

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES**  
**RENOVABLES**



**Caracterización del sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]:  
Establecimiento, Manejo y Producción en el Estado de Morelos**

Por:

**Alexis Zoé Barranco Peralta**

**MONOGRAFÍA**

**Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener El Título De:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, junio 2023.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**Caracterización del sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]:  
Establecimiento, manejo y producción en el estado de Morelos**

POR:

**Alexis Zoé Barranco Peralta**

MONOGRAFIA


Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como  
Requisito para obtener el título de:


**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**


La cual fue revisada y aprobada por:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez  
Asesor Principal

  
\_\_\_\_\_  
MC. Myrna Julieta Ayala Ortega  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. José Javier Ochoa Espinoza  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Francisco Gabriel Muñoz López

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Pedro Carrillo López  
Coordinador de la División de Ciencia Agraria



Saltillo, Coahuila, México, junio de 2023.

## DECLARATORIA DE NO PLAGIO

Saltillo, Coahuila, junio 2023.

### DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado “**Caracterización del sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]: Establecimiento, manejo y producción en el estado de Morelos**” es una producción personal, donde no se ha copiado, replicado, utilizado ideas, citas integrales e ilustraciones diversas, obtenidas de cualquier tesis, obra intelectual, artículo, memoria, (en versión digital o impresa), sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor.

En este sentido, lo anterior puede ser confirmado por el lector, estando consciente de que en caso de comprobarse plagio en el texto o no se respetaron los derechos de autor; esto será objeto de sanciones del Comité Editorial y/o legales a las que haya lugar; quedando, por tanto, anulado el presente documento académico sin derecho a la aprobación de este, ni a un nuevo envío.

Alexis Zoé Barranco Peralta



---

Nombre

---

Firma

## RESUMEN

El cultivo del sorgo [*Sorghum bicolor* L. Moench) está considerado como uno de los cinco cultivos principales a nivel mundial, ya que cubre las necesidades de alimento tanto de los humanos como en los sistemas de producción animal. Esta especie se pueden aprovechar en forma de granos, tallos y hojas. Así mismo, por sus características fisiológicas, como su alta eficiencia fotosintética y adaptación a condiciones adversas, que sobresalen ante otros cultivos como el maíz, la convierte actualmente es uno de los cereales de grano grande con mejores características en eficiencia del agua y resistencia a la sequía. En cuanto a su manejo se debe considerar; la preparación del terreno, tiempos de siembra y variedad más adaptada a la región, la fertilización y control de plagas y enfermedades. Algunos productores no tan solo lo comercializan como grano, si no también lo utilizan para la elaboración de concentrados para el ganado lo que conlleva a un aumento en la economía de estos, ya que en su mayoría de los climas de México, por lo que realizar las actividades adecuadamente durante la siembra y todo el desarrollo del cultivo, garantizara buenos rendimientos que beneficiarán a los productores con la obtención de un grano de mejor calidad y por ende forrajes de alto valor nutricional. Así mismo, el clima juega un papel muy importante para que se cumplan los objetivos antes planteados, ya que las heladas afectan al cultivo al igual que las sequias, aunque algunas variedades son resistentes a la sequía se ven afectadas, aunado a la presencia de plagas y enfermedad, por lo que, no expresaran su máximo rendimiento, por tanto, es necesario llevar adecuadamente las prácticas de producción.

**Palabras clave:** *Sorghum bicolor*, Características, producción, sorgo, Morelos.

## ABSTRACT

The cultivation of sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] is considered one of the five main crops worldwide since it contributes to covers the food needs of both humans and animal production systems. This species can be used the same as grain, stems and leaves. Likewise, due to its physiological characteristics, such as its high photosynthetic efficiency and adaptation to adverse conditions, which stand out from other crops such as corn, it currently makes it one of the large-grain cereals with outstanding characteristics in terms of water efficiency use and tolerance to drought. Regarding its management, it should be considered, land preparation, planting times the varieties more adapted to a particular region, fertilization and pests and diseases control. Some producers (ranchers) in the state of Morelos not only market it as grain, but also use it to make concentrates for cattle, which leads to an increase in the economy of the municipalities of the state, since most of them produce sorghum, so carrying out the activities properly during sowing and throughout the development of the crop will guarantee good yields that will benefit producers by obtaining a better quality grain and therefore forage of high nutritional value. Likewise, the climate plays a very important role so that the objectives are met, since frosts affect the crop as well as droughts, although some varieties are resistant to drought, they are affected, together with the presence of pests. and disease, therefore, they will not express their maximum performance, therefore, it is necessary to properly conduct production practices.

**Key words:** *Sorghum bicolor*, characteristics, production, sorghum, Morelos.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme vida y facultades necesarias, salud, deseo, fortaleza y las ganas de concluir mi carrera universitaria, por darme la motivación necesaria para no rendirme y estar ahí, siendo una guía para no desviarme de mis metas, por cuidar de mí y de mi familia.

A mi ama terra mater la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por recibirme con los brazos abiertos en sus instalaciones y poder formarme como profesionista y por todo el conocimiento adquirido. Por las buenas enseñanzas que por momentos fueron duras pero que fueron parte del proceso por conocer a personas que se volvieron grandes amigos y gracias por darme la oportunidad de ser orgullosamente un buitre de la narro.

A mis maestros de la división de ciencia animal, así como a los maestros (as) de las diferentes divisiones que ayudaron en mi proceso como profesionista y a los tres departamentos, nutrición, producción y recursos naturales, por darme la enseñanza y el conocimiento para ser un buen profesionista.

A mis amigos por apoyarme y darme consejos, por ser personas con quien pase buenos momentos en la universidad.

Al Dr. Perpetuo Álvarez Vázquez y asesores por darme la oportunidad de trabajar en este trabajo y darme la motivación para concluir mi proceso universitario, por su disposición, amabilidad y aporte de conocimientos.

A mi familia y hermanos por sus buenos deseos y motivación en todo momento.

A mi novia por el gran apoyo que me ha dado, por sus buenos consejos, por su gran amor y por ser una buena persona que me llena de motivación en todo el tiempo.

A mí por tener la fortaleza mental y emocional, así como tener la fortaleza necesaria para poder concluir con mis metas y las ganas de seguir soñando.

## DEDICATORIAS

A mis padres Tiberio Barranco Flores y María de los Ángeles Peralta Vega por haberme dado la vida, por ser los mejores papás del mundo por sus buenos consejos y por estar para mí en todo momento, por darme la solvencia económica en todo este proceso, por darme un hogar y mucho amor desde niño y motivarme siempre en luchar por lo que quiero y darme un buen ejemplo y educación.

A mis hermanos Lic. Yatziry Rosalit Barranco Peralta y Ángel Barranco Peralta con quien he compartido momentos llenos de felicidad todo el tiempo, por pasar una infancia llena de alegría con sus ocurrencias y porque esto que estoy logrando los motivara a seguir logrando sus sueños.

A mi familia paterna Barranco Flores y materna Peralta Vega por sus buenos deseos en que me fuera bien poder ser una mejor persona.

A mi novia la Lic. Brenda Kaori Barreto Espejo porque sé que está orgullosa de mí por cada meta cumplida durante este maravilloso tiempo junto porque somos un bonito equipo, donde tanto ella como yo estamos apoyándonos siempre, te amo mi amor.

## ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 OBJETIVOS.....</b>	<b>2</b>
1.1.1 Objetivo general .....	2
1.1.2 Objetivos específicos .....	2
<b>1.2 JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1 Características capital ambientales del estado de Morelos.....	3
2.1.1 Localización geográfica.....	3
2.1.2 Geología.....	5
2.1.3 Fisiografía.....	5
2.2 Climas .....	6
2.2.1 Hidrología .....	6
2.2.2 Vegetación .....	8
2.2.3 Características básicas de población .....	8
2.2.4 Densidad de población .....	8
2.3 Descripción general de la especie en estudio .....	9
2.3.1 Morfología del sorgo.....	9
2.3.2 Fenología del sorgo.....	10
2.3.3 Variedades de sorgo .....	10
2.4 Condiciones de adaptación .....	13
2.4.1 Regiones de adaptación.....	13
2.4.2 Tolerancia a la sequia .....	13
2.4.3 Respuesta a la inundación .....	14
2.5 Establecimiento del sorgo .....	14
2.5.1 Preparación del suelo.....	14
2.5.2 Siembra .....	16
2.5.3 Control de malezas.....	18
2.5.4 Control de plagas .....	20
2.5.5 Control de enfermedades .....	25
2.5.6 Fertilización .....	27
2.6 Producción y calidad de forraje .....	29



