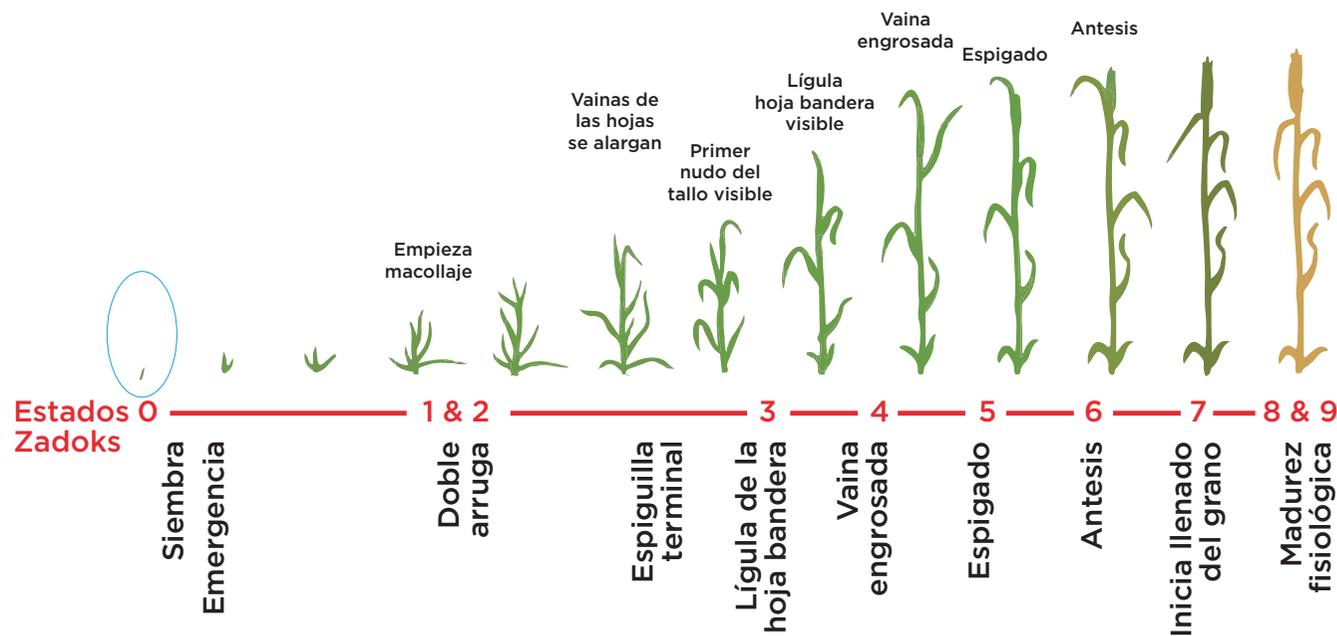


Tabla 1. Descripción de las principales etapas fenológicas del trigo desde germinación a madurez (Zadoks et al., 1974):

0	Siembre/Germinación
00	Semilla seca
05	Emergencia de la radícula
07	Emergencia del coleóptilo
09	Hoja en el extremo del coleóptilo
10	Crecimiento de la plántula
11	Primera hoja desarrollada
13	Tres hojas desarrolladas
15	Cinco hojas desarrolladas
17	Siete hojas desarrolladas
19	Nueve o más hojas desarrolladas
20	Macollamiento
21	Tallo principal y un macollo
22	Tallo principal y dos macollos
23	Tallo principal y tres macollos
25	Tallo principal y cinco macollos
27	Tallo principal y siete macollos
30	Elongación del tallo
31	Primer nudo detectable
32	Segundo nudo detectable
33	Tercer nudo detectable
37	Hoja bandera visible
39	Lígula de hoja bandera visible

40	Preemergencia floral
41	Vaina de la hoja bandera extendida
45	Inflorescencia en mitad de la vaina de la hoja bandera
47	Vaina de la hoja bandera abierta
49	Primeras aristas visibles
50	Emergencia de la inflorescencia
51	Primeras espiguillas de la inflorescencia visibles
55	Mitad de la inflorescencia emergida
59	Emergencia completa inflorescencia
60	Antesis
61	Comienzo de antesis
65	Mitad de antesis
69	Antesis completa
70	Grano lechoso
75	Medio grano lechoso
77	Grano lechoso avanzado
80	Grano pastoso
83	Comienzo de grano pastoso
87	Pastoso duro
90	Madurez
91	Cariopse duro (difícil de dividir)
92	Cariopse duro (no se marca con la uña)
95	Dormancia de la semilla

3.1 Etapa 00: Semilla seca



Actividad 1. La semilla

- Semilla de calidad

La semilla es uno de los principales y fundamentales insumos de la agricultura, que ha evolucionado a largo de los siglos, y hoy vemos que las nuevas plantaciones distan mucho de lo que fue hace años. Las semillas son la base del sustento humano, porque son las depositarias del todo el potencial genético de las especies agrícolas y sus variedades generadas a través de los años (Tabla 2).

Los productores, además de ver los beneficios en rendimientos de sus cosechas cuando siembran semillas de calidad, pueden estar seguros que esta pasó por un proceso de seguimiento y comprobación del conjunto de actividades que garantiza que las semillas usadas, se obtienen bajo métodos y procesos de producción, cosecha y post-cosecha (beneficio, análisis y almacenamiento), que aseguran que su calidad genética, física, fisiológica y sanitaria está garantizada y ha finalizado con la emisión de un certificado de calidad (marbete o etiqueta).

