

Cultivos alternativos Intensificación y diversificación sustentable

Aspectos agronómicos

Fuente: Información generada a partir de ensayos y vitrinas
2018-2020 a través de la red de colaboradores





Cultivos alternativos Intensificación y diversificación sustentable

Aspectos agronómicos

Fuente: Información generada a partir de ensayos y vitrinas
2018-2020 a través de la red de colaboradores

DIRECTORIO CIMMYT

Director Asociado del Programa de Sistemas Agroalimentarios Sostenibles (SAS)

Jelle Van Loon

Divulgación, SAS

Francisco Alarcón

Gerente Hub Pacífico Sur

Jaime Leal

Gerente Hub Chiapas

Jorge García

Coordinador Hub Península de Yucatán

Vladimir May

Revisión Técnica: Ravi Gopal Singh, José Rausel Ovando

Edición: Fernando Morales Garcilazo

Diseño y Edición Digital: Mayra Servín

Cita correcta: Leal, J., García, J., & May, V. (2020). Cultivos alternativos: Intensificación y diversificación sustentable. Aspectos agronómicos. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) es una organización internacional centrada en la investigación y la formación agrícola sin ánimo de lucro que capacita a los agricultores a través de la ciencia y la innovación para alimentar al mundo en plena crisis climática. Aplicando una ciencia de alta calidad y asociaciones sólidas, el CIMMYT trabaja para conseguir un mundo con personas más sanas y prósperas, libre de crisis alimentarias globales y con sistemas agroalimentarios más resistentes. La investigación del CIMMYT aporta mayor productividad y mejores beneficios a los agricultores, mitiga los efectos de la crisis climática y reduce el impacto medioambiental de la agricultura.

El CIMMYT es miembro del CGIAR, una asociación mundial de investigación para un futuro con seguridad alimentaria dedicada a reducir la pobreza, aumentar la seguridad alimentaria y nutricional y mejorar los recursos naturales.

Este es un material de divulgación del CIMMYT.

Impreso en México.



Presentación

Cultivos alternativos para Oaxaca, Chiapas y Campeche compila los aspectos agronómicos más relevantes de 22 cultivos adaptables para diversas zonas del sur-sureste de México.

La información de este instrumento fue generada a partir de ensayos y vitrinas agronómicas que se desarrollaron entre 2018 y 2020 gracias a la red de colaboradores del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en el marco de diversos proyectos impulsados con los sectores público, privado, académico y social.

Los cultivos alternativos brindan a los productores de pequeña escala la posibilidad de incrementar la seguridad alimentaria de sus familias y de mejorar sus sistemas de producción tanto en el aspecto agronómico como en el económico. Por un lado, mejorando las características de los suelos gracias a los beneficios de la diversificación de cultivos y, por otro, abriendo la posibilidad de diversificar sus fuentes de ingresos por los excedentes en la producción de una mayor variedad de cultivos.

Sirva el presente documento como una guía para que productores y técnicos construyan sistemas agroalimentarios más sólidos, diversos y flexibles desde la óptica de la sustentabilidad agrícola.

Índice

Presentación	3
Altitudes de adaptación de los cultivos alternativos	6
Amaranto	7
Ajonjolí	8
Canavalia	9
Canola	10
Cártamo	11
Cacahuate	12
Caupí o vigna	13
Crotalaria	14
Chícharo	15
Chícharo gandul	16
Dólicos	17
Ebo	18
Frijol ayocote	19
Frijol mungo	20
Frijol nescafé	21
Garbanzo	22
Girasol	23
Grasspea	24
Quinoa	25
Rábano	26
Soya	27
Triticale	28

Altitudes de adaptación de los cultivos alternativos

Dólicos	Chícharo	Rábano
Amaranto	Garbanzo	Frijol Ayocote
Cártamo	Canola	Triticale
Frijol	Ebo	

Caupí	Cacahuate	Canola	Ebo
Canavalia	Amaranto	Quinoa	
Crotalaria	Frijol	Frijol Ayocote	
Girasol	Cártamo	Grasspea	
Frijol mungo	Chícharo	Rábano	
Dólicos	Garbanzo	Triticale	

Caupí	Cacahuate
Mucuna	Amaranto
Canavalia	Frijol
Crotalaria	Ajonjolí
Chícharo gandul	Grasspea
Girasol	Rábano
Frijol mungo	
Dólicos	
Soya	

mayor a 1800 msnm

De 1400 a 1800 msnm

Abreviaturas usadas en este documento:
 msnm metros sobre el nivel del mar, mm milímetros,
 dds días después de la siembra, kg/ha kilogramos por hectárea,
 sem/ha semillas por hectárea