2.6.1 Calidad del forraje .....	29
2.6.2 Valor forrajero.....	30
2.7 Producción de semilla .....	30
2.7.1 Cosecha de la semilla .....	31
2.7.2 Época de cosecha .....	32
2.8 Manejo postcosecha.....	32
2.8.1 Secado .....	32
2.8.2 Conservación .....	33
2.8.3 Almacenamiento.....	34
2.9 Calidad de la semilla .....	35
2.9.1 Calidad física.....	35
2.9.2 Calidad fisiológica.....	35
2.9.3 Calidad fitosanitaria.....	35
2.9.4 Calidad genética.....	35
2.9.5 Limpieza .....	35
<b>III. CONCLUSIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>IV. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>37</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. División política del estado de Morelos .....	5
Figura 2. Principales ríos del estado de Morelos .....	7
Figura 3. Población del estado de Morelos.....	8
Figura 4. Morfología del sorgo.....	10

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas por municipio del estado de Morelos.....	3
Tabla 2. Regiones hidrológicas del estado de Morelos. ....	6
Tabla 3. Principales ríos del estado de Morelos .....	7
Tabla 4. Ventajas y desventajas de los sistemas de siembra.....	15
Tabla 5. Densidad de siembra de diferentes tipos de sorgo.....	18
Tabla 6. Principales tipos de plagas. ....	22
Tabla 7. Niveles de fertilización. ....	28
Tabla 9. Promedios de pérdidas en cosecha de sorgo.....	32

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] es uno de los principales cultivos de porte alto que por sus características agronómicas y nutricionales representan grandes beneficios en la alimentación, tanto para el hombre como para la producción animal. Los híbridos de sorgo para uso forrajero, grano y producción de biomasa, presentan una amplia adaptabilidad a ambientes de estrés abiótico, por temperatura y humedad del suelo. Además, es una especie precoz que produce gran cantidad de masa fresca y tallos con elevados contenidos de azúcares que ayudan a la fermentación en el proceso de ensilado (Dayakar *et al.*, 2004 y Thawaro *et al.*, 2017). El sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] es el quinto cereal más utilizado después del trigo, maíz, arroz y cebada, conteniendo una cantidad considerable de propiedades benéficas demostrando que es un cultivo altamente rentable, basándose en su bajo costo de producción, resistencia a sequías y altas temperaturas gracias a su rusticidad. Este cultivo es muy fácil de almacenar, sirve de alimento para el ganado, teniendo así el 100 % de utilidad. En México, el sorgo es uno de los cultivos forrajeros más importantes dentro del sector agropecuario, considerado como fuente importante en la elaboración de alimentos balanceados para aves, bovinos y porcinos. La mayoría de las personas producen sorgo debido a que es uno de los principales ingresos económicos para los productores además de que al término de su cosecha la finalidad es comercializar el grano, algunos de los productores le dan otros fines como alimento para su propio ganado, algunos de ellos siembran en escalas pequeñas con el fin de generar insumos para sus engordas con menores costos, ya que, el grano del sorgo lo ocupan como base en la alimentación ganadera.

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo general**

- Dar a conocer información actualizada a productores mexicanos acerca de la producción del sorgo para que así los productores obtengan conocimiento de vanguardia sobre este cultivo. Todo esto mediante una búsqueda en diferentes fuentes de información digitales para que de esta forma los productores puedan mejorar la producción de su cultivo y tener mejores rendimientos en semilla y forraje.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Describir el proceso del cultivo del sorgo con base a una búsqueda y selección sistematizada de información.
- Brindar información específica sobre la producción del cultivo de sorgo que sea de utilidad práctica.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Nuevos métodos en el cultivo del sorgo han sido desarrollados, y el riesgo potencial de enfermedades y plagas que afectan su producción, son una oportunidad de información para los productores de este importante cultivo por lo que se dio a la tarea de recabar información actualizada sobre este cultivo en dicho estado para que así los productores mejoren los rendimientos y por ende obtengan mejores resultados.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Características capital ambientales del estado de Morelos

#### 2.1.1 Localización geográfica

El estado de Morelos tiene como coordenadas geográficas extremas al norte 19°07'54", al sur 18°19'57" de latitud norte; al este 98°37'59", al oeste 99°29'40" de longitud oeste y colinda al norte con México y la Ciudad de México; al este con México y Puebla; al sur con Puebla y Guerrero; al oeste con Guerrero y México. La capital del estado es el municipio de Cuernavaca y su porcentaje territorial representa el 0.2% del territorio del país (INEGI, 2017).

**Tabla 1.** Coordenadas por municipio del estado de Morelos

Municipio	Latitud norte	Latitud oeste	Altitud (m)	Extensión km <sup>2</sup>
Ayala	18°46'	98°59'	1,220	345.69
Cuautla	18°49'	98°57'	1,330	153.65
Atlatlahucan	18°56'	--	1,640	71.43
Totolapan	18°59'	--	1,900	67.80
Tlayacapan	18°57'	--	1,640	52.13
Tlalnepantla	19°00'	--	2,060	124.09
Yautepec	18°58'	99°	1,210	202.00
Jojutla	18°37'	--	860	142.63
Puente de Ixtla	18°36'	99°	906	299.17
Tlaquilenango	18°37'	99°	911	581.79
Tlaltizapán	18°41'	99°	940	236.66
Zacatepec	18°40'	--	910	28.53
Yecapixtla	18°53'	--	1,580	170.00
Ocuituco	18°54'	--	2,220	112.00

Tetela del volcán	18°53'	--	1,920	80.00
Axochiapan	18°30'	--	1,030	147.45
Jantetelco	18°43'	--	1,420	165.84
Jonacatepec	18°41'	--	1,290	97.79
Tepalcingo	18°36'	--	1,160	360.05
Zacualpan	18°47'	--	1,640	105.90
Temoac	18°46'	--	1,580	86.66
Amacuzac	18°35'	--	900	125.04
Coatlán del río	18°44'	--	1,010	102.57
Mazatepec	18°43'	--	980	45.92
Miacatlán	18°46'	--	1,000	233.64
Tetecala	18°43'	--	980	53.25
Tepoztlán	18°59'	--	1,700	242.65
Huitzilac	19°02'	--	2,550	190.18
Cuernavaca	18°55'	--	1,480	207.80
Temixco	18°51'	--	1,280	87.69
Jiutepec	18°53'	--	1,350	49.24
Emiliano zapata	18°50'	--	1,250	64.98
Xochitepec	18°47'	--	1,110	89.14

---

Fuente: INEGI (2017).





## 2.2 Climas

El clima que predomina es el cálido subhúmedo ya que se presenta en el 87 % de la superficie del estado, el 11% está representado por el clima templado húmedo, localizado en la parte norte del estado, el 2% está representado por clima templado subhúmedo, el cual se localiza hacia la parte noreste y también se presenta una pequeña zona con clima frío. La temperatura media anual del estado es de 21.5°C, la temperatura mínima promedio es de 10°C que se presenta en el mes de enero y la máxima promedio es alrededor de 32°C se presenta en los meses de abril y mayo. El clima cálido subhúmedo se estado favorece el cultivo de: caña de azúcar, arroz, sorgo, maíz, jitomate, algodón, cacahuate, cebolla y frijol, entre otros; sus frutos son: melón, mango, limón agrio, papaya y plátano. Como producto de exportación se encuentran las flores y plantas de ornato, orquídeas, nochebuenas, rosas, claveles y geranios (INEGI, 2017).

### 2.2.1 Hidrología

Las lluvias se presentan durante el verano en los meses de junio a septiembre, la precipitación media del estado es alrededor de 900 mm anuales (INEGI, 2017). En el estado de Morelos existe una región hidrológica, en la cual se localizan dos cuencas.

**Tabla 2.** Regiones hidrológicas del estado de Morelos.

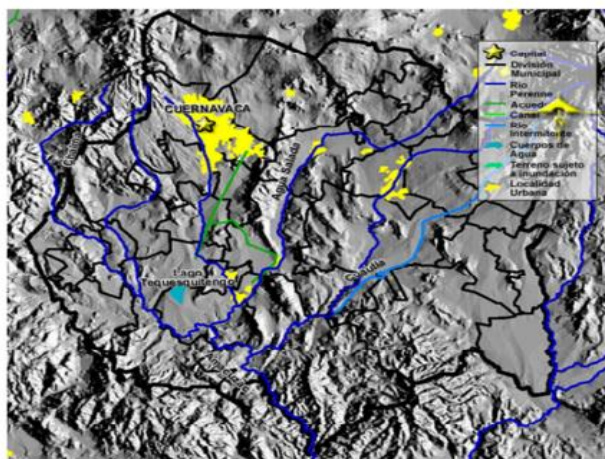
Hidrografía	
Región balsas	Cuenca:
	Rio Atoyac Rio Grande de Amacuzac

Fuente: INEGI (2017).