Al verificar su calidad genética, se garantiza su pureza e identidad varietal, su homogeneidad y estabilidad a través de las generaciones. Se asegura la calidad física al estar libre de impurezas y semillas de otras especies, garantiza su sanidad, ausencia de patógenos y libre de enfermedades, así como garantiza su calidad fisiológica es decir su viabilidad y germinación.



Tabla 2. Variedades mejoradas de trigo vigentes, y sus características.

CARACTERÍSTICAS/ VARIEDAD	INIAP - ZHALAO 2003*	INIAP - VIVAR 2010*	INIAP - SAN JACINTO 2010*	INIAP - MIRADOR 2010*	INIAP - IMBABURA 2014*
Ciclo del cultivo (días)	180	175	170	170	180
Días al espigamiento	90	90	85	85	85
Rendimiento grano (kg/ha ¹)	4000	4000	4000	4000	4000
Respuesta a estrés hídrico	Tolerante	Tolerante		Tolerante	Tolerante
Peso hectolítrico (kg/hl ¹)	78	76	77	77	79
Resistencia a Royas	Resistente	Resistente parcial	Resistente	Resistente parcial	Resistente parcial
Proteína (%)	12	13	12	12	13
Color de grano	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Rojo
Zona de cultivo	Austro entre 2200 a 3200 msnm y una precipitación de 400 a 700 mm	Azuay, Loja y Chimborazo entre 2400 a 3000 msnm y una precipitación de 500 a 700 mm	Bolívar y Chimborazo entre 2200 a 3000 msnm y una precipitación de 400 a 600 mm	Bolívar y Chimborazo entre 2200 a 3000 msnm y una precipitación de 400 a 600 mm	Carchi, Imbabura Pichincha, Chimborazon y Azuay entre 2000 a 3000 msnm y una precipitación de 400 a 500 mm

*Variedades producidas por el INIAP; +Variedades producidas en provincias.

Actividad 2. Siembra

- Época de siembra

Las zonas propicias para la siembra de trigo son los pisos altitudinales entre los 2 200 a 3 200 metros de altura, con precipitaciones entre los 400 a 700 mm y temperaturas promedio de 11 a 20 °C.

La época de siembra inicia con el apareamiento de las lluvias o inicio del invierno en cada zona, procurando que la época de cosecha coincida con la época seca. Es así que históricamente las siembras empiezan en noviembre para el centro-sur del Ecuador (Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo) y terminan en enero. Entre tanto que para el centro y norte del país (Pichincha, Imbabura y Carchi, incluida también la provincia de Bolívar) inician en enero y terminan en marzo.

- Profundidad de siembra

La semilla debe ser sembrada a una profundidad no mayor a 5 cm, de esta manera la semilla emergerá rápidamente del suelo, evitando que se ahogue y se pierda. Por ello, es necesario que el suelo este bien preparado con una cama de siembra homogénea para evitar que se profundice la semilla.

- Densidad de siembra

La cantidad de semilla que se requerirá (Tabla 3), independiente de la técnica usada para siembra, es de 180 kg ha⁻¹ (Tabla 3).

Tabla 3. Cantidad de semilla para siembra manual o mecanizada en diferentes superficies de terreno.

Superficie		Cantidad		
m ²	ha	qq	lb	kg
10000	1,00	4,00	400,00	180,00
5000	0,50	2,00	200,00	90,00
1000	0,10	0,40	40,00	18,00

Fuente: Programa de Cereales, 2022.

Esta recomendación depende de la calidad de la semilla, ya que una semilla de buena calidad tendrá no menos de un 90% de germinación, si este valor varía se deberá ajustar la cantidad de semilla dependiendo del porcentaje de germinación de la semilla adquirida (para ello se deberá realizar una prueba de germinación).

Con esta recomendación se garantiza una población de 300 a 350 plantas por metro cuadrado.

Actividad 3. Fertilización inicial

Esta actividad se realiza al momento de la siembra, para ello es necesario realizar un análisis químico de suelo. La cantidad de fertilizante dependerá de las recomendaciones emitidas por el laboratorio. De no contar con el análisis del suelo se puede realizar la fertilización con base a la extracción de nutrientes del cultivo de trigo (Tabla 4).

Para obtener un promedio de rendimiento de grano de 4 toneladas, se recomienda aplicar 80 kg de nitrógeno (N), 60 kg de fósforo (P_2O_5), 40 kg de potasio (K_2O) y 20 kg de azufre (S), más microelementos (calcio, magnesio, boro y zinc).

A la siembra se debe aplicar el 20% del nitrógeno más el 100% de fósforo, potasio, azufre y microelementos. El restante, 80% del nitrógeno, se aplicará en forma complementaria (Ver Actividad 5).

Para alcanzar este requerimiento de nutrientes para el cultivo se puede usar fertilizantes compuestos como el 18-46-0 + sulpomag, 10-30-10, 15-30-15 o 15-30-15.

Tabla 4. Requerimiento nutricional del cultivo de trigo.

