

INSTITUTO NACIONAL DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



@agroinvestigacionecuador

@INIAPECUADOR

ISBN: 978-9942-40-645-3



Instituto Nacional de
Investigaciones Agropecuarias



Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana 2021



Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana

2021



Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana

Manual No. 122

Diciembre 2021

Quito - Ecuador

Cita Recomendada:

Zambrano, J.L., Velásquez, J., Peñaherrera, D., Sangoquiza, C., Cartagena, Y., Villacrés, E., Garcés, S., Ortíz, R., León, J., Campaña, D.†, López, V., Asaquibay, C., Nieto, M., Sanmartín G., Pintado, P., Yáñez, C., Racines, M. (2021). Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana. INIAP, Manual No. 122. Quito, Ecuador.

Autores: José Luis Zambrano¹, José Velásquez², Diego Peñaherrera³, Carlos Sangoquiza⁴, Yamil Cartagena⁵, Elena Villacrés⁶, Sandra Garcés⁷, Randon Ortíz Calle⁸, Juan León R.⁹, Diego Campaña¹, Victoria López¹⁰, César Asaquibay¹¹, María Nieto¹², Graciela Sanmartín¹³, Pablo Pintado¹⁴, Carlos Yáñez¹, Marcelo Racines¹⁵.

Afiliaciones: ¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina (EESC), Programa de Maíz (PM); ² INIAP, EESC, Departamento de Producción de Semillas; ³ INIAP, EESC, Núcleo de Desarrollo Tecnológico (NDT); ⁴ Centro KOPIA, Ecuador; ⁵ INIAP, EESC, Departamento de Manejo de Suelos y Aguas; ⁶ INIAP, EESC, Departamento de Nutrición y Calidad; ⁷ INIAP, EESC, Departamento de Protección Vegetal; ⁸ Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas; ⁹ Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales; ¹⁰ INIAP, Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT), Cotopaxi; ¹¹ INIAP, UDT, Chimborazo; ¹² INIAP, UDT, Imbabura; ¹³ INIAP, Estación Experimental del Austro (EEA), NDT; ¹⁴ INIAP, EEA, PM, ¹⁵ INIAP, EESC, Programa Nacional de Raíces y Tubérculos.

Revisores externos: Mario Caviedes Cepeda (Universidad San Francisco de Quito) y David Silva García (Universidad Estatal de Bolívar).

Comité de publicación: Betty Paucar, Karla Tinoco, Luis Ponce (INIAP, EESC).

Edición: Chang Hwan Park, Alicia Villavicencio (KOPIA, Ecuador)

Diseño y diagramación: IDEAZ, Quito, Ecuador.

Fotos e imágenes: Autores y otros con sus respectivos créditos.

Quito, Ecuador, diciembre de 2021

500 ejemplares

ISBN: 978-9942-40-645-3

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) es el instituto público de investigación más grande del Ecuador y desarrolla tecnologías y conocimiento adaptado a las diferentes zonas agroecológicas y agrobiodiversas del país. INIAP tiene la misión de investigar, desarrollar tecnologías, generar procesos de innovación y transferencia tecnológica en el sector agropecuario, agroindustrial y de forestación, para contribuir al desarrollo sostenible del Ecuador. Trabaja en cinco áreas de investigación: incremento de productividad, conservación de los recursos naturales, agroindustria y transversalmente en economía agrícola y cambio climático.

El Programa Coreano Internacional para la Agricultura y Tecnología (KOPIA) sede Ecuador, tiene el objetivo de fortalecer las capacidades institucionales a través de la cooperación y ejecución de actividades de desarrollo y transferencia de tecnología en beneficio del sector agropecuario del país. Las funciones de KOPIA incluyen, pero no se limitan a: (1) la investigación y desarrollo de tecnologías, y validar transferir tecnologías desarrolladas solo en áreas acordadas con el país receptor; (2) educar y capacitar a sus investigadores, funcionarios gubernamentales y agricultores; (3) brindar a los investigadores coreanos oportunidades para realizar investigación y desarrollo en instituciones receptoras; (4) intercambiar información técnica y publicar resultados de investigación y datos para los programas de cooperación.

Esta publicación se realizó con fondos de la República de Corea del Sur en el marco del proyecto colaborativo “Desarrollo de tecnologías de cultivo para maíz utilizando biofertilizantes en la Sierra del Ecuador”. Año 2019-2021. El proyecto, implementado por el Programa de Maíz de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP y KOPIA – Ecuador, tiene como objetivo evaluar un biofertilizante en el cultivo de maíz para reducir el uso de fertilizantes químicos en la región norte y central de la región andina del Ecuador. El proyecto contribuye a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible 1, 2, 12 y 17.



Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores.

Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0. Reconocimiento-NoComercial-Sin-Obras-Derivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial, otorgando el reconocimiento respectivo a sus autores. No se permiten obras derivadas.



Guía para la producción sustentable de maíz en la Sierra ecuatoriana

Contenido

Prólogo.....	5
1. Introducción.....	10
1.1 Variedades nativas.....	11
1.2 Variedades mejoradas.....	13
INIAP-101.....	14
INIAP-102.....	14
INIAP-103.....	15
INIAP-111.....	15
INIAP-122.....	16
INIAP-124.....	16
INIAP-180.....	17
INIAP-199.....	17
Variedades en proceso de mejoramiento genético.....	18
1.3 Información del cultivo.....	19
Características morfológicas y botánicas del maíz.....	19
1.4 Requerimientos de clima y suelo para el cultivo de maíz.....	22
2. Recomendaciones para el cultivo de maíz en la Sierra del Ecuador.....	24
Paso 1. Devuelva al suelo los restos del cultivo anterior.....	25
Paso 2. Planifique la producción.....	26
Paso 3. Capacítese.....	29
Paso 4. Prepare el suelo para la siembra.....	33
Paso 5. Siembra.....	35
Paso 6. Use biofertilizantes y otros productos promotores de crecimiento.....	39
Paso 7. Realice las labores culturales a tiempo.....	40
Paso 8. Abone y fertilice de forma adecuada su cultivo.....	43
Deficiencias nutricionales.....	46
El riego en el maíz de la Sierra.....	53
Paso 9. Controle de forma oportuna insectos plagas y enfermedades.....	66
Insectos plaga.....	66
Enfermedades del maíz.....	75
Paso 10. Coseche, seleccione y almacene su producto de manera adecuada.....	83

Paso 11. Agregue valor a la producción	90
Paso 12. Mejore la comercialización	96
Paso 13. Rote o alterne su cultivo	101
3. Producción de maíz forrajero	103
4. Recomendaciones para la producción de semilla de calidad.....	106
5. Valor nutricional del maíz.....	114
6. Características de la producción de maíz en las principales zonas maiceras de la Sierra del Ecuador	121
Provincia de Bolívar	121
Provincia de Imbabura	122
Provincia de Cotopaxí.....	124
Provincia de Chimborazo	126
Provincia de Azuay	128
Provincia de Cañar	129
Provincia de Loja.....	130
7. Bibliografía	131
8. Anexos	134
Anexo 1. Estadísticas de producción de maíz en la Sierra del Ecuador, 2020.....	134
Anexo 2. Mapa de zonificación del cultivo de maíz en la Sierra del Ecuador	135
Anexo 3. Parámetros de zonificación del cultivo de maíz de altura	136
Anexo 4. Ejemplo de cálculo de la dosis óptima del fertilizante y económica de nitrógeno para el cultivo de maíz harinoso en la Sierra del Ecuador.....	137
Anexo 5. Tabla de colores del IRRI para detectar síntomas de deficiencia de nitrógeno en maíz.	140
Anexo 6. Costos de producción del maíz de altura	141

Prólogo

El cultivo de maíz en la Sierra del Ecuador es de fundamental importancia por el rol que cumple el grano en la seguridad alimentaria de la población. Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), durante el 2020 se sembraron 74 018 hectáreas de este cereal, que representa casi el doble de la superficie sembrada con otros cultivos de importancia socioeconómica como la papa, cebada, fréjol, trigo, quinua, entre otros. El consumo per cápita de maíz suave en Ecuador es de alrededor de 14,5 kg al año. Esto demuestra la importancia del maíz de Sierra en la agricultura del país, donde se lo cultiva en las estribaciones y en los valles de la Cordillera de los Andes, desde la provincia de Carchi en el norte hasta la provincia de Loja en el sur.

Las principales provincias productoras de maíz de sierra o de altura son Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo, Azuay e Imbabura, donde se concentra el 80 % de la producción. Alrededor del 95% de la producción de maíz en la región corresponde a maíz suave o harinoso (*Zea mays* L. var. *amylacea*), que se cosecha en tierno (choclo) o en grano seco. Una de las principales limitantes del cultivo es su rendimiento, uno de los más bajos de la región, con alrededor de 3,68 toneladas por hectárea de choclo y 1,63 toneladas por hectárea de grano seco.

A pesar de que existe tecnología para incrementar de manera sostenible la productividad del cultivo, hay muy poca aplicación efectiva de las recomendaciones de manejo y de las tecnologías disponibles. Como técnicos y agricultores tenemos el gran reto de alimentar el mundo, generar riqueza en el medio rural con una agricultura sostenible, ambientalmente segura, y apoyar el fortalecimiento del talento y recurso humano en el campo. Para el 2030 debemos incrementar el rendimiento promedio del maíz suave en al menos 18 % si queremos disponer de suficiente grano para satisfacer la demanda interna.

Las condiciones agroclimáticas y socioeconómicas de la Sierra del Ecuador no permiten que existan recomendaciones ni paquetes tecnológicos fijos para el maíz, sino que para cada zona se debe utilizar los recursos apropiados con el manejo adecuado. Este documento pretende servir de guía para que técnicos y agricultores planifiquen su

producción e incrementen el rendimiento de maíz en la Sierra, entendiendo que cada predio, variedad de maíz y clima es diferente y el mercado es cambiante.

Una producción eficiente de maíz no inicia el día de la siembra, sino varios meses atrás. El nuevo ciclo debe empezar el día siguiente de la cosecha. **Esta guía contiene 13 pasos** que se deben seguir para incrementar la productividad del cultivo de manera sostenible:

- Paso 1.** Devuelva al suelo los residuos de la cosecha de cultivo anterior; esto incrementará la materia orgánica y romperá el ciclo de los insectos plagas y de las enfermedades.
- Paso 2.** Realice un diagnóstico del ciclo anterior y planifique el nuevo ciclo; póngase metas; ¿qué va a producir?, choclo, grano seco para harina; ¿cuál es el objetivo?, mercado, autoconsumo; ¿cuánto va a producir?, ¿qué superficie va a sembrar? Además, hay que identificar cuáles son los factores que influyeron positiva o negativamente en la producción anterior, para repetir las buenas experiencias y cambiar lo que no funcionó bien.
- Paso 3.** Capacítese cada vez que tenga oportunidad de hacerlo; infórmese sobre precios de mercado, costos de semilla y de otros insumos. Asista a eventos de capacitación y pida asesoría o información en las oficinas del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Gobiernos Autónomos Descentralizados y organizaciones no gubernamentales (fundaciones, cooperativas agrícolas, entre otros). Además, es importante conocer sobre financiamiento, si será propio o requerirá de alguna entidad financiera, y seguro agrícola.
- Paso 4.** Prepare el suelo para la siembra. Una adecuada preparación del suelo brindará al cultivo un buen soporte y que las raíces puedan profundizar más. Entre más densas, abundantes y profundas sean las raíces es mucho mejor, debido a que explorarán más superficie del suelo y a mayor profundidad.
- Paso 5.** Siembra. Es necesario identificar la semilla que se va a sembrar y utilizar la densidad adecuada de siembra; puede ser semilla certificada o campesina (criolla o nativa), pero siempre que sea fresca, tenga la calidad fitosanitaria y que haya sido validada en su zona.

- Paso 6.** Use biofertilizantes o promotores de crecimiento. Estos productos promueven el crecimiento radicular de las plantas, aumentando la fijación al suelo y la superficie de absorción de agua y nutrientes.
- Paso 7.** Realice el control de malezas y aporque a tiempo. Las malezas compiten con el cultivo por agua, luz y nutrientes por lo que disminuye el rendimiento del maíz.
- Paso 8.** Fertilice de forma adecuada el cultivo. Luego de la siembra, este paso es esencial para el óptimo desarrollo del cultivo. La abonadura y fertilización química es un factor que está al alcance de los agricultores y es uno de los más incomprendidos o mal utilizados. En este paso se incluye recomendaciones sobre riego y fertirrigación para los agricultores que tienen acceso al agua.
- Paso 9.** Controle insectos plagas y enfermedades. Esto permitirá evitar pérdidas al rendimiento y a la calidad del producto cosechado.
- Paso 10.** Coseche y almacene su producto de manera adecuada. Esto permitirá conservar la calidad física, sanitaria y nutricional del grano.
- Paso 11.** Agregue valor a la producción. Identifique formas de agregar valor a su producto, ya sea a través del empackado, molienda, congelados, extruídos, expandidos o como insumo para la producción animal (aves, cuyes, cerdos, entre otros).
- Paso 12.** Mejore la comercialización. Es necesario propender a circuitos cortos de comercialización (venta directa a consumidores) e integración económica horizontal (Ej: otros agricultores) y vertical (Ej: agroindustria).
- Paso 13.** Rotación de cultivos. Este paso es fundamental para reducir el ataque de insectos plaga y enfermedades. Además, facilita el reciclaje de nutrientes.

Esta guía contiene además recomendaciones para la producción de semilla campesina o seleccionada de maíz, cualidades nutricionales, costos de producción y recomendaciones específicas para producir maíz en la Sierra.

Es importante saber que es posible mejorar la producción de maíz con calidad en la Sierra y obtener una mayor rentabilidad. Esto requerirá de un esfuerzo adicional para cumplir con las recomendaciones de manejo impartidas en esta guía. Es necesario romper el esquema tradicional de cultivo y propender hacia la integración económica con enfoque de mercado, añadir valor agregado a la producción, generar circuitos cortos de comercialización e invertir en tecnología para reducir los costos de producción por kilo producido.

Finalmente, el ser cada día un mejor agricultor es un reto individual y cada quien decide aceptarlo o no.

Ing. José Luis Zambrano Mendoza, PhD.

Investigador Principal del Programa de Maíz

Estación Experimental Santa Catalina - EESC

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias - INIAP



1 Introducción



“Es importante saber que podemos mejorar la producción de maíz”



1. Introducción

En la Sierra del Ecuador el cultivo de maíz es uno de los más importantes, debido a la superficie destinada para su cultivo y al papel que cumple como componente básico de la dieta de la población ecuatoriana. La distribución de algunos de los tipos de maíces más cultivados en las provincias de la Sierra se debe a los gustos y costumbres de los agricultores. Así, en la Sierra norte (provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha) se produce principalmente maíces con granos de tipo amarillo harinoso, en la parte central (Tungurahua, Chimborazo y Bolívar) se cultiva los maíces de grano blanco harinoso y en la Sierra sur (Cañar y Azuay) el maíz denominado “Zhima”, de grano blanco dentado o amorochado.

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, durante el 2020 se sembraron 74018 hectáreas de maíz en la Sierra, con un rendimiento promedio de 3,68 toneladas por hectárea de choclo y 1,63 toneladas por hectárea de grano seco (SIPA, 2021). La mayor superficie de producción de maíz harinoso está en manos de los agricultores de la agricultura familiar campesina (AFC), con menos de dos hectáreas, con limitado o ningún acceso a los principales factores productivos: crédito, semilla certificada, agua de riego, mecanización y asistencia técnica. Las parcelas se ubican en altitudes entre 2200 y 3000 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.), con pendientes moderadas a fuertes (12 a 50 %), suelos francos, poco o moderadamente profundos, con temperaturas promedio de entre 12 y 25 °C y precipitaciones de entre 500 a 1 200 mm al año, dependiendo de la zona (MAG, 2020). La mayor parte de las zonas de producción son susceptibles a eventos climáticos adversos, como heladas, vientos fuertes y sequías.

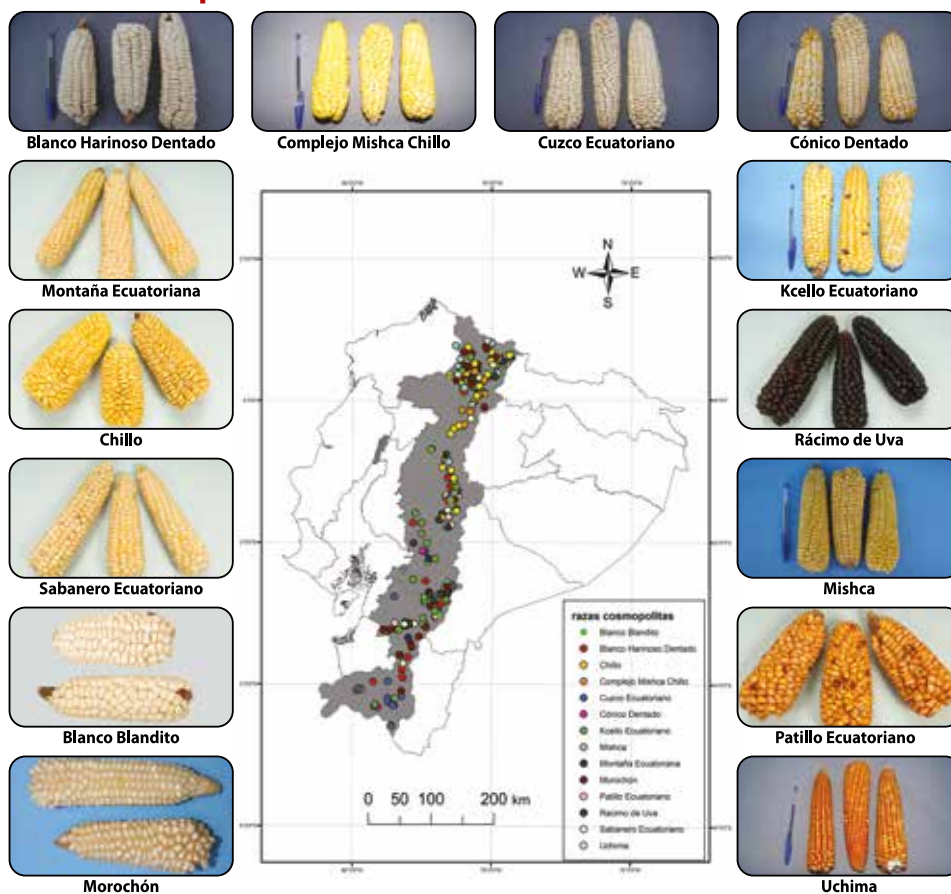
El Ecuador posee una gran agrobiodiversidad, siendo el maíz de altura un ejemplo de la misma por los diversos tipos, formas y colores de grano que se encuentran en la región Andina, al ser ésta un centro de diversificación de este cereal. En el Ecuador se han identificado 29 razas de maíz; de estas, 17 pertenecen a la Sierra (Yáñez et al., 2003). Así, la riqueza genética de esta región ha permitido que el INIAP genere algunas variedades mejoradas con germoplasma de maíces nativos.

1.1 Variedades nativas

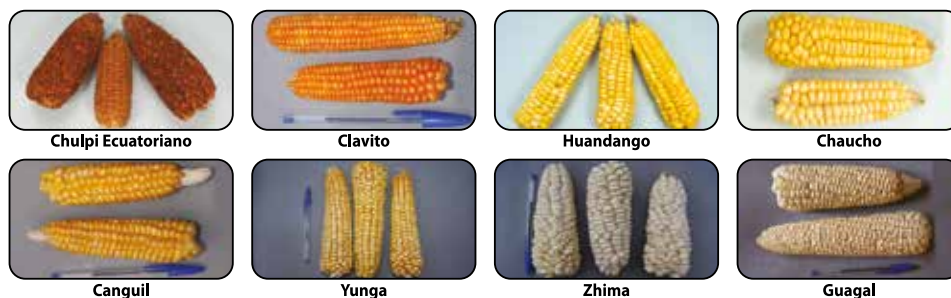
Entre las principales variedades de maíz criollo o nativas que se cultivan en la Sierra del Ecuador se tienen: chazo, blanco de leche, cuzco ecuatoriano, canguil ecuatoriano, racimo de uva, chillos, huandango, morochón, patillo, tusilla, chaucho, chulpi, entre otras. Muchas de estas razas todavía se encuentran en varias provincias de la Sierra, por lo que reciben el nombre de razas cosmopolitas.

Distribución de las variedades nativas de maíz conservadas por el INIAP

Razas cosmopolitas



Otras razas



En el Banco de Germoplasma del INIAP se conservan alrededor de 2800 accesiones de maíz, de las cuales el 90 % corresponden a maíz de la Sierra del Ecuador. La semilla de las accesiones se guardan en cuartos fríos especiales a -15 °C. El banco de germoplasma se encuentra ubicado en la Estación Experimental Santa Catalina, parroquia Cutuglagua, cantón Mejía.

Bóveda del cuarto frío del INIAP donde se conservan miles de accesiones de maíz



Esta semilla es de gran importancia para la seguridad alimentaria del país, debido a que es el inicio de programas de investigación y de mejoramiento genético para producir nuevas variedades de maíz y proteger la semilla de desastres naturales, erosión o pérdida de biodiversidad; de tal manera que esté disponible para las futuras generaciones.

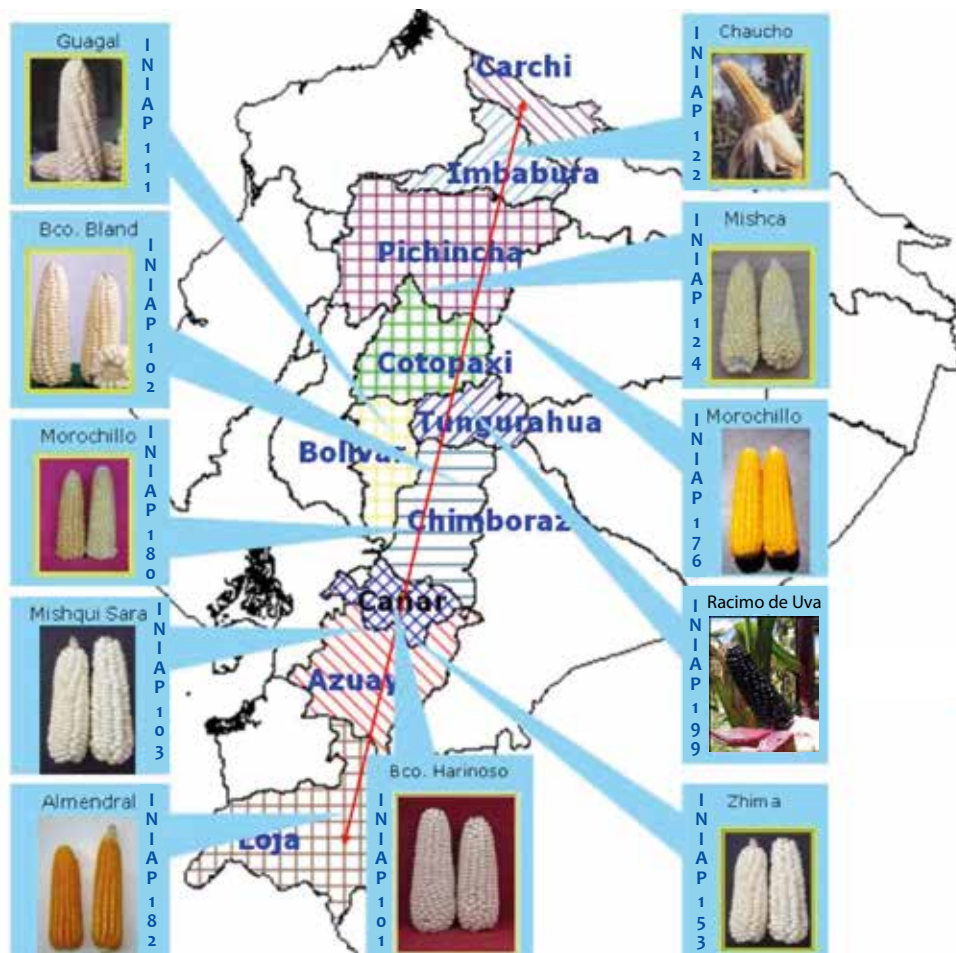
Esta semilla es de propiedad del Estado ecuatoriano y los agricultores pueden acceder a ella y conservarla a través de los Centros de Bioconocimiento y Desarrollo Agropecuario (CBDA).



**“A más uso,
más conservación”**

1.2 Variedades mejoradas

Distribución de las variedades de maíz generadas por el INIAP para la Sierra Ecuatoriana



Entre las variedades mejoradas están: INIAP-122 “Chaucho mejorado”, INIAP-124 “Mishca mejorado”, INIAP-102 “Blanco blandito mejorado”, INIAP-111 “Guagal mejorado”, INIAP-153 “Zhima mejorado”, INIAP-180, INIAP-182, INIAP-103 “Mishqui sara” e INIAP-199 “Racimo de uva”. No existen híbridos de maíz para la Sierra. A continuación, se detallan las principales características de las variedades mejoradas vigentes.

INIAP-101

- **Tipo:** precoz, Cacahuazintle
- **Grano:** grande, harinoso y blanco
- **Altura de planta:** 195 cm
- **Cosecha en choclo:** 120 días
- **Cosecha en seco:** 205 días
- **Rendimiento:** De 2 485 a 4 528 kg/ha (de 55 a 101 qq/ha) en seco
- **Asociación con fréjol:** no soporta
- **Altitud:** de 2 400 a 3 000 m s.n.m.
- **Usos:** choclo o seco para mote
- **Zonas:** Se cultiva en varias provincias de la Sierra, especialmente en Pichincha, Azuay y Cañar



INIAP-102

- **Tipo:** tardío, Blanco Blandito
- **Grano:** Blanco harinoso, mediano
- **Altura de planta:** 238 cm
- **Cosecha en choclo:** 175 días
- **Cosecha en seco:** 270 días
- **Rendimiento:** 3 200 a 4 282 kg/ha (de 71 a 95 qq/ha) en seco.
- **Asociación con fréjol:** si soporta
- **Altitud:** de 2 200 a 2 800 m s.n.m.
- **Usos:** choclo y en grano seco
- **Zonas:** se cultiva en Chimborazo



INIAP-103

- **Tipo:** intermedio, Mishqui Sara, Aychazara, con calidad de proteína (QPM)
- **Grano:** blanco harinoso
- **Altura de planta:** 250 cm
- **Cosecha en choclo:** 120 días
- **Cosecha en seco:** 250 días
- **Rendimiento:** 4 500 a 7 000 kg/ha (100- 155 qq/ha) en seco. En choclo, 300 sacos/ha
- **Asociación con fréjol:** si soporta
- **Altitud:** de 1 700 a 2 650 m s.n.m.
- **Usos:** choclo y en grano seco
- **Zonas:** se cultiva en varias provincias de la Sierra, especialmente en Loja, Cañar y Azuay



INIAP-111

- **Tipo:** tardío, Guagal
- **Grano:** Blanco harinoso
- **Altura de planta:** 270 cm
- **Cosecha en choclo:** 208 días
- **Cosecha en seco:** 265 días
- **Rendimiento:** 3 400 a 4 091 kg/ha (de 75 a 100 qq/ha) en seco. En choclo, 250 sacos/ha.
- **Asociación con fréjol:** si soporta
- **Altitud:** de 2 400 a 2 800 m s.n.m.
- **Usos:** en choclo y en grano seco
- **Zonas:** se cultiva exclusivamente en ciertos cantones de la provincia de Bolívar



INIAP-122

- **Tipo:** precoz, Chaucho
- **Grano:** Amarillo, harinoso
- **Altura de planta:** 2 50 cm
- **Cosecha en choclo:** 135 días
- **Cosecha en seco:** 225 días
- **Rendimiento:** 3 000 a 3 864 kg/ha (67 a 85 qq/ha) en seco. En choclo, 190 sacos/ha
- **Asociación con fréjol:** si soporta
- **Altitud:** de 2 200 a 2 800 m s.n.m.
- **Usos:** en choclo, tostado, harina, mote y humitas
- **Zonas:** se cultiva principalmente en la provincia de Imbabura, y en menor superficie en Carchi, Pichincha y Tungurahua.