**Tabla 3.** Principales ríos del estado de Morelos.

Nombre	Ubicación	Nombre	Ubicación
Amacuzac	R. Grande de Amacuzac	Apanctezalco	R. Grande de Amacuzac
Cuatla	R. Grande de Amacuzac	Los sabinos	R. Grande de Amacuzac
Yautepec-Jerusalén	R. Grande de Amacuzac	El sabino	R. Grande de Amacuzac
Colotepec-Apatlaco	R. Grande de Amacuzac	Tepatepec	R. Grande de Amacuzac
Tembembe-Mexicapa	R. Grande de Amacuzac	La Tilapeña	R. Grande de Amacuzac
Chalma	R. Grande de Amacuzac	El Terrón	R. Grande de Amacuzac
Chivato	R. Grande de Amacuzac	Tepalcingo	R. Grande de Amacuzac
Quita mula	R. Grande de Amacuzac	Rio grande	R. Grande de Amacuzac
Rio salado	R. Grande de Amacuzac	Acolapan	R. Grande de Amacuzac
Chalchihuapan	R. Grande de Amacuzac	Agua salada	R. Grande de Amacuzac

Fuente: INEGI (2017).



**Figura 2.** Principales ríos del estado de Morelos (INEGI, 2017).

## 2.2.2 Vegetación

Predominan las selvas secas; le siguen en importancia los bosques de coníferas y encinos y los bosques húmedos de montaña. Cerca de los centros urbanos, la cobertura vegetal original ha cambiado por pastizales. El 55.3% de la superficie estatal está dedicado a la agricultura (INEGI, 2010).

## 2.2.3 Características básicas de población

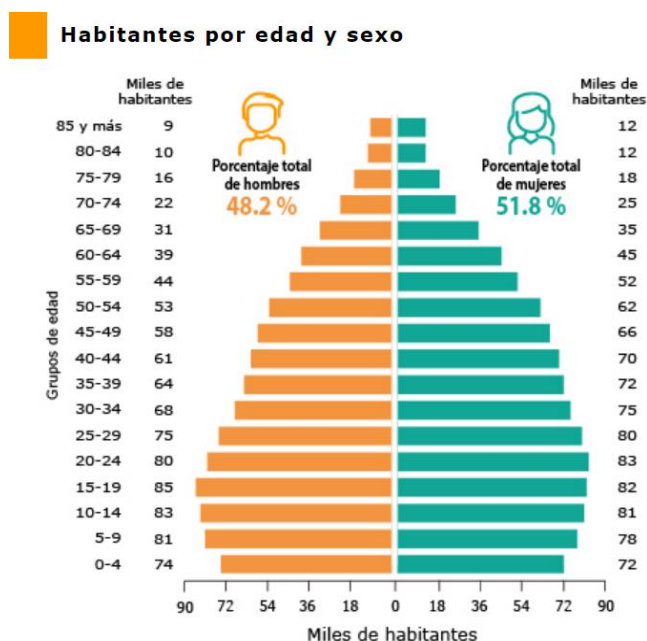


Figura 3. Población del estado de Morelos (INEGI, 2017).

## 2.2.4 Densidad de población

INEGI (2020), menciona que el estado de Morelos tiene 404 personas km<sup>2</sup>.

## **2.3 Descripción general de la especie en estudio**

### **2.3.1 Morfología del sorgo**

De acuerdo con sus raíces es sistema fibroso y alcanza profundidades de 0,90 a 1,20 m. Tiene tres clases de raíces, laterales, adventicias y aéreas. Hay dos veces más raíces de corona en sorgo que en maíz y la absorción radical del sorgo es dos veces más eficiente que en maíz, aunque el área foliar es inferior, por eso se dice que este cultivo tiene mayor tolerancia a la sequía que el maíz. La planta de sorgo crece lentamente, hasta que el sistema radical está bien desarrollado, además el sorgo tiene buena capacidad de regulación de la transpiración, y puede retrasar su desarrollo frente a condiciones ambientales adversas. Por otro lado, el tallo, es compacto, a veces esponjoso, con nudos engrosados. Puede originar macollos, de maduración más tardía que el tallo principal. La presencia de macollos es varietal influenciada por fertilidad, condiciones hídricas y densidad. Una planta de sorgo produce entre 7 y 24 hojas dependiendo de la variedad, alternas, opuestas, de forma linear lanceolada, la nervadura media es blanquecina o amarilla en los sorgos de médula seca y verde en los de médula jugosa. Tiene lígula en la mayoría de los casos. Borde de hoja con dientes curvos y filosos y numerosas células motoras ubicadas cerca de la nervadura central en la cara superior o haz facilitando el arrollamiento de la lámina durante una sequía. Su panoja, compacta, semicompacta o semilaxa tiene espiguillas de a pares. La fértil con dos flores, una estéril, la fértil es una típica flor de gramínea. Las glumas a la madurez cubren solo la base del grano, tiene pulvino que en condiciones de estrés se contrae y cierra la panoja. Se buscan en general híbridos con buena excreción o sea buen largo de pedúnculo. El grano es cariopse blanco, amarillo, castaño, rosado o castaño rojizo. Los castaños que tiran a marrón café durante la madurez suelen contener alto tanino, sustancia astringente que afecta la digestibilidad del grano y ahuyenta a las aves. El p1000 entre 20 y 40 g. Los sorgos graníferos sin taninos condensados, tienen un valor nutritivo equivalente a un 96 % del valor nutritivo del maíz (Vallati, 2019).



**Figura 4.** Morfología del sorgo (Vallati, 2019).

### 2.3.2 Fenología del sorgo

Entre las variedades de sorgo se distinguen sorgos tardíos, medios y precoces o cortos. Las variedades precoces presentan un ciclo de una duración total de 100 días, con 68 a 75 días hasta la floración, las variedades intermedias presentan ciclos de 120 días, con 68 a 80 días hasta floración y las variedades de ciclo de largo presentan una duración total de 140 días (Nava *et al.*, 2017).

### 2.3.3 Variedades de sorgo

**Súper sorgo:** Los híbridos forrajeros de súper sorgo son plantas de crecimiento rápido y alto valor nutricional con un promedio de 18% de proteína cruda y 76% de digestibilidad, características que les permiten ser aprovechadas como forraje verde o bien conservado como ensilado. Entre los factores tomados en cuenta para valorar un forraje, se encuentran el aporte de fibra, proteína, energía y Total de Nutrientes Digestibles (TND). También deben tomarse en cuenta otros factores determinantes de la calidad forrajera como el contenido de pared celular vegetal y sus componentes, principalmente celulosa, hemicelulosa y lignina, cuyo contenido es el principal factor que

influye en la degradación de la pared celular ya que se incrementa a medida que madura la planta y reduce la digestibilidad o aprovechamiento por parte de los animales, por lo que se relaciona con la edad de la planta (Berber *et al.*, 2016).

**Silo miel:** Variedad que se distingue por tener un alto contenido de azúcares en su maduración, tiene una altura de 2.00 - 3.50 metros aproximadamente. Es muy vigoroso con buen rebrote ya que permite dos o más cortes. Además, es muy sensible a fotoperiodo corto. Su follaje es de color verde más intenso y se conserva verde durante más tiempo que otros híbridos, se recomienda cosechar mediante, picado verde y ensilaje, aunque también se puede pastorear (Berber *et al.*, 2016).

**Sorgo sudan BMR:** La tecnología BMR en sorgos (nervadura marrón), se caracteriza por la presencia de una mutación que disminuye notablemente el contenido de lignina, mejorando la digestibilidad de la fibra resultante. Su aparición le permitió al sorgo posicionarse como una alternativa de alto valor para la ganadería. Esta mutación le confiere al sorgo una mayor ventana de utilización bajo pastoreo, permitiendo maximizar la producción sin que esto sea a expensas de una caída de la calidad por incremento del volumen disponible. La utilización de tecnologías genéticas, como los genes BMR, podrían significar un notable impacto en los sistemas productivos debido a sus ventajas diferenciales (Berber *et al.*, 2016).