Análisis de suelo	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
	kg ha ⁻¹			
Bajo	80-100	60-90	40-60	20-30
Medio	60-80	40-60	30-40	10-20
Alto	20-60	0-40	20-30	0-10

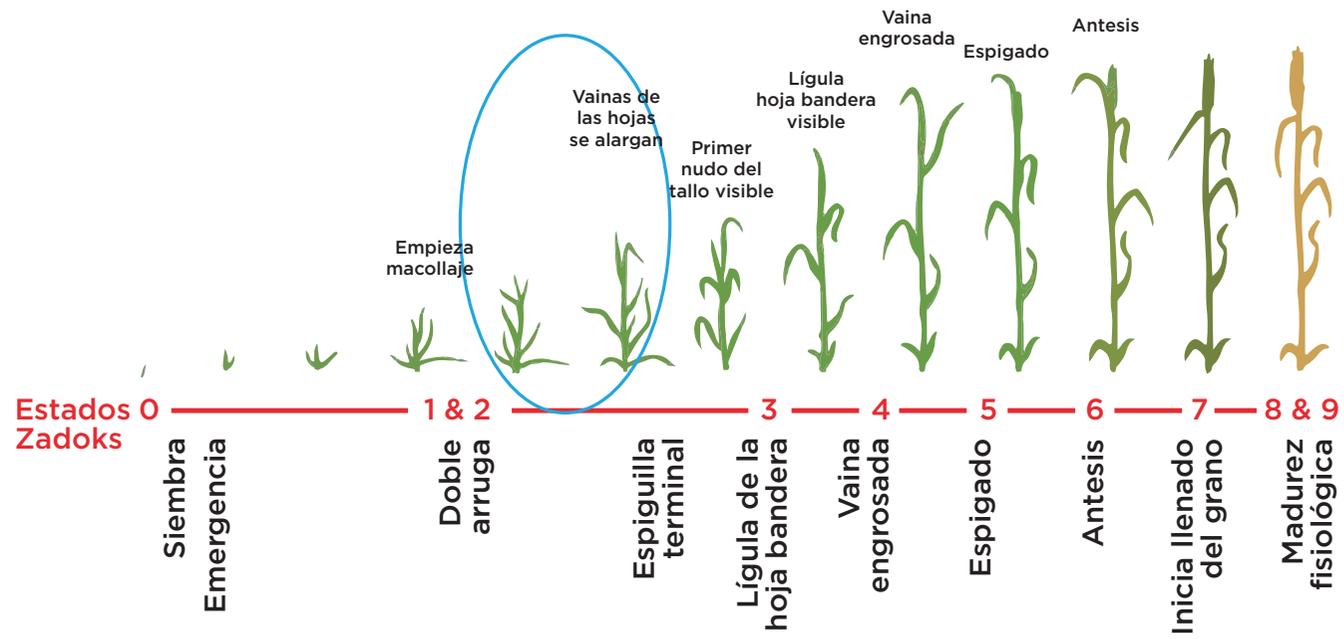
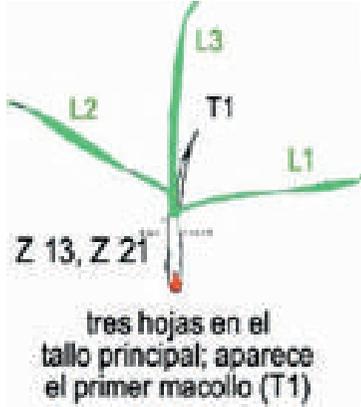


Tabla 5. Cantidad de fertilizante a la siembra por superficie.

Opción	Fertilizante	Cantidad sacos (50kg)	
		10000 m ²	5000 m ²
1	18-46-0+	3	1,5
	Sulpomag	3	1,5
2	15-30-15	5	2,5



3.2 Etapa 20: Macollamiento



Actividad 4. Control de malezas

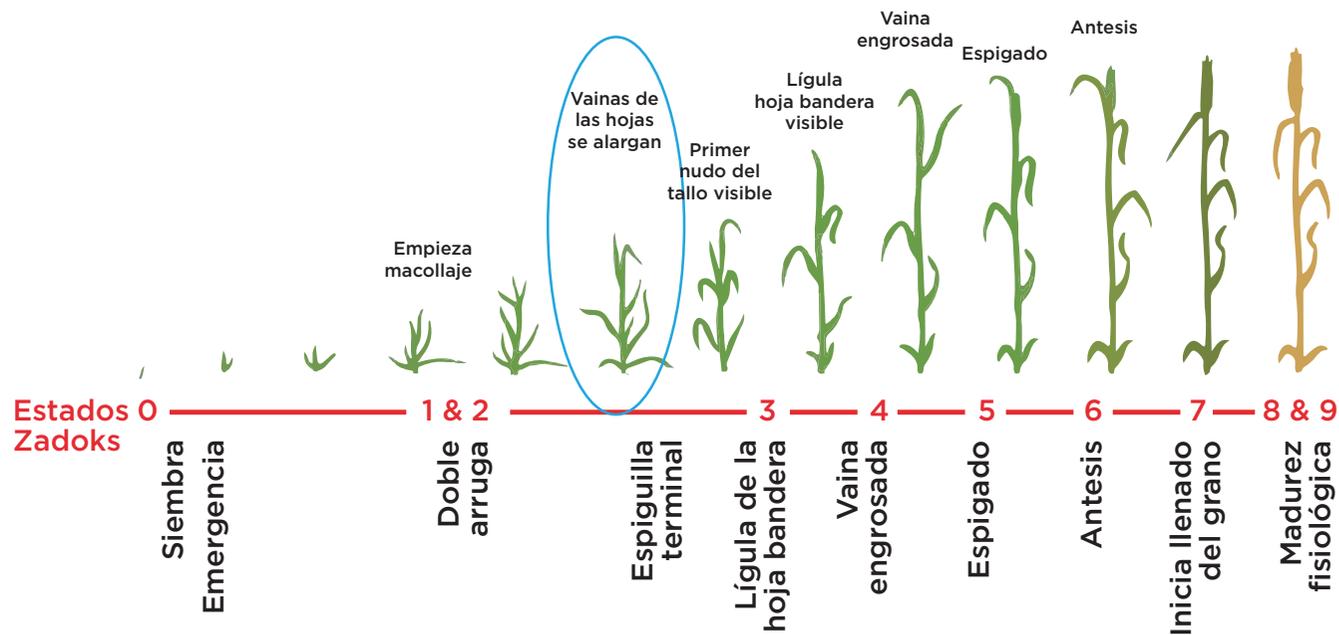
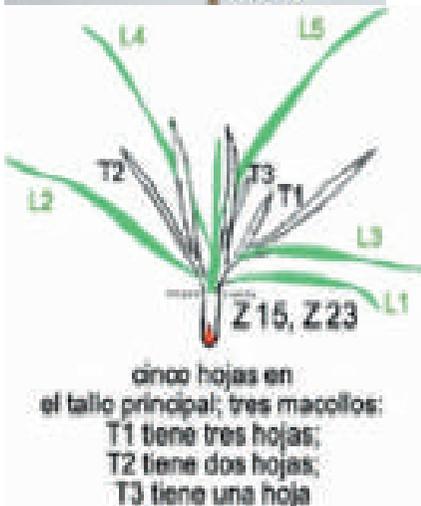
Las malezas son todas las plantas que no hemos sembrado y que compiten con nuestro cultivo.