INIAP-124

- **Tipo:** semi-tardío, Mishca
- **Grano:** amarillo, harinoso
- **Altura de planta:** 185 cm
- **Cosecha en choclo:** 140 días
- **Cosecha en seco:** 258 días
- **Rendimiento:** 2 200 a 4 200 kg/ha (49 a 93 qq/ha) en seco. En choclo, 200 sacos/ha
- **Asociación con fréjol:** Si soporta
- **Altitud:** De 2 500 a 2 800 m s.n.m.
- **Usos:** en choclo, tostado, harina, mote y humitas
- **Zonas:** se cultiva en las provincias de Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua



INIAP-180

- **Tipo:** semi-tardío, morochillo, forrajero.
- **Grano:** amarillo cristalino
- **Altura de planta:** 270 cm
- **Cosecha en seco:** 260 días
- **Rendimiento:** En grano de 3 182 a 5 500 kg/ha (de 70 a 122 qq/ ha). En forraje verde rinde alrededor de 53 t/ha (1166 qq/ha)
- **Asociación con fréjol:** si soporta
- **Altitud:** de 2 250 a 3 000 m s.n.m.
- **Usos:** alimentación animal como grano, forraje y para la elaboración de balanceados.
- **Zonas:** se cultiva en todas las provincias de la Sierra.



INIAP-199

- **Tipo:** semi-tardío, negro, racimo de uva.
- **Grano:** morado, negro, harinoso
- **Altura de planta:** 230 cm
- **Cosecha en seco:** 250 días
- **Rendimiento:** de 2 000 a 4 000 kg/ha (de 44 a 89 qq/ ha).
- **Asociación con fréjol:** si soporta
- **Altitud:** de 2 400 a 3 000 m s.n.m.
- **Usos:** como grano para la elaboración de harinas y bebidas (se utiliza también la tusa o coronta).
- **Zonas:** Se cultiva en varias provincias de la Sierra, especialmente en Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura y Pichincha.



Variedades en proceso de mejoramiento genético



CHAZO



CANGUIL



BLANCO DE LECHE



TUSILLA



CHULPI

1.3 Información del cultivo

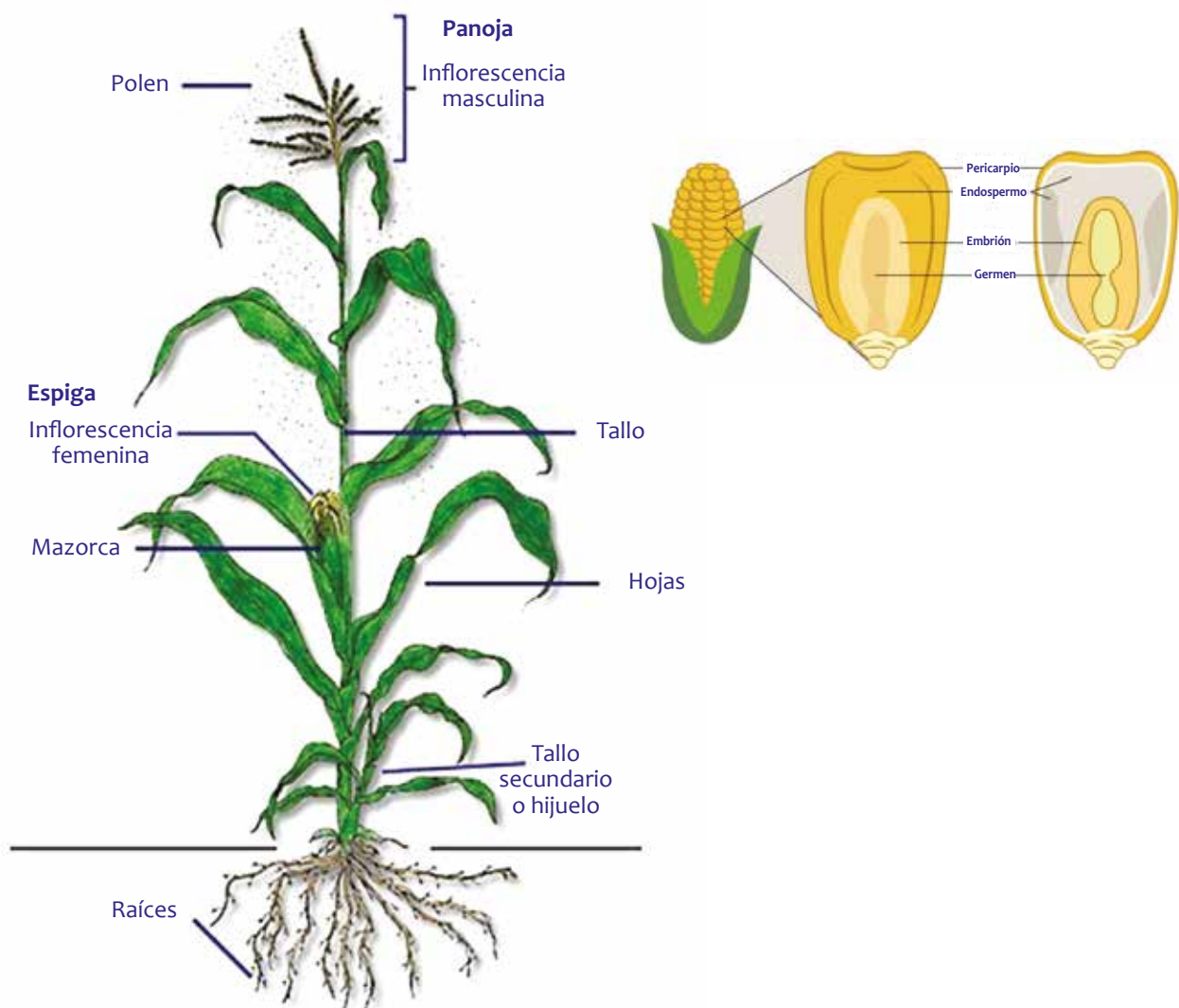
Características morfológicas y botánicas del maíz

Nombre común: maíz

Nombre científico: *Zea mays* (L.), subespecie: *mays*

Tipos de maíz según la composición o textura del grano cultivados en Ecuador: maíz reventón o canguil: *Zea mays* var. *Everta* (St.), maíz cristalino: *Zea mays* var. *Indurata* (St.), maíz amiláceo: *Zea mays* var. *Amylacea* (St.), maíz dentado: *Zea mays* var. *Identata* (St.) y maíz dulce, chulpi: *Zea mays* var. *Saccharata* (St.).

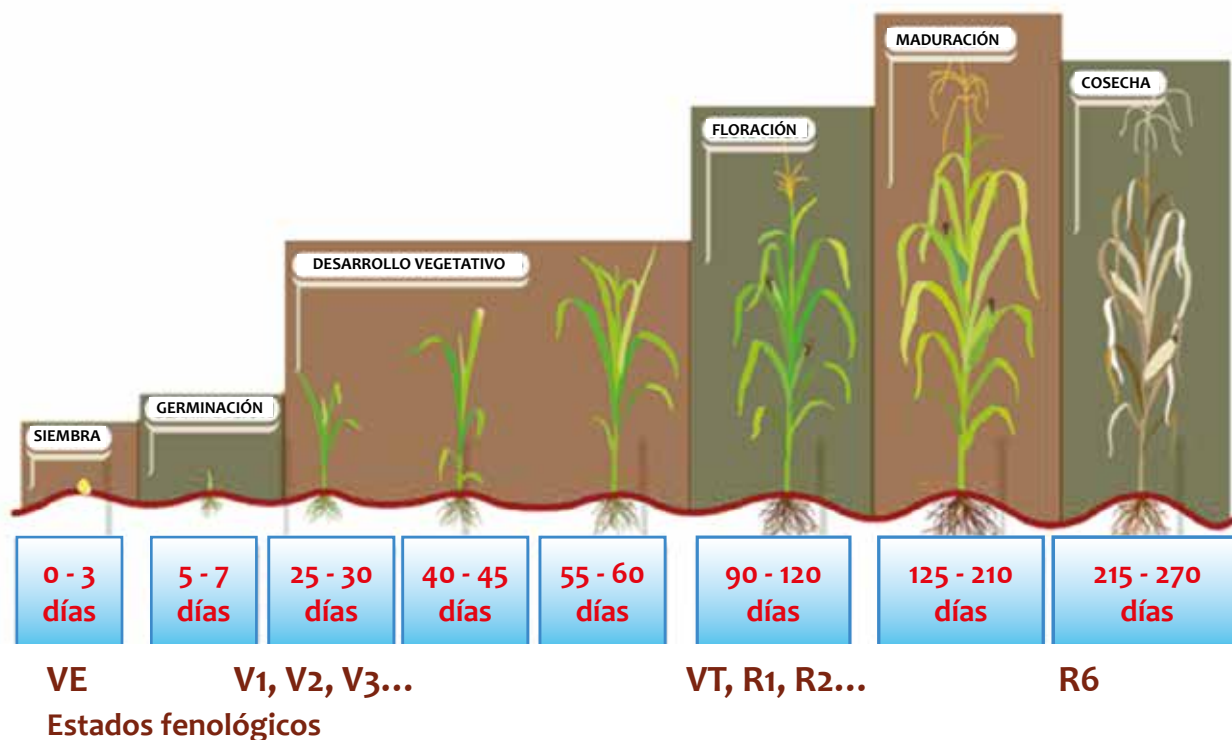
Las partes que componen la planta y el grano de maíz son las siguientes:



Ciclo del cultivo de maíz en la Sierra del Ecuador

El tiempo entre etapas de crecimiento puede variar dependiendo de la variedad o tipo de maíz, localidad (altitud y temperatura) y época de siembra. En general, los maíces de altura (aquellos que se cultivan en la Sierra) tienen un ciclo de cultivo de 215 a 270 días desde la siembra hasta la cosecha en seco.

Estados fenológicos del cultivo de maíz en la Sierra del Ecuador



El sistema convencional para definir los estados fenológicos del maíz se divide en estadios vegetativos y reproductivos. Las subdivisiones del estadio vegetativo (V) son designadas como: VE para la germinación y emergencia, V1 hasta V(n) para el crecimiento del cultivo, siendo (n) la última hoja extendida o abierta antes de la aparición de la panoja o inflorescencia masculina (VT). Las subdivisiones del estadio reproductivo (R) especifican el estadio de la inflorescencia femenina o de los granos de la mazorca y se indican en el siguiente cuadro:

Estadios reproductivos del cultivo de maíz

Código	Descripción
R1	Aparición de los estigmas en la mazorca, llamados también pelitos del choclo. En esta etapa ocurre la polinización y es muy importante mantener la humedad en el suelo para una buena producción.
R2	La mazorca o inflorescencia femenina fue polinizada y los granos forman una pequeña protuberancia a manera de ampolla. Los pelitos del choclo comienzan a secarse.
R3	El grano se encuentra en estado lechoso; es decir, el grano contiene un líquido interno blanco lechoso. Es importante mantener la humedad en el suelo para obtener mazorcas con granos grandes.
R4	El grano se encuentra en estado pastoso. El líquido interno del grano comienza a solidificarse, formando una textura de tipo pasta.
R5	El grano se encuentra seco con la corteza dura. Este estado es ideal para cosechar como forraje y realizar el ensilaje.
R6	Los granos forman una capa marrón o negra en la zona de inserción del grano con la mazorca o elote. Este estadio se conoce como madurez fisiológica y es el tiempo ideal para cosecha de grano destinado para semilla.



1.4 Requerimientos de clima y suelo para el cultivo de maíz



El maíz de altura se siembra a partir de los 2200 metros sobre el nivel del mar en todas las provincias de la sierra ecuatoriana, en topografías planas, pendientes moderadas a fuertes. Las zonas óptimas o moderadas para producir maíz tienen suelos profundos o moderadamente profundos, ricos o medios en materia orgánica con buen drenaje para evitar encharcamiento, con temperaturas entre 14 y 28 °C y precipitaciones mayores a 600 mm anuales. Un mayor detalle de las condiciones agroclimáticas para el cultivo de maíz se encuentra en el Anexo 3.



2 Recomendaciones para cultivar maíz en la Sierra



2. Recomendaciones para el cultivo de maíz en la Sierra del Ecuador

Para cultivar maíz de manera exitosa existen tres aspectos fundamentales que se deben cumplir:

- **Satisfacer una necesidad.** El cultivo debe satisfacer alguna necesidad del agricultor, quien deberá tener la motivación para producir y alcanzar un buen rendimiento. Un motivo puede ser para generar recursos, en tal caso, el cultivo debe ser rentable y proporcionar ganancias, debe ser un negocio. Otro motivo puede ser satisfacer la necesidad de alimento, o la satisfacción de hacer producir la tierra y conservar la diversidad de la semilla local. Nunca siembre sin un buen motivo.
- **Producir con calidad.** Si decidió sembrar, es necesario cuidar del cultivo e implementar buenas prácticas agrícolas (BPA), que significa calidad en todo el proceso. Hay que realizar bien las labores en el campo y cada vez mejor, lo que sin duda aumentará el rendimiento. Para esto, hay que tener voluntad de hacer un buen trabajo en la parcela.
- **Sostenibilidad.** El manejo de la parcela debe procurar la mejora y conservación de la tierra, el agua y el ambiente en general. El principal recurso que está a disposición de los agricultores es el suelo, por lo que es necesario protegerlo, evitar la erosión y mejorar continuamente la fertilidad natural del suelo, con la incorporación de abonos orgánicos.

Esta guía presenta en 13 pasos recomendaciones para incrementar la productividad del cultivo. A diferencia de otras guías anteriores, las recomendaciones de manejo empiezan desde el día posterior a la cosecha, con la incorporación de los residuos de la cosecha anterior a la parcela.

Paso 1. Devuelva al suelo los restos del cultivo anterior

El primer paso para una buena producción de maíz es devolver al suelo los restos del cultivo anterior. Esta labor se debe realizar durante los días posteriores a la cosecha. Si las condiciones del terreno lo permiten, es decir la topografía no es irregular, se recomienda pasar una rastra inmediatamente luego de la cosecha, para incorporar los restos del cultivo anterior al suelo.

En caso que las condiciones del terreno no permitan el uso de maquinaria, se recomienda trozar con un machete los restos del cultivo y dejarlos sobre el suelo para formar una capa de materia orgánica distribuida lo más uniformemente posible. **No quemar los rastrojos.**

Muchos agricultores disponen de ganado, por lo que en estos casos se recomienda ingresar el ganado al lote para que este consuma los restos del cultivo. Esta labor permitirá abonar el suelo con las heces de los animales.

Una vez retirados los animales, se recomienda un pase de rastra para incorporar la materia orgánica.



El incorporar los restos del cultivo inmediatamente después de la cosecha permitirá una completa y uniforme descomposición de residuos, el control natural de malezas, insectos y enfermedades, gracias a la acción de microorganismos nativos del suelo.

Paso 2. Planifique la producción

El segundo paso para obtener una buena producción es planificar con suficiente tiempo el próximo ciclo. Este es el momento de definir ¿cuánto se va a sembrar? ¿qué variedad se va a sembrar?, y ¿qué producto se quiere obtener? por ejemplo: grano seco, choclo, harina, semilla, forraje, entre otros.



Para realizar este análisis es muy importante, llevar un registro de los gastos y las labores realizadas durante el ciclo anterior.

Todos los gastos realizados deberán ser sumados, el valor total corresponderá al dinero invertido en la producción de maíz de ese ciclo. En la Guía Para Facilitar el Aprendizaje en el Manejo Integrado del Cultivo de Maíz de Altura se encuentran los formatos para registrar costos de producción (guía disponible en el repositorio digital del INIAP, <https://repositorio.iniap.gob.ec/>).



Posteriormente, analice la producción obtenida y el ingreso por la venta de la cosecha. Si está de acuerdo con el rendimiento, planifique repetir las labores de manejo realizadas; pero si cree que el rendimiento debe mejorar, es necesario preguntarse ¿a qué se debió el bajo rendimiento?

Es posible que la semilla no germinó bien, o tuvo afectaciones de plagas, o problemas de sequía, tal vez los fertilizantes no se aplicaron en las dosis recomendadas en el momento oportuno, o el precio del mercado no fue tan bueno, entre otras causas. Identifique ¿dónde estuvo la falla? y ¿qué parte del manejo agronómico o de la comercialización se debe mejorar?

En general, el rendimiento es la principal característica que buscan los agricultores: más mazorcas, mazorcas con más granos y que cada grano pese más. Esto depende de los factores de producción suelo, riego, asistencia técnica, crédito, mecanización, semilla, insumos, entre otros. Hay que identificar cuáles de estos factores están accesibles o bajo el control del agricultor. Además, hay que identificar cuáles son los factores que influyeron positiva o negativamente en la producción anterior, para repetir las buenas experiencias y cambiar lo que no funcionó bien. Anote sus respuestas y priorice no más de tres acciones, que estén a su alcance para ser mejoradas. Luego, incluya estas acciones en una lista de labores o actividades que se deben realizar en el próximo ciclo y el costo aproximado de cada una. De esta manera, se obtiene el nuevo plan de manejo y presupuesto.

Este es el momento de definir el financiamiento.

Si dispone de dinero de la venta del ciclo anterior, guarde el dinero porque lo necesitará para realizar las labores del próximo ciclo agrícola. Caso contrario, solicite financiamiento en bancos de desarrollo o cooperativas agrícolas locales. Tendrá suficiente tiempo para realizar el trámite para el crédito y que los recursos lleguen a tiempo.



“Se recomienda tramitar el seguro agrícola, en las oficinas de BanEcuador o del Ministerio de Agricultura, para asegurar su cultivo”





Hay que saber dónde se pierde el rendimiento, analicemos: ¿cuánta semilla se siembra?, ¿cuántas plantas se cosechan?, ¿cuántas mazorcas?, ¿cuánto pesa cada mazorca?. Si se siembran 50 mil plantas, ¿cuántas plantas y mazorcas se cosechan?, ¿en qué etapa se pierden las plantas y mazorcas?, ¿dónde y por qué se pierde el rendimiento?



Paso 3. Capacítese

Cada vez que tenga oportunidad, acuda a eventos de capacitación, talleres, días de campo, seminarios; o busque información sobre manejo del cultivo en el internet en redes sociales o bibliotecas.

Busque asesoría en las oficinas del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Gobiernos Autónomos Descentralizados y organizaciones no gubernamentales (fundaciones, cooperativas agrícolas, entre otros).

Infórmese sobre precios de mercado, costos de semilla y de otros insumos.



El Ministerio de Agricultura y Ganadería dispone de un sitio en internet con información económica, productiva y social relacionada con el maíz y otros cultivos.

Vistas de pantalla de sistemas de información pública del Ministerio de Agricultura y Ganadería disponibles en internet



<http://sipa.agricultura.gob.ec/>

El INIAP dispone de una plataforma virtual de aprendizaje y de un repositorio de documentos donde encontrará información, videos, entre otros, sobre el cultivo de maíz.

Vistas de pantalla de plataformas de capacitación virtual y publicaciones del INIAP disponibles en internet



<https://eva.iniap.gob.ec/>



<https://repositorio.iniap.gob.ec/>

El INIAP dispone además de un aplicativo denominado AGRO SCAN que permite identificar plagas del cultivo. Se cuenta también con el aplicativo móvil AGROTUTOR desarrollado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y otras instituciones para registrar áreas y costos de producción.

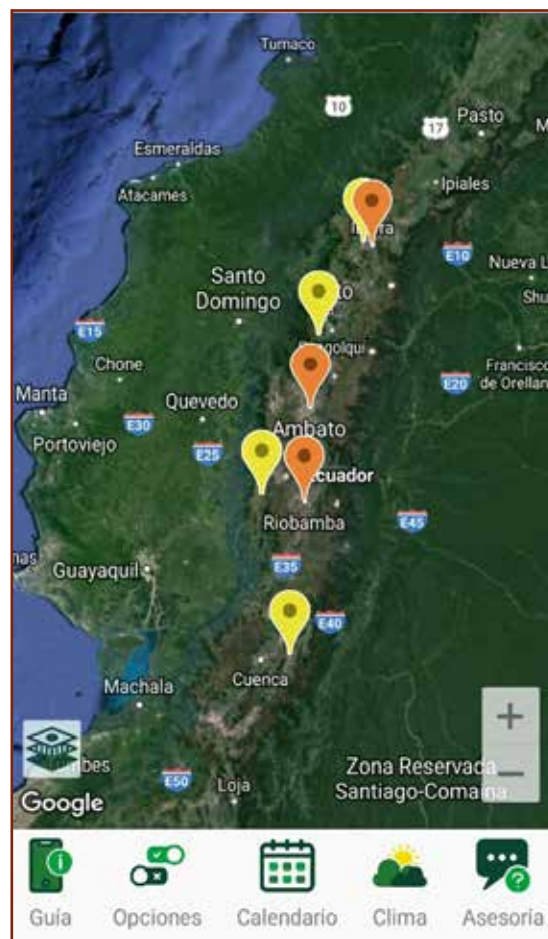
Vistas de pantalla de aplicativos para el cultivo de maíz disponibles en internet



<https://eva.iniap.gov.ec/web/maiz-duro/#aplicacion>



Disponible para celulares en App Store



Paso 4. Prepare el suelo para la siembra

La preparación del suelo depende de la topografía, estructura, textura y compactación del suelo. Una adecuada preparación del suelo brindará al cultivo un buen soporte, las raíces pueden profundizar más. Entre más densas, abundantes y profundas sean las raíces es mucho mejor, debido a que explorarán más superficie del suelo y a mayor profundidad.



El método de preparación de suelo convencional se debe realizar con tractor o con yunta, una labor de arado, una de rastra y la surcada. Si el suelo es plano, o con pendientes moderadas (menor a 25%), o se encuentra compactado, se recomienda preparar el suelo con dos meses de anticipación, esto permitirá que el terreno quede suelto y sea capaz de captar agua sin que se produzcan encharcamientos. Además, ayudará a la descomposición de residuos de la cosecha, el control de las malezas e insectos.



Se recomienda reducir la labranza al mínimo si el terreno se encuentra en una pendiente pronunciada y realizar técnicas de labranza de conservación.

La labranza de conservación es un sistema de manejo que reduce al mínimo la remoción de suelo. La siembra del maíz se realiza sobre el suelo cubierto con residuos del cultivo anterior, con lo cual se conserva la humedad y se reduce la pérdida de suelo causada por la lluvia y el viento en suelos con riesgo de erosión. No se realiza aporque del maíz y las malas hierbas se controlan con herbicidas.



Paso 5. Siembra

Es necesario identificar la semilla que se adapte al lugar y utilizar una densidad adecuada de siembra. Se recomienda usar semilla certificada. La semilla campesina (local o nativa) se puede usar siempre que sea previamente seleccionada, fresca (germinación sobre el 90%), sin señales de plagas o enfermedades y que haya sido validada en su comunidad.



Época:

En la Sierra, la época de siembra varía desde septiembre hasta mediados de enero, dependiendo de la zona o localidad del cultivo, de la disponibilidad de agua de riego o del inicio de las lluvias.

Si dispone de riego, se puede sembrar el maíz en cualquier época del año para cosechar en tierno (choclo).

Cantidad:

Para la siembra se debe disponer de semilla de buena calidad, la misma que debe ser adquirida en centros autorizados o en las Estaciones Experimentales del INIAP. Se requiere de aproximadamente 30 kg de semilla por hectárea.

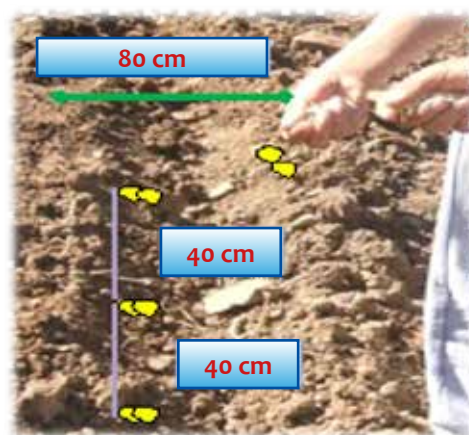


Semilla 30 kg/ha

Sistemas de siembra:

Maíz solo o en monocultivo: utilizar dos semillas por sitio, en surcos distanciados a 80 cm entre surcos y a 40 cm entre sitios. Otra alternativa es plantar una semilla cada 20 cm. De esta manera se siembran 62 500 semillas, y se espera llegar a cosechar alrededor de 50 000 plantas por hectárea.

Distancias de siembra de maíz



2 Plantas por sitio (40cm)



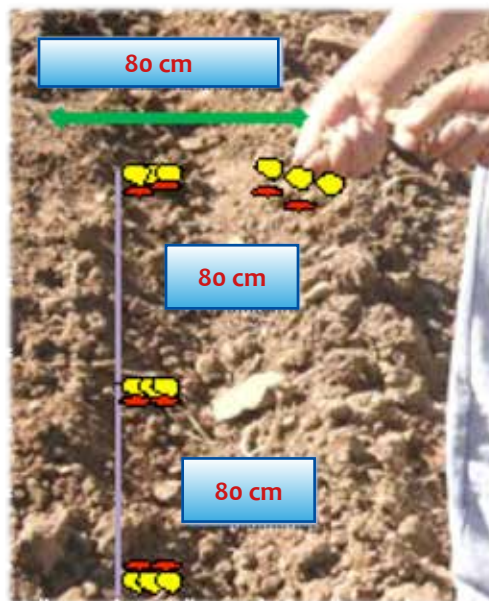
1 Planta por sitio (20 cm)

Maíz asociado con fréjol trepador o voluble: plantar tres semillas de maíz y dos de fréjol distanciados a 80 cm entre surcos y 80 cm entre sitios.

Distancias de siembra de maíz con fréjol



Verifique que la germinación sea completa y uniforme entre los 12 y 15 días después de la siembra. Si la germinación del lote es inferior al 85 % vuelva a sembrar maíz en los sitios sin plantas.



Se recomienda el uso de cultivos asociados, debido a que permiten diversificar la producción, aprovechar el nitrógeno que fijan las leguminosas y reducir el daño de insectos plagas y enfermedades. Maíz con chocho, haba, fréjol y otros cultivos como calabaza o ají son alternativas que el agricultor puede utilizar.





Paso 6. Use biofertilizantes y otros productos promotores de crecimiento

Los biofertilizantes son productos biológicos que promueven el crecimiento de las plantas y el desarrollo de las raíces, aumentando la fijación de nutrientes al suelo y la superficie de absorción de agua y nutrientes. Los biofertilizantes complementan la nutrición del cultivo, incrementando el rendimiento y la tolerancia a enfermedades.

El INIAP ha desarrollado un biofertilizante para maíz a base de las bacterias *Azospirillum* sp y *Pseudomonas fluorescens*. Este producto permite reducir hasta la mitad de la cantidad de fertilizantes utilizados en el cultivo, sin afectar el rendimiento del cultivo. Los pasos para aplicar el biofertilizante son los siguientes:

Procedimiento:



Colocar la semilla en un recipiente. Aplicar el biofertilizante sobre la semilla. Mezclar el producto con la semilla y dejar reposar de 5 a 10 minutos. Realizar la siembra, de preferencia en las primeras horas de la mañana, el mismo día.

Inoculación de la semilla de maíz con el biofertilizante



Un sobre de 500 mL de biofertilizante alcanza para inocular entre 10 y 15 kg de semilla.

Paso 7. Realice las labores culturales a tiempo

El control de malezas desde el inicio del cultivo hasta la floración femenina (R2-R3, ver página 21) es fundamental para obtener un buen rendimiento. Las malezas compiten con el cultivo por luz, nutrimentos y agua, lo que reduce el rendimiento y calidad del grano. Además, su presencia dificulta la cosecha y son hospederos de insectos plagas y enfermedades.

Control de malezas antes de la siembra.- Dos semanas antes de la siembra, aplicar herbicidas a base de Glifosato (200 mL en 20 L de agua), utilizando una boquilla de abanico plano para lograr una aplicación uniforme. Es importante considerar que, para una buena acción del herbicida, se requiere que la solución tenga un valor de pH ácido de 4; por lo que se recomienda aplicar una cucharadita de ácido cítrico o el jugo de tres limones para una bomba de 20 L.