**RB-3030:** Desarrollada por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). La variedad RB Paloma fue seleccionada de germoplasma de la India introducido por el ICRISAT a México y se desarrolló inicialmente bajo el método de selección masal durante ciclos discontinuos en Sinaloa. La RB Paloma se evaluó durante el periodo de 2005-2008 en los ciclos de OI (riego) y de PV (temporal) en comparación a los híbridos comerciales RB 3030 y Asgrow Ambar. En el ciclo OI 2008-2009 se incrementó semilla de RB Paloma en un lote aislado bajo esquema de selección masal con recombinación y se validó en el PV 2009-2009 y OI 2009- 2010 (INIFAP, 2010). La RB Paloma se caracteriza por la ausencia de antocianinas en el follaje, el cual es de

color verde claro de grosor medio, con entrenudos largos (8 a 10 cm) a diferencia de otras variedades como Sureño, que tiene los entrenudos cortos y hojas verde oscuro o la variedad Fortuna que tiene las hojas gruesas y amplias (INIFAP, 2010). Durante la etapa de floración la RB Paloma se caracteriza por ausencia de antocianinas en la gluma, pubescencia de la gluma y el estigma y la ausencia de aristas. El color de las anteras es verde limón, mientras que, al estigma, se le considera muy corto ( $1 \pm 0.010$  mm) de tipo plumoso y de color verde pálido, consideran que un estigma en sorgo es corto cuando mide menos de 3.0 mm. Al terminar la floración el número de Página 6 RB Paloma: sorgo de grano blanco para riego y buen temporal flores fue de  $1800 \pm 200$ . El número de flores en la panícula de sorgo es muy variable, en algunos híbridos comerciales se han reportado en promedio 2700 con una longitud de panícula de 26.9 cm, en líneas androfértiles B y R tolerantes al frío se han observado entre 1500 y 2100 (INIFAP, 2010).

**DKS-48:** Desarrollada por la empresa Monsanto. Esta variedad de sorgo es ideal en Morelos por su flexibilidad y adaptabilidad a las condiciones de la región. Sus días de floración son entre los 82-86 días, sus días de cosecha entre 165-170 días, la altura de la planta es de 170-180 cm, su tipo de panoja es semiabierta, el color de grano es rojo-bronce.

**Var. Ambar:** Variedad registrada por la empresa ASGROW. Presenta plantas con mejor estabilidad que le permite sembrar en condiciones de temporal para que tenga la certeza de que presentara un óptimo comportamiento ofreciendo excelentes rendimientos.

**Pioneer-8418:** Como su nombre lo especifica, esta variedad fue desarrollada por PIONEER. El híbrido con la rusticidad y amplia adaptación a las diferentes zonas sorgueras del sur y sureste de México, tiene una buena tolerancia a la sequía, la calidad en tallos y raíces toleran el acame; zonas recomendadas: Puebla, Chiapas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Morelos, Guerrero y Oaxaca; Días a

cosecha: 130 – 140 días; densidad de siembra recomendada: 12 -16 kg/ha (Berber *et al.*, 2016).

## **2.4 Condiciones de adaptación**

### **2.4.1 Regiones de adaptación**

Como se mencionó anteriormente para poder tener un buen cultivo de sorgo se requiere ciertas condiciones climáticas y geográficas para un buen desarrollo, por lo cual, el estado de Morelos es un lugar apropiado para la producción del cultivo del sorgo por lo que la mayoría de sus municipios en especial en la zona oriente y sur del estado se cultiva con buenos rendimientos para agricultores. Los municipios tales como Yecapixtla, Tepalcingo, Jonacatepec, Axochiapan, Ayala, Jantetelco, Cuautla, Temoac, Puente de Ixtla, Miacatlán, Zacualpan, Amacuzac, Jojutla y Yautepec son los que cuentan con más hectáreas de producción (Ramírez, 2017).

### **2.4.2 Tolerancia a la sequía**

El sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] es un cultivo autóctono de África, es el quinto cereal más importante en el mundo, después del trigo, el arroz, el maíz y la avena. Se ha adaptado bien a los climas tropicales, con varios rasgos que lo hacen un cultivo tolerante a la sequía, que sobrevive en condiciones climáticas adversas; por esto con frecuencia queda relegado a suelos pobres y manejo con bajos insumos. En el caso del sorgo cuando ocurre estrés hídrico en la siembra y comienzo de la floración, durante la floración, formación y desarrollo del grano, ocasiona reducciones significativas en el índice de cosecha, los componentes del rendimiento y en la producción total (González *et al.*, 2018).



### 2.4.3 Respuesta a la inundación

La inundación tiene un efecto negativo sobre la mayoría de las plantas terrestres debido a que reduce su crecimiento e induce la senescencia. La deficiencia de oxígeno, efecto principal de la inundación, cambia el metabolismo de la planta induciendo la vía anaeróbica o fermentativa como mecanismo alternativo, aunque poco eficiente para la producción de energía. Igualmente, el déficit de oxígeno aumenta la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS), tanto en la mitocondria como en el cloroplasto. Como respuesta al incremento de ROS hay un aumento en el sistema de defensa antioxidante de la planta, el cual es considerado, junto con la inducción de la vía fermentativa, como una respuesta a corto plazo. Cuando la planta está sometida a largos periodos de inundación se presentan, adicionalmente, cambios morfológicos, como la formación de aerénquima, los cuales son considerados respuestas a largo plazo. En este artículo se revisan las respuestas, tanto a corto como a largo plazo, de las plantas a la condición de estrés hídrico por inundación. Como respuesta al estrés por inundación en la planta se inducen vías de señales de transducción que llevan al desarrollo de la vía metabólica de la fermentación y posteriormente, de acuerdo con la especie, a la generación de cambios morfológicos y formación de raíces adventicias. Los cambios bioquímicos en las plantas son usualmente inducidos por un periodo corto de inundación mientras que los cambios anatómicos y morfológicos están involucrados con aclimatación a largos periodos de inundación (Jiménez *et al.*, 2015).

## 2.5 Establecimiento del sorgo

### 2.5.1 Preparación del suelo

**Labranza tradicional:** Para un nuevo inicio de siembra los productores realizan quemadas controladas de esquilmos de la siembra anterior. Se comienza con la utilización de un tractor que tenga un implemento llamado subsuelo, lo que hará que la tierra rompa la capa arable teniendo alrededor de 12 pulgadas de grosor. Posteriormente se incorpora

el arado de discos que dará vuelta al suelo y residuos del cultivo anterior. Posteriormente se le coloca una rastra que hará la función de deshacer los terrones de tierra grandes, así como uniformidad al terreno y nivelación y así queda en una condición apta para sembrar un nuevo cultivo. Después de eso los productores comienzan la siembra mediante una sembradora implementada en el tractor acompañada de fertilizante y posteriormente fumigan contra malezas para que cuando la plántula emerja esté libre de estas. (Baker *et al.*, 2009).

**Cero labranzas:** Algunos productores no realizan actividades de labranza y solo esperan que con las primeras lluvias se humedezca el suelo para así poder sembrar mediante el uso del tractor con la sembradora (Baker *et al.*, 2009).

**Tabla 4.** Ventajas y desventajas de los sistemas de siembra.

Ventajas	
Labranza tradicional	Cero labranzas
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Oxigenar el suelo</li> <li>● Integración de la materia orgánica</li> <li>● Proporcionar buen soporte a la planta</li> <li>● Ayudar a la infiltración del agua</li> <li>● Reducir resistencia de maleza</li> <li>● Mayor temperatura del suelo</li> <li>● Mayor disponibilidad inicial de nitrógeno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● No existirá erosión del suelo</li> <li>● Menor uso de combustibles</li> <li>● Menos costos de producción</li> </ul>
Desventajas	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Existe más riesgo de erosión</li> <li>● Existe más brote de maleza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Las raíces no tienen suficiente soporte</li> <li>● El agua no infiltra fácilmente por el suelo compactado</li> </ul>

- Rápido se pierda la humedad del suelo
- Poca oxigenación
- Menor disponibilidad de nutrientes

---

Fuente: Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo y Pesca (SAGARPA, 2017).

## 2.5.2 Siembra

**Época de siembra:** Para aquellos municipios con altitudes entre 800 y 1,800 msnm, como son: Amacuzac, Axochiapan, Ayala, Coatlán del Río, Cuautla, Emiliano Zapata, Jantetelco, Jiutepec, Jojutla, Jonacatepec, Mazatepec, Miacatlán, Puente de Ixtla, Temixco, Temoac, Tepalcingo, Tetecala, Tlaltizapán, Tlaquiltenango, Xochitepec, Yautepec y Zacatepec; así como la parte media-baja de Atlatlahucan, Cuernavaca, Ocuituco, Tepoztlán, Tlayacapan, Yecapixtla y Zacualpan los días adecuados para las siembras son del 15 de Junio al 15 de Julio debido a que las condiciones climáticas favorecen la siembra en este periodo y así ayuda a una eficaz germinación (INIFAP, 2021).

**Profundidad de siembras:** La semilla de sorgo es pequeña y varía su peso desde los 24 a 35 g/1000 semillas. Esto hace suponer que la profundidad de siembra no debería sobrepasar los 2 cm, pero la semilla de sorgo tiene buena capacidad para alongar su primer pseudotallo (hipocótilo), pudiendo emerger desde los 4-5 cm de profundidad sin dificultad. Además, por otro lado, una siembra muy superficial (menos de 2 cm) sumado a las altas temperaturas dominantes en la época de siembra generan un alto riesgo de desecación del surco, con la consiguiente dependencia de la ocurrencia de lluvias para germinar, poniendo en riesgo el éxito de esta etapa, principalmente en áreas subhúmedas o semiáridas (Carrasco *et al.*, 2011).