De 0 a 1400 msn



AMARANTO

Nombre científico	<i>Amaranthus ssp.</i>
Altitudes de adaptación	0-2400 msnm
Precipitación	500-2000 mm/anuales
Suelos	Todas las texturas
pH	5-8
Ciclo de producción	Floración: 70-75 dds Madurez: 130-140 dds
Tipo de crecimiento	Determinado
Usos y beneficios	Consumo humano (grano), forraje, roturación del suelo
Contenido de proteína	16-18% 70% de proteína digestible
Densidad de siembra	3-3.5 kg/ha 65,000-70,000 sem/ha
Otros aspectos a considerar para la siembra	Tamaño de semilla: 1 mm Profundidad de siembra: 3 cm Distancia entre surcos: 75-80 cm Distancia entre plantas: 10-12 cm Semillas por golpe: 1
Consideraciones	Susceptible a inundaciones y a heladas La cosecha manual puede presentar dificultad por el tamaño del grano



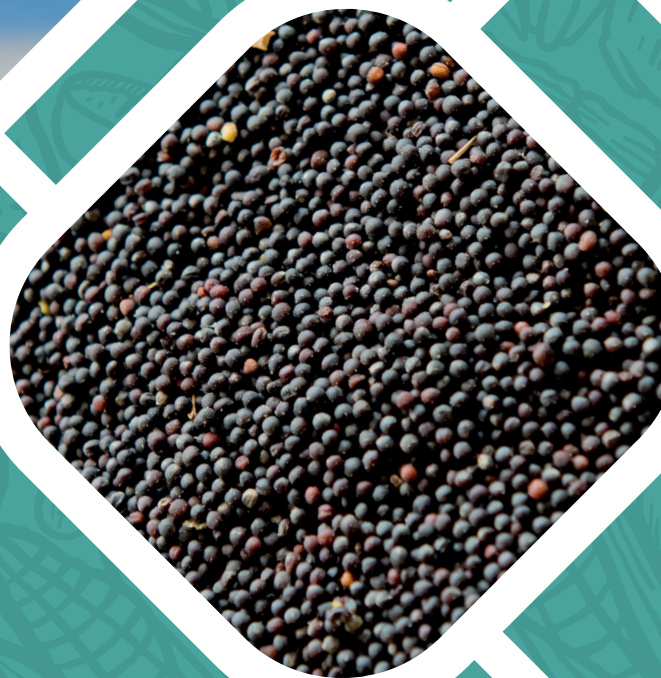
AJONJOLÍ

Nombre científico	<i>Sesamum indicum</i>
Altitudes de adaptación	0-1000 msnm
Precipitación	500-1200 mm/anuales
Suelos	Todas las texturas
pH	5-7
Ciclo de producción	Floración: 33-67 dds Madurez: 95-140 dds
Tipo de crecimiento	Determinado
Usos y beneficios	Consumo humano (grano), aceite, excelente cultivo para rotación, cobertura, control de la maleza coquillo
Contenido de proteína	17-18%
Densidad de siembra	3-4 kg/ha 50,000-60,000 sem/ha
Otros aspectos a considerar para la siembra	Tamaño de semilla: 1 mm Profundidad de siembra: 3 cm Distancia entre surcos: 75-80 cm Distancia entre plantas: 8-10 cm Semillas por golpe: 1
Consideraciones	Susceptible a inundaciones y a heladas. Tolerante a sequía. Atrae insectos benéficos.



CANAVALIA

Nombre científico	<i>Canavalia ensiformis</i>
Altitudes de adaptación	0-1500 msnm
Precipitación	700-2000 mm/anuales
Suelos	Todas las texturas
pH	5-7
Ciclo de producción	Floración: 85-90 dds Madurez: 180-200 dds
Tipo de crecimiento	Semiperenne, Determinado
Usos y beneficios	Cobertura, fijación de nitrógeno, combate la erosión
Contenido de proteína	23-24% 55-57% de proteína digestible
Densidad de siembra	25 kg/ha 25,000 sem/ha
Otros aspectos a considerar para la siembra	Tamaño de semilla: 10-12 mm Profundidad de siembra: 10 cm Distancia entre surcos: 75-80 cm Distancia entre plantas: 20-25 cm Semillas por golpe: 1