Control pre-emergente y post-emergente.- Luego de la siembra, se recomienda aplicar atrazina para el control de malezas de hoja ancha. Si el terreno tiene problemas con malezas gramíneas y de hoja ancha aplique pendimetalina. Si las malezas persisten luego de la emergencia del cultivo (post-emergente), aplique nicosulfuron para malezas de hoja ancha y angosta. Los herbicidas deben ser aplicados sobre suelo húmedo. Para la aplicación y dosis de los herbicidas, siga las instrucciones indicadas en la etiqueta del producto y utilice las prendas de protección adecuadas.

Atrazina es un herbicida apto para controlar malezas de hoja ancha. Se puede aplicar en: (1) pre-emergencia; antes de la emergencia del maíz, y (2) post-emergencia temprana; a la emergencia del cultivo y hasta cuando las malezas tengan tres hojas verdaderas.

Pendimetalina es un herbicida utilizado en aplicaciones de pre-emergencia para controlar malezas gramíneas y de hoja ancha. Se recomienda la mezcla de pendimetalina con atrazina para una mayor efectividad.

Nicosulfurón es un herbicida utilizado para control de gramíneas (malezas de hoja angosta), selectivo en post-emergencia, por lo que se debe aplicar hasta los 35 días después de la siembra, cuando las malezas tienen de 2 a 3 hojas verdaderas. La dosis de este producto es de 3,0 a 3,5 g por bomba de 20 l. Si las malezas persisten, se deben realizar deshierbas manuales con la finalidad de evitar la competencia de las malezas con el cultivo hasta la floración femenina.

Rascadillo. Consiste en realizar una limpieza manual de las malezas. Esta labor se realiza normalmente durante los primeros 45 días de sembrado el cultivo (V1-V4).



La deshierba mecánica se puede realizar con el uso de motocultores o guadañas que facilitan la labor.



Recomendaciones de herbicidas para el cultivo de maíz

Herbicidas	Dosis		Épocas de aplicación	Tipo de malezas que controla
	Ingrediente activo /y Nombre común	Por hectárea		
Atrazina	2 kilos	100 g	Preemergencia o pos emergencia	De hoja ancha y de hoja angosta
Linuron + alaclor	1,5 kilos + 2 litros	75 g + 100 cc	Preemergencia absoluta	De hoja ancha y de hoja angosta
Nicosulfuron	50 – 70 gramos	3 a 3,5 g	Posemurgencia (selectivo)	De hoja angosta
Pendimetalina	2 a 4 litros	100 – 150 cc	Preemergencia	De hoja ancha y de hoja angosta

* Cantidad de producto en caso que se empleen 400 litros de agua por hectárea (1 bomba de 20 litros para 600 m²)

* Revisar la etiqueta para la dosis recomendada.

* Consulte con un técnico profesional.

Aporque. Esta labor se realiza a los 45-60 días después de la siembra (V5-V7). El aporque consiste en arrimar tierra alrededor de la planta en la parte inferior del tallo con el objeto de airear el suelo, ayudar al sostén de la planta y controlar malezas. Durante el aporque se debe colocar a un costado del surco la fertilización nitrogenada (urea) complementaria. Esta labor no se recomienda para el maíz cultivado en sistemas de labranza de conservación (ver página 34).



Paso 8. Abone y fertilice de forma adecuada su cultivo

Después de la preparación del suelo y la siembra, este paso es esencial para el óptimo desarrollo del cultivo. La fertilización es una tecnología que está al alcance de los agricultores y es uno de los más incomprensidos o mal utilizados por los maiceros de la sierra. En este paso se incluyen recomendaciones sobre riego para aquellos agricultores que tienen acceso a fuentes de agua.

El maíz en la Sierra del Ecuador extrae entre 80 a 160 kg de nitrógeno del suelo por hectárea y ciclo, 15 a 40 kg de fósforo, 70 a 140 kg de potasio, 5 a 20 kg de azufre y 10 a 25 kg de magnesio, dependiendo de la variedad de maíz, clima, manejo y otras características propias del suelo. Una fertilización eficiente deberá devolver al suelo lo que la planta extrae. El análisis químico del suelo es recomendable para un manejo integral de la fertilización. La dosis del fertilizante a utilizar deberá estar en función de la dosis óptima económica para el cultivo. Consulte a un técnico sobre la dosis óptima a aplicar de acuerdo a su zona de producción y producto a cosechar. En el Anexo 4 se indica un ejemplo de cómo calcular la dosis del fertilizante.

De manera general, se recomienda aplicar entre 100 a 120 kg/hectárea de nitrógeno (N), entre 30 a 40 kg/hectárea de fósforo (P_2O_5) y entre 80 a 100 kg/hectárea de potasio (K_2O); lo que se puede cubrir con los fertilizantes indicados a continuación:



Recuerde que solo tras una evaluación técnica y económica es posible elegir la cantidad adecuada de fertilizante a utilizar.

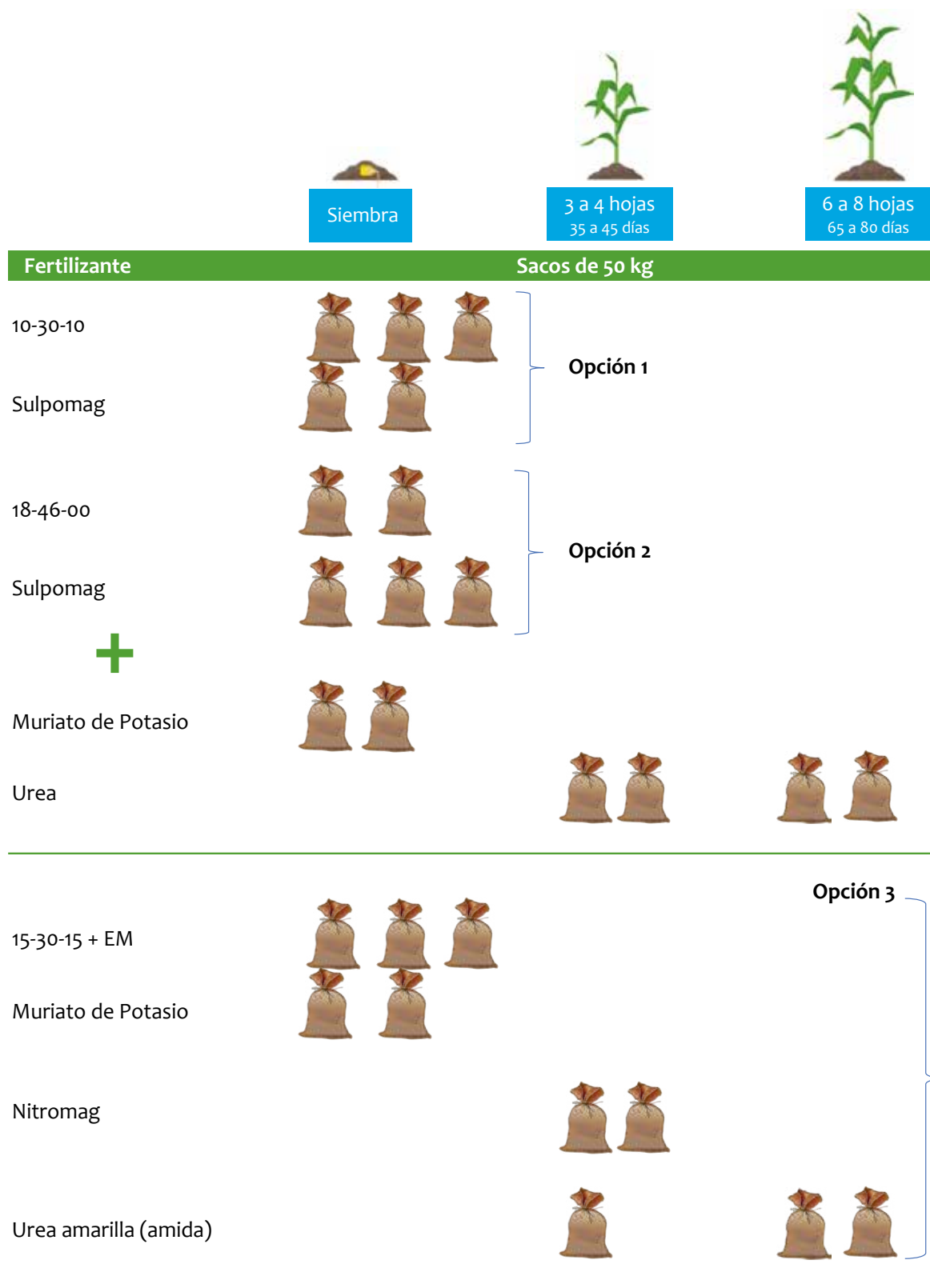
Cantidad de fertilizante a utilizar

	Fertilizante	Hectárea 10 000 m ²	Cuadra 6 400 m ²	Solar 1 764m ²
Opción 1	10-30-10	150 kg	100 kg	30 kg
	Sulpomag	50 kg	50 kg	20 kg
	Muriato de Potasio	100 kg	50 kg	20 kg
	Urea	200 kg	150 kg	50 kg
Opción 2	18-46-0	100 kg	50 kg	20 kg
	Sulpomag	100 kg	50 kg	20 kg
	Muriato de Potasio	100 kg	50 kg	20 kg
	Urea	200 kg	150 kg	50 kg
Opción 3	15-30-15 + elementos menores	150 kg	100 kg	30 kg
	Muriato de Potasio	100 kg	50 kg	20 kg
	Nitromag	100 kg	50 kg	20 kg
	Urea amarilla (amida)	150 kg	100 kg	30 kg

La aplicación del fertilizante dirigido al sitio de siembra o al pie de la planta (5 a 10 cm) provee a la planta una alta concentración de nutrientes cerca de las raíces en desarrollo, donde la absorción será más fácil. Realice una mezcla de los fertilizantes no nitrogenados y aplicar al momento de la siembra. El fertilizante nitrogenado (urea, nitromag, entre otros) aplicar en partes iguales en V3-V4 y V6-V8, días de siembra (ver página 20). Aplique el fertilizante con el suelo húmedo.



Aplicación oportuna de fertilizantes para el cultivo de maíz en la Sierra, por hectárea



Otros elementos como boro (B), calcio, (Ca), molibdeno (Mo) y zinc (Zn) son nutrientes que pueden estar faltando en el cultivo. Estos elementos son también indispensables para el normal desarrollo de la planta y se los puede aplicar cuando se observan síntomas de deficiencias o después de que el cultivo haya sufrido una helada o granizada no muy severa, cuando el cultivo pueda recuperarse. A continuación, se indican los síntomas de deficiencias más comunes en el cultivo de maíz en la Sierra del Ecuador.

Deficiencias nutricionales

Deficiencia de nitrógeno (N)

La falta de N es la más común en maíz y se caracteriza por un amarillamiento o clorosis que aparece primero en las hojas más viejas (hojas bajas) o en hojas jóvenes (superiores) totalmente expandidas. La planta se torna pálida y empieza una necrosis (muerte) café en la punta de la hoja que avanza por la nervadura media en forma de V invertida.



Es necesario identificar síntomas de deficiencia de nitrógeno en las primeras etapas de crecimiento, para lo cual se recomienda el uso de índices de la tabla de colores del Instituto Internacional de Investigaciones en Arroz (IRRI), (se incluye en el Anexo 5).

Deficiencia severa, índice 2



Deficiencia moderada, índice 3



Sin deficiencia, índice 3 o 4



- Si tiene síntomas de deficiencia de **N** aplicar la dosis recomendada de urea de manera inmediata.
- Encuentre la tabla de colores en el Anexo 5.

Deficiencia de fósforo (P)

Las plantas de maíz con deficiencia de P presentan hojas verde oscuro (o café obscuro) con puntas y bordes violáceos. La deficiencia se identifica usualmente en plantas jóvenes (2 a 4 hojas) las cuales presentan una disminución del crecimiento.



Deficiencia de potasio (K)

La deficiencia de K provoca amarillamiento y necrosis (o muerte de tejido) en los márgenes de las hojas, empezando en las más jóvenes. Posteriormente, si la deficiencia es severa, los síntomas se desarrollan en toda la planta.



Deficiencia de azufre (S)

Los síntomas de deficiencia de S son muy similares a los de N. Es decir, provoca un amarillamiento o clorosis en las hojas. La deficiencia de azufre se diferencia de la de nitrógeno en que los síntomas de amarillamiento son visibles solamente en las hojas superiores o en el cogollo de la planta.



Foto: M. Carrillo, sf.



Foto: M. Carrillo, sf.

Deficiencia de calcio (Ca)

Las plantas con deficiencia de Ca presentan retrasos en su crecimiento, con tallos cortos y engrosados anormalmente. Las hojas nuevas o superiores crecen arrugadas o desgarradas. En condiciones de deficiencia severa, las puntas de las hojas del cogollo o más jóvenes crecen unidas y no se separan o expanden, como es normal en la planta de maíz.



Foto: CIMMYT e IPNI, 2017

Deficiencia de magnesio (Mg)

Las deficiencias de Mg en plantas de maíz se presentan con manchas cloróticas entre las nervaduras de las hojas más viejas, a manera de estrías.



Foto: M. Carrillo, sf.

Deficiencia de manganeso (Mn)

Los síntomas de deficiencia de Mn aparecen primero en las hojas jóvenes, donde se observa clorosis o blanqueamiento con manchas de color verde o amarillo claro entre las nervaduras de las hojas.



Foto: M. Carrillo, sf.

Deficiencia de zinc (Zn)

Plantas de maíz con deficiencia de Zn muestran en sus hojas nuevas estrías o manchas blancas o amarillo claro.



Foto: IPNI, sf.



- Las deficiencias de los nutrientes menores (Ca, Mg, Mn, Zn, entre otros) se previenen incorporando abonos orgánicos de manera frecuente antes de la siembra.
- En caso de deficiencias de nutrientes menores, consulte a un técnico para una recomendación adecuada sobre el tipo de fertilizantes foliares o quelatos que se deberán utilizar.

Abonos orgánicos

El uso de abonos orgánicos es una práctica muy recomendable para mantener la fertilidad del suelo y mejorar las características físicas, químicas y biológicas del mismo. Se recomienda incorporar al suelo los restos del cultivo anterior, materia orgánica proveniente de otros cultivos, heces de animales. El uso de abonos verdes para la incorporación al suelo antes de la siembra de maíz y la siembra de chocho (lupinus), o vicia más avena para incorporarlos al suelo antes de la siembra de maíz. Se recomienda el uso de vicia avena o chocho.

En el caso de utilizar abonos orgánicos como método de fertilización, se recomienda realizar un abonamiento por una sola vez a la siembra, o hasta los 45-50 días después de la siembra. Se puede utilizar: compost, lombrinaza (humus de lombriz), bocashi, pollinaza y estiércol de vaca o cerdo bien descompuesta, siempre y cuando el abono orgánico sea de buena calidad y contenga al menos el 1% o más de nitrógeno. En este caso, se recomienda aplicar entre 100 quintales por hectárea (para suelos con alto contenido de nutrientes y materia orgánica) y 200 quintales por hectárea (para suelos con bajos contenidos de nutrientes y materia orgánica).

Cantidad de abono orgánico a aplicar para cultivar maíz en la Sierra del Ecuador

Abono orgánico	Hectárea 10 000 m ²	Cuadra 6 400 m ²	Solar 1764m ²
Compost, humus, gallinaza u otros	100-200 sacos*	80-140 sacos*	20-40 sacos*
Aplicar de 200 a 400 gramos de compost por sitio de siembra			

*saco de 50 kg.

El riego en el maíz de la Sierra

Una de las principales causas del bajo rendimiento en el cultivo de maíz en la Sierra se debe a la falta de agua. Quienes disponen de agua por lo general hacen un mal uso y manejo del recurso en la cantidad y frecuencias de láminas de riego. Esto se debe a que la gestión de riego se da de manera empírica, puesto que han tomado experiencia a través de cada proceso hasta encontrar una técnica que se acomode a las necesidades. Esto dificulta la aplicación de nuevas tecnologías generando una resistencia al cambio.

Se debe tener claro que el riego agrícola no debe ser considerado como solo el hecho de regar agua en los cultivos, sino que implica un conjunto de indicadores para saber cuál es el método de riego óptimo, la cantidad de agua a utilizar y el momento idóneo en el que se deben ejecutar las acciones. Los cultivos para poder desarrollarse en condiciones óptimas absorben nutrientes del suelo y estos están disponibles debido a la humedad que proporciona el agua. El riego es necesario puesto que las lluvias no siempre abastecen la demanda de agua del maíz, por ello no se puede sustituir este proceso solo con el agua de la lluvia.



Conocer el consumo de agua de los cultivos y especialmente los requerimientos hídricos netos y brutos de riego, es una preocupación de los técnicos y agricultores. El consumo de agua de un cultivo, o su necesidad hídrica, se relaciona con su evapotranspiración (Etc) en un determinado ambiente y bajo un manejo concreto del mismo. La evapotranspiración puede medirse directamente con lisímetros e indirectamente con métodos micro meteorológicos, pero también puede estimarse mediante diferentes modelos a partir de registros periódicos de distintas variables climáticas.

Láminas de riego

Las láminas de riego se refieren a la cantidad de agua que se debe aplicar durante el riego a un cultivo. Está dado en milímetros y se calcula para mantener un determinado nivel de humedad en el suelo y dar condiciones óptimas para un apropiado ambiente para las plantas. Esta variable debe encontrarse bien equilibrada entre el punto de marchitez permanente (PMP) suelo seco y la capacidad de campo (CC) suelo mojado. Para determinar de manera correcta la lámina de riego se debe tener en consideración el tipo de suelo, el clima, el tipo de cultivo y el estado fenológico del cultivo.

Lisímetro de drenaje instalado en la ESPOCH, Chimborazo, para medir la evapotranspiración del cultivo



Métodos de riego

Gravedad.- La implementación de este riego es relativamente baja en costos y no requiere de mayor inversión por parte del agricultor y no requiere consumo de energía. Si bien causa mucha pérdida de agua por infiltración, es posible incrementar la eficiencia mediante técnicas adecuadas como son el riego por surco, por melga y tendido.



Goteo.- Consiste en la aplicación de agua en forma de gotas de manera continua en un lugar próximo al sistema radicular de la planta, mojando solo parte del volumen de suelo (30% del suelo). Es un riego de alta frecuencia donde se debe reponer el agua que la planta consumió uno o dos días atrás. En este método, en el suelo se forma un bulbo húmedo



debajo de cada goteo donde la planta desarrolla una mayor cantidad de raíces. Al existir espacio entre hileras se evita la compactación y existe un mayor ahorro de agua gracias a que el humedecimiento se centra en una determinada área. El riego por goteo mejora la calidad del cultivo por mantener un buen nivel de humedad, es accesible y fácil de mantener.

Aspersión.- El método de riego por aspersión se caracteriza por su capacidad de cobertura, pues su mecanismo permite que tenga un mayor alcance a las plantas. Este sistema

puede ser permanente pues se encuentra la tubería enterrada en el campo. En el caso de un sistema semipermanente, las tuberías principales están enterradas en el suelo, pero las tuberías secundarias y los aspersores se los puede transportar según las necesidades del campo. Un sistema portátil se puede movilizar con cierta

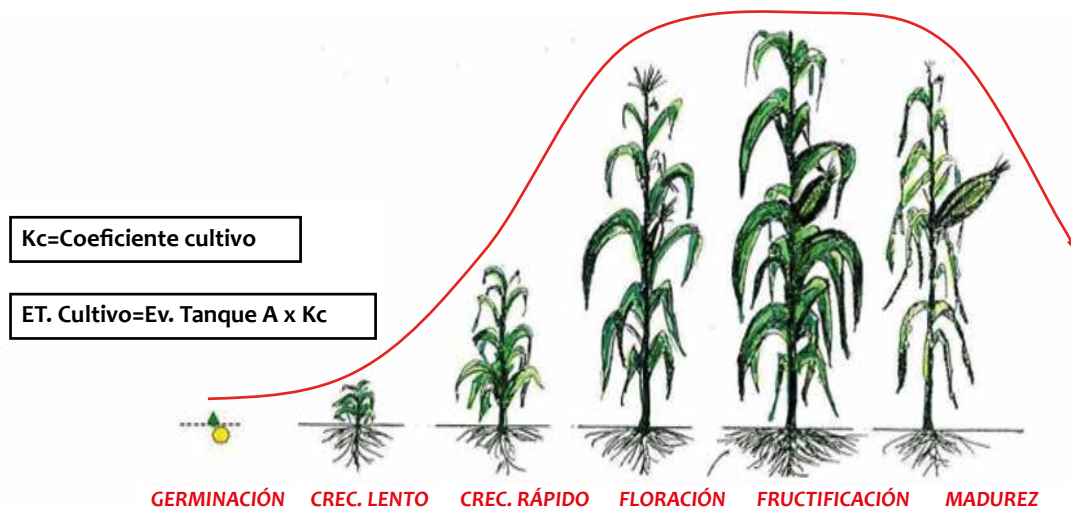


Foto: CIMMYT, sf.

facilidad a lo largo de todo el espacio de cultivo. Requiere de una mayor inversión, pero la infraestructura dura más tiempo que el riego por goteo.

¿Cuándo regar y cuánta agua se necesita?

Requerimiento de riego para maíz en Tunshi, Chimborazo



Días S - C	22	78	40	35
Kc	0,6	1,02	1,02	0,9
Eva mm/día	3	3,12	3,8	3,4
Etc mm/día	1,8	3,18	3,88	3,06
Volumen lt/m ²	40	248	155	107

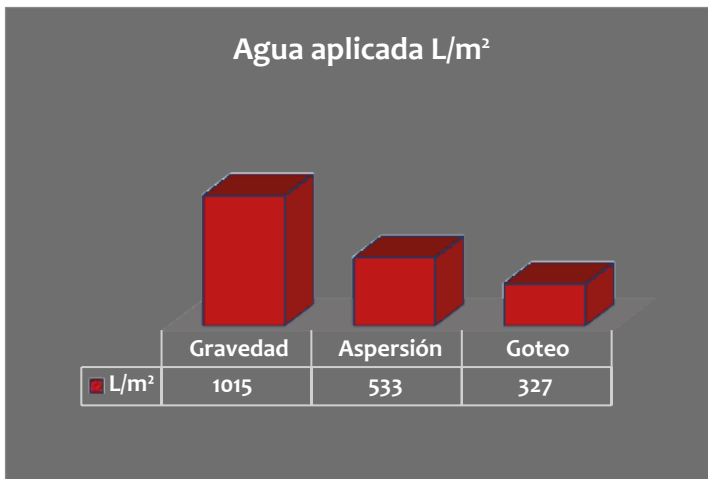
Para obtener las máximas ventajas del riego, es necesario mantener en todo momento el cultivo de maíz sin síntomas de marchitamiento por estrés hídrico. Esto se logra manteniendo el agua del suelo en contenidos mayores del 50 % del agua disponible en todo momento. Es importante que todo agricultor que vaya a regar conozca la capacidad de almacenaje de agua disponible de su suelo. La falta de agua en el suelo en el período próximo a la floración puede producir una reducción en los rendimientos hasta en un 50 %. Por ello, se recomienda siempre regar durante este período debido a que permite obtener los más altos beneficios.

En promedio, el cultivo de maíz en Tunshi (Centro Experimental de Riego ESPOCH, Chimborazo, suelo franco arenoso) durante la germinación y los primeros 22 días consume 40 litros de agua por metro cuadrado. Durante el periodo de crecimiento y floración consume 248 litros por metro cuadrado, y durante el periodo de llenado de grano (40 días) consume 155 litros por metro cuadrado.

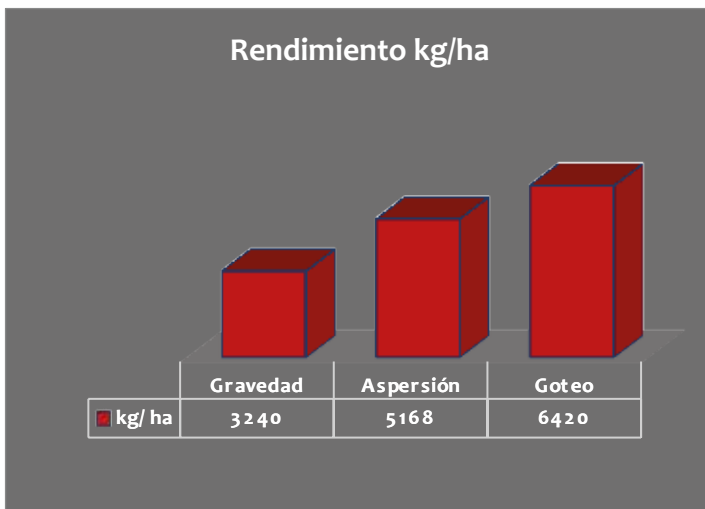
En suelos de texturas medias y pesadas deben aplicarse riegos cada 10 días en períodos sin lluvias. Estos consumos de agua de riego o volumen a aplicar deben incrementarse de acuerdo a la eficiencia del sistema de riego empleado. En una estación seca deben aplicarse de 550 litros por metro cuadrado de agua de riego para obtener los más altos rendimientos.



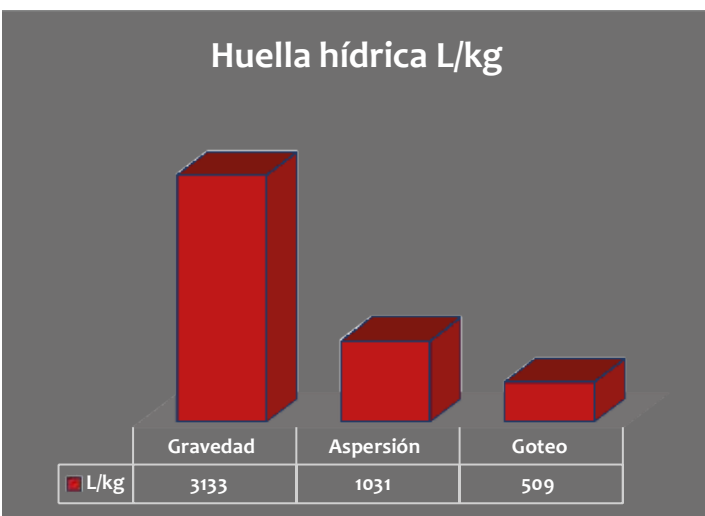
La eficiencia de aplicación de riego refiere a la proporción de la cantidad de agua que es utilizada por la planta en relación al total aplicado al suelo. Así, en el riego por gravedad se aprovecha el 46% del agua aplicada, en el riego por aspersión el 84% y en el riego por goteo el 93%. Éste último es el método más eficiente y promueve un mayor ahorro del líquido vital.



La lámina total de agua aplicada (L/m²) en un ciclo de cultivo de maíz (de siembra a cosecha) indica que se utilizaron en el riego por gravedad 1015 litros por metro cuadrado. Con el riego por aspersión se utilizaron 533 litros por metro cuadrado y con el riego a goteo se aplicaron 327 litros por metro cuadrado.

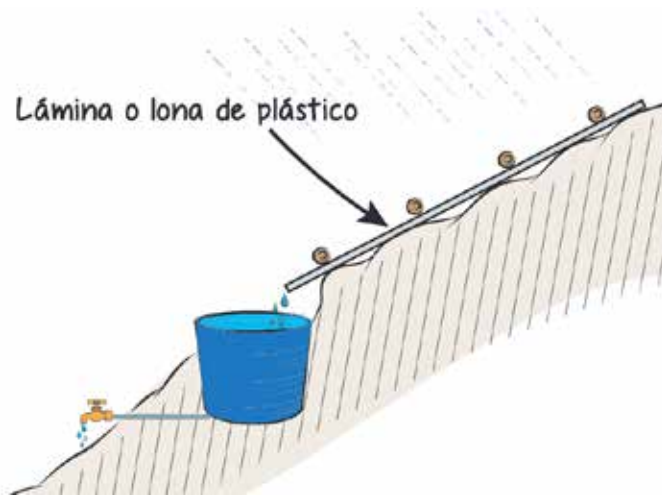


El promedio de rendimiento de maíz harinoso con riego por gravedad fue de 3,2 t/ha; para riego por aspersión se obtuvo 5,2 t/ha, mientras que para riego por goteo se obtuvo un rendimiento de 6,4 t/ha.