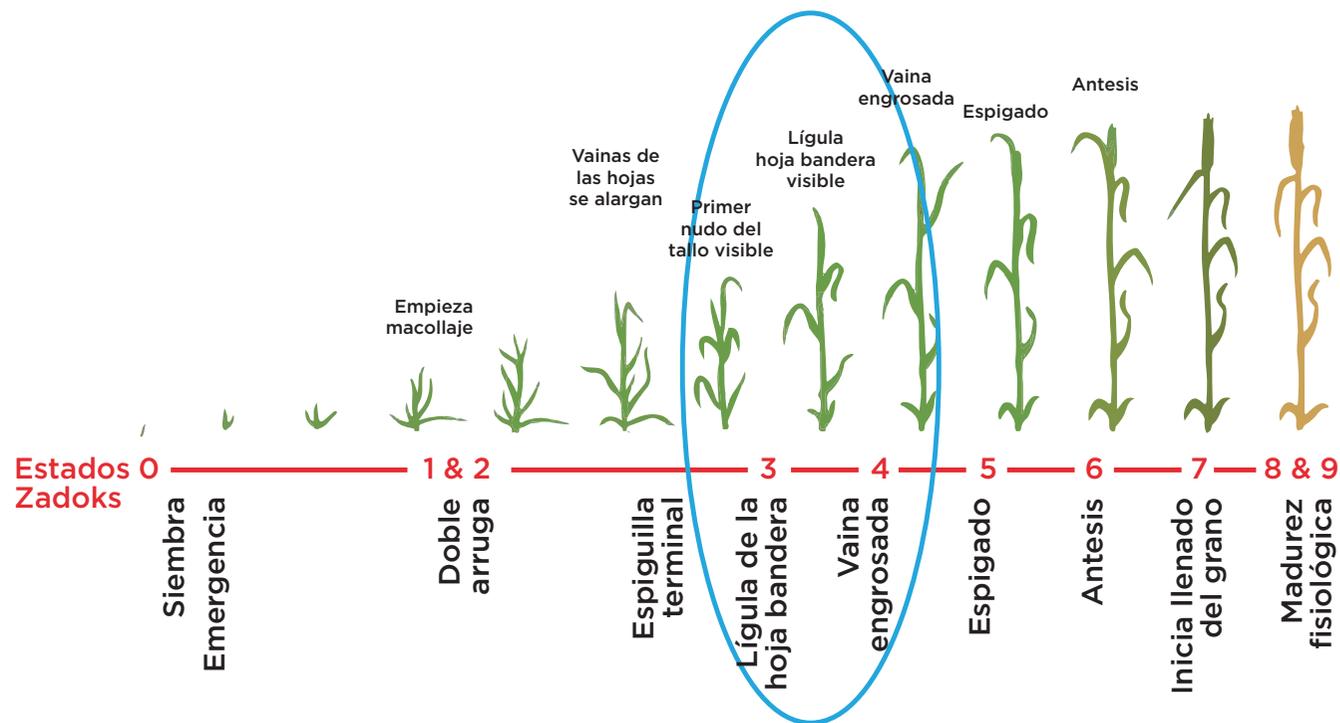
El control de malezas se puede realizar de dos maneras:

- 1.- Control manual, cuando no hay presencia de muchas malezas en el lote y se dispone de mano de obra.
- 2.- Control químico, cuando hay demasiadas malezas, especialmente de hoja ancha, se recomienda emplear un herbicida específico, Metsulfuron-metil, en una dosis de 30 gr ha⁻¹ en 400 litros de agua.