**Siembra con maquinaria:** Se utiliza maquinaria agrícola mediante una sembradora que estará calibrada para depositar la semilla en la cantidad adecuada

mediante surcos, traerá como finalidad un mejor manejo y una mejor densidad de siembra, con este método la semilla queda mejor implantada en el suelo y así habrá mayor porcentaje de emergencia. Además, este método es más rápido y práctico ya que requiere menos mano de obra (Boschini, 2015).

**Siembra al voleo:** La siembra al voleo puede hacerse en forma manual y obtener una adecuada distribución cuando es ejecutada por un operario experimentado en esta técnica. Se recomienda el uso de equipo manual de voleo e incluso una bomba de motor para espolvoreo de químicos agrícolas. Ambos con el objetivo de procurar la mejor cobertura posible. Con frecuencia se emplean diferentes agregados como arena, tierra fina seca u otros materiales de similar peso específico, ello con el propósito de mezclar a las semillas e incrementar el volumen de material a usar durante el voleo y efectuar una mejor distribución en campo (Boschini, 2015).

**Siembra a chorrillo:** La siembra a chorrillo se lleva a cabo mediante hileras, se va haciendo una raya sobre la tierra de una profundidad considerable e incluso se puede utilizar un palo para hacer la raya y se deposita la semilla que se va a sembrar colocando las semillas manualmente en forma de chorrillo ya que estas semillas son pequeñas y no necesitan mucho espacio. También se ha implementado maquinaria para que hagan la siembra y sea más práctico y eficiente (Baker *et al.*, 2009).

**Densidad de siembra:** Todo cultivo tiene un estándar de plantas óptimo para alcanzar su máxima productividad, la misma estará en función del objetivo previsto con anterioridad a la siembra. La comercialización de semilla de sorgo tiene requerimientos de poder germinativo (PG) y pureza mínimos que garantizan al productor la calidad de esta. El sorgo presenta un PG mínimo del 85% y 90% de pureza. Por lo tanto, la densidad usada va a estar en función de estos parámetros y del peso de la semilla. La densidad de siembra varía según las condiciones del ambiente entre 150 a 250 mil plantas logradas por hectárea para sorgos graníferos y sileros. Para sorgos forrajeros varía entre 350 a 600 mil (Carrasco *et al.*, 2011).

**Tabla 5.** Densidad de siembra de diferentes tipos de sorgo.

Tipos de sorgo	PMG (g)	Densidad de siembra (kg/ha)	Semillas/ha (miles)	Plantas logradas/ha (miles)
Graníferos	34,0	6,7	197	150
Para ensilaje	35,6	8,4	236	180
Forrajeros	24,7	19,4	785	600

Fuente: Carrasco *et al.* (2011).

Para determinar la cantidad de semilla/ha necesaria de sorgo granífero o silero (distancia entre líneas: 42 cm) puede usarse la siguiente fórmula:

$$DS/HA = (Distancia/planta) (Distancia/surco)/superficie (10,000 m^2)$$

### 2.5.3 Control de malezas

Las malezas compiten con el cultivo de sorgo por luz, agua y nutrientes con diferente intensidad dependiendo del momento relativo de emergencia cultivo-maleza, la agresividad de la maleza y las condiciones ambientales (fundamentalmente humedad y fertilidad de suelo para la región). El sorgo, generalmente, tiene un crecimiento inicial muy lento en sus primeras etapas de desarrollo, influenciado principalmente por las temperaturas y las precipitaciones. Es, en esos momentos, donde al encontrarse con bajas tasas de producción de biomasa, las malezas suelen ejercer su mayor perjuicio sobre el cultivo. En general, se considera que el cultivo debería estar libre de malezas en los primeros 30 días, para no disminuir significativamente la producción. Asimismo, las emergencias tardías en el cultivo pueden afectar el llenado de grano en determinadas situaciones como así también producir inconvenientes en el momento de la cosecha (Carrasco *et al.*, 2011). Muchas experiencias han demostrado que los daños causados por las malezas superan a los ocasionados por las plagas y las enfermedades juntas. El

plan de control de malezas debe ser integrado, es decir: cultural, mecánico, manual y químico.

**Las bases para alcanzar un buen control cultural son:**

1. Uso de semillas certificadas
2. Buena preparación del terreno
3. Buena humedad que asegure un rápido establecimiento del cultivo
4. Fertilización adecuada
5. Densidad de siembra óptima
6. Precocidad del material usado y su adaptación a la zona.

Siguiendo estas recomendaciones, el cultivo desarrollará su capacidad de competir con las malezas. Para controlar las malezas se hace referencia a diferentes métodos para controlarlas entre los que se destacan:

**Mecánico:** Se debe hacer oportunamente, en los primeros 15 o 20 días de sembrado el cultivo. Cuando se usa cultivadora-aporcadora. La distancia debe ser de 60 cm entre surcos, el tractor debe desplazarse a una velocidad de uno a 16 kilómetros por hora para lograr alta eficiencia en esta labor.

**Químico:** Para hacer buen uso del herbicida es necesario conocer las especies de malezas predominantes, las dosis, las características, las épocas y las condiciones de aplicación del producto. En el País se ha generalizado el uso de la Atrazina (gesaprim) en polvo mojable o líquido, en el control de las malezas de hojas anchas del sorgo. Se puede usar en preemergencia, o sea, antes de que emerjan las malezas y el cultivo o en post-emergencia, es decir, después de que el cultivo ha nacido. No hay que olvidar que, para lograr buenos resultados con el herbicida, el suelo debe estar húmedo (Parra y Escobar, 1990). Para combatir las malezas de hoja ancha se recomienda utilizar al 2,4-D en donde se encuentran atrazina, bromoxinil, bentazona, dicamba y prosulfuron. La

atrazina es un herbicida pre-emergente (PRE) de acción básica en malezas de hojas ancha, utilizado ampliamente en sorgo. Bromoxinil y bentazona son herbicidas POST de contacto, inhibidores del fotosistema II, que también tienen un control efectivo de malezas de hoja ancha. Dicamba es un herbicida de la familia de los reguladores de crecimiento o auxínicos, con acción similar al 2,4-D, pero con menor toxicidad al sorgo. Prosulfuron es un herbicida de la familia de las sulfonilureas que controla bien al polocote y amargosa y que se caracteriza por requerir bajas dosis de aplicación, vida media corta, baja volatilidad y solubilidad en agua, lo que minimiza las posibilidades de daño a otros cultivos. Entre las nuevas opciones en el control químico de maleza de hoja ancha en sorgo está el amicarbazone, herbicida PRE con acción similar a atrazina; y la mezcla de carfentrazone + 2,4-D, que combina la acción de contacto de carfentrazone y la acción sistémica de 2,4-D. El objetivo de este trabajo fue evaluar algunas opciones de herbicidas para el control de maleza de hoja ancha en sorgo. Las malezas de hoja ancha son menos comunes que las de hoja angosta, y se clasifican por su pertenencia a algunas de estas cinco familias botánicas: malváceas, fabáceas, euphorbiáceas, myrtáceas y asteráceas. Este tipo de malezas se puede reconocer porque su tallo es más corto, y la mayoría de ellas porta flores (Rosales, 2011). Las malezas de hoja angosta pertenecen a tres familias principales: las ciperáceas, las gramíneas y las palmáceas. Este tipo de malezas se caracteriza por tener hojas angostas y largas, además de otras particularidades como la presencia de rosetas en la base de las hojas y tallos muy fuertes. Para combatir este tipo de malezas se recomienda aplicar herbicidas posemergente de los grupos químicos como benzoicos, fenóxidos, glicinas y sulfonilureas. Su aplicación debe ser cuidando la planta del sorgo ya que podía causar un daño en el cultivo (Espinoza, 2013).