El determinar cuántos litros de agua utilizamos para la producción de 1 kg de maíz, se llama calcular la huella hídrica. Para producir un kilogramo de maíz suave utilizando riego por gravedad se utilizaron 3133 litros. Con riego por aspersión se utilizaron 1031 litros por cada kilogramo de maíz y con riego por goteo se utilizaron 509 litros. Se concluye que al emplear el riego por goteo se necesita menos agua y se produce mucho más; mientras que con riego tradicional por gravedad se necesitan más agua y aun así no se lograría producir igual o más que con riego por goteo o por aspersión.

Técnicas de cosecha de agua para pequeños agricultores (tomado de Hirozumi 2015):



Fertirrigación en el cultivo de maíz



La fertirrigación es el proceso de aplicar los fertilizantes disueltos en el agua directamente en la zona radicular de las plantas mediante el riego por goteo, obteniéndose como resultado un sistema de fertilización más eficiente, con un ahorro de fertilizantes y mayores rendimientos del cultivo.

Las ventajas que proporciona la fertirrigación frente a la fertilización tradicional son:

- Dosificar los nutrientes en forma semanal o diaria.
- Aplicar los nutrientes según la curva de absorción.
- Aplicar por separado los nutrientes necesarios para cubrir síntomas carenciales.
- Distribuir los nutrientes en forma uniforme en la zona humedecida.
- Regular el pH de la solución del suelo a través de la modificación del pH del agua de riego.

La fertirrigación se basa en cuatro pilares fundamentales; i) cultivo, dosis de fertilizantes y período de aplicación; ii) química de los fertilizantes; iii) hidráulica del equipo de inyección y de riego, y iv) monitoreo de la solución del suelo y del cultivo, todo este proceso en conjunto permite optimizar la fertilización.

La información sobre la dosificación de los fertilizantes en función del tipo de cultivo y del análisis de fertilidad del suelo para fertirriego es limitada, sin embargo, son muy utilizadas las dosis para riego gravitacional y/o agricultura de temporal. Varios estudios han demostrado que con fertirriego, se requiere un 50% de la dosis convencional para alcanzar incluso mejores rendimientos. Los fertilizantes a utilizarse en fertirriego deben ser puros y altamente solubles, debiéndose tener en cuenta su compatibilidad antes de ser mezclados. El monitoreo de la solución del suelo complementa la fertirrigación porque permite conocer las diferentes concentraciones de los nutrientes.

La aplicación de los fertilizantes se controla de varias formas: i) por la conductividad eléctrica (CE) del agua a la salida del gotero, cuyo rango varía entre 0.4 y 0.7 dS m⁻¹ mayor a la del agua de riego; ii) en función de la concentración de las sales en el agua, la cual puede variar entre 700 y 1200 ppm; iii) en función del contenido de nitratos a la salida del gotero, entre 100 y 250 ppm, y iv) en base a la concentración de los nitratos en la solución del suelo, entre 100 y 500 ppm.

El monitoreo de la química de la solución del suelo y de los nutrientes en el tejido permiten ajustar las dosificaciones de los fertilizantes para alcanzar una concentración objetivo. Los equipos utilizados son succionadores y medidores portátiles, aunque hoy en día, existen máquinas que permiten medir el pH, CE, nitratos, potasio, calcio, entre otros, en tiempo real. La frecuencia de lectura mínima de los nutrientes en la solución del suelo es una por semana, siendo óptima tres. Esta información permite conocer las tasas de absorción de los nutrientes por los cultivos durante el ciclo vegetativo, la variación de las concentraciones de los nutrientes en la solución del suelo, la cantidad total de sales absorbidas por el cultivo, entre otros parámetros.

La eficiencia de la fertirrigación depende del método de aplicación del agua de riego. En el riego por goteo tradicional el contenido de humedad en el suelo varía entre capacidad de campo (potencial matricial nulo) y un contenido menor (potencial matricial negativo), almacenando nutrientes en la matriz cuando el contenido de humedad es menor a capacidad de campo, y además, se producen pérdidas de nutrientes por lixiviación, por la filtración del agua más allá de la profundidad radicular. El riego por goteo de bajo volumen y de alta frecuencia de aplicación, produce una zona humedecida en la zona superficial del perfil de suelo, con un contenido de humedad mayor a capacidad de campo (potencial matricial nulo), lo cual evita que la matriz del suelo almacene nutrientes, incrementando su disponibilidad y distribución en la franja humedecida, por lo que se necesita de una menor cantidad de fertilizantes para la producción de cultivos.

Experiencia con fertirrigación en maíz

El experimento se desarrolló en el Centro Académico Docente Experimental la Tola (CADET), de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, para evaluar el efecto del riego por goteo continuo (Goteo) y de bajo volumen de alta frecuencia (RPro) con dos dosis de fertilizantes en el rendimiento del cultivo de maíz de la variedad Pepa. La variedad de maíz Pepa, es una variedad de maíz suave (amarillo) que se ha adaptado a las condiciones agroecológicas de Malchingui (2400 – 3000 m s.n.m.), cultivada por los agricultores desde hace 100 años, cuya altura de la planta varía entre 100 y 150 cm, ciclo vegetativo entre 180 y 210 días, rendimiento entre 2 y 3 t/ ha, y un precio en maíz seco de 80 USD/qq.



El diseño experimental permitió evaluar dos métodos de aplicación del riego (continuo y de bajo volumen) y dos dosis de fertilización (160-110-180-40-20 para N-P-K-Ca-Mg, respectivamente, y 50 % de la dosis). Los tratamientos fueron: T1, riego continuo (goteo) con dosis 100 % de la fertilización; T2, riego continuo con dosis 50 %; T3, riego de bajo volumen con dosis 100 %, y T4, riego de bajo volumen con dosis 50 % (RPro). El riego continuo (Goteo) es muy utilizado a nivel mundial y el riego de bajo volumen de alta frecuencia con dosis 50 % (RPro) es una nueva técnica de manejo del agua de riego por goteo que se viene evaluando en cultivos andinos en el Ecuador. La variable principal evaluada fue el rendimiento (t/ha) de grano seco.

El proyecto contó con un sistema de riego por goteo automatizado. Para el monitoreo de la tensión de humedad del suelo se utilizó tensiómetros análogos. El gotero fue auto compensado de 1,0 l /ha, separación entre emisores de 0,2 m, separación entre laterales de 0,8 m y longitud del lateral de 10 m. Para el riego por goteo continuo (Goteo): el tiempo de riego fue de 32 minutos; tensión de humedad umbral de 15 centibares. Para el riego por goteo de bajo volumen de alta frecuencia (RPro): el tiempo de riego fue de 3 minutos; tensión de humedad umbral de 10,0 centibares. La densidad de siembra fue de 62 500 plantas, con una separación entre hileras de 0,8 metros y entre plantas de 0,4 metros (en doble hilera).

La aplicación de los fertilizantes se realizó en 12 semanas, bajo el siguiente esquema:

- i) Primeras 7 semanas (0 - 49 días), 80 % de nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio, 20 % de potasio y 100 % de hierro.

- ii) Semana 7 a 12 (49 - 84 días), 20 % de nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio, 80 % de potasio y 100 % de zinc.
- iii) El resto de micronutrientes se programaron en forma igual durante las 12 semanas de fertilización.

Rendimiento del cultivo de maíz (t/ha) utilizando fertirrigación en el CADET, Valle de Tumbaco.

Tratamiento	Promedio
Goteo continuo + 100 % Fertilización	4,76 b
Goteo continuo + 50 % Fertilización	6,18 a*
Goteo bajo volumen + 100 % Fertilización	4,29 b
Goteo bajo volumen + 50 % Fertilización (Rpro)	4,70 b

* $p < 0,05$; letras iguales no son estadísticamente diferentes (LSD Fisher).

Los resultados obtenidos muestran una diferencia estadística significativa para los métodos de aplicación del agua y para la dosis de fertilizantes. Comparando el riego por goteo continuo con el riego de bajo volumen de alta frecuencia, el cultivo tuvo una mejor respuesta con el riego continuo y dosis de fertilizantes 50%. A pesar de que el suelo en donde se desarrolló el cultivo es una cangahua, éste presentó un mejor rendimiento (6,18 t/ha) que los reportados en Malchinguí (2,0 – 3,0 t/ha), zona agroecológica caracterizada por ser semidesértica, con suelos de textura arenosa y siembras realizadas al temporal para aprovechar las lluvias estacionales.



Los resultados de la investigación muestran que el cultivo de maíz variedad Pepa, con riego por goteo continuo y una dosis de fertilizantes de 80-55-90-20-10 (N-P-K-Ca-Mg), puede llegar a duplicar el rendimiento del cultivo obtenido por los agricultores, lo cual ayudaría a mejorar sus ingresos económicos.



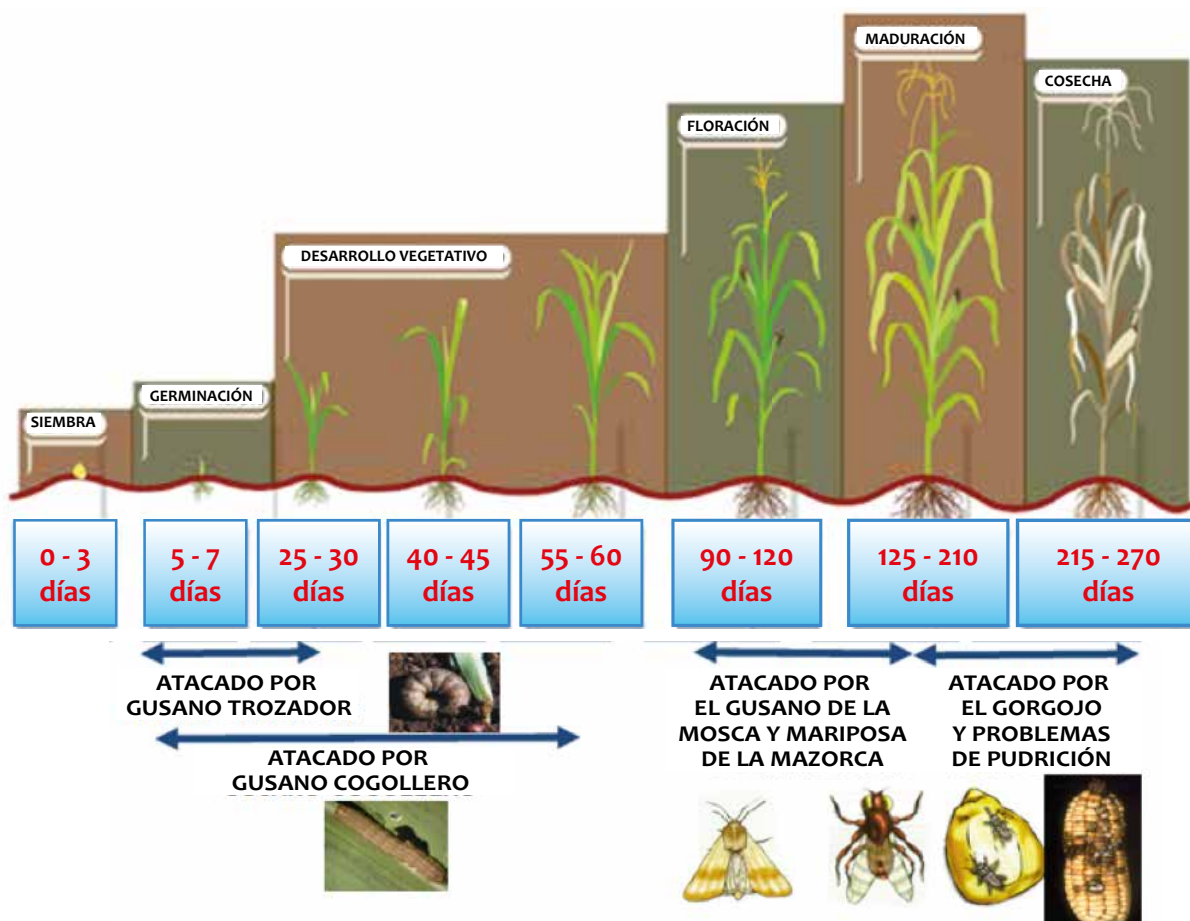
Paso 9. Controle de forma oportuna insectos plagas y enfermedades

Una producción eficiente de maíz reduce al mínimo las pérdidas ocasionadas por insectos plagas y enfermedades.

Insectos plaga

En los últimos años, el ataque de plagas se ha incrementado debido a diversos factores como siembras continuas, cambios de clima, monocultivos extensivos, resistencia a pesticidas, entre otros, lo que ha permitido el aumento de las poblaciones de insectos, que en ocasiones pueden causar pérdidas económicas importantes a los agricultores. Durante el desarrollo del cultivo, existen épocas críticas donde es necesario realizar un monitoreo más prolijo, como son germinación, desarrollo vegetativo, floración y llenado de grano; así como en almacenamiento para conservar la calidad del grano producido.

Afectación de plagas en el maíz de Sierra, según su fase fenológica



Durante la germinación y las primeras semanas del cultivo, la plántula de maíz puede ser atacada por gusanos trozadores, cortadores y comedores de hojas.

Gusano trozador (Agrotis ipsilon)



Mariposa del gusano trozador



Daño por gusanos trozadores



Cutzo (Phyllophaga spp)



El daño que estos gusanos causan se manifiesta primero con plántulas marchitas. Si se escarba el suelo alrededor del sistema radicular de la plántula se descubren estos gusanos. El cutzo es un gusano blanco en forma de C que puede medir desde 2 mm hasta 5 cm.

Este insecto no causa daño al cultivo en estado adulto, donde se convierte en un escarabajo de color amarillo pálido o café oscuro, de 1,5 a 2 cm de largo. El escarabajo (insecto adulto) es un activo volador nocturno.

El gusano trozador recibe este nombre porque corta la plántula de maíz justo por debajo del suelo. Estos gusanos hacen pequeños agujeros en los tallos provocando marchitez y muerte de la planta. Estos gusanos se alimentan casi siempre de noche y durante el día se esconden en el suelo, muy cerca de las raíces de la plántula de la cual se está alimentando.

Para una prevención y control de estos gusanos:

- Elimine o incorpore al suelo los rastrojos del cultivo anterior inmediatamente después de la cosecha.
- Prepare el suelo para la siembra con al menos dos meses de anticipación debido a que la remoción del suelo (pase de arado o rastra) expone a los insectos plaga a los rayos solares y a la acción de los depredadores.
- Evite siembras repetidas, continuas o escalonadas de maíz, realice rotaciones con otros cultivos.
- Utilice semilla sana, libre de plagas y adaptada a las condiciones de su zona.
- Trate con insecticida la semilla a utilizar. Para el tratamiento de semilla se recomienda el uso de thiodicarb, thiamethoxam o imidacloprid.
- Si existe presencia de insectos trozadores y cortadores de follaje con más del 5 % de incidencia durante los primeros 25-30 días del cultivo aplique un insecticida (cipermetrina, alfa-cipermetrina, clorpirifos). Consulte a un técnico sobre el producto, dosis a utilizar y empleo adecuado.

Durante el crecimiento o desarrollo vegetativo del cultivo, las plantas de maíz pueden ser afectadas por gusanos comedores de hojas como el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y el falso cogollero (*Dargida gramminivora*), gusanos barrenadores (*Diatraea* spp.) e insectos chupadores transmisores de enfermedades (*Dalbulus maydis* y *Myzus persicae*).

Daños causados por el gusano cogollero



Gusano cogollero y mariposa adulta (*Spodoptera frugiperda*). Fotos: CIMMYT



Mariposa del falso cogollero. Foto: Rodríguez y Angulo 2005



Gusano barrenador de la caña del maíz y mariposa adulta (*Diatraea spp.*)



Chicharrita chupadora (*Dalbulus maidis*)



Pulgón (*Myzus persicae*)



Para el control de estas plagas que se presentan durante el crecimiento del cultivo se recomienda:

- A partir de los 30 días y hasta antes de la emergencia de la panoja, cuente aquellas plantas que muestren síntomas de ataque de gusano cogollero, incluido aquellas con síntomas iniciales (raspado de las hojas). Si existe más de 10% de plantas afectadas, se recomienda aplicar cebo tóxico de arena más insecticida, dirigido al cogollo de las plantas afectadas (50 kg de arena + 150 mL de cipermetrina o thiodicarb, diluido en 1 litro de agua). Si el daño supera al 20 % de las plantas, aplique el insecticida con bomba de mochila, dirigida al cogollo y luego al resto de la planta.

Revise la dosis y modo de empleo en la etiqueta del producto o consulte con un técnico para una adecuada aplicación.

- A partir de los 70 días hasta la emergencia de la panoja, solo se justifica la aplicación de insecticidas con bomba de mochila si existe 40 % o más de plantas afectadas. Siempre rote el insecticida y consulte con un técnico para una adecuada aplicación.
- Si descubre la presencia de la chicharita del maíz (*Dalbulus maidis*) durante los primeros 50 días del cultivo, realice la aplicación de insecticida con: imidacloprid o lambda-cihalotrina + thiametoxam. La bomba de mochila debe disponer de una boquilla de cono, dirigiendo la aplicación al cogollo y luego al resto del follaje.

Durante la floración y llenado de grano, la flor y posteriormente la mazorca del maíz es atacada principalmente por los gusanos de la mariposa y de la mosca del choclo. Si no se previenen o controlan de forma oportuna, estos insectos ocasionan una disminución considerable tanto en el rendimiento como en la calidad del productor (choclo o grano seco).

El gusano del choclo (*Heliothis zea*), que en su estado adulto es una mariposa, es un insecto de hábito nocturno que deposita sus huevos en la flor femenina (pelos de la mazorca) recién salidos. Una vez que los gusanos salen de sus huevos se meten en la mazorca y se alimentan de los granos tiernos.

Gusano del choclo (*Heliothis zea*) en larva y mariposa



La mosca del choclo (*Euxesta eluta*) es un insecto de 5 cm de largo con alas bandeadas, que vuela en forma lateral con movimientos rápidos alrededor de las hojas. La hembra pone sus huevos en los pelos del choclo recién salidos, e igual que el gusano del choclo, se introduce en la mazorca y se alimenta de los granos tiernos de la misma, ocasionando graves daños. Además, deja abiertas las brácteas lo que permite el ingreso de humedad y esporas al interior de la mazorca ocasionando el crecimiento de hongos que causan pudrición.

*Mosca del choclo (*Euxesta eluta*) y daño causado a la mazorca*



Para la prevención de estos gusanos y con la finalidad de preservar el medio ambiente, se recomienda la aplicación de aceite. Se recomienda utilizar aceite comestible (el empleado comúnmente en la cocina) debido a que este permite taponar el orificio de salida de los pelos del choclo, impidiendo la penetración de los huevos o gusanos a la mazorca.

Forma de aplicación del aceite para el control de los gusanos del choclo



Se recomienda usar pequeñas cantidades de aceite con un aceitero, gotero o esponja. Se debe aplicar 3 gotas en la punta de la mazorca, en el lugar de salida de los pelos del choclo cuando estos tengan unos 3 cm de largo. Para un buen control, se recomienda tres aplicaciones: la primera cuando una tercera parte de las plantas muestren sus mazorcas con pelos del choclo recién salidos, la segunda luego de ocho días y la tercera a los 15 días de la primera aplicación. Cada aplicación se realiza con al menos 4 jornales y la cantidad de aceite a usar es de 6 a 8 litros por hectárea.

No se recomienda la aplicación de insecticidas a pequeños agricultores para el control de los gusanos del choclo, debido a que es muy riesgoso para la salud cuando no se cuenta con el equipo de protección adecuado. Sin embargo, si se dispone de las prendas de protección adecuada, bajo la guía de un técnico, aplicar insecticidas de doble acción (contacto e ingestión, como por ejemplo Spinosyn) cuando se observen más de una mosca posada sobre una misma mazorca u hoja.

Para áreas de siembra superiores a una hectárea, el uso de mezclas de insecticidas con melaza, a manera de cebos, son muy eficientes en el control de las plagas en mención. Para ello se hace un coctel con 150 cc de cipermetrina más un galón de melaza diluidos en 200 litros de agua. La aplicación se la realiza pasando un surco cuando se hace de forma manual y solamente en la mazorca cuando empiezan a aparecer los primeros pelos de choclo. Si se utiliza maquinaria agrícola con bombas de descarga, o mochilas a motor, la aplicación se la puede realizar en todo el lote. Se debe repetir la aplicación a los 8 días si continúa la presencia de adultos de *Euxesta* y *Heliothis*.





Siempre consulte con un extensionista
o personal de AGROCALIDAD sobre la
presencia de plagas extrañas.



Enfermedades del maíz

De manera general, el cultivo de maíz en la Sierra tiene tolerancia a las principales enfermedades del cultivo. Gracias a la diversidad genética expresada en razas y tipos de maíz lo hacen tolerante a estas plagas. Sin embargo, es necesario conocer, prevenir y controlar las enfermedades, debido a que algunas podrían ocasionar graves pérdidas al agricultor.

La pudrición de mazorca es una de las enfermedades más graves del maíz, sobre todo el harinoso. Causa pérdidas en el rendimiento de hasta un 40%, lo que disminuye el valor comercial del grano y produce sustancias tóxicas (micotoxinas) muy perjudiciales para la salud humana y de los animales. Varios hongos son causantes de la pudrición, *Fusarium moniliforme* es el agente causal más frecuente.

Para prevenir esta enfermedad se debe realizar un control adecuado de los gusanos de la mazorca.

Mazorcas de maíz Andino atacado por la pudrición de mazorca



La pudrición del tallo o del cogollo es una enfermedad emergente en ciertas regiones de la Sierra y puede ocasionar pérdidas importantes a la producción o acabar completamente con el cultivo. Esta enfermedad bacteriana es causada por *Dickeya zeae* (Syn *Erwinia chrysanthemi* pv *zeae*) y/o *Pantoea agglomerans* (Syn *Enterobacter agglomerans*, *Erwinia herbicola*). Esta enfermedad se disemina con la lluvia y el agua de riego, mata a las plantas rápidamente en lugares con humedad relativa alta y días cálidos. Las plantas infectadas muestran un color más oscuro y una pudrición acuosa en la base del tallo o en el cogollo.

Síntomas iniciales aparecen súbitamente con ligeros amarillamientos y marchitamiento en el cogollo. Las plantas mueren al poco tiempo. La descomposición bacteriana produce generalmente un olor desagradable. Si encuentra más de un 5% de plantas infectadas y el clima es húmedo (lluvias persistentes), se recomienda una aplicación de Kasugamicina y siete días después otra aplicación de Gentamicina 2% + Oxitetraciclina 6%. Siga las indicaciones y dosis de la etiqueta y utilice las prendas de protección adecuadas.

Síntomas iniciales y avanzados de la enfermedad de la pudrición del tallo y cogollo en el tallo de la planta de maíz





La mancha de asfalto es una enfermedad nueva que en ciertas regiones de la Sierra puede ocasionar pérdidas de rendimiento si no se controla a tiempo. Esta enfermedad es causada por un complejo de hongos:

- *Phyllachora maydis* produce pequeñas manchas negras y brillantes sobre la hoja. Las manchas son ovaladas o circulares con 0.5 a 2 mm de diámetro.
- *Monographella maydis* aparece dos o tres días después del hongo anterior. Las manchas y estrías aparecen rodeadas de un halo. Causa necrosis y es el síntoma más dañino.
- *Coniothyrium phyllachorae* es un hiperparásito que vive sobre o dentro de los hongos anteriores y su función es poco conocida.



El síntoma de la mancha de asfalto denominado “ojo de pescado” es muy común y en condiciones favorables de desarrollo del hongo, el follaje se presenta completamente necrosado tres a cuatro semanas después de la floración. En ocasiones, se observa germinación prematura de los granos de la mazorca bajo alta infestación. Para el control de la mancha de asfalto existen varios fungicidas en el mercado, entre ellos: propiconazol, carbendazín, benzimidazol, difenoconazol, poxiconalzol + carbendazín y azoxistrobina + difenoconazol. Se recomienda la aplicación, siempre y cuando exista alta humedad relativa (presencia de neblina en la zona) y las plantas presenten síntomas antes de la etapa vegetativa R3. Una aplicación oportuna del fungicida al inicio de la enfermedad y otra dos semanas después de la floración suelen ser suficientes para controlarla. No aplique el fungicida si la planta no tiene síntomas. En caso sea necesaria la aplicación, siga todas las normas de seguridad y de protección del usuario.

Existen enfermedades que todavía no constituyen mayor problema en la Sierra, pero se recomienda tener en consideración y seguir las recomendaciones de las buenas prácticas agrícolas (BPA) para evitar infestaciones graves. Entre las prácticas recomendadas están: incorporar los restos del cultivo anterior, utilizar semilla de buena calidad, sembrar en épocas adecuadas de siembra y rotar o asociar los cultivos. Entre las enfermedades que por lo general no causan mayores problemas se encuentran las siguientes:

El carbón del maíz es causado por *Ustilago maydis*. Este hongo puede afectar las mazorcas, los tallos, las hojas y las panojas. Cuando afecta a la mazorca, se forman unas agallas blancas cerradas y muy grandes que remplazan a los granos individuales. Con el tiempo las agallas se rompen y liberan masas negras de esporas que infectaran las plantas de maíz del siguiente ciclo de cultivo. La enfermedad se previene con rotación de cultivos e incorporando los residuos de la cosecha anterior.



La roya común, causada por *Puccinia sorghi*, es mas notable cuando las plantas se acercan a floración. Puede ser reconocida por las pústulas pequeñas y pulverulentas, tanto en el haz como en el envés de las hojas. Las pústulas son de color café en los estadíos iniciales de la infección; mas tarde la epidermis se rompe y las lesiones se tornan de color negro a medida que la planta madura. Las variedades nativas de la sierra y las mejoradas son tolerantes a esta enfermedad, por lo que no se recomienda la aplicación de fungicidas para controlarla.



Las mancha foliares, tizones o lanchas pueden ser causadas por varios hongos patógenos. Entre los más importantes están *Setosphaeria turcica* (syn. *Exserohilum turcicum*, *Helminthosporium turcicum*) y *Bipolaris maydis* (antes *Helminthosporium maydis*).



Tizón foliar (*Setosphaeria turcica*, syn. *Exserohilum turcicum*, *Helminthosporium turcicum*)

Uno de los síntomas iniciales son manchas pequeñas, ligeramente ovales y acuosas en las hojas y que son fácil de reconocer. Estas lesiones se transforman luego en zonas necróticas alargadas y ahusadas. Las lesiones aparecen primero en las hojas más bajas y continúan aumentando de tamaño y en número a medida que se desarrolla la planta, hasta llegar a producir una “quemadura” completa del follaje.



Foto: KarKep sf

Mancha foliar (*Bipolaris maydis*, antes *Helminthosporium maydis*)

Las lesiones comienzan como manchas necróticas pequeñas y romboides. A medida que maduran se van alargando con lesiones rectangulares de entre 1 a 3 cm y paralelas a las nervaduras. Las lesiones pueden llegar a unirse y producir una quemadura más extensa de las hojas.



Foto: David B. Langston. Bugwood.org

El achaparramiento del maíz es causado por *Spiroplasma kunkelii*. Este patógeno es un fitoplasma que causa la enfermedad conocida como “cinta roja”. El síntoma más común se manifiesta en las hojas, que se vuelven rojizas o púrpuras, amarillentas. Por lo general, los síntomas foliares aparecen al aproximarse la época de la floración. El achaparramiento o enanismo se debe al acortamiento de los entrenudos. En casos graves las plantas infectadas no producen mazorcas, o cuando las hay, su tamaño se reduce de forma considerable o la formación y llenado de grano es deficiente. Las plantas mueren prematuramente.



El insecto portador es una chicharrita llamada *Dalbulus maidis*. La resistencia genética y el control del vector son las únicas maneras de prevenir esta enfermedad que no tiene cura.

Las enfermedades virales en el cultivo de maíz aparecen de manera esporádica, con mayor o menor incidencia, dependiendo de factores ambientales. Epidemias virales pueden causar graves pérdidas económicas a los productores, por lo que se recomienda la prevención mediante el control de insectos vectores y uso de las buenas prácticas agrícolas, sobre todo, la incorporación de residuos de cosecha, rotación de cultivos y control de malezas.