3.3. Fase 23 y 39: Tallo principal con tres macollos; y hoja bandera visible





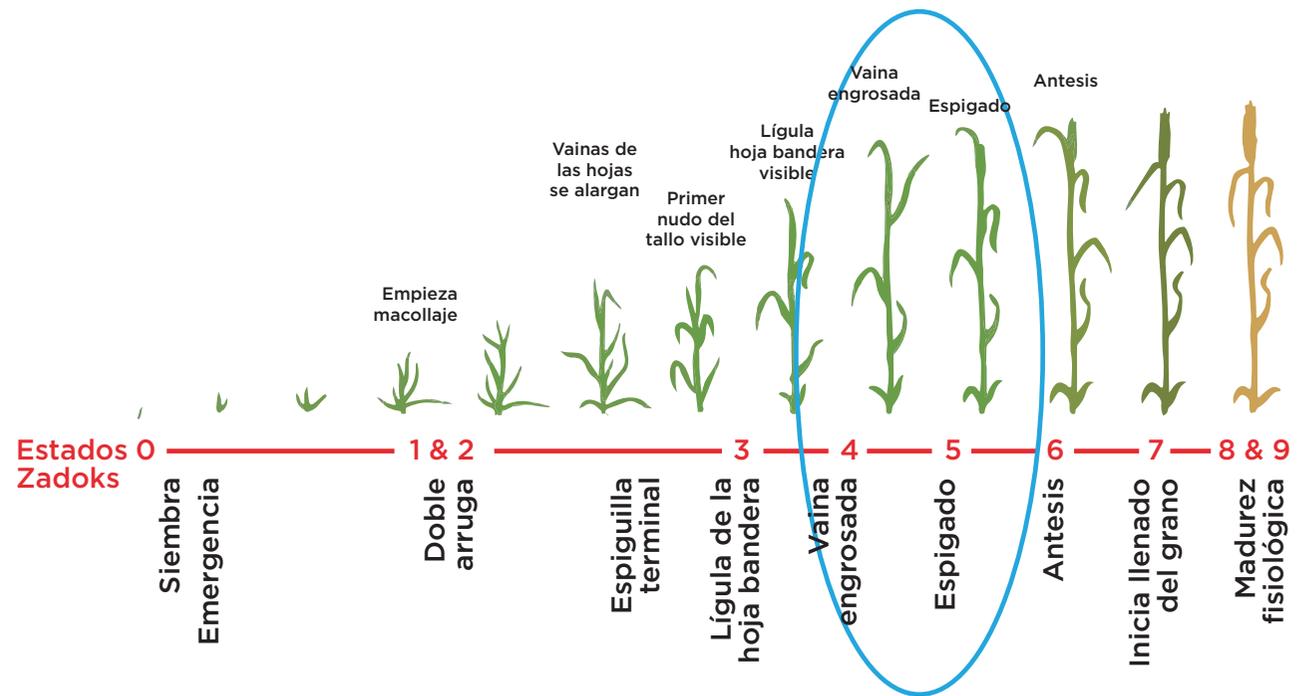
Actividad 5. Fertilización complementaria

Después de 10 a 15 días de haber realizado el control de malezas se recomienda realizar la aplicación del Nitrógeno complementario (80% restante), para ello se puede utilizar Urea, en una dosis de 150 kg ha^{-1} .

Para que haya un mejor aprovechamiento del nitrógeno por parte del cultivo, se recomienda fraccionarlo al menos en dos partes y aplicarlos de la siguiente manera: 75 kg cuando el cultivo está en macollamiento (Z23) y 75 kg cuando ha emergido completamente la hoja bandera (Z39); este fraccionamiento permitirá tener un mejor rendimiento y calidad del grano de trigo.



3.4 Etapa 40 - 45: Preemergencia floral



Actividad 6: Evaluación y control de enfermedades

- Roya amarilla

La roya amarilla o lineal es provocada por el hongo *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*, que se caracteriza por presentar pústulas (uredias) amarillas o naranja dispuestas linealmente paralelas a las nervaduras. Las condiciones climáticas que favorecen su desarrollo son temperatura de 10 a 15 °C y una humedad relativa superior a 80 %.

Esta enfermedad se transmite por esporas (uredosporas) que son transportadas por el viento, cientos de kilómetros. Esta enfermedad puede ocasionar pérdidas de rendimiento superiores al 50 %, ya que ataca no solo las hojas sino también a la espiga.

La forma más económica de control de esta enfermedad es el uso de variedades mejoradas resistentes. Caso contrario se puede realizar aplicaciones foliares con propiconazole (50 cc/bomba 20 l) o tebuconazole (50 cc/bomba 20 l) o azoxystrobin (6 g/bomba 20 l) u oxicarboxín (75 g/bomba 20 l).



- Roya de la hoja

La roya de la hoja o parda es provocada por el hongo *Puccinia triticina*, que se caracteriza por presentar pústulas (uredias) pequeñas de forma oval o redondeada de color naranja oscuro a café. Las condiciones climáticas que favorecen su desarrollo son temperatura de 15 a 25 °C y una humedad relativa superior a 80 %.

Esta enfermedad se transmite por esporas (uredosporas) que son transportadas por el viento, cientos de kilómetros. Esta enfermedad puede ocasionar pérdidas de rendimiento de hasta un 50 %. Principalmente ataca a las hojas del cultivo.

La forma más económica de control de esta enfermedad es el uso de variedades mejoradas resistentes. Caso contrario se puede realizar aplicaciones foliares con propiconazole (50 cc/bomba 20 l) o tebuconazole (50 cc/bomba 20 l) o azoxystrobin (6 g/ bomba 20 l) u oxicarboxín (75 g/bomba 20 l).