CANOLA

Nombre científico	<i>Brassica napus</i>	
Altitudes de adaptación	500-2500 msnm	
Precipitación	300-800 mm/anuales	
Suelos	Todas las texturas	
pH	6.5-8	
Ciclo de producción	Floración: 60 dds	Madurez: 115-160 dds
Tipo de crecimiento	Determinado	
Usos y beneficios	Extracción de aceite, cultivo de cobertura, forraje si se mezcla con tréboles, consumo humano (como verdura), melífera (néctar), roturación del suelo.	
Contenido de proteína	14-18% 67% de proteína digestible	
Densidad de siembra	3.5-5 kg/ha 55,000-65,000 sem/ha	
Otros aspectos a considerar para la siembra	Tamaño de la semilla: 1 mm Profundidad de siembra: 3 cm Distancia entre surcos: 65-80 cm Distancia entre plantas: A chorrillo, 10 cm aprox.	
Consideraciones	Debe tener mejor humedad en etapa de siembra. Se debe ajustar la siembra para que durante la floración y hasta la cosecha no haya lluvias o neblina. Es un cultivo muy tolerante al frío.	



CÁRTAMO

Nombre científico	<i>Carthamus tinctorius</i>
Altitudes de adaptación	100-2000 msnm
Precipitación	500-800 mm/anales
Suelos	Todas las texturas
pH	6-8
Ciclo de producción	Floración: 90-110 dds Madurez: 130-150 dds
Tipo de crecimiento	Determinado
Usos y beneficios	Extraer aceite, roturación del suelo
Contenido de proteína	15-17% 70% de proteína digestible
Densidad de siembra	20 kg/ha 100,000 sem/ha
Otros aspectos a considerar para la siembra	Tamaño de semilla: 5-6 mm Profundidad de siembra: 6 cm Distancia entre surcos: 75-80 cm Distancia entre plantas: 10 cm Semillas por golpe: 1
Consideraciones	La cosecha y desgrane son difíciles debido a que las hojas y flores presentan puntas espinosas, muy tolerante a la sequía



CACAHUATE

Nombre científico	<i>Arachis hypogaea</i>
Altitudes de adaptación	0-1500 msnm
Precipitación	600-1200 mm/anales
Suelos	Texturas medias a gruesas
pH	5-8
Ciclo de producción	Floración: 70-80 dds Madurez: 120-140 dds
Tipo de crecimiento	Determinado
Usos y beneficios	Consumo humano (grano), aceite, forraje, cobertura, fijación de nitrógeno
Contenido de proteína	26%
Densidad de siembra	40-80 kg/ha 60,000-65,000 sem/ha
Otros aspectos a considerar para la siembra	Tamaño de semilla: 8-10 mm Profundidad de siembra: 7 cm Distancia entre surcos: 55-60 cm Distancia entre plantas: 12.5 cm Semillas por golpe: 1
Consideraciones	Susceptible a inundaciones, tolerante a sequía, susceptible a deficiencia de hierro



CAUPÍ

Nombre científico	<i>Vigna unguiculata</i>	
Altitudes de adaptación	0-1500 msnm	
Precipitación	350-1200 mm/anuales	
Suelos	Todas las texturas	
pH	5.5-7.5	
Ciclo de producción	Para variedades de ciclo corto: Floración: 40-50 dds Producción de ejote: 45-55 dds Madurez: 65-85 dds	Para variedades de ciclo largo: Floración: 80-85 dds Producción de ejote: 110-120 dds Madurez: 65-85 dds
Tipo de crecimiento	Determinado e indeterminado	
Usos y beneficios	Consumo humano (ejote, grano) forraje, cobertura, fijación de nitrógeno	
Contenido de proteína	12-16% 68% de proteína digestible	
Densidad de siembra	25-50 kg/ha 10,000 a 80,000 sem/ha	
Otros aspectos a considerar para la siembra	Tamaño de semilla: 5-6 mm Profundidad de siembra: 6 cm Distancia entre surcos: 60-80 cm	Distancia entre plantas: 15 cm Semillas por golpe: 1
Consideraciones	Susceptible a pH alcalino y heladas; el grano es muy susceptible a daños por gorgojo. Ayuda a evitar la erosión.	