No existe cura; en caso de infección se recomienda eliminar del campo las plantas enfermas. Entre los virus más comunes en la sierra del Ecuador están los Potyvirus, una



familia taxonómica que comprende varios virus (MDMV, SCMV, WSMV, entre otros), que son transmitidos de manera natural por áfidos o pulgones y también de manera mecánica mediante heridas a las plantas. Los síntomas más comunes son clorosis y mosaicos en las hojas jóvenes. Posteriormente, las plantas presentan achaparramiento o enanismo. Las plantas enfermas reducen de manera considerable el rendimiento debido a mazorcas pequeñas y sin granos (mazorcas vanas).

El virus del rayado fino del maíz (MRFV) es tal vez la enfermedad viral más importante por su presencia y potencial daño en la sierra. Los síntomas se presentan dos semanas después de la infección con manchas cloróticas pequeñas que luego se unen formando finas rayas paralelas a las nervaduras. Plantas infectadas durante los primeros 30 días del cultivo presentan mazorcas vanas y pequeñas. No existe cura. El control del vector *Dalbulus maydis* y de malezas son los métodos adecuados para prevenir esta enfermedad.



Paso 10. Coseche, seleccione y almacene su producto de manera adecuada.

Una cosecha adecuada del maíz en el momento oportuno permitirá conservar la calidad física y nutricional del grano. La época de cosecha varía de acuerdo con la variedad, temperatura y altitud. Dependiendo del objetivo del cultivo, se puede realizar la cosecha en choclo y en seco (ver recomendaciones para maíz forrajero más adelante).

En Choclo

La cosecha en choclo se debe realizar cuando el grano está en estado lechoso (estado reproductivo R3, ver página 21). Para conocer el momento adecuado se debe apretar la mazorca con la mano y sentir que los granos están llenos desde la base hasta la punta de la mazorca. Se puede abrir un poco las hojas que cubren la mazorca y verificar el grado de desarrollo de los granos. Una guía visual indirecta es el color del “pelo” del choclo, cuando este pasa de tierno a seco el maíz está cerca para ser cosechado.



En Seco

Se realiza la cosecha en seco cuando el grano está en madurez fisiológica (cuando en la base del grano se observa una capa negra), o dejando secar la mazorca en la planta hasta que este lo suficientemente seca, siempre y cuando no exista presencia de lluvia. Si se cosecha con un alto contenido de humedad, es necesario poner a secar las mazorcas debido a que los granos con mucha humedad son susceptibles a pudriciones, lo que evita se produzca un recalentamiento por alta temperatura.



Selección y desgrane

Las mazorcas dañadas por insectos plagas y enfermedades, así como las muy pequeñas y las de mala calidad (deformes), deben ser eliminadas del grano comercial y destinado para el consumo de animales. Es necesario seleccionar solamente las mazorcas que presentan grano grueso y uniforme. Se seleccionarán las mazorcas que servirán para grano comercial. Se recomienda desgranar la parte central de la mazorca, descartando los granos de los extremos (de la base y de la punta de las mazorcas). Durante el desgrane es necesario desechar todos los granos dañados y podridos.



Almacenamiento y control de plagas de almacenamiento

Tradicionalmente en la agricultura familiar las mazorcas se cosechan con hojas, estas se cuelgan en una viga del corredor de la casa para secar y almacenar. Por otro lado, el grano para autoconsumo se almacena en recipientes plásticos en lugares frescos y secos.



Uno de los principales problemas en el almacenamiento es la presencia del gorgojo (*Pagiocerus sp*), denominado también “redondilla”, se encuentra distribuido en todas las áreas maiceras del callejón interandino ocasionando hasta un daño total al grano. Este gorgojo puede encontrarse en el grano almacenado del ciclo anterior, o en las mazorcas secadas durante mucho tiempo en el campo y que han sido atacadas por los pájaros o con mala cobertura. Estas mazorcas al ingresar al sitio almacenado, junto a las mazorcas sanas, permiten la fácil diseminación de la plaga.

Gorgojo del maíz (*Pagiocerus frontalis*). Foto: Boldsystem.



Los estados de larva y adultos se alimentan dentro del grano de maíz, las hembras depositan los huevos dentro del grano, usualmente cerca del embrión cuando el grano está muy seco; pero cuando contienen algo de humedad se encuentra en el endospermo. Una vez eclosionados los huevos, las larvas al alimentarse forman galerías escasamente sinuosas en el endospermo. Una misma semilla puede contener varios individuos, tanto larvas como adultos, alimentándose en un mismo grano que pueden convertir en polvo todo lo interior. La larva es el estado que ocasiona mayor daño al grano, y por tanto, pérdida de peso y reducción de la calidad del grano tanto para semilla, consumo familiar y venta. Este insecto se encuentra distribuido en rangos altitudinales de 1 610 a 2 880 metros sobre el nivel del mar.

Gorgojo picudo del maíz (S. zeamais). Foto: Boldsystem.



Otro de los insectos plaga que afectan granos de maíz es el gorgojo o picudo del maíz (*Sitophilus zeamais*). Esta es una plaga presente en todo el mundo y realiza huecos o galerías en los granos por lo que no son aptos para el consumo; además, causa la pérdida de peso que puede alcanzar entre el 30 al 40 %. El daño producido por el picudo del maíz es de dos tipos, directo cuando las larvas se alimentan totalmente del grano, reducen el porcentaje de germinación y contaminan los granos con los excrementos y fragmentos de insectos muertos. Los daños indirectos al ocasionar el incremento de la temperatura de los granos permiten el desarrollo de microorganismos.

Esta plaga se distribuye en las zonas cálidas húmedas, tropicales y subtropicales en rangos altitudinales entre 1 010 y 2 710 metros sobre el nivel del mar.

La polilla o palomilla de los cereales (*Sitotroga cerealella* Olivier) es otra plaga primaria de importancia económica que afecta los cereales, tanto en cultivo como en estado de formación de granos y en almacenamiento. En lugares que no disponen de una infraestructura adecuada para el almacenamiento y con deficientes condiciones de manejo se reportan pérdidas importantes.

La alimentación de los estados larvales de la polilla *S. cerealella*, es la causa principal del daño en los granos de cereales, especialmente la pérdida de viabilidad de las semillas debido al consumo o destrucción del germen de la semilla, que dañan la calidad de los granos, con la consiguiente pérdida de valor comercial. En el país se reporta en granos de maíz almacenado en la provincia de Azuay, en el cantón Santa Isabel en rangos altitudinales de 1 000 a 2 500 m s.n.m.

Polilla de los cereales. Foto: Blog Agrobiológica



Con la finalidad de controlar al gorgojo y otros insectos plagas de una forma casera y ambientalmente segura, se recomienda tomar las siguientes medidas:

1. Eliminar los granos de maíz del ciclo anterior atacados por gorgojo.
2. No almacenar los granos que demuestren presencia del insecto.
3. Almacenar el maíz cuando esté totalmente seco.
4. Realizar la aplicación de cal o ceniza cernida y seca.

Para la aplicación de cal o ceniza es necesario que el recipiente donde se va almacenar (un costal o un tarro de plástico) se coloque el grano en forma de capas sucesivas. Se debe poner una capa de 10 libras de maíz por una libra de cal o ceniza.



Mezclamos 1 lb de cal con 10 lb de maíz



Llenamos en capas hasta completar un quintal



Mezclamos ligeramente



Almacenamos. El maíz así tratado puede ser guardado por más de dos años sin presentar daño alguno

Existen alternativas más seguras para guardar el grano y protegerlo de las plagas, como son el uso de los tradicionales silos metálicos y bolsas plásticas herméticas (marcas disponibles en Ecuador: Storezo y GrainPro). En ambos casos, asegurarse de guardar el grano limpio y seco (humedad 13%).

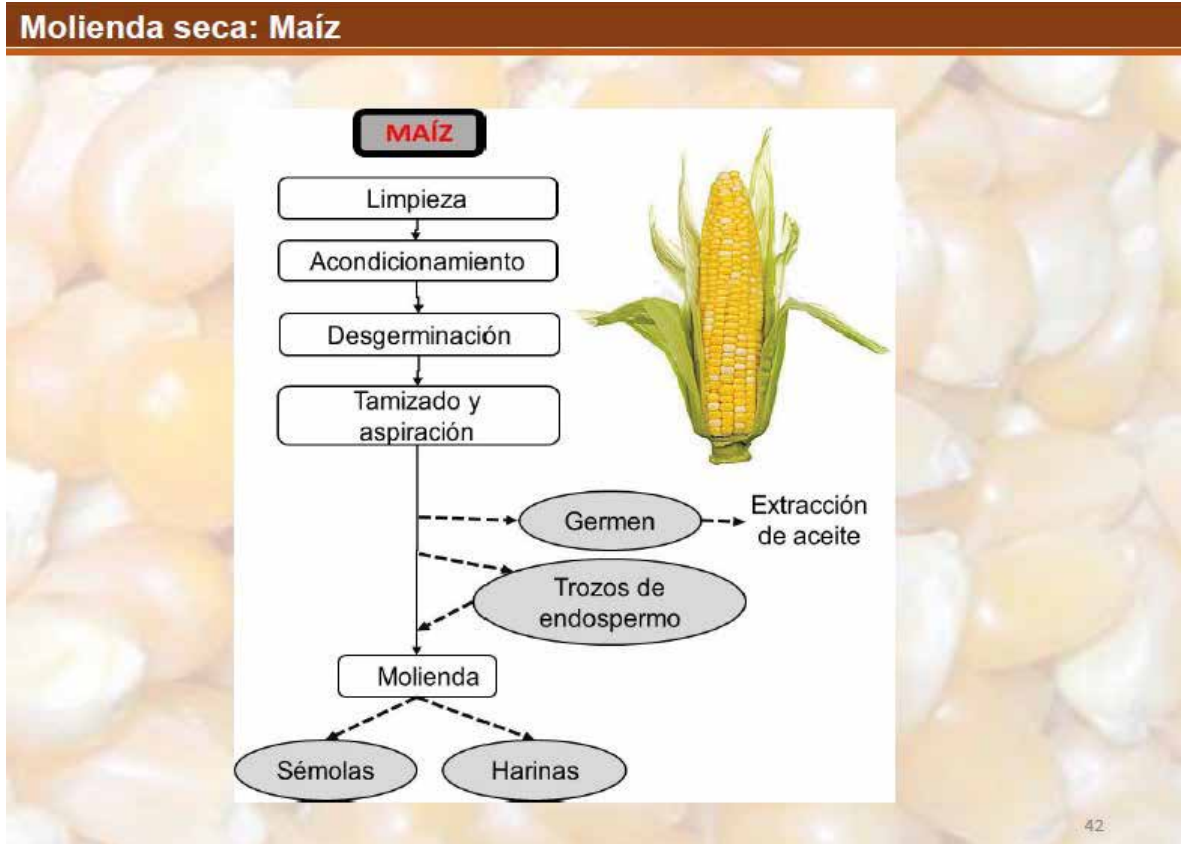


Fotos: CIMMYT

Ventajas del uso de fundas plásticas herméticas:

- Portátiles, herméticas, impermeables y reutilizables.
- 500 veces más herméticas que las fundas plásticas normales.
- Protege contra el moho y la infestación de insectos.
- Mantiene el vigor y la germinación de la semilla.
- Aptas para el almacenamiento de productos orgánicos

El maíz puede ser procesado como grano (o molienda) seco o húmedo para la obtención de diferentes productos. La molienda seca consiste en la reducción del tamaño de grano a una humedad del 14% y su posterior cernido y clasificación a fin de separar las diferentes fracciones, como se muestra en la siguiente figura:



Productos de la molienda seca:

- Gritz laminables: útiles en la preparación de cereales para desayuno.
- Gritz medios y finos: snacks o productos de cereales (extruídos y laminados), glucosa por hidrólisis directa.
- Harinas gruesas: para la preparación de tortillas y pastas.
- Harinas medias: apropiados para la preparación de harinas precocidas con las que se elaboran arepas, pan, galletas.
- Harinas finas: para la preparación de alimentos para niños y como espesante o maicena.
- Germen: para la extracción de aceites.
- Salvado: para elaboración de productos integrales.

Gritz

Es la porción dura del endospermo del maíz amarillo clasificado para consumo humano, que ha sido sometido a un proceso de limpieza, separación de la cascarilla, endospermo suave y germen, como resultado de la desgerminación y molienda seca. El gritz es una partícula de tamaño uniforme (bajo especificaciones de granulometría) con olor y color característico de maíz sano. Es el producto primario para elaboración de alimentos extruidos de textura y sabor agradable al paladar.



Maíz expandido



Maíz extruido

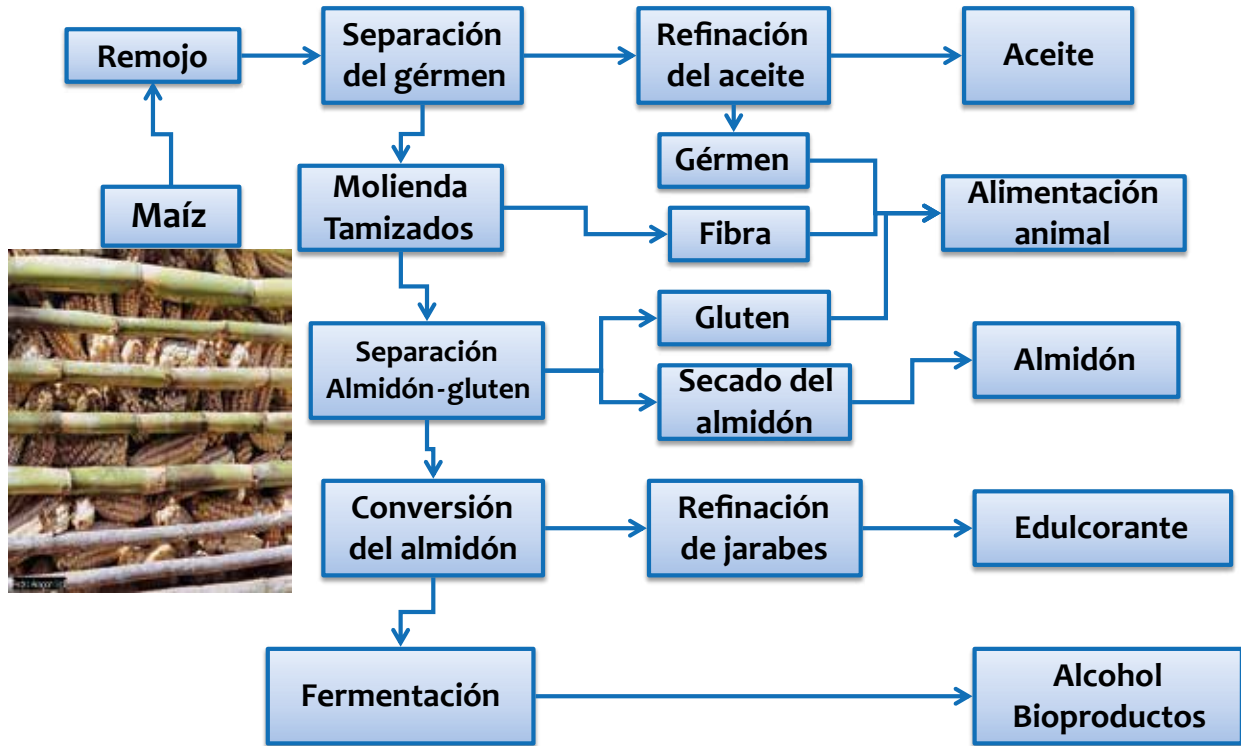


La molienda húmeda consiste en que el grano de maíz antes de ingresar al molino es sometido a un proceso de maceración con agua conteniendo azufre. Este proceso facilita la separación de los cuatro componentes básicos: almidón, aceite de maíz (germen), gluten para consumo humano y gluten ingrediente.

Después de limpiar el grano de maíz, este se sumerge en agua, se añade 0.1 a 0.2% de dióxido de azufre para evitar el crecimiento de microorganismos. Se controla la temperatura, la cual debe estar entre 48 a 52°C, por 30-50 h. El grano alcanza una humedad del 45 % y se ablanda lo suficiente. Luego se separa el germen del resto del grano con un separador de ciclón para líquidos o hidrociclones. Este fenómeno se debe a que el germen tiene menor densidad por el mayor contenido de aceite.

El germen recuperado se lava para retirarle el almidón adherido y se lleva a los tanques para obtener aceite. El almidón se hincha y se vuelve gomoso, luego se puede separar entre sí a través de una centrifuga continua o por medio de ciclones adicionales. El gluten es liberado y secado obteniéndose un contenido de proteína del 60-70%.

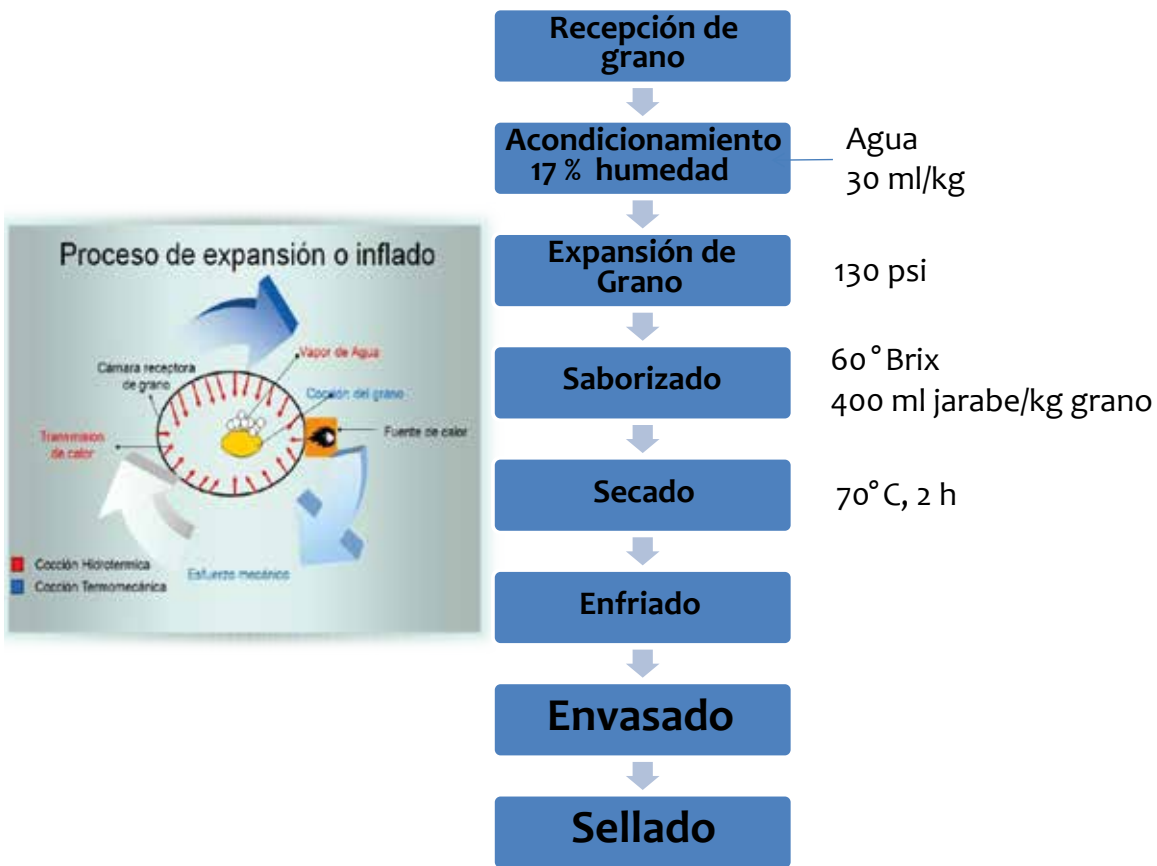
Proceso de molienda húmeda del maíz



Almidón del maíz

El componente químico principal del grano de maíz es el almidón, al que corresponde entre el 72-73% del peso del grano. El almidón está formado por dos polímeros de glucosa: amilosa y amilopectina. La amilosa es una molécula esencialmente lineal de unidades de glucosa, que constituye hasta el 25-30 % del almidón. El polímero amilopectina también consiste de unidades de glucosa, pero en forma ramificada y constituye hasta el 70-75 % del almidón. La composición del almidón viene determinada genéticamente.

Proceso de elaboración de un cereal instantáneo, a base de maíz duro



Paso 12. Mejore la comercialización

Una de las principales limitaciones que tienen los pequeños y medianos productores de los sistemas de producción basados en maíz de altura es el limitado acceso a la comercialización, débil asociatividad y no cuentan con un plan de negocio a corto, mediano y largo plazo.



En el siguiente gráfico, se puede evidenciar que luego de realizar el análisis de restricciones para determinar los cuellos de botella en productores de maíz de altura, la principal limitación es el acceso a mercados, debido a que la mayoría de los productores están sometidos a una larga cadena de intermediación.

Análisis de restricciones en la producción de maíz de altura



Fuente: Peñaherrera, 2021

Para resolver el principal cuello de botella en la comercialización, se deben identificar formas alternativas y exitosas para vincular a los productores con los mercados y las cadenas de valor. Los circuitos cortos o circuitos de proximidad constituyen una forma de comercialización alternativa basada en la venta directa de los productos al consumidor.

¿Dónde nacen y qué son los Circuitos Cortos de Comercialización?

El concepto de Circuitos Cortos de Comercialización nació en el año 1965 en Japón, cuando se instauraron los *teikei* (alianzas), que permitieron que los productores locales se comprometieran a proveer alimentos de calidad, nutritivos y sanos a los consumidores, a cambio de la compra anticipada de su producción. Esta alianza promovió una estrecha relación de confianza entre las dos partes y le permitió obtener mayores ganancias económicas al productor.

Desde entonces, los circuitos cortos constituyen una forma de comercialización alternativa basada en la venta directa de productos frescos o de temporada sin intermediarios, o reduciendo al mínimo la intermediación, entre productores y consumidores. Además, permiten el acercamiento entre las organizaciones campesinas y los consumidores.

Principios básicos para el buen funcionamiento de circuitos cortos de comercialización

1. **Principio de ayuda mutua.** Los productores y consumidores deben ayudarse unos a otros sobre la base de comprensión mutua.
2. **Principio de producción planificada.** Los productores deben, mediante consultas a los consumidores, producir calidad, cantidad y la máxima variedad de productos dentro de la capacidad de las granjas. La producción puede ser planificada por estación o por año.
3. **Principio de aceptación del producto.** Los consumidores deben aceptar todos los productos que se han cultivado según consulta previa entre ambos grupos y su dieta debe depender tanto como sea posible en estos productos.
4. **Principio de mutua concesión en la decisión del precio.** Para decidir el precio de los productos, los productores deben tratar de ahorrar el máximo en mano de obra y costes de producción generados en los procesos de clasificación y envasado, así como de todos sus productos. Los consumidores deben tener plenamente en cuenta el beneficio de obtener alimentos frescos, seguros y sabrosos. El precio siempre se establecerá en torno al diálogo y al acuerdo entre las partes.
5. **Principio de profundización en las relaciones amistosas.** El desarrollo continuo requiere la profundización de las relaciones amistosas entre productores y consumidores. Esto se logrará sólo maximizando el contacto entre los grupos.
6. **Principio de autodistribución.** El transporte de los productos debe llevarse a cabo por los grupos de productores o consumidores hasta su destino final, sin depender de transportistas externos.
7. **Principio de gestión democrática.** Ambos grupos deben tratar de realizar una gestión democrática en la práctica mediante sistemas de responsabilidad compartida por todos. Las condiciones particulares de las familias de los miembros deben tenerse en cuenta el principio de ayuda mutua.
8. **Principio de aprendizaje.** Ambos grupos de productores y consumidores deben estudiar sobre la agricultura sostenible desde una perspectiva amplia y no solo las actividades de distribución de alimentos seguros.

9. **Principio de mantenimiento del tamaño adecuado de los grupos.** La práctica completa de lo escrito en los artículos anteriores será difícil si la afiliación o el territorio de estos grupos resultan demasiado grande. Es preferible la conformación de grupos pequeños, pero extender los mismos a lo largo del territorio.
10. **Principio de desarrollo constante.** En el día a día, apoyo mutuo entre los grupos que conforman el “Teikei”.

Es necesario recalcar que el modelo de los Circuitos Cortos no se opone a los otros esquemas convencionales de comercialización, al contrario, es un canal complementario que facilita la venta de productos en forma directa y de calidad.

En América Latina y El Caribe los Circuitos Cortos son una tendencia emergente que se ha concretado principalmente en la creación de bioferias y mercados ecológicos y orgánicos, permitiendo la relocalización en la cadena productiva y de comercialización.

En los trabajos realizados por varias organizaciones no gubernamentales y gubernamentales y como resultado del análisis de las experiencias positivas alcanzadas tanto en América Latina y El Caribe como en Europa, se han identificado 10 tipos de Circuitos Cortos:

1. Venta directa en la explotación (canasta, cosecha);
2. Venta directa en ferias locales;
3. Venta en tiendas (puntos de venta colectivos, restaurantes, comerciantes detallistas);
4. Venta directa en supermercados;
5. Reparto a domicilio;
6. Venta anticipada;
7. Venta por correspondencia (internet);
8. Consumo directo en la explotación (agroturismo);
9. Venta al sector público; y
10. Exportación bajo las normas del comercio justo.



¿Cuáles son los pasos para implementar estos Circuitos Cortos de Comercialización?

1. Organizarse para conformar grupos, asociaciones, organizaciones, cooperativas agroproductivas para que sean reconocidas legalmente por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) o por la Superintendencia de la Economía Popular y Solidaria (SEPS).
2. Contar con los estatutos y reglamentos de funcionamiento de la organización .
3. Elaborar planes de agronegocios a corto, mediano y largo plazo.
4. Disponer de planes de producción en función a los agronegocios identificados.
5. Procurar una capacitación continua de instituciones estatales, no estatales (fundaciones), universidades (vinculación comunitaria) y empresas privadas.
6. Identificar los mejores circuitos cortos de comercialización que les dejen ganancias.
7. Conformar una caja rural de emprendimiento y ahorro agropecuario (CREAA), fundamentada en fortalecer la educación financiera de los agricultores sobre el manejo de las ganancias y ahorro, que luego les permitirá emprender o capitalizarse.
8. Fortalecimiento organizativo permanente para continuar con el agronegocio identificado.

Para ampliar sus conocimientos sobre la aplicación de los Circuitos Cortos de Comercialización y de la conformación de los agronegocios, recomendamos revisar la “Guía para facilitar el aprendizaje e implementación del agronegocio social y solidario en Organizaciones de la Agricultura Familiar Campesina (AFC)” disponible en el repositorio digital <https://repositorio.iniap.gob.ec/>

Paso 13. Rote o alterne su cultivo

La rotación de cultivos es fundamental para un manejo sostenible de la producción. Es un componente fundamental de las buenas prácticas agrícolas. La rotación permite reducir el ataque de insectos plagas y enfermedades y facilita el reciclaje de nutrientes.

Existen cultivos alternativos que pueden ser utilizados, dependiendo de la zona de producción. En valles interandinos de entre 2000 a 2600 m s.n.m., se puede rotar con fréjol, camote, arveja, lenteja y en lugares más altos se puede rotar con haba, chocho, papa, cebada o trigo.

En caso no sea posible utilizar un cultivo de rotación, cada tres o cuatro años realice un ciclo de descanso sembrando chocho (lupinos) o avena-vicia para incorporar materia verde al suelo al momento de la floración.

Cultivo de papa



Avena - vicia



3 Producción de maíz como forraje en la Sierra del Ecuador



3. Producción de maíz forrajero

El maíz forrajero es utilizado para la alimentación de ganado. La densidad de siembra será de 35 a 40 kg de semilla por hectárea. Se siembra en hilera, con una semilla cada 20 cm, o dos semillas a 40 cm, con una separación de 80 cm entre surcos (densidad de alrededor de 60 mil plantas por hectárea). Con esta densidad de siembra se obtienen alrededor de 20 toneladas de materia seca por hectárea. Para este fin se escogen variedades precoces o con muchas hojas. Se recomienda el uso de INIAP-101 (precoz) o INIAP-180 (tardío). Aunque con menos follaje, pero con alta calidad de proteína se recomienda también utilizar la variedad INIAP-103 “Mishqui Sara”.