#### **2.5.4 Control de plagas**

El control de plagas debe ser integrado: biológico, cultural y químico. Experiencias agrícolas de los últimos años han demostrado que utilizando solamente insecticidas no es posible controlar las plagas y por el contrario desequilibramos los ecosistemas, que

son ricos en enemigos naturales de las plagas (predadores y parásitos). El control biológico no se puede considerar como el sistema de control perfecto, pero es una herramienta primordial dentro del manejo integrado de plagas, se recomienda en cualquier etapa del cultivo y para cualquier tipo de plaga. Sólo se debe recurrir al uso de insecticidas selectivos cuando los demás sistemas de control sean insuficientes. Las plagas de mayor incidencia en el país son los trazadores o tierreros, los cucarrones de las rafees, los barrenadores del tallo, la mosca del ovario y la polilla de las panojas. Las plagas se tratan siguiendo la secuencia en que éstas se presentan durante el desarrollo del cultivo: esto es, plagas de la siembra y de la germinación, plagas del follaje, plagas del tallo, plagas de la panoja y plagas de los granos almacenados. (Parra y Escobar, 1990). Para hormigas aplicar en la entrada de los hormigueros; 30 gramos de diazinon 2% o tratar la semilla con 3 litros de furadán 300 TS por cada 100 kilogramos de semilla; además controla pájaros y otras plagas del suelo. Este insecticida es altamente tóxico, por lo que deberá manejarse con mucha precaución. Para controlar el gusano cogollero, aplicar Lannate 90 PH 0.3 kilogramos o Lorsban 480 E 0.75 litros. Estos insecticidas se deben aplicar en agua suficiente para cubrir una hectárea (Martínez, 2012). Los insectos considerados como plaga constituyen un factor limitante de la producción cuando superan cierto umbral de densidad (Carrasco *et al.*, 2011). En el siguiente cuadro se presentan las principales plagas del cultivo del sorgo.



**Tabla 6.** Principales tipos de plagas.

	Características	Producto	Ingrediente activo	Control químico	Control biológico
Pulgón amarillo ( <i>Melanaris sacchari</i> )	Mide 2 mm de largo, es color amarillo y la mayor parte del año no tiene alas. Ataca los cultivos de sorgo, caña de azúcar, mijo, trigo, avena, cebada, arroz y maíz.	Imidacloprid Sulfoxalor Spirotetramat	Nicotina Sulfoxamina inhibidor de la biosíntesis de los lípidos	Para combatir esta plaga, se utilizan diferentes insecticidas que contienen ingredientes activos que combaten de diferentes formas al pulgón y evitan su desarrollo y control de la plaga.	liberación de insectos en campo, como catarinas y crisopas, a fin de reducir la población de pulgones. También se implementan trampas de pegamento utilizando maleza haciendo que los pulgones se peguen y mueran.

Mosquita del sorgo ( <i>Contarinia sorghicola</i> )	Los adultos son pequeños, de color anaranjado.	Imidacloprid	(gia/ha)	La aplicación de insecticidas debe hacerse únicamente con base en los resultados del muestreo sugerido, se recomienda utilizar el producto mencionado ya que presenta mayor efectividad y residualidad.	Usar híbridos de floración uniforme y destruir las plantas hospederas alternas, tales como zacate Johnson, cañita y “soca” del sorgo.
Pulgón verde de los cereales ( <i>Schizaphis graminum</i> ).	Son de color verde esmeralda con una franja más oscura en el dorso. Ojos salientes y negros. Las patas son del mismo color del	Dimetoato Malatión Pimetrozina	Organofosfatos. Organofosfatos. Triazina	El pulgón se puede controlar mediante el uso de insecticidas selectivos aplicado principalmente a la semilla o foliarmente	Lysiphlebus testaceipes podría controlar los pulgones verdes de manera eficaz introduciendo una cantidad adecuada que va de 24000 a 36000 avispitas/ha.

cuerpo. Sifones cortos, más pálidos que el color del cuerpo y con ápices negros distintivos.

Trips ( <i>Frankliniella</i> <i>spp.</i> )	Insectos polífagos, con período de vida corto y generaciones superpuestas.	Crusier Extreme	Thiametoxam	Se recomienda utilizar insecticidas de bajo impacto, para respetar la fauna benéfica nativa y la que se esté liberando.	Realizar liberaciones de insectos benéficos (crisopa y/o catarinas) después de 15 días de emergida la planta, deben ser dirigidas al cogollo para que no lleguen al suelo. Se recomiendan de 3 a 4 liberaciones con intervalos de 8 días.
--	--	--------------------	-------------	---	---

---

Fuente: Martínez (2012).

## **Plagas a la siembra y a la germinación: Las principales de esta fase de cultivo son:**

- Gusano trozado o rosquillo.
- Gusano tigre Rasputín
- Gusano tigre.
- Cogollero
- Verrquito (perro de agua o grillotalpa)

Estos cortan o perforan las plántulas por la base, si de 100 plantas encontramos cinco cortadas se recomienda iniciar control químico. En este caso se puede aplicar Sevin, dos kilogramos por hectárea o Dipterex un kilogramo por hectárea. También se puede aplicar cebos preparados con 2.5 kilogramos de Sevin en 2 o 4 litros de agua. Rociar esta mezcla sobre una arroba de salvado de trigo o afrecho de maíz y aplicar 20 kilogramos en las horas de la tarde (Panorama Agrario, 2016).

### **2.5.5 Control de enfermedades**

El uso de semilla certificada reduce el daño, ya que son resistentes. Se sugiere que las siembras se realicen con el sistema de labranza de conservación, puesto que este sistema de siembra ayuda a retener la húmeda en el suelo y disminuir la temperatura, logrando reducir la posibilidad del desarrollo de la enfermedad denominada "podrición carbonosa de tallo". Además de esto, existen diversos métodos para controlar las enfermedades en los cultivos los cuales son mecánicos, químicos, biológicos y culturales, entre otros. Pero el método para prevenir o mantener las enfermedades en un nivel de infección, que no cause daño económico a las plantas y permita lograr cultivos más protegidos, saludables y rendidores contra los complejos fungos, depende del cultivo, del patógeno, y de la parte de la planta que sufra el ataque. En este sentido, la aparición de las enfermedades dependerá básicamente de su resistencia y tolerancia genética, del medio ambiente y de la presencia del patógeno. Existen tres enfermedades fungosas que revisten gran importancia desde el punto de vista económico en la explotación del sorgo: la antracnosis, el tizón de la panoja y la podredumbre seca

del tallo. La antracnosis o pudrición roja es causada por el hongo *Colletotrichum graminicola* y se presenta en tres partes de la planta de sorgo: La hoja, la panoja y el pedúnculo. La manifestación más importante de la enfermedad es la del pedúnculo, porque el daño se traduce en la producción de panojas pequeñas y de granos vanos, ya que el hongo interrumpe el flujo del material asimilable. El ataque de este patógeno se ve favorecido por las condiciones ambientales, por ejemplo, una humedad relativa alta. El tizón de la panoja, provocado por el hongo *Fusarium moniliforme*, es la segunda enfermedad de importancia en este cultivo. Este hongo afecta a las raíces, las hojas y el tallo, y su ataque favorece la disminución de los rendimientos, debido a que provoca la formación de granos pequeños y con poco peso. Las lesiones que causa este hongo en la planta consisten en manchas circulares o estrías elongadas de color rojo a púrpura, que varían de tamaño. Se diferencian de las lesiones que causa la antracnosis, porque cubren casi toda la parte interna del pedúnculo de la planta. La condición ambiental que favorece la presencia de esta enfermedad es la alta humedad relativa. La podredumbre seca del tallo, ocasionada por el hongo *Macrophomina phaseolina*, es una enfermedad de gran importancia, especialmente cuando se realizan siembras tardías. Esta enfermedad es muy común en siembras realizadas fuera de las épocas recomendadas, y se presenta cuando existen altas temperaturas y baja humedad del suelo. Produce el acame de las plantas, lo cual se traduce en pérdidas, ya que ataca al sorgo durante la floración y maduración del grano. La mejor forma de controlar a este patógeno consiste en evitar las siembras tardías, aplicar una fertilización alta en potasio y sembrar los cultivares menos susceptibles. También se recomienda iniciar aplicaciones de fungicida en forma preventiva, desde los 40 días después de la siembra (Martínez, 2012).

### **Algunas enfermedades en específico se describen a continuación**

**Ergot del sorgo (*Claviceps africana*):** El Ergot del sorgo es una enfermedad causada por un hongo cuya fase sexual es (*Claviceps africana*) (esclerocios) y en su fase asexual se denomina (*Sphacelia sorghi*) (mialecilla) la cual ataca solo los ovarios no fertilizados de las florecillas del sorgo. Para llegar al ovario de la flor, el hongo patógeno sigue el mismo camino del polen, normalmente el polen requiere de pocas horas para

fertilizar el ovario, mientras que el hongo requiere de 2 a 3 días para colonizarlo. Una vez el ovario es fertilizado por el polen, a la flor puede resistir la infección del hongo. Por lo tanto, los ovarios de las flores son susceptibles al ataque del Ergot solo cuando no han sido fertilizadas o cuando existen poco polen o es poco viable. El síntoma externo más de fácil de reconocer es la miel que escurre de las flores afectas; estas se presentan 7 días después que la flor ha sido infectada, se recomienda realizar la siembra del sorgo en fecha tempranas, para escapar el periodo crítico por temperaturas (Panorama Agrario, 2016).