CROTALARIA

Nombre científico	<i>Crotalaria juncea</i>
Altitudes de adaptación	0-1500 msnm
Precipitación	500-2000 mm/anales
Suelos	Todas las texturas
pH	5.5-7.5
Ciclo de producción	Floración: 60-65 dds Madurez: 110 dds
Tipo de crecimiento	Determinado
Usos y beneficios	Forraje (más de un corte), cobertura, fijación de nitrógeno, control de malezas.
Contenido de proteína	11-12% 70% de proteína digestible
Densidad de siembra	20-25 kg/ha 100,000 sem/ha
Otros aspectos a considerar para la siembra	Tamaño de semilla: 2-3 mm Profundidad de siembra: 5 cm Distancia entre surcos: 60-80 cm Distancia entre plantas: A chorrillo, 6 cm aproximadamente
Consideraciones	Es un excelente cultivo de cobertura y ayuda al control de malezas.



CHÍCHARO

Nombre científico	<i>Pisum sativum</i>
Altitudes de adaptación	500-2500 msnm
Precipitación	500-800 mm/anales
Suelos	Todas las texturas
pH	6.5-8
Ciclo de producción	Floración: 55-80 dds Madurez: 80-100 dds
Tipo de crecimiento	Determinado
Usos y beneficios	Consumo humano (grano), forraje, cobertura, fijación de nitrógeno
Contenido de proteína	11-12% 65% de proteína digestible
Densidad de siembra	40-60 kg/ha 70,000-79,000 sem/ha
Otros aspectos a considerar para la siembra	Tamaño de semilla: 4 mm Profundidad de siembra: 5 cm Distancia entre surcos: 60-80 cm Distancia entre plantas: 12 cm Semillas por golpe: 1
Consideraciones	Hay variedades que no soportan las heladas.



CHÍCHARO GANDUL

Nombre científico	<i>Cajanus cajan</i>	
Altitudes de adaptación	0-800 msnm	
Precipitación	700-2000 mm/anales	
Suelos	Arenosos-arcillosos	
pH	6.5-8	
Ciclo de producción	Para variedades de ciclo corto: Floración: 160-170 dds Madurez fisiológica: 215-220 dds	Para variedades de ciclo largo: Floración: 210-220 dds Madurez fisiológica: 270 dds o más
Tipo de crecimiento	Semiindeterminado, semiperenne	
Usos y beneficios	Consumo humano (grano), forraje (más de un corte), cobertura, fijación de nitrógeno.	
Contenido de proteína	20-23% (en grano) 67% de proteína digestible	
Densidad de siembra	10-20 kg/ha, (12 kg/ha en fechas apropiadas y hasta 20 kg/ha en fechas tardías) 60,000 - 65,000 sem/ha	
Otros aspectos a considerar para la siembra	Tamaño de semilla: 3-4 mm Profundidad de siembra: 6 cm Distancia entre surcos: 75-80 cm	Distancia entre plantas: 20 cm Semillas por golpe: 1
Consideraciones	Excelente cultivo intercalado con maíz, reduce las plagas, el grano es muy susceptible a daños por gorgojo.	



DÓLICOS

Nombre científico	<i>Dolichos lablab</i>
Altitudes de adaptación	0-2200 msnm
Precipitación	700-2000 mm/anuales
Suelos	Todas las texturas
pH	5-8
Ciclo de producción	Floración: 176 dds Madurez: 207 dds
Tipo de crecimiento	Indeterminado
Usos y beneficios	Forraje (más de un corte), cobertura, fijación de nitrógeno
Contenido de proteína	19-22% 60-65% de proteína digestible
Densidad de siembra	15-30 kg/ha 25,000-60,000 sem/ha
Otros aspectos a considerar para la siembra	Tamaño de semilla: 6-7 mm Profundidad de siembra: 8 cm Distancia entre surcos: 60-80 cm Distancia entre plantas: 20 cm Semillas por golpe: 1
Consideraciones	Susceptible a inundaciones



EBO

Nombre científico	<i>Vicia sativa</i>
Altitudes de adaptación	500-2500 msnm
Precipitación	500-800 mm/anuales
Suelos	Todas las texturas
pH	6.5-8
Ciclo de producción	Floración: 60-65 dds Madurez: 110-115 dds
Tipo de crecimiento	Indeterminado
Usos y beneficios	Forraje, cobertura, fijación de nitrógeno
Contenido de proteína	21-22% 65-70% de proteína digestible
Densidad de siembra	25 kg/ha 80,000 sem/ha
Consideraciones	Ninguna