El maíz para forraje se lo cosecha en las etapas reproductivas R4 o en R5 (ver página 21), es decir cuando el grano está en estado pastoso. El maíz se guarda en silos, trincheras o bolsas plásticas silopan y conservado por fermentación o por acidificación en depósitos cubiertos. La calidad fermentativa está determinada por la concentración de ácidos orgánicos, nitrógeno amoniacal y pH. En general, el maíz para ensilaje tiene una concentración de alrededor del 49 % de carbohidratos y un contenido de humedad de

alrededor del 68 %, constituyéndose en una materia prima excelente para la alimentación del ganado. La digestibilidad del forraje de maíz está en alrededor del 42 %, con 2 Mcal/kg y alrededor del 11 % de proteína (Laboratorio de Nutrición y Calidad, INIAP, EESC).

Análisis proximal de ensilado de maíz

	Humedad (%)	Ceniza (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Fibra (%)	Carbohidratos (%)
Silo de maíz (con mazorca)	68,49	7,34	2,21	11,01	30,28	49,16

Fuente: Laboratorio de Nutrición y Calidad, INIAP, EESC. 2010.



4 Producción de semilla de maíz de calidad en la Sierra del Ecuador



4. Recomendaciones para la producción de semilla de calidad

Es a través de una semilla de alta calidad que se consigue entregar a los agricultores el resultado de varios años de trabajo de investigación y desarrollo de cultivares, permitiéndoles a éstos utilizar todo el potencial genético de una nueva variedad. De esta manera, la preocupación de los productores con respecto a la calidad de su semilla debe ser constante, en el sentido de utilizarla y mantenerla. La tecnología de semillas, no solo para los materiales mejorados y certificados sino también para semillas campesinas (criollas, locales o nativas), ha definido cuatro atributos de calidad que son: genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios.

Atributos de calidad genética

La calidad genética involucra a las características de pureza varietal (distinguibilidad, uniformidad), potencial de productividad (estabilidad), resistencia a plagas y enfermedades, precocidad, calidad de grano y resistencia a condiciones adversas de suelo y clima.

Atributos de calidad física

Involucra la pureza física, que es una característica que refleja los componentes físicos de un lote de semillas. A través de este atributo se tiene la información del grado de contaminación del lote con semillas de malezas, de otras variedades y la cantidad de material inerte.

La humedad ejerce una gran influencia sobre el desempeño de las semillas, ya que por ejemplo, en el punto de cosecha para la mayoría de las especies es determinado en función del contenido de humedad, y también en la actividad metabólica de las semillas en los procesos de germinación y deterioro. Por lo tanto, el conocimiento de este atributo permite elegir el procedimiento más adecuado para la cosecha, secamiento, acondicionamiento y almacenamiento.

La semilla durante su proceso de producción está sujeta a daños mecánicos. Lo ideal en maíz suave es cosecharla y beneficiarla (limpiarla, seleccionarla) manualmente. Daños durante el desgrane como también en la limpieza y clasificación son comunes, principalmente cuando las semillas pasan varias veces por zarandas, los daños pueden

ser de dos tipos, visual y latente. El daño mecánico visual afecta directa e indirectamente a las estructuras vitales de la semilla y actúa como una puerta de entrada para el ataque de microorganismos patógenos, en tanto que, el daño latente se manifiesta más tarde, principalmente si la semilla permanece almacenada. El aspecto del lote de semillas actúa como un fuerte elemento de comercialización. La semilla no solamente debe ser buena sino también parecer buena. Lotes de semillas atacadas por insectos o roedores, con semillas de maleza, material inerte y con semillas mal formadas no son de calidad.

Atributos de 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 atributos son la germinación y el vigor. Una buena germinación asegura la emergencia y el desarrollo de las estructuras esenciales del embrión, en tanto que el vigor es el resultado de la suma de todos aquellos atributos de la semilla que permitirán generar plantas robustas y uniformes bajo condiciones de campo.

Atributos de calidad sanitaria

Es conocido que las semillas son excelentes vehículos para la distribución y diseminación de patógenos. 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 y libres de patógenos. 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.

Principales consideraciones de manejo de un campo de semillas de maíz

Para conseguir que una semilla cumpla con los atributos de calidad citados antes, la semilla a utilizarse debe haberse manejado en condiciones favorables de campo, almacenamiento y conservación. En general, las prácticas de manejo son iguales que en la producción comercial, pero es importante considerar ciertas acciones específicas y obligatorias que se detallan a continuación:

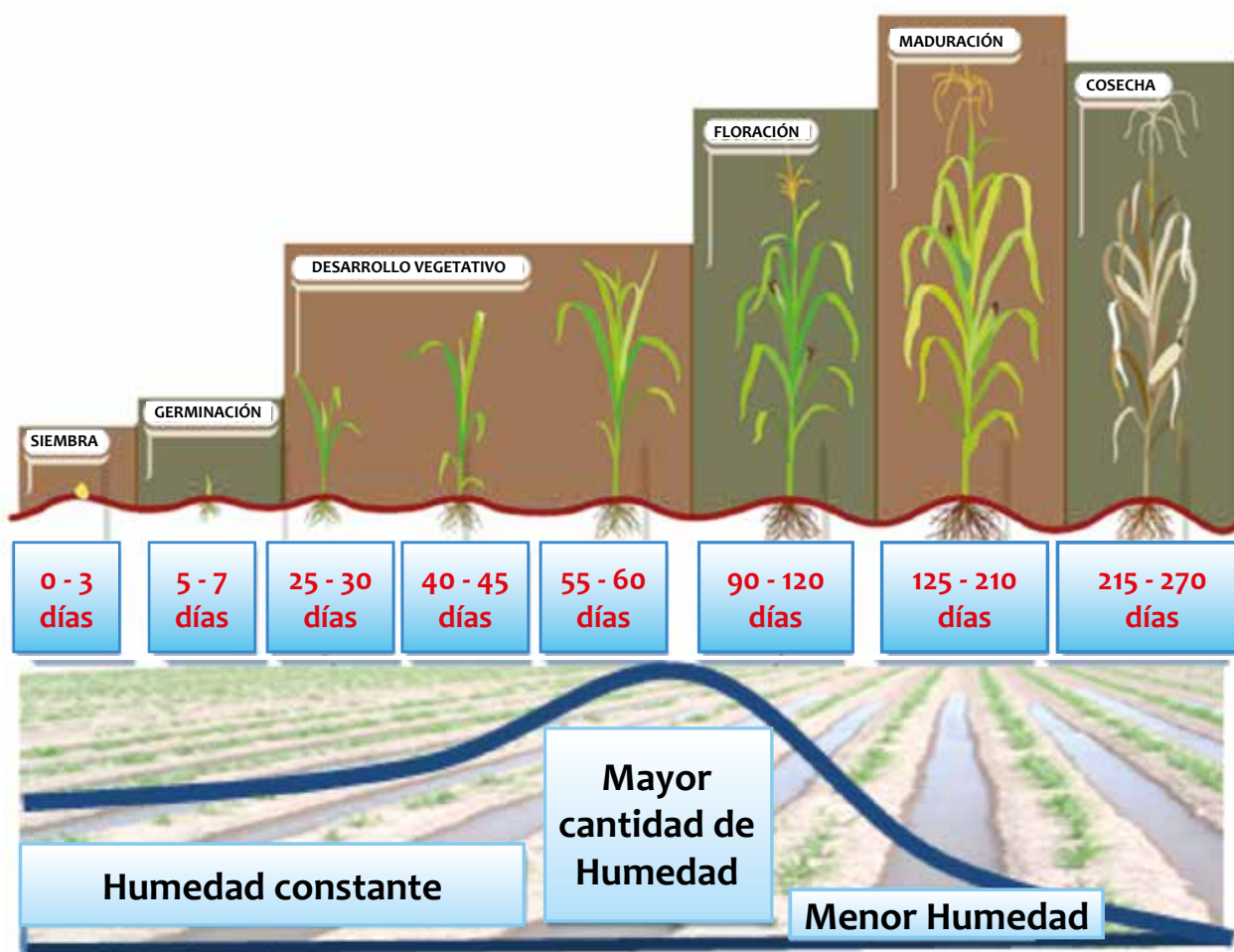
Selección del terreno.- Los campos destinados a producción de semillas deben ser los que tengan las mejores características físicas, químicas y sanitarias. Para ello, el productor de semillas debe conocer la historia del terreno. Esta historia involucra un levantamiento de especies o variedades cultivadas en los años anteriores, malezas existentes, problemas locales con plagas, enfermedades y/o nematodos, condiciones de fertilidad, problemas de erosión, entre otros.

Aislamiento.- El campo destinado a la multiplicación de semilla, se debe localizar a una distancia mínima de 500 m para multiplicación de variedades en todas las direcciones de otros campos sembrados con maíz. Cuando se realice aislamiento por tiempo no debe ser inferior a 30 días a fin de evitar contaminaciones genéticas a través de la polinización cruzada.

Densidad de siembra.- Para que exista una adecuada fecundación de flores, es importante que las semilla sean depositadas a una profundidad de 5 cm, en unicultivo a 80 cm entre surcos y dos semilla a 40 cm entre sitios, de esta forma se depositarán 62 500 semillas, que luego de la purificación del lote quedaría una población de alrededor de 50 000 plantas/ha.

Riego.- Como técnica moderna del manejo de cultivos, el riego ha mostrado buenos resultados en la producción de granos y tratándose de producción de semillas, los retornos económicos deberán ser mayores, considerando el nivel tecnológico del productor. Otro hecho que viene a marcar aún más la importancia del riego para la producción de semillas son las necesidades climáticas compatibles con la calidad de las semillas: baja humedad relativa del aire, baja precipitación pluvial y un período bien definido de lluvias en la fase de maduración y cosecha de las semillas. A pesar de que las necesidades máximas o los períodos críticos de déficit de agua varían de acuerdo con los cultivos, las necesidades de la mayoría de las especies para la producción de semillas han sido especificadas, en función de los estados de desarrollo de la planta.

Humedad recomendada para producir semilla de maíz en la Sierra del Ecuador



Purificación del lote.- Un campo destinado para semilla tiene que ser purificado, es decir, se tiene que eliminar toda planta atípica, deforme, fuera de tipo o enferma, actividad que se la realiza antes de la floración.

Cosecha.- La cosecha en los campos de producción de semilla se realiza cuando hayan alcanzado su madurez fisiológica. Se la debe realizar manualmente, evitando daños mecánicos en las semillas.

Signos de madurez fisiológica de la mazorca y granos de maíz



Manejo post cosecha.- Es necesario eliminar las mazorcas que estén enfermas y las impurezas (tuzas, pelos del maíz, hojas y tallos) debido a que pueden ser portadores de hongos e insectos.

Antes del desgrane, se debe clasificar a las mazorcas en aquellas que serán para comercializar o para autoconsumo y para semilla.

Para minimizar los daños mecánicos, es aconsejable que se coseche el maíz en mazorca (30-35% humedad) y sea secado hasta alcanzar un 14-15% de humedad y luego realizar el desgrane.



Secado.- Es necesario bajar la humedad de las semillas a un 13-14 %; para lo cual se debe secar por medios naturales (sol) o artificiales (secadoras).



Equipos y materiales para el beneficio de la semilla

-
El beneficio de semillas, comúnmente conocido como procesamiento, es una de las etapas más importantes para la obtención de semillas de alta calidad. A pesar que, la máxima calidad de un lote de semillas depende directamente de las condiciones de producción en el campo, la semilla después de cosechada contiene materiales indeseables que deben ser removidos para facilitar el secamiento y el almacenamiento y no llevar a otros lugares semillas de malezas.

Pre-limpieza.- Las semillas, cuando cosechadas, traen junto con el lote gran número de impurezas o materiales indeseables, como: material inerte (hojas verdes, terrones, pajas, entre otros), semillas de malezas, semillas de otras especies, semillas de otras variedades, semillas mal formadas y semillas fuera de patrón o fuera de tipo. Hay ocasiones en que la contaminación es alta, por lo que es necesario el proceso de pre-limpieza.

La pre-limpieza consiste en retirar los materiales mayores, menores y más livianos del lote de semillas. Para esa operación se utiliza la máquina de aire y zarandas de alta producción, pues en esa etapa del beneficio es más importante el rendimiento que la calidad. Es necesario que todas las semillas recibidas en el día pasen por la pre-limpieza.

Limpieza.- La finalidad es eliminar en su totalidad las impurezas que acompañan a los lotes de semilla, de esta manera, se uniformiza y se garantiza la calidad física de las semillas.

Clasificación.- La clasificación nos permite realizar la separación por ancho, longitud (largo), peso, forma, peso específico. Para realizar una clasificación adecuada se requiere el uso de zarandas con perforaciones redondas que pueden variar de 10 a 12 mm de diámetro.



Desinfección.- Es una actividad complementaria de la postcosecha que permite dar protección a la semilla de plagas y enfermedades. Se recomienda el uso de Fludioxonil para prevenir enfermedades fúngicas y Thiamethoxam para el control de insectos.

Empaque o Ensacado.- En base al requerimiento del agricultor el empaque para semilla de maíz suave se utiliza sacos de polipropileno de 15, 30 y 45 kg.

Almacenamiento.- Se debe realizar en lugares frescos y secos (bodegas), libres de gorgojos y con una humedad en el grano de hasta un 13%; así como evitar la presencia de insectos y ratones. Se recomienda el uso de silos metálicos o fundas plásticas herméticas (ver sección de manejo poscosecha). Si el grano de maíz va a ser usado como semilla y está almacenado, para el control de gorgojo se recomienda utilizar un fumigante a base de fosforo de aluminio (Gastoxin), una pastilla de 3 g por cada 5 qq de grano, por un tiempo de exposición de tres días. Este producto tiene que ser manipulado con mucho cuidado porque es muy tóxico para todo ser vivo.

5 Valor nutricional del maíz en la Sierra del Ecuador



5. Valor nutricional del maíz

La importancia del maíz en la nutrición de millones de personas de todo el mundo es ampliamente reconocida. En nuestro país, el consumo per capita del maíz es de alrededor de 14,5 kilogramos por año y se lo utiliza para el consumo en forma de choclos, grano seco (tostado), harinas, bebidas, mote, canguil, humitas y otros preparados en donde, si bien el aporte proteico resulta significativo, es necesario complementar con proteínas provenientes de las leguminosas (fréjol, chocho, habas). La combinación tostado - chocho forma una proteína completa y es parte de la dieta habitual de la población ecuatoriana.

El maíz es rico en almidón, el cual comprende hasta el 72-73% del peso del grano, las propiedades fisicoquímicas y funcionales de este polisacárido están estrechamente relacionadas con su estructura. Una tendencia destacable encontrada en el maíz es que a menor contenido de almidón en el endospermo, hay mayor contenido de proteínas, y esto a su vez, se asocia al tipo de endospermo, los vítreos contienen más proteína que los harinosos y el endospermo de tipo harinoso presenta más almidón que el vítreo. El almidón está formado por dos polímeros de glucosa: amilosa y amilopectina. Otros hidratos de carbono que se encuentran en el grano de maíz son azúcares sencillos en forma de glucosa, sacarosa y fructosa, en cantidades que varían del 1 al 3% del grano. En los granos en vías de maduración hay niveles más elevados de monosacáridos, disacáridos y trisacáridos. Doce días después de la polinización, el contenido de azúcar es relativamente elevado, mientras que el de almidón es bajo. Conforme madura el grano, disminuyen los azúcares y aumenta el almidón.

Después del almidón, las proteínas constituyen el siguiente componente químico del grano, en orden de importancia. La riqueza de proteínas del maíz común es similar a la de los demás cereales. En las variedades tradicionales, el contenido de proteínas puede oscilar entre el 8 y el 11 % del peso del grano y en su mayor parte se encuentran en el endospermo. La calidad nutritiva del maíz como alimento viene determinada por la composición de aminoácidos de sus proteínas.

El aceite se concentra en el germen, con valores que van del 3 al 18 %, dependiendo del tipo y variedad de grano. Este compuesto presenta un bajo nivel de ácidos grasos saturados como el ácido palmítico (11 %) y esteárico (2 %), niveles relativamente elevados de ácidos grasos poliinsaturados, fundamentalmente ácido linoleico, con un valor medio de 24 % y

cantidades reducidas de ácidos linolénico y araquidónico. El aceite de maíz es relativamente estable, por contener pequeñas cantidades de ácido linolénico (0,7%) y niveles elevados de antioxidantes naturales.

Después de los hidratos de carbono, las proteínas y las grasas, la fibra dietética es el componente químico que se halla en mayores cantidades. La fibra se concentra en el pericarpio, en las paredes celulares del endospermo y en menor proporción en las del germen. El salvado de maíz está formado por un 75% de hemicelulosa, un 25% de celulosa y 0,1% de lignina, en



peso en seco. La concentración de cenizas en el grano de maíz es aproximadamente del 1,3%, sólo ligeramente menor que el contenido de fibra cruda. El germen es rico en minerales, con un valor medio del 11%, frente a menos del 1% en el endospermo. El germen proporciona cerca del 78% de todos los minerales del grano.

El mineral que más abunda en forma de fitato de potasio y magnesio es el fósforo: 0,90% en el maíz común y 0,92% en el maíz opaco. El grano presenta un bajo contenido de calcio y oligoelementos. Además, contiene dos vitaminas solubles en grasa, la provitamina A o carotenoides, y la vitamina E. Los carotenoides se hallan especialmente en el maíz amarillo, en cantidades que pueden ser reguladas genéticamente, en tanto que el maíz blanco tiene un escaso contenido de ellos. La mayoría de los carotenoides se encuentran en el endospermo duro del grano y únicamente pequeñas cantidades en el germen. El β -caroteno es una fuente importante de vitamina A, la cual es desaprovechada en el maíz, pues en algunas regiones no consumen tanto el grano amarillo como el blanco. La

vitamina E se halla principalmente en el germen. Se han encontrado cantidades variables de tiamina y riboflavina en el grano; su concentración está influenciada más por el medio ambiente y las prácticas de cultivo que por la estructura genética, aunque las diferentes variedades presentan diferentes contenidos de vitaminas. Otras vitaminas, como la colina, el ácido fólico y el ácido pantoténico, se encuentran en menores concentraciones.

Estudios realizados por el Departamento de Nutrición y Calidad del INIAP han determinado los contenidos de proteínas y almidón en varias razas de maíz de altura. Las razas como chulpi, canguil, chillo, clavito y patillo presentan aceptables porcentajes de proteínas.

Contenidos de proteína y almidos de las principales razas de maíz cultivadas en la Sierra del Ecuador

RAZA	PROTEINA (%)	ALMIDÓN (%)
	En base seca	
Blanco Blandito (INIAP-102)	8,30	73,10
Guagal (INIAP – 111)	8,12	72,10
Chaucho (INIAP – 122)	9,14	74,63
Mishca (INIAP – 124)	8,03	74,03
Cuzco ecuatoriano	8,81	73,62
Chulpi (INIAP – 192)	10,23	64,27
Huandango	7,21	74,86
Canguil (INIAP – 198)	10,72	62,88
Racimo de uva	8,83	74,23
Sabanero	9,69	70,81
Chillo	11,29	65,78
Uchima	9,86	70,37
Clavito	11,63	63,74
Patillo	10,11	66,20
Morochón	8,84	73,57
Kcello	6,73	68,80

Fuente: Laboratorio del Dpto. de Nutrición y Calidad de la EESC, INIAP. 2010

Contribución del maíz morado a la salud humana

Las variedades de color morado o negro, además de presentar varios nutrientes, contienen antioxidantes naturales que ayudan a reducir el riesgo de enfermedades cardíacas, respiratorias y a prevenir enfermedades degenerativas como el cáncer. En estado crudo, los granos morados, presentan un mayor contenido de fenoles (276,24 mg/100 g) y antocianinas totales (241,97 mg/100 g), zinc (3,72 mg/100 g) y carotenoides (281,42 ug/100 g). El extracto acuoso diluido de antocianinas, puede ser concentrado y deshidratado, para producir un colorante de uso en productos alimenticios, cosméticos y farmacéuticos. Igualmente, en las corontas o tusas de los granos morados se registra un mayor contenido de flavonoides (210,73 mg/100 g), taninos (100,54 mg/100 g) y ácido ascórbico (503,87 mg/100 g). El extracto de las corontas (tuzas) presenta un mayor poder antioxidante reductor férrico (1,92 mg/mL), que supera al extracto del grano (2,90 mg/mL).



Debido al reconocimiento que tienen las grasas en la salud humana y la importancia metabólica de determinados ácidos grasos, actualmente existe un enorme interés por la identificación de alimentos con una composición lipídica particular. El aceite de maíz es rico en ácidos grasos de cadena larga (14-20 carbonos) de tipo insaturado, con 34,83 % de ácido oleico; 48,61 % de ácido linoleico (ω -6) y 1,23 % de ácido linolénico (ω -3). Estos componentes desarrollan importantes actividades biológicas, ya que muchos de ellos actúan como vitaminas, antioxidantes naturales y pueden tener efectos hipolipemiantes, antiaterogénicos y antiinflamatorios. Además protegen al aceite de procesos de autooxidación y enranciamiento, manteniendo en óptimas condiciones sus cualidades sensoriales. El aceite de maíz morado o negro es rico en ácidos grasos insaturados y fitoesteroles, por lo que un incremento en el consumo de maíz morado ayudaría a disminuir en un 30 % el riesgo de enfermedades cardiovasculares.



Cultivemos el maíz con responsabilidad y mayor rendimiento, conservando nuestra agrobiodiversidad y el medio ambiente. Utilicemos siempre las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).



Buenas Prácticas Agrícolas (BPAs)

Las Buenas Prácticas Agrícolas se fundamentan en cuatro ejes que son: cuidado del ambiente, inocuidad de alimentos, bienestar animal y salud del trabajador, requisitos exigidos por los consumidores en los mercados nacionales e internacionales. Para implementar las Buenas Prácticas Agropecuarias, se deben seguir los siguientes pasos:

- Obtener las Guías de Buenas Prácticas Agropecuarias en cualquiera de las oficinas de Agrocalidad o en la página web: <https://www.agrocalidad.gob.ec/>
- Maíz suave todavía no cuenta con la guía específica. Hasta mientras, utilice la guía de BPA general.
- En caso requiera un certificado de BPAs, se debe realizar una auditoria interna dentro de su finca con la ayuda del responsable técnico de AGROCALIDAD y verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en las Guías de BPA.



Imagen: Agrocalidad

Si necesita ayuda para implementar los requisitos de las BPA en su finca, puede solicitar el listado oficial de personas capacitadas por AGROCALIDAD, quienes pueden asesorarle para poder implementar y certificar BPA.



6 Características de producción de maíz en las principales zonas maiceras de la Sierra ecuatoriana



6. Características de la producción de maíz en las principales zonas maiceras de la Sierra del Ecuador

Provincia de Bolívar



La provincia de Bolívar es la principal productora de maíz en la Sierra del Ecuador, representando cerca del 30 % de la superficie de maíz sembrada en toda la Sierra, con alrededor de 24 000 hectáreas sembradas que sustentan la economía de 12 500 agricultores (SIPA, 2021). Los principales cantones productores son San Miguel de Bolívar y Guaranda. El maíz se siembra básicamente para la venta, mientras que el 5 % se reserva para semillas y autoconsumo. Las variedades más cultivadas son las de grano blanco harinoso, del tipo guagal y blanco de leche. Existe muy poca semilla certificada, pero existe un comercio importante de semilla campesina.

Respecto a los principales problemas, la escases de la mano de obra es recurrente, lo que eleva los costos de producción. La topografía muy irregular y montañosa impide la mecanización agrícola. Así mismo, la falta de asistencia técnica y un clima desfavorable con vientos y lluvias intensas favorecen la aparición de la mancha de asfalto, que en ocasiones afecta al cultivo.

Provincia de Imbabura

En la provincia de Imbabura el maíz es uno de los cultivos más importantes, pues forma parte de la dieta y de la cultura de toda la población. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (SIPA 2021), en la provincia se siembran alrededor de 5 600 ha, con un rendimiento promedio de 2,82 t/ ha en choclo y 1,50 t/ha de grano en seco. El 70 % de la superficie sembrada se destina a la producción de grano seco. Los principales cantones productores de maíz son Urcuquí, Otavalo, Cotacachi, Ibarra y Antonio Ante. La mayor producción de choclo está en los cantones de Urcuqui (824 t anuales) y Otavalo (566 t anuales).



La diversidad genética del maíz forma parte de la cultura de cada comunidad, donde se encuentran variedades nativas de maíz de diversos colores, que van desde la gama del blanco pasando por amarillos, rojos y negros; los mismos que se conservan principalmente en Cotacachi y sus alrededores.



La variedad local Manzano Guarangui (de grano amarillo harinoso, tipo chauchuhuandango), la encontramos en las comunidades de San Francisco, Manzano y Chaupi del cantón Ibarra. La variedad chauchu mejorado INIAP-122, se encuentra difundida en los cantones Otavalo, Antonio Ante, Ibarra y Urcuquí. Sin embargo, existe una mezcla de materiales que se han ido compartiendo entre cantones, puesto que existe la costumbre de adquirir semilla del cantón vecino o intercambiarla. Casi todos los agricultores de la provincia utilizan semilla campesina.

En la provincia, las diversas fechas de siembra permite contar con choclos todo el año. El cantón Urcuquí inicia la siembra en el mes de junio, luego le sigue la parte baja del cantón Antonio Ante que cuenta con riego sembrando en el mes de julio y agosto; el cantón Otavalo inicia las siembras con las primeras lluvias de septiembre y octubre; mientras que las comunidades altas del cantón Ibarra inician las siembras en el mes de noviembre. Para los productores de la provincia, el principal problema del maíz es el precio bajo que reciben por la producción. Los cuatro factores principales que influyen en la fluctuación de precios son: los intermediarios con un 33,46 %, el clima con un 31,53 %, la sobreproducción con un 20,76 % y la calidad del producto con un 14,23 %.

Provincia de Cotopaxi

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (SIPA, 2021), en la provincia de Cotopaxi la superficie plantada de maíz suave (seco) es de 8 845 ha, con una producción promedio de 0,94 t/ha; mientras que de maíz suave (choclo) la superficie de siembra es 2 776 ha y el promedio de rendimiento es de 2,56 t/ha. Los principales cantones dedicados a la producción de maíz suave son: Latacunga, Sigchos, Saquisilí, Salcedo, Pujili.

Las variedades que los agricultores siembran con frecuencia son: tusilla (maíz amarillo harinoso de grano muy suave), maíz amarillo “bola o bolón”, maíz blanco, morocho, maíz negro, chulpi. En los últimos años, en varios sectores que disponen de riego se siembra maíz en cualquier época del año; mientras que en la mayoría de sectores se tiene fechas especiales de siembra relacionadas con festividades religiosas, como el 30 de agosto (Santa Rosa), 31 de agosto (San Ramón), 4 de octubre (San Francisco), 24 de septiembre (Virgen de la Merced), 2 de noviembre (Santos Difuntos). La cosecha coincide generalmente en los meses de marzo y abril para la preparación de la fanesca, plato típico de Semana Santa.



Los principales problemas presentes en la provincia de Cotopaxi son el gusano trozador, gusano de la mazorca, la roya y factores climáticos como las heladas y el granizo; para lo cual se recomienda principalmente respetar las fechas de siembras para cada sector, realizar las labores culturales como rascadillo, fertilización, aporque y controles fitosanitarios a tiempo y con adecuada rotación de insumos agrícolas, usar semilla de calidad, almacenarla en fundas plásticas con ceniza y cerrada herméticamente, uso de extractos naturales y aceite para el control de plagas de la mazorca.

Daño por heladas, que son frecuentes en Cotopaxi



Existen varios mercados potenciales para el maíz, tanto para choclo como para grano seco. Favorablemente, la demanda por estos productos ha permitido que en mercados mayoristas se muevan altos volúmenes a precios que fluctúan desde 4 a 15 dólares el saco; además la versatilidad culinaria facilita la preparación de harinas, humitas, coladas, tostado, mote, entre otros.

Provincia de Chimborazo

La superficie sembrada de maíz en la provincia de Chimborazo para maíz suave es de 9 240 ha, con un rendimiento en grano seco de 1,99 t/ha y de choclo de 4,7 t/ha (SIPA, 2021). El maíz se cultiva en nueve cantones, según los siguientes porcentajes: Guano 26 %, Penipe 14 %, Alausí 12 %, Riobamba 9 %, Chunchi 7 %, Colta 6 %, Chambo 3 % y Cumandá 2 %.