**Secadera:** La enfermedad conocida de manera común como secadera, causante de la muerte prematura del sorgo y la pérdida en el rendimiento, es causada por un complejo de hongos, entre los que se destacan varias especies de (*Fusarium spp*), (*Pythium ssp*), (*Rhizoctonia ssp*) y (*Macrophomina phaseolina*). Estos hongos se encuentran de manera natural en el suelo y son capaces de sobrevivir en el suelo, semilla o rastrojo de cultivos que fueron infectados por este hongo en ciclos anteriores (Parra y Escobar, 1990).

### 2.5.6 Fertilización

La disponibilidad de nutrientes para el cultivo depende de distintos factores, entre los que se incluyen tipos de suelo, rotaciones, cultivo antecesor, sistemas de labranza y condiciones ambientales. Es necesario evaluar o hacer evaluar por un profesional competente la calidad del suelo, tanto en su aspecto químico como físico. Esto incluye, fundamentalmente, la dotación de nitrógeno (N), de fósforo (P) y, según la zona que se trate, de potasio (K). Los elementos menores están, en la generalidad de los casos, presentes en cantidades suficientes para el cultivo del sorgo, pero, de tener algún indicio previo de alguna carencia en la zona, es conveniente tenerlos en cuenta en el análisis. El laboratorio que efectúe el análisis o el profesional que lo interprete darán las recomendaciones precisas de los elementos a agregar y sus dosis. Una buena cosecha de sorgo extrae del suelo, entre grano y rastrojo, una considerable

cantidad de nutrientes, tal como se ejemplifica para los macronutrientes en el cuadro siguiente:

**Tabla 7.** Niveles de fertilización.

Nutriente extraído	Cantidad extraída	Grano de sorgo producido
Nitrógeno (N)	153 kg/Ha	
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	66 kg/Ha	6.000 kg / Ha
Potasio (K <sub>2</sub> O)	213 kg/Ha	

Fuente: Cargill (2018).

Pueden aplicarse fertilizantes de un solo elemento o en mezclas de varios. Su elección dependerá de los resultados del análisis del suelo, que debe ser hecho e interpretado por un profesional, de los objetivos de rendimiento, de la relación fertilizante - rendimiento - ganancia neta y de su disponibilidad en el mercado. Al fertilizar, debe cuidarse que los fertilizantes no se coloquen en contacto directo con la semilla, especialmente los más solubles, para evitar daños a la plántula por fitotoxicidad (Carrasco *et al.*, 2011).

**Tabla 8.** Momento ideal de aplicación de los nutrientes.

Nutriente	Solubilidad	Momento ideal de aplicación
Nitrógeno	Alta	Dosis baja: en la siembra y hasta 5/6 hojas.
		Dosis alta: ½ en la siembra y ½ a las 5 / 6 hojas
Fósforo	Baja	En la siembra
Potasio	Baja	En la siembra

Fuente: Cargill (2018).

Un elemento clave a considerar para la obtención de una alta productividad del sorgo, tanto de biomasa aérea como de grano, es el manejo de la nutrición del cultivo. Otro de los aspectos a considerar para el manejo adecuado de la fertilización son los requerimientos de los principales nutrientes necesarios para el desarrollo del cultivo, y la cantidad de estos que serán exportados a través de sus granos y/o forraje. El sorgo requiere de grandes cantidades de nitrógeno, la gran demanda de este nutriente comienza a partir de V5 (20-30 días posteriores a la emergencia) hasta 10 días previos a la floración. Durante este período el cultivo toma alrededor del 70 % de los nutrientes requeridos. La buena provisión de N desde los primeros estadios permitirá al cultivo un rápido crecimiento y una suficiente área foliar para interceptar la mayor cantidad de radiación y así transformarla en biomasa (Martínez, 2012).

## **2.6 Producción y calidad de forraje**

La cantidad de materia seca producida por una planta es dependiente de una amplia gama de factores ambientales y genéticos. Dentro de los ambientales, se incluye a la luz, CO<sub>2</sub>, temperatura, humedad disponible, y nutrientes, mientras que en los genéticos se incluye al tipo de fotosíntesis, la estructura del dosel y el índice de área foliar. Sin embargo, la deficiencia de humedad es uno de los principales factores que a nivel mundial limitan los rendimientos, aún en zonas templado-húmedas. Bajo condiciones de buena humedad del suelo, pero alta demanda evapotranspiraría, la conductividad de las hojas y su tasa fotosintética pueden ser disminuidas. El sorgo destaca también por su alta tolerancia a la sequía, especialmente en la etapa vegetativa, pues puede recuperarse de sequías impuestas incluso en la etapa de diferenciación floral sin menoscabos en el rendimiento (Carrillo, 2004).

### **2.6.1 Calidad del forraje**

El forraje del sorgo es de mayor calidad a comparación de otros forrajes debido a que contiene una menor cantidad de gluten, en su mayoría el forraje está compuesto de hojas con tallos delgados produciendo una buena cantidad de forraje que este a



comparación de otras es más digestible porque esta menos lignificado que otros forrajes, es más aprovechado por el ganado. Además, tiene un bajo costo y es de fácil conservación (Carrillo, 2004).

### **2.6.2 Valor forrajero**

El valor nutritivo de los forrajes está directamente relacionado con su composición química y digestibilidad, las cuales son características que varían ampliamente debido a diversos factores tales como: especie, variedad, uso de fertilizante, etapa de cosecha y condiciones ambientales registradas durante el cultivo. En ambientes donde la disponibilidad de agua es limitada, el sorgo puede superar al maíz en rendimiento de materia seca y valor nutritivo del forraje, ya que requiere cerca de 25 % menos agua. El conocimiento del valor nutritivo de los forrajes y concentrados alimenticios es el fundamento de la nutrición animal. Se considera que la composición química es insuficiente para caracterizar los forrajes con base en su calidad nutritiva; por ello, se recomienda el uso de otros atributos como la digestibilidad, absorción de nutrientes y metabolismo animal (Nava *et al.*, 2017).

### **2.7 Producción de semilla**

La semilla es la portadora del potencial genético que determina la productividad, y constituye el insumo más importante para alcanzar altos rendimientos en cualquier cultivo. La calidad fisiológica de la semilla se puede conocer a través del vigor y la germinación. El vigor es la fuerza con la que una planta germina, o emerge, en condiciones de estrés, pero su medición es complicada. La germinación es el potencial que tiene la semilla para producir plantas. Este elemento es más fácil de medir. La prueba de germinación ayuda a determinar la capacidad que tiene la semilla para producir plantas normales y vigorosas, bajo condiciones favorables de producción. Los resultados de esta prueba son de mucha utilidad para determinar la cantidad de semilla que se utilizará en la siembra. Si de cada 100 semillas que se siembren, germinan al menos 80, y son plantas sanas y vigorosas, se puede decir que la germinación de la semilla es

buena. Si los resultados de la prueba de germinación antes de la siembra son inferior del 80 por ciento y superior al 60 por ciento se pueden tomar dos decisiones: cambiar el material de siembra por uno de mejor calidad o incrementar la cantidad de semilla para siembra (Moreno y Hernández, 2020). La multiplicación de semilla de las variedades de polinización libre debe realizarse, de preferencia, durante el ciclo otoño-invierno, bajo condiciones de riego, cuando este material manifiesta un mayor potencial de rendimiento de grano. Así, la altura de planta será mayor al alcanzado en verano, por lo que puede ser cosechado de manera eficiente con trilladora. La mejor fecha de siembra se ubica durante la segunda quincena de enero. El lote de producción debe establecerse de manera aislada de otros sorgos, a una distancia mínima de 300 m; o bien, en aislamiento por fecha de siembra. El lote debe estar libre de zacate Johnson (*Sorghum helepensis*) durante todo el ciclo, pero especialmente durante la época de floración, a fin de evitar que se produzca un cruzamiento con el sorgo (Moreno y Hernández, 2020).

### **2.7.1 Cosecha de la semilla**

Se sugiere efectuar la cosecha cuando el grano tenga el 16 por ciento de humedad; en forma práctica esto se determina cuando al morder los granos de la base de la panoja, estos truenan. Es importante un buen ajuste de la trilladora para evitar panojas sin desgranar, grano quebrado y tirar grano (Moreno y Hernández, 2020). El sorgo para grano se cosecha por medio de la cosechadora corriente de cereales, provista de su barra de corte y de su molinete de entrada de mies normales, sin más ajuste que el del cilindro, el cóncavo y la velocidad, que se adaptarán al tamaño del grano y a la regulación de las cribas. El corte se llevará ajustado en altura para tomar sólo las panojas, evitando en lo posible la entrada de tallos y hojas que interferirían en la trilla y limpieza. Esto hace necesario contar con una vegetación muy uniforme y evitar el excesivo ahijamiento por medio de altas densidades de siembra (García, 2018). El análisis de las pérdidas de cosecha realizadas por el INTA a través del proyecto Precop indican un valor promedio de pérdidas totales durante la cosecha de 306 kg/ha y por cosechadora de 202 kg/ha (Carrasco *et al.*, 2011).