- Roya del tallo

La roya de tallo o negra es provocada por el hongo *Puccinia graminis*, que se caracteriza por presentar pústulas (uredias) alargadas que rompen la epidermis del tallo para presentar masas de esporas de color café oscuro o rojizo. Las condiciones que favorecen su desarrollo son temperatura de 10 a 15 °C y una humedad relativa superior a 80 %.

Esta enfermedad se transmite por esporas (uredosporas) que son transportadas por el viento, cientos de kilómetros. Esta enfermedad puede ocasionar pérdidas de rendimiento de hasta el 100 %, ya que ataca no solo al tallo sino a las hojas y en epidemias altas llega hasta la espiga.

La forma más económica de control de esta enfermedad es el uso de variedades mejoradas resistentes. Caso contrario se puede realizar aplicaciones foliares con propiconazole (50 cc/bomba 20 l) o tebuconazole (50 cc/bomba 20 l) o azoxystrobin (6 g/ bomba 20 l) u oxicarboxín (75 g/bomba 20 l).



- Fusarium

El fusarium de la espiga del trigo es provocado por el hongo *Fusarium* spp, que se caracteriza por provocar que las espigas se tornen de color amarillo (como si hubiese madurado) posteriormente se observa masas de conidias de color amarillo, rosado o violeta oscuro a lo largo de las glumas.

Posteriormente puede observarse puntos negros que corresponden a los peritecios. Las condiciones que favorecen su desarrollo son temperatura de 25 a 28 °C y una humedad relativa superior a 80 %.

Los principales tipos de inóculo son: ascosporas, conidias y micelio. Las conidias son liberadas por medio de agua libre sobre las espigas infectadas para ser transportadas a corta distancia por salpicadura. Las ascosporas son transportadas grandes distancias por medio del viento. Son una importante fuente de inóculo los rastrojos que han sido colonizados saprofiticamente.

La forma más económica de control de esta enfermedad es el uso de variedades resistentes. Caso contrario se puede realizar aplicaciones foliares con propiconazole (50 cc/bomba 20 l) o azoxystrobin (1 g/litro).



- Virus del enanismo amarillo de la cebada (BYDV)

Esta enfermedad presenta un amarillamiento típico de las hojas que empieza por la parte apical extendiéndose en forma de estrías alargadas. En el caso de trigo el amarillamiento inicial se transforma en colores violáceos o morados oscuros y posteriormente provoca la muerte de las hojas. En casos severos produce enanismo a las plantas, que no cumplen su ciclo de vida. Este es transmitido principalmente por pulgones, por lo que favorecen su aparición los climas templados o cálidos, aunque estos pueden aparecer en casi cualquier ambiente.

Los pulgones son atraídos por los brotes jóvenes ricos en nitrógeno (proteína), aunque pueden presentarse en cualquier momento de desarrollo del cultivo.

La forma más económica de control de esta enfermedad es el uso de variedades mejoradas resistentes. Caso contrario se puede realizar controles de los vectores (pulgones) realizando aplicaciones foliares con clorpirifos (30 cc/bomba 20 l).



- Carbón

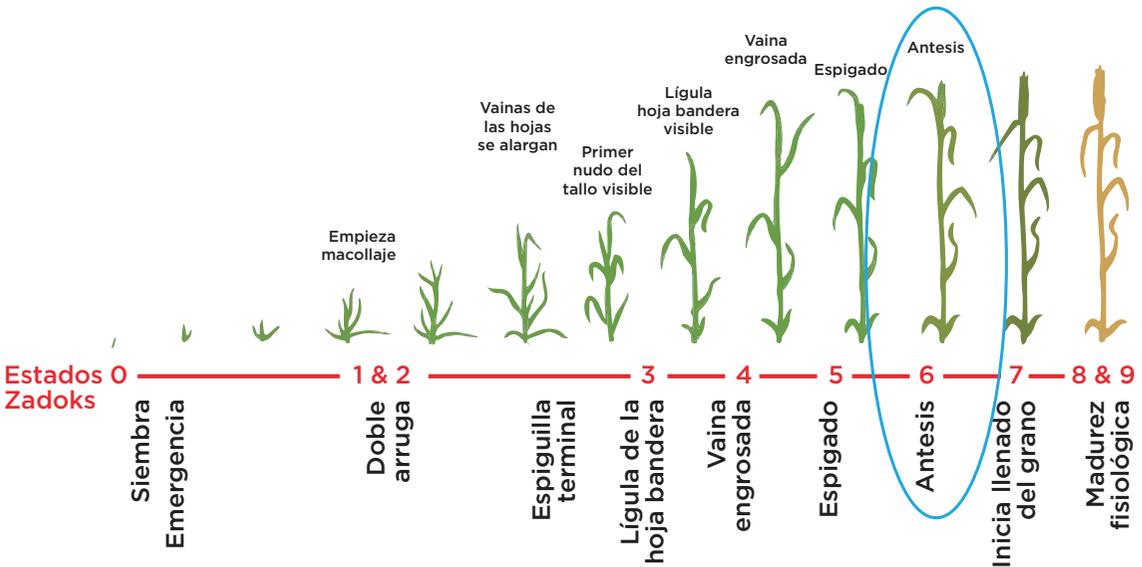
El carbón volador en trigo es provocado por el hongo *Ustilago tritici*, que se caracteriza por presentar masas de esporas negras que ocupan el espacio en el que debía formarse los granos en la espiga. Las condiciones que favorecen su desarrollo son temperatura de 15 a 20 °C y una humedad relativa superior a 80 %.