FRIJOL AYOCOTE

Nombre científico	<i>Phaseolus coccineus</i>
Altitudes de adaptación	1500-2500 msnm
Precipitación	500-1200 mm/anuales
Suelos	Todas las texturas
pH	6.5-8
Ciclo de producción	Floración: 45-60 dds Madurez: 140-160 dds
Tipo de crecimiento	Perenne (indeterminado)
Usos y beneficios	Consumo humano (grano), forraje, cobertura, fijación de nitrógeno
Contenido de proteína	20-21%
Densidad de siembra	10 kg/ha 10,000-15,000 sem/ha
Otros aspectos a considerar para la siembra	Tamaño de semilla: 14-16 mm Profundidad de siembra: 8 cm Distancia entre surcos: 60-80 cm Distancia entre plantas: 80 cm Semillas por golpe: 1
Consideraciones	Ninguna



FRIJOL MUNGO

Nombre científico	<i>Vigna radiata</i>
Altitudes de adaptación	0-1500 msnm
Precipitación	350-1200 mm/anuales
Suelos	Todas las texturas
pH	5.5-7.5
Ciclo de producción	Floración: 40-45 dds Producción de ejote: 45-50 dds Madurez: 55-60 dds
Tipo de crecimiento	Semiindeterminado
Usos y beneficios	Consumo humano (grano), forraje, cultivo de cobertura, fijación de nitrógeno
Contenido de proteína	22-24% 60-65% de proteína digestible
Densidad de siembra	12-20 kg/ha 80,000-100,000 sem/ha
Otros aspectos a considerar para la siembra	Tamaño de semilla: 5-6 mm Profundidad de siembra: 5 cm Distancia entre surcos: 60-80 cm Distancia entre plantas: 15 cm Semillas por golpe: 1 o 2
Consideraciones	Susceptible a inundación y a pH alcalino. El grano es muy susceptible a daños por gorgojo



FRIJOL NESCAFÉ

Nombre científico	<i>Mucuna pruriens</i>
Altitudes de adaptación	0-1000 msnm
Precipitación	1000-2000 mm/anuales
Suelos	Todas las texturas
pH	5-7
Ciclo de producción	Floración: 90-95 dds Madurez: 190-195 dds
Tipo de crecimiento	Indeterminado
Usos y beneficios	Excelente cultivo de cobertura, fijación de nitrógeno
Contenido de proteína	20% 60% de proteína digestible
Densidad de siembra	20-22 kg/ha 40,000 sem/ha
Consideraciones	Susceptible a inundaciones



GARBANZO

Nombre científico	<i>Cicer arietinum</i>
Altitudes de adaptación	200-1500 msnm
Precipitación	500-800 mm/anuales
Suelos	Suelos arcillosos o pesados
pH	6.5-8
Ciclo de producción	Floración: 60-65 dds Madurez: 120-130 dds
Tipo de crecimiento	Determinado
Usos y beneficios	Consumo humano (grano), forraje, fijación de nitrógeno
Contenido de proteína	18-21% 65-70% de proteína digestible
Densidad de siembra	50-100 kg/ha 75,000-80,000 sem/ha
Otros aspectos a considerar para la siembra	Tamaño de semilla: 5-7 mm Profundidad de siembra: 8 cm Distancia entre surcos: 60-80 cm Distancia entre plantas: 14 cm Semillas por golpe: 1 o 2
Consideraciones	El exceso de humedad provoca enfermedades por hongos y mancha el grano. Hay variedades que no soportan las heladas en floración.



GIRASOL

Nombre científico	<i>Helianthus annuus</i>
Altitudes de adaptación	0-2300 msnm
Precipitación	500-2000 mm/anuales
Suelos	Todas las texturas
pH	5.5-7.5
Ciclo de producción	Floración: 60-65 dds Madurez: 110 dds
Tipo de crecimiento	Determinado
Usos y beneficios	Consumo humano (botana), forraje, flor, melífera (polen), cobertura
Contenido de proteína	11-12% 70% de proteína digestible
Densidad de siembra	6-7 kg/ha 50,000-60,000 sem/ha
Otros aspectos a considerar para la siembra	Tamaño de semilla: 6-7 mm Profundidad de siembra: 5 cm Distancia entre surcos: 75-80 cm Distancia entre plantas: 20 cm Semillas por golpe: 1
Consideraciones	Susceptible a inundaciones y a heladas. La semilla pierde viabilidad rápidamente (1 año)