Los agricultores utilizan semilla campesina ante la inexistencia de semilla certificada de las variedades que se cultivan en esta provincia. Entre las principales variedades mejoradas y ecotipos locales que se cultivan en la provincia tenemos: Chazo, maíz de Licto, racimo de uva INIAP 199 (variedad mejorada) y blanco blandito INIAP-102 (variedad mejorada).

Las épocas de siembra se definen por factores climáticos, mercado, costumbres y creencias religiosas. A continuación, se detallan los meses y los porcentajes de siembra que realizan los productores: junio 7 %, julio 5 %, agosto 10 %, septiembre 12 %, octubre 32 %, noviembre 32 % y diciembre 2 %. La cosecha de maíz se la realiza en estado de choclo, y coincide con la época de mayor demanda del producto, que empieza en el mes de febrero en pequeñas cantidades, mientras que en el mes de marzo la demanda es alta por

Semana Santa, seguido por el mes de abril. En cuanto al maíz negro (INIAP-199), el 100 % lo cosechan en seco, en particular la Asociación de productores Soberanía Alimentaria Recurso Indispensable para la Vida (SARIV), quienes realizan un cultivo agroecológico del maíz y su producción la destinan para la elaboración de bebidas y tortas.

Las principales dificultades que deben enfrentar los agricultores durante el cultivo de maíz son: la sequía (con el 31 % de frecuencia) y la caída de ceniza que emana el volcán Tungurahua (31 %). Estas dos problemáticas son de origen natural, por lo tanto, es poco o nada lo que los productores pueden hacer. Las plagas con 25 % de frecuencia y la falta de insumos con 13 % de frecuencia le siguen en orden de importancia. Los problemas fitosanitarios son típicos de cada sector, es así, que en la parte oriental de la provincia los problemas son la pudrición bacteriana del cuello de la planta, el ataque de mosca de choclo y mancha de asfalto. En la parte central y occidental de la provincia prevalece la mancha de asfalto y gorgojos. La falta de semilla de calidad es una limitante en toda la provincia.

La comercialización del maíz en la provincia en su mayoría depende de la oferta y demanda. El choclo se destina principalmente a mercados de Riobamba, Ambato y Guayaquil. Del lote total, 1/3 de la parcela se la destina para la cosecha en seco, misma que utilizará como semilla para la próxima campaña. Como alternativa para la comercialización a un precio justo, se está recomendado al pequeño y mediano productor un manejo agroecológico para ser proveedores de los mercados selectos como los de GAD-Consejo Provincial, portales de las iglesias de Santa Faz y San Nicolás, y últimamente, el mercado agroecológico del parque Sesquicentenario. En caso de comercializar en seco el maíz negro, manejado agroecológicamente, se puede promocionar el mercado de la Asociación SARIV en Palacio Real (Calpi).

Provincia de Azuay



En el año 2020 en la provincia del Azuay se cultivaron 5 643 ha de maíz suave seco con un rendimiento de 0,95 t/ha y 1 118 ha de maíz suave para cosecha en choclo con un rendimiento de 1,37 t/ha (SIPA, 2021). Los cantones con mayor presencia del cultivo de maíz son: Sevilla de Oro, El Pan, Paute, Gualaceo, Chordeleg, Sigsig, Cuenca, Girón, San Fernando, Santa Isabel, Pucará, Nabón y Oña, que se ubican en varios pisos climáticos, desde el cálido trópico hasta el frío de páramo, pasando por la presencia de valles sub tropicales. Así entre los 1 200 y 2 500 m s.n.m. están los cantones Gualaceo, Paute, Santa Isabel y las zonas bajas de Oña y Pucará, con una temperatura que oscila entre los 16 a 18 °C. Los cantones de Cuenca, Nabón, El Pan, Sevilla de Oro, Girón con alturas de 2 100 a 3 000 m s.n.m., con temperaturas que oscilan entre 10 y 16°C, y los cantones Sigsig, San Fernando y Pucará con alturas que llegan hasta los 4000 m s.n.m. y presentan temperaturas bajas de hasta 4°C.

El maíz cultivado en estos cantones corresponde principalmente a variedades nativas de las razas: Kcello, Zhima, Morochón, Blanco Blandito y Blanco Harinoso Dentado. En Azuay la época de siembra coincide con el inicio de las lluvias, es decir a finales de septiembre, octubre y pueden llegar hasta diciembre; y sus cosechas en choclo se realizan en abril, mayo y junio. En julio y agosto se cosecha el maíz en seco.

Provincia de Cañar



Según el MAG, en Cañar en el año 2020 se cultivaron 2 369 ha de maíz suave para cosecha en grano seco con un rendimiento promedio de 0,58 t/ha y 452 ha de maíz suave para cosecha en choclo con un rendimiento de 1,03 t/ha (SIPA, 2021). La zona de mayor producción de maíz en Cañar se encuentra ubicada en el cantón Azogues, parroquia Rivera, donde se produce principalmente la variedad Zhima.

La época de siembra depende de la altitud del terreno. En zonas altas (2 700 – 2 900 m s.n.m.) la siembra empieza a partir de septiembre, mientras que en zonas bajas (2 400 – 2 699 m s.n.m.) la siembra inicia en el mes de octubre y puede llegar hasta noviembre. Debido a la altitud de 2 494 m s.n.m. a la que se encuentra la parroquia Rivera, los pobladores siembran entre septiembre y diciembre, dependiendo de las precipitaciones que se vayan presentando y muchos utilizan costumbres tradicionales determinadas por el estado de la luna o eventos religiosos para la siembra. En la parroquia de Rivera se producen tres variedades de maíz: Zhima, Maíz Morocho y el Maíz Suave.

Provincia de Loja



Según el MAG, en el año 2020 en la provincia de Loja se cultivaron 867 ha de maíz suave para cosecha en grano seco, con un rendimiento promedio de 1,7 t/ha y 893 ha de maíz suave para cosecha en choclo, con un rendimiento de 2,98 t/ha (SIPA, 2021). En la provincia de Loja se han identificado zonas productoras de maíz suave en las localidades de Celén, Santa Rosa y San Lucas en el cantón Saraguro; Catacocha en el cantón Paltas y en el cantón Catamayo. En esta región se siembra semilla campesina de variedades locales, identificándose como razas predominantes las siguientes: Morochón, Blanco harinoso dentado, Tusilla, Uchima, Blanco blandito, Blanco dentado, Sabanero, Kcello y Morochón.

Las épocas de siembra y cosecha coinciden con las provincias de Azuay y Cañar, es decir siembra a finales de septiembre hasta principios de diciembre. La cosecha en choclo se realiza entre abril y mayo, y la cosecha de maíz seco entre julio y agosto. Las principales ciudades de destino de la producción de choclo son Cuenca y Guayaquil. La producción de grano seco se la destina principalmente para el autoconsumo de las familias.

Entre las principales enfermedades que afectan al maíz en el Austro están mancha de asfalto y tizón foliar; mientras que los insectos plagas: trozador, gusano cogollero, gusanos del choclo y gorgojos causan daños importantes si no se los controla a tiempo.

7. Bibliografía

- AGROCALIDAD (2009). Guía de Buenas Prácticas Agrícolas. Disponible en: https://www.agrocalidad.gob.ec/?page_id=41263
- Balarezo, D. (2014). Investigación del maíz blanco (zhima) en la parroquia Rivera del Cantón Azogues, Provincia del Cañar y propuesta gastronómica. Quito, Pichincha, Ecuador.
- BCE (2021). Reporte de Coyuntura Sector Agropecuario. SECTOR AGROPECUARIO N° 93 – III T – 2020 Enero 2021.
- Boada, R & Espinoza, J. (2016). Factores que limitan el potencial de rendimiento del maíz de polinización abierta en campos de pequeños productores de la Sierra de Ecuador. *Siembra* (3):67-82.
- CEPAL- FAO- IICA. (2014). Fomento de circuitos como alternativa para la promoción de la agricultura familiar. *BOLETÍN CEPAL-FAO-IICA*, 14.
- CEPAL. (2013). Agricultura familiar y circuitos cortos. Nuevos esquemas de producción, comercialización y nutrición. Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Charles Martins de Oliveira. “Doenças em milho: insetos-vetores, mollicutes e vírus”. Apple EBooks.
- Coral Valenzuela, J. V., Andrade Bolaños, H. J., Pumisacho Gualoto, M. M., Caicedo Chávez, J. D., & Salazar Vizuete, D. R. (2019). Caracterización morfológica y agronómica de dos genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en la zona media de la parroquia Malchinguí. *ACI Avances En Ciencias E Ingenierías*, 11(1).
- Egüez, J., & Pintado, P. (2011). Guía para la producción de maíz en la sierra sur del Ecuador. Cuenca, Azuay, Ecuador: INIAP.
- García-Lara, S., Espinosa Carrillo, C., Bergvinson, D.J. (2007). Manual de plagas en granos almacenados y tecnologías alternas para su manejo y control. CIMMYT, México.
- Guacapiña, A., Rodríguez I., L.F., y Godoy, A. (2018). Evaluación de la variedad de maíz (*Zea mays* L.) INIAP-180, para la elaboración de ensilaje. En C. Yáñez, M. Racines, C. Sangoquiza, y X. Cuesta (Eds.), Primer Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria “Fomentando la Seguridad y Soberanía Alimentaria”: Artículos del Evento (pp. 190-192). Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina.
- Guzzon, Filippo; Arandía Rios, Luis W.; Caviedes Cepeda, Galo M.; Céspedes Polo, Marcia; Chavez Cabrera, Alexander; Muriel Figueroa, Jesús; Medina Hoyos, Alicia E.; Jara Calvo, Teófilo W.; Molnar, Terence L.; Narro León, Luis A.; Narro León, Teodoro P.; Mejía Kerguelén, Sergio L.; Ospina Rojas, José G.; Vázquez, Gricelda; Preciado-Ortiz, Ricardo E.; Zambrano, José L.; Palacios Rojas, Natalia; Pixley, Kevin V. 2021. Conservation and Use of Latin

American Maize Diversity: Pillar of Nutrition Security and Cultural Heritage of Humanity. *Agronomy* 11, no. 1: 172.

Hirozumi, K. (2015). Guía técnica para cosechar el agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar de la Sierra. JICA y Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo. 24 pp.

Martins de Oliveira, C., de Oliveira Sabato, E. Ed. (2018). Doenças em milho : insetos-vetores, mollicutes e vírus. Brasília, DF : Embrapa, 2018.

Ministerio de Agricultura y Ganadería – MAG (2020). Mapa de la zonificación agroecológica del cultivo de maíz suave bajo condiciones naturales. CGSIN, DIGDM, INIAP. En edición.

Nagoshi RN, Nagoshi BY, Cañarte E, Navarrete B, Solórzano R, Garcés-Carrera S. (2019). Genetic characterization of fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Ecuador and comparisons with regional populations identify likely migratory relationships. *PLoS One* 14(9):e0222332.

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.

Peñaherrera, D., & Marmol, R. (2018). Análisis de la aplicación de los tipos de circuitos cortos de comercialización en la organización de la Agricultura Familiar AF. Caso de estudio organización productiva Fuerza y Trabajo de la parroquia de Machachi. Quito: Tesis de posgrado.

Prasanna, B.M., Huesing, J. E., Regina E., Virginia M. Peschke, V.M. (Eds). 2018. Fall Armyworm in Africa: A Guide for Integrated Pest Management, First Edition. Mexico, CDMX: CIMMYT.

Programa de Maíz del CIMMYT. 2004. Enfermedades del maíz: una guía para su identificación en el campo. Cuarta edición. México, D.F.: CIMMYT.

Programa de Maíz del CIMMYT. sf. Insectos nocivos del maíz: una guía para su identificación en el campo. México, D.F.: CIMMYT.

Pule, B. (2020). Fluctuación de precios del maíz suave (*Zea mays*) en las provincias de Imbabura y Carchi comercializado en el mercado mayorista “Comercibarra”, periodo 2014-2017.

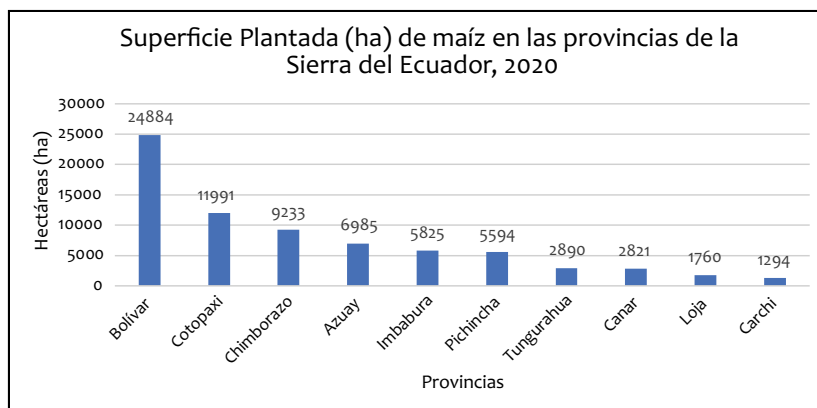
Rodríguez, M.A & Angulo, A. (2005). Catálogo crítico y nominal del género *Dargida* Walker 1856 (Lepidoptera, Noctuidae, Hadeninae). *Gayana* 69(1):10-21.

Sangoquiza Caiza, C. A., Yanez Guzmán, C. F., & Borges García, M. (2019). Respuesta de la absorción de nitrógeno y fósforo de una variedad de maíz al inocular *Azospirillum* sp. y *Pseudomonas fluorescens*. *ACI Avances En Ciencias E Ingenierías*, 11(1).

- Sharma, M. K. y P. Kumar. (2017). Guía para la identificación y el manejo de la deficiencia de nutrientes en cereales. Instituto Internacional de Nutrición Vegetal (IPNI), Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMUYT), El Batán, México. 50 p.
- SIPA. (2021). Sistema de Información Pública Agropecuaria, Cifras Agroproductivas. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Quito, Ecuador. Datos disponible del año 2020. Consultado en Septiembre de 2021. <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- Valverde Vanegas, M. (2015). Caracterización e identificación de razas de maíz en la Provincia de Azuay. Tesis de Postgrado, Universidad de Cuenca.
- Velásquez, J., Monteros, A., y Tapia B., C. (2008). Semillas, tecnología de producción y conservación. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Producción de Semillas.
- Villacrés, E., Yáñez G., C., Armijos L., A.G., Quelal, M.B., y Álvarez M., J. (2016). El despertar gastronómico del maíz: Recetario. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Nutrición y Calidad. (Publicación Miscelánea no. 431).
- Vintimilla, M. 2014. Diagnóstico de los principales problemas fitosanitarios en post cosecha de maíz y fréjol en las provincias de Azuay y Cañar y sus alternativas de manejo. Trabajo de graduación para obtención Título Biólogo. Universidad del Azuay. Cuenca-Ecuador. 69 pg.
- Yáñez G., C., Velásquez, J., Peñaherrera, D., Zambrano Mendoza, J.L., Caicedo, M., Heredia, J., Sangoquiza, C., Quimbita, A. (2010). Guía de producción de maíz de altura. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Maíz. (Guía no. 96).
- Yáñez G., C., Zambrano Mendoza, J. L., Caicedo, M., Sánchez Arizo, V. H., y Heredia, J. (2003). Catálogo de recursos genéticos de maíces de altura ecuatorianos. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Maíz.
- Zambrano-Mendoza, J.L., Sangoquiza-Caiza, C. A., Campaña-Cruz, D.F., Yáñez-Guzmán, C. F. (2021). Use of Biofertilizers in Agricultural Production. IntechOpen.
- Zambrano, José L.; Yáñez, Carlos F.; Sangoquiza, Carlos A. 2021. Maize Breeding in the Highlands of Ecuador, Peru, and Bolivia: A Review. *Agronomy* 11, no. 2: 212.

Anexos

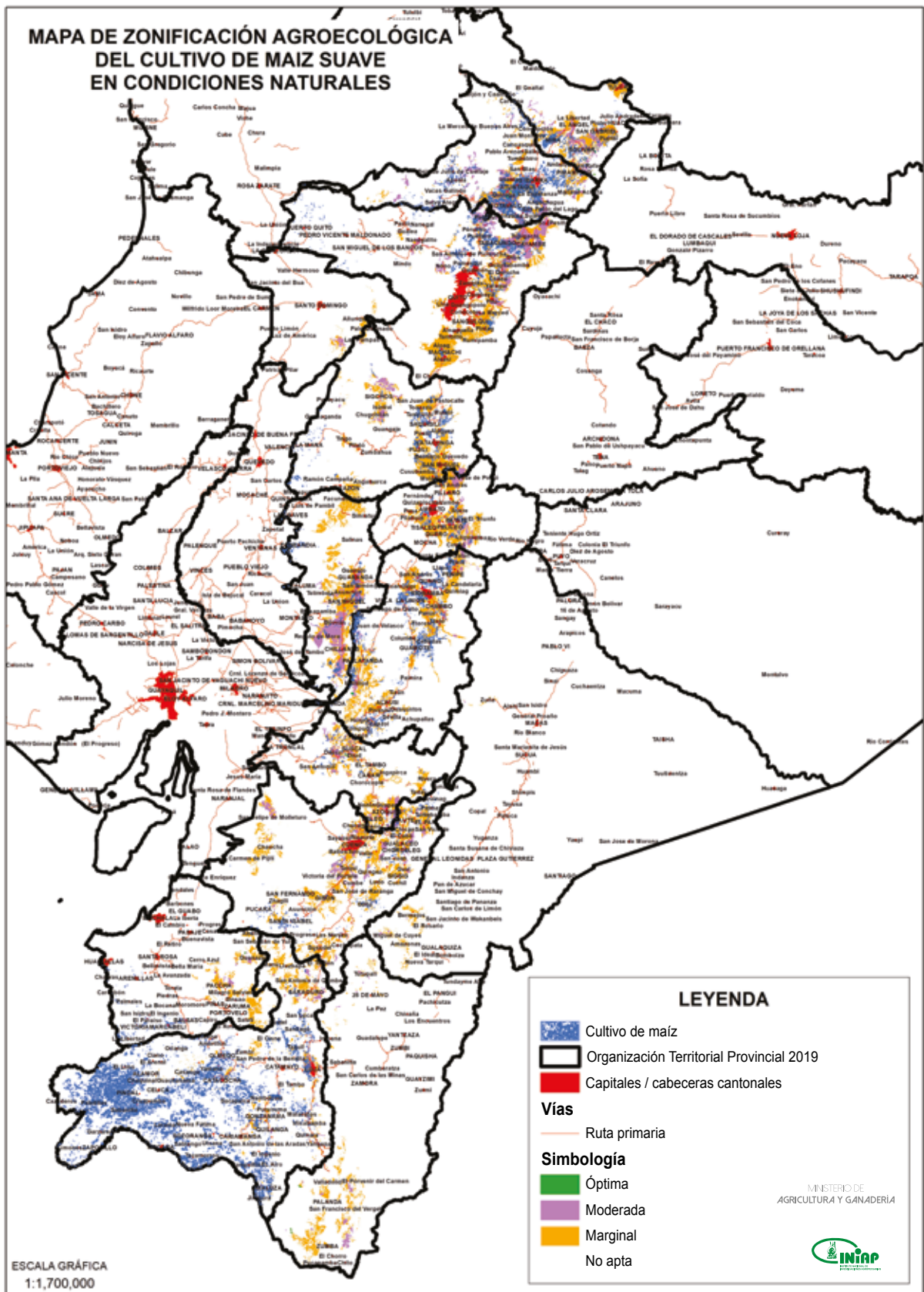
Anexo 1. Estadísticas de producción de maíz en la Sierra del Ecuador, 2020



Provincia	Productos	Superficie Plantada (ha)	Superficie Cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Carchi	Maíz Suave Choclo (en choclo)	835	835	3,592	4,30
	Maíz Suave Seco (grano seco)	459	375	444	1,18
Imbabura	Maíz Duro Choclo (en choclo)	16	16	20	1,24
	Maíz Suave Choclo (en choclo)	1,196	1,086	3,056	2,82
	Maíz Suave Seco (grano seco)	4,613	4,485	6,707	1,50
Pichincha	Maíz Duro Choclo (en choclo)	71	71	32	0,45
	Maíz Suave Choclo (en choclo)	2,416	2,231	10,129	4,54
	Maíz Suave Seco (grano seco)	3,107	3,007	2,587	0,86
Cotopaxi	Maíz Duro Choclo (en choclo)	370	308	672	2,18
	Maíz Suave Choclo (en choclo)	2,776	2,519	6,455	2,56
	Maíz Suave Seco (grano seco)	8,845	7,788	7,31	0,94
Tungurahua	Maíz Suave Choclo (en choclo)	2,673	2,604	12,31	4,73
	Maíz Suave Seco (grano seco)	217	208	415	2,00
Bolívar	Maíz Suave Choclo (en choclo)	1,087	1,084	4,769	4,40
	Maíz Suave Seco (grano seco)	23,797	22,92	49,928	2,18
Chimborazo	Maíz Suave Choclo (en choclo)	2,021	1,88	8,853	4,71
	Maíz Suave Seco (grano seco)	7,219	6,429	12,812	1,99
Cañar	Maíz Suave Choclo (en choclo)	452	374	384	1,03
	Maíz Suave Seco (grano seco)	2,369	1,914	1,108	0,58
Azuay	Maíz Duro Choclo (en choclo)	224	224	112	0,50
	Maíz Suave Choclo (en choclo)	1,118	1,078	1,478	1,37
	Maíz Suave Seco (grano seco)	5,643	5,237	4,998	0,95
Loja	Maíz Suave Choclo (en choclo)	893	884	2,634	2,98
	Maíz Suave Seco (grano seco)	867	837	1,443	1,72

Fuente: (SIPA, 2021).

Anexo 2. Mapa de zonificación del cultivo de maíz en la Sierra del Ecuador



Fuente: MAG, 2020.

Anexo 3. Parámetros de zonificación del cultivo de maíz de altura

MATRIZ DE DECISIÓN DEL CULTIVO DE MAÍZ SUAVE Y OTROS (<i>Zea mays</i> L.) EN ZONAS TEMPERADAS (Sierra)				
COMPONENTE	PARÁMETRO	CATEGORÍAS DE LA ZONIFICACIÓN AGROECOLÓGICA DEL CULTIVO		
		ÓPTIMA 1	MARGINAL 3	
		MODERADA 2	NO APTA 4	
BIOFÍSICO	PENDIENTE (%)	Plana (0-2), muy suave (2-5), suave (5-12), Media (12-25)	a fuerte (25-40)	Muy fuerte (70-100), escarpada (100-150), muy escarpada (150-200), abrupta (>200)
	TEXTURA SUPERFICIAL DEL SUELO	Franco, franco arcilloso, franco arcillo arenoso, franco arcillo limoso	Franco limoso, Franco arenoso, arcillo arenoso	Arcilla pesada, arena
	PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)	Profundo (>100), Moderadamente profundo (51-100)	-	Poco profundo (21-50)
	PEDREGOSIDAD (%)	Nula (no posee fragmentos), muy pocas (<10)	Pocas (10-25)	Frecuentes (25-50), Abundantes (50-75), pedregoso - rocoso (>75)
	DRENAJE NATURAL	Bueno	Moderado	Sin drenaje, mal drenado, ejecutivo
	PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO (cm)	Profundo (>100), sin evidencia	Medianamente profundo (51-100)	Superficial (11-20), muy superficial (0-10)
	pH DEL SUELO	Ligeramente ácido (6.0-6.5), medianamente ácido (5.5-6.0)	Neutro (7), prácticamente neutro (6.5-7.5)	Muy ácido (<4.5), Alcalino (>8.5)
	TOXICIDAD (AC: Ácidos - meq/100 ml); (CAR: Carbonatos - %)	Nula	Ligera - AC (<0.5), ligera - CAR (0-10)	Alta - AC (>25), alta - CAR (>25)
	MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO (%)	Alto (Sierra) >5.0, Medio (Sierra) 3.0-5.0	Medio (Sierra) 3.0-5.0	Alto (Costa), Medio (Costa), Bajo (Costa), Alto (Amazonia), Medio (Amazonia), Bajo (Amazonia)
	SALINIDAD (ds/m)	No salino (<2.0)	Ligeramente salino (2.0-4.0)	Muy salino (8.0-16.0), extremadamente salino (>16.0)
NIVEL DE FERTILIDAD DEL SUELO	Alta y Media	Baja	Muy baja	
AGROCLIMÁTICO	TEMPERATURA (°C)	13-25	10 - 11 y > 28	< 10 y > 28
	*PERÍODO VEGETATIVO (días)	150 - 210	120 - 150 / 210-240	<60 y >300
	PRECIPITACIÓN (mm)	600-1200	500-600 / 1200-1600	<400, >2500
	ALTITUD (m s.n.m.)	2400 - 2800	2200 - 2400 / 2800- 3100	<1900 y >3300

* Período vegetativo: corresponde al período de crecimiento del cultivo por disponibilidad de agua expresado en días. **Las variables de precipitación y altitud se analizaron de manera implícita en el período vegetativo y en temperatura.

Nota: Los requerimientos del cultivo son referenciales para el Ecuador continental. Se excluyeron las áreas que tienen como principal objetivo la protección y conservación como: Bosque y Vegetación Protectora, Patrimonio Forestal del Estado y sus áreas restauradas, Patrimonio de Áreas Naturales del Estado, Bosque Nativo (incluida las áreas del Programa Socio Bosque), Zonas Intangibles, Zona de Amortiguamiento Yasuni (MAE, 2015) y zonas sobre la cota de los 3 600 m s.n.m. (MAE, 2014).

Fuente: Adaptado de varios autores.

Elaboración: MAGAP/CCSIN/DIGDM/INIAP 2020.

Anexo 4. Ejemplo de cálculo de la dosis óptima del fertilizante y económica de nitrógeno para el cultivo de maíz harinoso en la Sierra del Ecuador

Se realizó la implementación de un experimento en el cultivo de maíz harinoso en la Sierra del Ecuador, en el cual se aplicaron diferentes dosis de nitrógeno y se obtuvieron los siguientes rendimientos (Tabla 1).

Rendimientos de maíz en grano seco para varias dosis de nitrógeno en varias localidades.

Dosis Nitrógeno (kg ha ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
0	2000
21	3050
27	3660
50	4740
60	4370
100	5230
120	4820
140	4440
150	5940
200	5820

El valor de venta a nivel de agricultor de los 100 kg de maíz fue de \$ 30 USD y el precio de los 100 kg de urea fue de \$ 60 USD.

Cómo calcular la Dosis optima fisiológica (DOF) y la Dosis optima económica (DOE).

Con los valores de la dosis de nitrógeno y en rendimiento del maíz se calcula un modelo de regresión cuadrática o de segundo orden.

$$y = \beta_0 + \beta_1 N + \beta_2 N^2$$

Donde:

- Y = Característica que deseamos estimar en función de N.
- β_0 = Ordenada al origen correspondiente a la estimación de y cuando N=0.
- β_1 = Efectos lineales.
- β_2 = Efectos cuadráticos.

$$y = 2497.8 + 35.099N - 0.1N^2$$

- **Dosis óptima fisiológica**

$$DOF = \frac{\beta_1}{2 \times \beta_2}$$

Dónde:

DOF = Dosis óptima fisiológica (kg ha⁻¹).
 β_1 = Pendiente.
 β_2 = Curvatura cuadrática.

$$DOF = \frac{35.099}{2 \times 0.1}$$

$$DOF = 175.50 \text{ kg de N ha}^{-1}$$

- **Dosis óptima económica**

$$DOE = \frac{\beta_1 - RPIP}{2 \times \beta_2}$$

Dónde:

DOE = Dosis óptima económica (kg ha⁻¹).
 RPIP = Relación Precio Insumo Producto.
 β_1 = Pendiente.
 β_2 = Curvatura cuadrática.

- **Relación Precio Insumo Producto**

$$RPIP = \frac{PI}{PP}$$

Dónde:

RPIP = Relación Precio Insumo Producto.
 PI = Precio Insumo (precio kg de insumo).
 PP = Precio producto (precio kg de producto).