Esta enfermedad se disemina mediante semilla contaminada, de ciclo a ciclo.

La mejor forma de control de esta enfermedad es el uso de semilla de calidad registrada o certificada. Caso contrario se puede realizar la desinfección de la semilla a utilizar con captan + carboxin (3 g kg⁻¹ de semilla) o fludioxil (2 cc kg⁻¹ de semilla).



3.5 Etapa 50 - 59: Emergencia de la inflorescencia



Actividad 7. Desmezcla o purificación del lote

Esta actividad se realiza con el objetivo de mantener puro el cultivo de trigo y evitar las mezclas con otras variedades u otros cereales o cultivos.

Por ello se recomienda eliminar del lote las plantas:

- Extrañas, atípicas, deformes y enfermas.
- De otros cereales (cebada, avena, triticale o centeno).
- De otros cultivos (nabo, raygrass).
- De otras variedades de trigo.

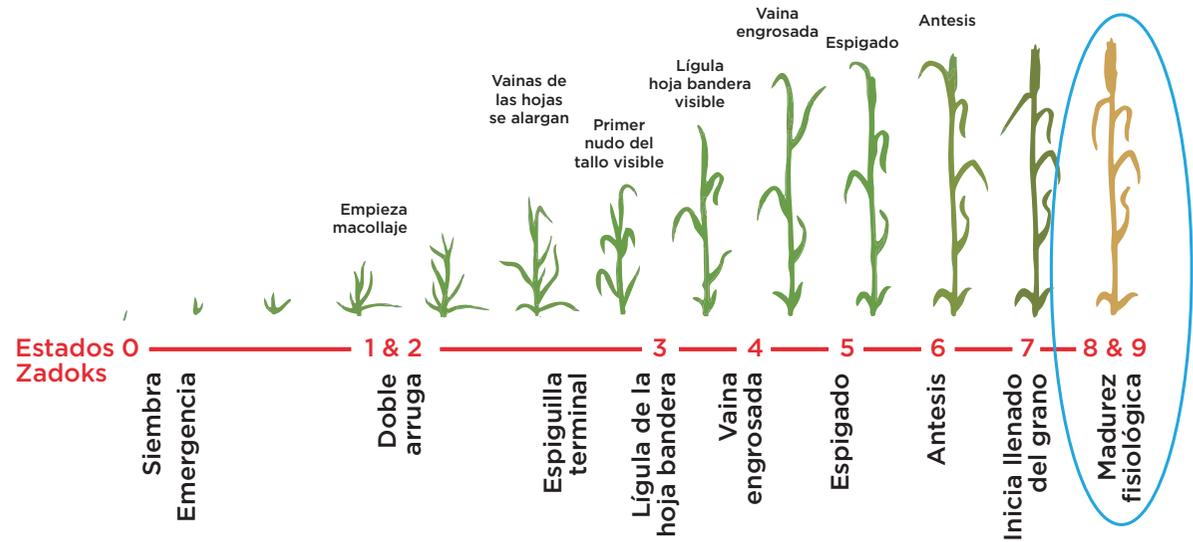
Las plantas eliminadas deben colocarse fuera del lote de producción para evitar las mezclas de semillas.

Esta labor se debe realizar en dos ocasiones:

- Al inicio del espigamiento.
- Cuando el cultivo empiece su madurez fisiológica (iniciación del amarillamiento).



3.6. Etapa 90: Madurez



Actividad 8. Cosecha y trilla

La cosecha se realiza cuando el cultivo ha alcanzado la madurez de campo. Una forma de determinar si el grano está listo para la cosecha es tratar de aplastar la uña en el grano, si no se marca la huella de la uña en el grano se puede cosechar.

En pequeñas superficies la cosecha se realiza manualmente usando una hoz para cortar las espigas y formar gavillas, las cuales se agrupan para formar parvas.

En extensiones grandes, la trilla generalmente se realiza con una trilladora estacionaria y/o combinada. Aunque también se realiza de forma manual, usando animales o una vara en una “era”. Para la trilla mecanizada se recomienda limpiar bien la trilladora para evitar mezclas de variedades o cultivos.

Después de la trilla el grano se debe secar al 13 % de humedad, limpiar y clasificar para recolectarlo en sacos para su almacenamiento y comercialización.



Actividad 9. Secado

El grano cosechado en madurez de campo tiene más de 18 % de humedad, por lo tanto, es necesario secar el grano para que no supere el 13 % de humedad requerido en la industria y evitar daños en los granos al almacenarlos.

Para secar el grano es necesario tener un tendal preferentemente de cemento, de no ser así, se puede secar el grano sobre tierra firme cubierta con plástico transparente.

Para que el secado sea uniforme se debe mover el grano al menos tres veces al día, dependiendo de la humedad inicial del grano cosechado y de las condiciones ambientales (sol y viento), el secado puede llevar de dos a tres días, más o menos.



Actividad 10. Almacenamiento

Una vez que se ha secado el grano o semilla, se debe limpiar y clasificar por tamaño antes de ser almacenada.