GRASSPEA

Nombre científico	<i>Lathyrus sativus</i>
Altitudes de adaptación	0-2500 msnm
Precipitación	500-800 mm/anuales
Suelos	Todas las texturas
pH	5.5-8.5
Ciclo de producción	Floración: 55-60 dds Madurez: 110-115 dds
Tipo de crecimiento	Determinado
Usos y beneficios	Forraje, cobertura, fijación de nitrógeno, soporta heladas
Contenido de proteína	20-22% 60-65% de proteína digestible
Densidad de siembra	25-30 kg/ha 75,000-80,000 sem/ha
Otros aspectos a considerar para la siembra	Tamaño de semilla: 4-5 mm Profundidad de siembra: 6-7 cm Distancia entre surcos: 55-60 cm Distancia entre plantas: 8-8.5 cm Semillas por golpe: 1
Consideraciones	Ninguna



QUINOA

Nombre científico	<i>Chenopodium quinoa</i>
Altitudes de adaptación	0-2500 msnm
Precipitación	500-800 mm/anuales
Suelos	Todas las texturas
pH	6.5-8
Ciclo de producción	Floración: 50-55 dds Madurez: 100 dds
Tipo de crecimiento	Determinado
Usos y beneficios	Consumo humano (grano), forraje, arreglos florales
Contenido de proteína	15-20% 55-60% de proteína digestible
Densidad de siembra	25-30 kg/ha 75,000-80,000 sem/ha
Consideraciones	Ninguna



RÁBANO

Nombre científico	<i>Raphanus sativus</i>
Altitudes de adaptación	500-2500 msnm
Precipitación	400-800 mm/anuales
Suelos	Todas las texturas
pH	6.5-8
Ciclo de producción	Floración: 60 dds Madurez: 110-120 dds
Tipo de crecimiento	Determinado
Usos y beneficios	Consumo humano (verdura), forraje, cobertura, roturación del suelo
Contenido de proteína	12-14% en semillas
Densidad de siembra	5-5.5 kg/ha 55,000-60,000 sem/ha
Otros aspectos a considerar para la siembra	Tamaño de semilla: 2-3 mm Profundidad de siembra: 4 cm Distancia entre surcos: 60-80 cm Distancia entre plantas: 10-12 cm Semillas por golpe: 1
Consideraciones	Ninguna



SOYA

Nombre científico	<i>Glycine max</i>
Altitudes de adaptación	0-1500 msnm
Precipitación	1000 mm/anuales
Suelos	Todas las texturas
pH	5-7
Ciclo de producción	Floración: 45-60 dds Madurez: 115-128 dds
Tipo de crecimiento	Determinado
Usos y beneficios	Forraje (grano), fijación de nitrógeno
Contenido de proteína	40%
Densidad de siembra	50-60 kg/ha 75,000-80,000 sem/ha
Otros aspectos a considerar para la siembra	Tamaño de semilla: 5-6 mm Profundidad de siembra: 6 cm Distancia entre surcos: 75-80 cm Distancia entre plantas: 12 cm Semillas por golpe: 1
Consideraciones	Susceptible a inundaciones. La semilla es muy sensible, incluso si se le pone mucho peso sobre ella, por ello su germinación puede ser baja.



TRITICALE

Nombre científico	<i>Triticosecale wittmack</i>
Altitudes de adaptación	500-2500 msnm
Precipitación	500-800 mm/anuales
Suelos	Todas las texturas
pH	6.5-8
Ciclo de producción	Floración: 52-53 dds Madurez: 135-140 dds
Tipo de crecimiento	Determinado
Usos y beneficios	Forraje, grano para ensilaje, mejora la estructura del suelo
Contenido de proteína	12-14% 70% de proteína digestible
Densidad de siembra	80-100 kg/ha 250,000 sem/ha
Consideraciones	Ninguna

Cultivos por sistema y acción específica

Consumo humano

Ayocote
Frijol
Chícharo
Frijol
Caupí
Garbanzo
Chícharo gandul
Frijol mungo
Soya
Cacahuate

Forraje

Canola
Girasol
Ebo
Frijol ayocote
<i>Grasspea</i>
Caupí
Crotalaria
Chícharo gandul
Frijol mungo

Fijadores de nitrógeno

Frijol ayocote
Chícharo
Frijol
Caupí
Garbanzo
Chícharo gandul
Frijol mungo
Soya
Cacahuate
Ebo
<i>Grasspea</i>
Mucuna
Canavalia

Coberturas y abonos verdes

Chícharo gandul
Caupí
Frijol mungo
Soya
Girasol
Mucuna
Canavalia
Cacahuate

Fuente: CIMMYT. Red de ensayos de cultivos alternativos y vitrinas establecidas.



 **CIMMYT** 

 **CGIAR**