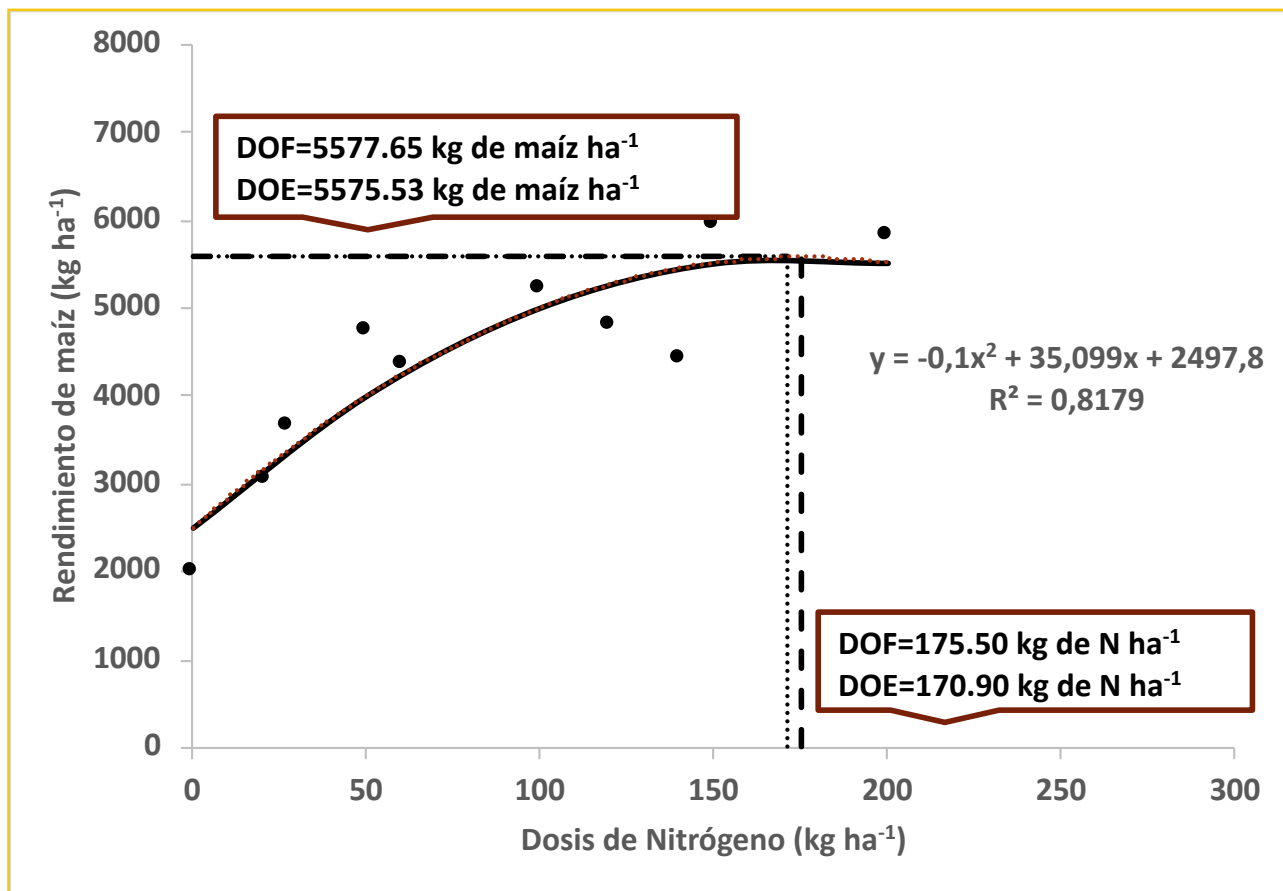
$$RPIP = \frac{0.27}{0.30}$$

$$RPIP = 0.92$$

$$DOE = \frac{35.099 - 0.92}{2 \times 0.1}$$

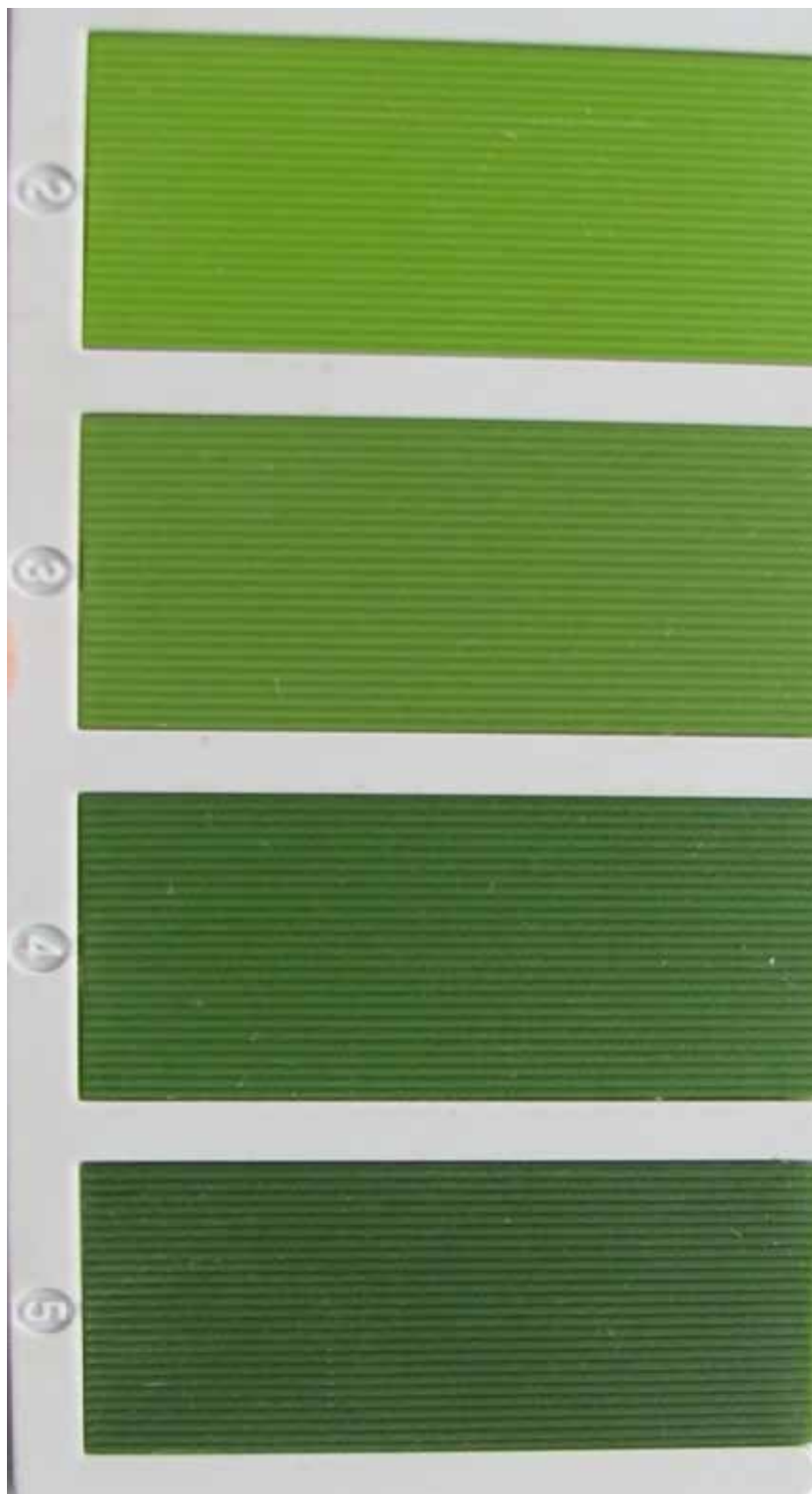
$$DOE = 170.90 \text{ kg de N ha}^{-1}$$

Dosis óptima fisiológica (DOF) y Dosis óptima económica (DOE) en el cultivo de maíz.



Anexo 5. Tabla de colores del IRRI para detectar síntomas de deficiencia de nitrógeno en maíz

Tome una foto de la tabla con su celular y utilizar durante sus recorridos en el campo.



Anexo 6. Costos de producción del maíz de altura

La producción agropecuaria articula e integra en sus procesos diferentes recursos humanos, tecnológicos y financieros, mismos que son usados durante los ciclos de producción de los cultivos. Todos estos recursos se convierten de manera financiera y económica en los costos de producción. El cálculo de costos permite determinar un presupuesto de producción, un costo real de producción, el precio del producto final, el posible precio de venta, y lo más importante, determinar la rentabilidad y los beneficios de la actividad productiva.

Cada unidad productiva dispone de diferentes recursos propios (mano de obra familiar, equipos, maquinaria, tierra, etc.), por lo que la asignación de los costos es clave para calcular los costos reales de producción. El ciclo de producción es el período que transcurre entre la ejecución de la primera actividad, hasta la venta final de los productos y subproductos. El ciclo de cultivo es el tiempo entre la siembra y cosecha del cultivo.

Costos

Los costos son todos los egresos que son pagados en efectivo o que deben ser valorados como costos de oportunidad por su uso durante las actividades y tareas que se realizan durante la producción, desde la preparación del suelo, el ciclo del cultivo y las labores de cosecha, poscosecha y comercialización de los productos. Hay diversas clasificaciones de costos, pero la más usual es la de costos variables o directos, fijos o indirectos y los costos totales.

Costos variables

Son aquellos relacionados directamente con el cultivo y varían (aumentan o disminuyen) en función de la superficie del cultivo. Por ejemplo, 1 hectárea de maíz requiere cierta cantidad de insumos, mano de obra y materiales; en tanto que para cultivar 5 hectáreas de maíz se requerirán mayor cantidad de los mismos. A mayor superficie mayores costos variables y a menores superficies, menores costos variables. Se consideran como costos variables: mano de obra, insumos, materiales, servicios, alquileres de equipos y maquinaria, fletes.

Costos fijos

Son aquellos que no cambian durante el ciclo de producción. Por ejemplo, cuando la unidad productiva dispone de equipos, maquinaria propia, terreno, su uso debe ser calculado como costos fijos. Otro costo fijo es el costo de administración, que corresponde al tiempo que dedica el productor en el seguimiento y la gestión de recursos necesarios para el cultivo. Se puede calcular como un porcentaje del total de costos variables.

El costo por uso de la tierra es otro costo fijo, que puede equipararse con el precio de arriendo del lote para el ciclo de producción. El costo del dinero es un factor clave a considerar como parte de los costos fijos, ya que la producción agrícola es una actividad de inversión que tiene como objetivo generar beneficios y retorno financieros. Se sugiere calcular con la tasa pasiva de crédito como un costo de oportunidad.

Se recomienda incluir un costo por seguro agrícola, que puede ayudar a recuperar parte de la inversión en el caso de un evento climático extremo que cause pérdida del cultivo. Podría ser considerado como costo fijo o variable.

En el caso de realizar un presupuesto (antes de la inversión), debe incluir un valor por imprevistos.

Costo total

Es el resultado de la suma de los costos variables más los costos fijos realizados durante el ciclo de producción.

Productos y subproductos del cultivo

Son el resultado final de la producción de un cultivo y que pueden generar ingresos por su venta o están disponibles para el autoconsumo. El cultivo de maíz, de acuerdo con su finalidad, puede generar diferentes productos como el choclo, grano seco o harina integral. Cuando el objetivo del cultivo es la producción de forraje en verde para silos, las mazorcas y caña verde son picadas para el proceso de ensilaje. Otros subproductos son los tallos o caña verde o caña seca que son muy apreciados como forrajes. En el caso del maíz negro, un subproducto de importancia son las tuzas, ya que en éstas hay la mayor concentración de antocianinas para su extracción.

La tasa de multiplicación, se aplica únicamente cuando el objetivo de la producción es para grano seco. Indica la cantidad de grano cosechado por cada unidad de grano sembrado. Por ejemplo, una tasa de multiplicación de 65 x 1 indica que, por cada kilo de grano sembrado, se obtiene 65 kg de grano seco cosechado.

Se propone registrar los costos en función de las fases de cultivo (preparación de suelo, y labores presiembra; siembra; labores culturales de manejo de cultivo; cosecha y poscosecha). En cada fase se deben incluir las actividades con sus respectivos insumos, materiales, equipos y servicios que se usan en con sus cantidades y precios.

Los indicadores financieros básicos que se incluyen son:

- Ingreso Bruto (\$/lote): es la suma de cada uno de los productos y subproductos, multiplicado por sus precios esperados en el presupuesto, o los precios reales de venta en la finca o en el mercado.
- Ingreso Neto (\$/lote): es la resta del Ingreso Bruto menos el Costo Total.
- Rentabilidad Simple (%): es el porcentaje resultante entre el Ingreso Neto dividido para el Costo Total y multiplicado por 100.
- El Beneficio/Costo: es el resultado de la división entre el Ingreso Bruto dividido para el Costo Total. Cuando el resultado es mayor a 1, indica que hay ganancia; cuando el resultado es igual a 1 indica que no hay ganancia ni pérdida; y cuando el resultado es menor a 1, indica que hay pérdida en la inversión.

Para establecer los costos reales, se debe establecer un cuaderno contable o financiero que permita registrar los gastos, los ingresos y al final establecer las pérdidas o ganancias de la inversión.

A continuación, se presentan los presupuestos referenciales para la producción de maíz en choclo, maíz en grano seco, harina de maíz y maíz picado para forraje en verde.

Presupuesto de producción de maíz en estado de choclo

Programa de Maíz						
COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS DE CICLO CORTO O ANUALES						
INIAP - Estación Experimental Santa Catalina						
Provincia, Cantón, Parroquia	Pichincha / Rumiñahui / nn			Lote:		
Superficie:	1	ha		Altitud:	2.800	m
Cultivo:	Maíz (choclo)			Variedad:	INIAP- 101	
Ciclo del cultivo:	6	meses		Ciclo de producción:	7	meses
COSTOS VARIABLES	Insumo, Producto, Material, Equipo o Servicio			Unidad	Cantidad	Precio U. \$
Fases y actividades						Subtotal \$
Preparación del suelo y labores de presiembra						290,00
Análisis de suelo	Servicio laboratorio			muestra	1	30,00
Arado	tractor			hora	3	20,00
Rastrado (2 pases)	tractor			hora	4	20,00
Surcado	tractor			hora	2	20,00
Seguro Agrícola					1	80,00
Siembra y fertilización inicial						542,00
Semilla	INIAP - 101			kg	30	3,50
Fertilizantes	10-30-10			saco	3	32,00
	Muriato de potasio			saco	2	30,00
	Sulpomag			saco	2	28,00
	mano de obra			jornal	10	22,50
Labores culturales de manejo del cultivo						792,00
Rascadillo y 1ra. fertiliz. complementaria	urea			saco	2	30,00
	mano de obra			jornal	4	22,50
Aporque y 2da. Fertiliz. complementaria	urea			saco	2	30,00
	mano de obra			jornal	8	22,50
Controles fitosanitarios (T,C, 2 aplic)	clorpirifos, cipermetrina			l	2	15,00
	mano de obra			jornal	4	22,50
Control mariposa del choclo (3 aplic)	aceite			l	8	1,50
	mano de obra			jornal	12	22,50
Cosecha, poscosecha y venta						628,00
Cosecha, selección y evasado	mano de obra			jornal	20	22,50
	envases			sacos	250	0,20
	hilo plástico			rollo	1	3,00
Transporte al mercado	flete y estibaje			sacos	250	0,50
Total Costos Variables (TCV)						2.252,00
COSTOS FIJOS				Valor	Precio Unit. \$/ciclo	Total \$/lote
Nombre						
- Administración (% TCV)				2%		45,04
- Uso del suelo (\$/ciclo)					100,00	100,00
- Costo de oportunidad del capital (%)				6%		78,82
- Imprevistos (% TCV)				2%		45,04
Total Costos Fijos (TCF)						268,90
COSTO TOTAL (CT=CV+CF)						2.520,90
ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN, COSTO UNITARIO Y PRECIOS DE VENTA				ANÁLISIS FINANCIERO		
Total Producción:	Cantidad producción		Costo Unitario \$/saco	Precios de Venta \$/saco	Ingreso Bruto (\$/lote):	
	saco/lote	%			3.180,00	
	280	100,00	9,51	12,00	Ingreso Neto (\$/lote):	
- Choclo 1ra. (80-100 u/saco)	175	62,50			659,10	
- Choclo 2da. (100-130 u/saco)	90	32,14			26,15%	
- Choclo 3ra. (+ 130 u/saco)	15	5,36			1,26	
- Otro subproducto (caña verde)	30	t/ha		10,0	Beneficio/Costo:	
					Elaboración / Revisión	
					M. Racines, J. Zambrano, J. Velásquez	
					Lugar	Fecha
					EESC/Pichincha	30/6/21

Con estos costos y producción esperada, el costo unitario es de \$ 9,51 USD/saco de choclo de primera; y con los precios esperados de venta, se puede obtener una rentabilidad simple de 26,15 % al final del ciclo de producción, y el Beneficio/Costo indica que por cada dólar invertido, el productor recupera su inversión y gana 26 centavos.

Presupuesto de producción de maíz en grano seco

Programa de Maíz						
COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS DE CICLO CORTO O ANUALES						
INIAP - Estación Experimental Santa Catalina						
Provincia, Cantón, Parroquia	Pichincha / Rumiñahui / nn			Lote:		
Superficie:	1	ha	Altitud:	2.800	m	
Cultivo:	Maíz (grano seco)			Variedad:	INIAP - 122	
Ciclo del cultivo:	8	meses	Ciclo de producción:	9	meses	
COSTOS VARIABLES						
Fases y actividades	Insumo, Producto, Material, Equipo o Servicio	Unidad	Cantidad	Precio U. \$	Subtotal \$	
Preparación del suelo y labores de presiembra					230,00	
Análisis de suelo	Servicio laboratorio	muestra	1	30,00	30,00	
Arado	tractor	hora	2	20,00	40,00	
Rastrado (2 pases)	tractor	hora	2	20,00	40,00	
Surcado	tractor	hora	2	20,00	40,00	
Seguro Agrícola			1	80,00	80,00	
Siembra y fertilización inicial					542,00	
Semilla	INIAP - 122	kg	30	3,50	105,00	
Fertilizantes	10-30-10	saco	3	32,00	96,00	
	Muriato de potasio	saco	2	30,00	60,00	
	Sulpomag	saco	2	28,00	56,00	
	mano de obra	jornal	10	22,50	225,00	
Labores culturales de manejo del cultivo					570,00	
Rascadillo y 1ra. fertiliz. complementaria	urea	saco	2	30,00	60,00	
	mano de obra	jornal	4	22,50	90,00	
Aporque y 2da. fertiliz. complementaria	urea	saco	2	30,00	60,00	
	mano de obra	jornal	8	22,50	180,00	
Controles fitosanitario (T,C,M 3 aplic)	clorpirifos, cipermetrina	l	3	15,00	45,00	
	mano de obra	jornal	6	22,50	135,00	
Cosecha, poscosecha y venta					764,00	
Cosecha	mano de obra	jornal	10	22,50	225,00	
Secado	mano de obra	jornal	2	22,50	45,00	
Selección desgranado y envasado	mano de obra	jornal	20	22,50	450,00	
	envases	sacos	60	0,20	12,00	
	hilo plástico	rollo	1	3,00	3,00	
Transporte al mercado	flete y estibaje	sacos	58	0,50	29,00	
Total Costos Variables (TCV)					2.106,00	
COSTOS FIJOS						
Nombre	Valor	Precio Unit. \$/ciclo	Total \$/lote			
- Administración (% TCV)	2%		42,12			
- Uso del suelo (\$/ciclo)		100,00	100,00			
- Costo de oportunidad del capital (%)	6%		94,77			
- Imprevistos (% TCV)	2%		42,12			
Total Costos Fijos (TCF)					279,01	
COSTO TOTAL (CT=CV+CF)					2.385,01	
ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN, COSTO UNITARIO Y PRECIOS DE VENTA					ANÁLISIS FINANCIERO	
Total Producción:	Cantidad producción		Costo Unitario \$/qq	Precios de Venta \$/qq	Ingreso Bruto (\$/lote):	2.920,00
	qq/lote	%			Ingreso Neto (\$/lote):	534,99
	70	100,00			Rentabilidad Simple:	22,43%
- Grano 1ra.	58	82,86	41,12	45,00	Beneficio/Costo:	1,22
- Grano 2da.	10	14,29		25,00	Elaboración / Revisión	
- Granza	2	2,86		5,00	M. Racines, J. Zambrano, J. Velásquez	
- Otro subproducto (caña seca):	10	t/lote		5,00	Lugar	Fecha
Tasa de multiplicación (kg):	105 x 1				EESC/Pichincha	30/6/21

Con estos costos y producción esperada, el Costo Unitario es de \$ 41,12 USD/saco grano de primera; y con los precios esperados de venta, se puede obtener una rentabilidad simple de 22,43 % al final del ciclo de producción, y el Beneficio/Costo indica que por cada dólar invertido, el productor recupera su inversión y gana 22 centavos.

Presupuesto de producción de grano y harina de maíz

Programa de Maíz						
COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS DE CICLO CORTO O ANUALES						
INIAP - Estación Experimental Santa Catalina						
Provincia, Cantón, Parroquia	Imbabura / Otavalo / nn			Lote:		
Superficie:	1	ha		Altitud:	2.800	m
Cultivo:	Maíz Negro (para harina integral)			Variedad:	INIAP - Racimo de Uva	
Ciclo del cultivo:	8	meses		Ciclo de producción:	9	meses
COSTOS VARIABLES						
Fases y actividades	Insumo, Producto, Material, Equipo o Servicio	Unidad	Cantidad	Precio Unit. \$	Subtotal \$	
Preparación del suelo y labores de presiembra						
290,00						
Análisis de suelo	Servicio laboratorio	muestra	1	30,00	30,00	
Arado	tractor	hora	3	20,00	60,00	
Rastrado (2 pases)	tractor	hora	4	20,00	80,00	
Surcado	tractor	hora	2	20,00	40,00	
Seguro agrícola			1	80,00	80,00	
Siembra y fertilización inicial						
542,00						
Semilla	INIAP - Racimo de Uva	kg	30	3,50	105,00	
Fertilizantes	10-30-10	saco	3	32,00	96,00	
	Muriato de potasio	saco	2	30,00	60,00	
	Sulpomag	saco	2	28,00	56,00	
	mano de obra	jornal	10	22,50	225,00	
Labores culturales de manejo del cultivo						
570,00						
Rascadillo y 1ra. fertiliz. complementaria	urea	saco	2	30,00	60,00	
	mano de obra	jornal	4	22,50	90,00	
Aporque y 2da. fertiliz. complementaria	urea	saco	2	30,00	60,00	
	mano de obra	jornal	8	22,50	180,00	
Controles fitosanitario (T,C,M 3 aplic)	Clorpirifos, Cipermetrina	l	3	15,00	45,00	
	mano de obra	jornal	6	22,50	135,00	
Cosecha, poscosecha y venta						
1.275,00						
Cosecha	mano de obra	jornal	10	22,50	225,00	
Secado	mano de obra	jornal	2	22,50	45,00	
Selección y desgranado	mano de obra	jornal	20	22,50	450,00	
	envases para grano	sacos	60	0,15	9,00	
Transporte al molino	flete y estibaje	sacos	60	0,20	12,00	
Pretostado, molido y tamizado	molino	sacos	60	8,00	480,00	
	envases para harina	sacos	54	0,50	27,00	
Transporte al mercado	flete y estibaje	sacos	54	0,50	27,00	
Total Costos Variables (TCV)						2.677,00
COSTOS FIJOS						
Nombre	Valor	Precio Unit. \$/ciclo	Total \$/lote			
- Administración (% TCV)	2%		53,54			
- Uso del suelo (\$/ciclo)		100,00	100,00			
- Costo de oportunidad del capital (%)	6%		120,47			
- Imprevistos (% TCV)	2%		53,54			
Total Costos Fijos (TCF)						327,55
COSTO TOTAL (CT=CV+CF)						3.004,55
ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN, COSTO UNITARIO Y PRECIOS DE VENTA					ANÁLISIS FINANCIERO	
Total Producción:	Cantidad producción		Costo Unitario \$/saco	Precios de Venta \$/saco	Ingreso Bruto (\$/lote):	
	saco/lote	%			4.062,00	
	65	100,00			Ingreso Neto (\$/lote):	
- Harina integral de maíz negro	57	87,69	52,71	70,00	1.057,46	
- Merma por molienda	6	9,23		0,00	Rentabilidad Simple:	
- Granza	2	3,08		1,00	35,20%	
- Otro subproducto (tusas):	10	saco/lote		2,00	Beneficio/Costo:	
- Otro subproducto (caña seca):	10	t/lote		5,00	1,35	
Elaboración					Elaboración / Revisión	
EESC/Pichincha					M. Racines, E. Villacrés, J. Zambrano, J.	
					30/6/21	

Con estos costos y producción esperada, el costo unitario es de \$ 52,71 USD/saco harina integral; y con los precios esperados de venta, se puede obtener una rentabilidad simple de 35,20 % al final del ciclo de producción, y el Beneficio/Costo indica que por cada dólar invertido, el productor recupera su inversión y gana 35 centavos.

Presupuesto de producción de forraje verde de maíz

Programa de Maíz						
COSTOS DE PRODUCCIÓN DE CULTIVOS DE CICLO CORTO O ANUALES						
INIAP - Estación Experimental Santa Catalina						
Provincia, Cantón, Parroquia	Pichincha / Mejía / Machachi			Lote:		
Superficie:	1	ha		Altitud:	3.000	m
Cultivo:	Maíz (forraje verde para silo)			Variedad:	INIAP - 180	
Ciclo del cultivo:	6	meses		Ciclo de producción:	7	meses
COSTOS VARIABLES						
Fases y actividades	Insumo, Producto, Material, Equipo o Servicio		Unidad	Cantidad	Precio U. \$	Subtotal \$
Preparación del suelo y labores de presiembr						210,00
Análisis de suelo	Servicio de laboratorio		muestra	1	30,00	30,00
Arado	tractor		hora	3	20,00	60,00
Rastrado (2 pases)	tractor		hora	4	20,00	80,00
Surcado	tractor		hora	2	20,00	40,00
Siembra y fertilización inicial						594,50
Semilla	INIAP - 180		kg	45	3,50	157,50
Fertilizantes	10-30-10		saco	3	32,00	96,00
	Muriato de potasio		saco	2	30,00	60,00
	Sulpomag		saco	2	28,00	56,00
	mano de obra		jornal	10	22,50	225,00
Labores culturales de manejo del cultivo						450,00
Rascadillo y 1ra. fertiliz. complementaria	urea		saco	2	30,00	60,00
	mano de obra		jornal	4	22,50	90,00
Aporque y 2da. fertiliz. complementaria	urea		saco	2	30,00	60,00
	mano de obra		jornal	8	22,50	180,00
Controles fitosanitarios (T,C, 1 aplic)	clorpirifos, cipermetrina		l	1	15,00	15,00
	mano de obra		jornal	2	22,50	45,00
Cosecha, poscosecha						445,00
Cosecha y picada	picadora		hora	16	15,00	240,00
Cosecha y picada	mano de obra		jornal	2	22,50	45,00
Transporte al silo	remolque		hora	16	10,00	160,00
Total Costos Variables (TCV)						1.699,50
COSTOS FIJOS						
Nombre				Valor	Precio Unit. \$/ciclo	Total \$/lote
- Administración (% TCV)				2%		33,99
- Uso del suelo (\$/ciclo)					100,00	100,00
- Costo de oportunidad del capital (%)				6%		59,48
- Seguro agrícola (\$/ciclo)					80,00	80,00
- Imprevistos (% TCV)				2%		33,99
Total Costos Fijos (TCF)						307,46
COSTO TOTAL (CT = CV + CF)						2.006,96
ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN, COSTO UNITARIO Y PRECIOS DE VENTA					ANÁLISIS FINANCIERO	
Total Producción:	Cantidad producción		Costo Unitario \$/t	Precios de Venta \$/t	Ingreso Bruto (\$/lote):	
	t/lote	%			2.400,00	
	50	100,00			Elaboración / Revisión	
- Forraje picado con mazorca (75% hum.)	50	100,00	40,14	48,00	Marcelo Racines / José Velásquez	
					Lugar	Fecha
					EESC/Pichincha	16/7/21

Con estos costos y producción esperada, el costo unitario del forraje con mazorca verde picado es de \$ 40,14 \$/t; lo que equivale indicar que el costo de forraje producido es de 4 centavos de dólar por kilo. El forraje debe ser ensilado inmediatamente.