La semilla seca, limpia y clasificada debe colocarse en sacos en buen estado y limpios, los cuales deben ser identificados con una etiqueta que contenga la siguiente información básica: nombre del cultivo, fecha de cosecha, nombre del productor y peso.

Una vez terminadas las labores de post-cosecha, la semilla debe ser almacenada en un lugar seco, libre de humedad, con buena ventilación y libre de roedores.

Los sacos no deben estar en contacto directo con el suelo o pegados a las paredes, porque la semilla puede absorber humedad.



Actividad 11. Empacado

Posterior a la cosecha, el rastrojo que queda en campo puede ser usado para la elaboración de pacas, para lo cual el material deberá estar bien seco. El empacado se realizará de manera mecanizada con el uso de una máquina empacadora. En una hectárea se pueden obtener en promedio de 150 a 250 pacas.



4. Costos de producción

COSTOS DIRECTOS						
Fases y actividades	Nombre	Unidad	Cantidad	Precio Unit. USD	Subtotal USD	%
Preparación del suelo					150,00	9,83
Análisis del suelo	Análisis	Muestra	1	30,00	30,00	
Arada	Tractor	Hora	3	20,00	60,00	
Rastrada (2 pases)	Tractor	Hora	2	20,00	40,00	
Cruzas	Tractor	Hora	1	20,00	20,00	
Siembra y fertilización					446,50	29,28
Semilla	Certificado	kg	150	0,71	106,50	
Siembra	Mano de obra	Jornal	2	15,00	30,00	
Fertilizantes	15-30+15+EM	kg	250	1,10	275,00	
	Mano de obra	Jornal	1	15,00	15,00	
Tapado de semilla	Tractor	Hora	1	20,00	20,00	
Labores culturales					209,00	13,70
Control malezas preemergencia	Metsulforon Metil	Und.	2	7,00	14,00	
	Mano de obra	Jornal	1	15,00	15,00	
Fertilización complementaria	Urea	kg	150	0,80	120,00	
	Mano de obra	Jornal	1	20,00	20,00	
Purificación y desnabe	Mano de obra	Jornal	2	20,00	40,00	
Cosecha y poscosecha					382,00	25,05
Cosecha	Mano de obra	Jornal	10	15,00	150,00	
Trilladora	Alquiler	Sacos	80	2,00	160,00	
Secado	Mano de obra	Jornal	2	15,00	30,00	
Limpiar, clasificar, ensacar	Mano de obra	Saco	2	15,00	30,00	
	Envases	Jornal	80	0,15	12,00	
Comercialización					120,00	7,87
Venta en mercado	Transporte	Flete	80	1,00	80,00	
	Mano de obra	Jornal	2	20,00	40,00	
Subtotal costos directos					1307,50	85,73

COSTOS INDIRECTOS					
Nombre	Unidad	Cantidad	Precio Unit. USD	Total USD	%
Administración	%CD	3		39,23	
Arrendamiento tierra	\$ha/ciclo	1	100	100,00	
Interés capital	%CD	3		39,23	
Imprevistos	%CD	3		39,23	
Subtotal costos indirectos				217,69	14,27
COSTO TOTAL				1525,18	100,00

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN			
productos	Producción	Precio (USD.kg ⁻¹)	Precio total (USD.ha ⁻¹)
Grano	4000	0,49	1960,00
Pacas de tamo	150	1,50	225,00
TOTAL			2185,00

5. Referencias bibliográficas

FAO STAT. (2019). Consultado en marzo 2021. Data/Crops. Actualizada a Enero 2021. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

Garófalo, J., L. Ponce-Molina and S. Abad. (2011). Guía del Cultivo de Trigo. Boletín divulgativo No.411. Estación Experimental Santa Catalina, Quito. 20 p.

Indexmundi. (2020). Importaciones de trigo de Ecuador. Tasas de crecimiento. <https://www.indexmundi.com/agriculture/?pais=ec&producto=trigo&variable=importaciones&l=es>

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2008). Muestreo de suelos para el análisis químico. Plegable No. 298. Quito, Ecuador. 6p

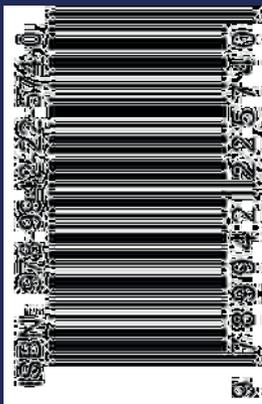
Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2020). Encuesta y superficie y producción agropecuaria continúa, ESPAC. Quito-Ecuador.

Ponce-Molina L., Campaña D., Noroña J. y Garófalo J. (2020). Actividades de Investigación en Cereales Año 2019. Boletín No. 175. INIAP, Ecuador. 74 p.

Ponce-Molina, Luis, Javier Garófalo, Diego Campaña, y Patricio Noroña. (2019). "Parámetros de evaluación y selección en cereales". Manual No 111. INIAP. Quito-Ecuador. 58p.

Stubbs, R.; Prescott, J.; Saari, E. & Dubin, H. (1986). Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales.

Zadocks J.C, Chang T.T, Konzak C.F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research. 14:415-421.



F A S A

FONDO DE INVESTIGACIÓN PARA LA
AGROBIODIVERSIDAD, SEMILLAS Y
AGRICULTURA SUSTENTABLE



@iniapecuador



@iniapec



@iniapecuador

Instituto Nacional de
Investigaciones Agropecuarias



República
del Ecuador

www.iniap.gob.ec