**Tabla 9.** Promedios de pérdidas en cosecha de sorgo.

Tipo de pérdida	kg ha <sup>-1</sup>
Pre-cosecha	104
Cosecha	Cabezal 105
	Cola 97
	Cabezal + cola 202
Pérdidas totales	306

Fuente: García (2018).

### 2.7.2 Época de cosecha

Para definir la época de cosecha se coge una panoja y se frota entre las manos, si desgrana con relativa facilidad y los granos presentan dificultad al partirlos con la una, esto nos indica que se puede cosechar. Posteriormente un grupo de personas recolecta las panojas cortándolas con tijeras de podar para después depositarlas en un lugar amplio donde le quitaran un poco más de humedad mediante de asoleos, luego de esto las personas golpearan con palos las panojas para que los granos se despeguen y se puedan moler o almacenar. Sin embargo, este método de recolección ya no es implementado debido a que lleva más tiempo en realizarse la cosecha además de que económicamente es más caro que utilizando maquinaria. En la actualidad esta actividad solo se ocupa cuando el sorgo se cae por el aire impidiendo que la trilladora lo pueda recolectar (Parra y Escobar, 1990).

## 2.8 Manejo postcosecha

### 2.8.1 Secado

Los granos y semillas deben secarse en forma artificial o por exposición directa al sol hasta que alcanzan niveles de humedad menores del 12 %. Si el producto será usado como semilla, en el secado artificial, debe cuidarse que la temperatura no dañe al embrión (SAGARPA, 2017). La semilla llega a su madurez fisiológica como al 30% de humedad,

en ese momento ha completado su punto de madurez, formando una capa o punto negro en la base del grano. Debido al alto porcentaje de humedad del grano no se puede cosechar porque la tasa de respiración es alta y genera calor el cual fermenta rápidamente la semilla. Por lo tanto, hay que esperar su secamiento hasta llegar al 16 o 18% de humedad para cosecharla, desgranar y secar el grano. Si las condiciones ambientales no lo permiten esperar, mejor cosechar las panojas, secarlas en patio de cemento o sobre plástico negro hasta llevarlas a un 15% de humedad que permita el desgrane. El grano también puede secarse en patios de cemento o sobre plástico negro, mejor el patio porque seca más rápido y uniforme. Antes de enviar la semilla cosechada a la planta beneficiadora, hay que hacerle un muestreo al azar y enviar las muestras al laboratorio, para ver si cumple con el estándar de germinación, pureza física y sanitaria. Si los resultados lo cumplen, estará apta para procesarse como semilla producida artesanalmente, caso contrario, se descarta y se regresa al productor (Valencia, 2013).

### **2.8.2 Conservación**

Para garantizar la disponibilidad de granos y semillas en la cantidad, así como con la oportunidad y calidad requeridas, es necesario recurrir a su almacenamiento y conservación. La conservación implica proporcionar a los productos almacenados las condiciones necesarias para que no sufran daños por la acción de plagas, enfermedades o del medio ambiente, evitando así mermas en su peso, reducciones en su calidad o en casos extremos la pérdida total. Las semillas deben conservar su viabilidad, germinación y vigor hasta el momento en que serán utilizadas, a fin de asegurar el desarrollo de una nueva planta y con ello la producción de más cosechas. Si una semilla pierde o reduce su capacidad para generar una nueva planta, debe ser utilizada sólo como grano; siempre y cuando no esté tratada con productos que puedan afectar la salud humana o animal y que no se le hayan desarrollado compuestos tóxicos o alterado sus cualidades alimenticias (SAGARPA, 2017).

### 2.8.3 Almacenamiento

El principio de un buen almacenamiento y conservación de granos y semillas es el empleo de bodegas secas, limpias y libres de plagas; donde se almacenen granos o semillas secas, enteras, sanas y sin impurezas. Independientemente del tipo de almacén o de recipiente que se utilice, el producto almacenado debe mantenerse fresco, seco y protegido de insectos, pájaros, hongos y roedores (SAGARPA, 2017).

**Almacenamiento en sacos:** Los sacos se hacen de yute, henequén, fibras locales y sintéticas. Son relativamente costosos, tienen poca duración, su manipulación es lenta y no proporcionan buena protección contra la humedad, insectos y roedores. Su rotura ocasiona pérdidas del producto almacenado y facilita la infestación por plagas. No obstante, su manejo es fácil, permiten la circulación del aire cuando se colocan apropiadamente y pueden almacenarse en la casa del agricultor, sin requerir áreas especiales. Antes de utilizarse, los costales deben limpiarse perfectamente, exponerse al sol y asegurarse de que no estén rotos (SAGARPA, 2017).

**Almacenamiento a granel:** Este método tiene la ventaja que es mecanizable, aunado a que la manipulación de granos y semillas es rápida. Por el contrario, la posibilidad de ataque por roedores aumenta y hay poca protección contra la reinfestación. (SAGARPA, 2017).

**Almacenamiento en recipientes:** Consiste en almacenar el producto en recipientes que evitan la entrada de aire y humedad al producto. En estas condiciones, la respiración de la semilla y de los insectos (cuando los hay) agota el oxígeno existente, provocando la muerte de estos últimos y la reducción de la actividad de la semilla, por lo que el almacenamiento puede durar mucho tiempo sin que exista deterioro. El nivel de humedad de los granos o semillas por almacenar debe ser menor del 9 % (SAGARPA, 2017).

## **2.9 Calidad de la semilla**

### **2.9.1 Calidad física**

Medida de la pureza física de la semilla, se expresa como el porcentaje del peso que corresponde a la semilla de la especie, con respecto al peso total de la muestra de un determinado lote (Chan *et al.*, 1992).

### **2.9.2 Calidad fisiológica**

Medida de la capacidad de la semilla para producir material de propagación fisiológicamente viable, se expresa como el porcentaje de semilla fisiológicamente viable, con respecto al total de la muestra de un lote. (Chan *et al.*, 1992).

### **2.9.3 Calidad fitosanitaria**

Medida de la sanidad de la semilla que evalúa y determina la presencia o ausencia de organismos patógenos en el lote de semillas. (Chan *et al.*, 1992).

### **2.9.4 Calidad genética**

Medida de la identidad genética de la semilla, se expresa como el porcentaje de semillas viables que se identifican con respecto a los caracteres pertinentes de la variedad vegetal. (Chan *et al.*, 1992).

### **2.9.5 Limpieza**

Después del desgrane o trilla de la cosecha, se deben eliminar al máximo los granos quebrados, los residuos de cosecha, polvo y los restos de tierra e insectos vivos o muertos, ya que el grano sucio o dañado se deteriora más rápido en el almacén y facilita el calentamiento y el desarrollo de plagas y enfermedades (SAGARPA, 2017).

### **III. CONCLUSIONES**

La agricultura y la ganadería en México son industrias primordiales en el desarrollo alimenticio y económico gracias a sus derivados como suplemento para el ganado y elaboración de harinas. La producción de sorgo es una actividad que genera economía y materia prima para alimentar al ganado siendo un cultivo muy aprovechable ya que el grano se utiliza para realizar concentrados y el resto de la planta se utiliza como forraje. En Morelos una gran extensión de territorio es apto para cultivar sorgo ya que existen las condiciones adecuadas durante la temporada de lluvias. En la mayoría de los municipios de Morelos el sorgo es un cultivo principal ya que es relativamente fácil de producir con buenos rendimientos que ayudan en la economía de las familias. Es por esto por lo que en la investigación anterior se relata información que ayudara a los productores de sorgo para que tengan mejores cultivos mejorando sus procesos en la producción de sorgo durante todo el tiempo del cultivo.

#### IV. LITERATURA CITADA

- Berber G. B. G. A, Ramírez, R. V. A, Santoscoy, S. P. A. 2016.** Súper sorgo: El sorgo dulce como una alternativa rentable para algunas regiones del trópico mexicano”. 3-8 p.  
[https://www.primusvision.mx/recursos/sitio/documentos/preguntas\\_frecuentes/2488%20-%20Folleto%20Super%20sorgo.pdf](https://www.primusvision.mx/recursos/sitio/documentos/preguntas_frecuentes/2488%20-%20Folleto%20Super%20sorgo.pdf)
- Boschini-Figueroa, C., Vargas-Rodríguez, F., & Pineda-Cordero, L. 2015.** Evaluation of equipment for broadcast seed sowing of canary and linseed. *Agronomía Mesoamericana*, 26(1), 171–180. <https://doi.org/10.15517/am.v26i1.16950>
- Cargill. 2018.** Niveles de fertilización. Informe ESG. 148 p.  
[https://agrobit.com/info\\_tecnica/agricultura/sorgo/AG\\_000004sg.htm.pdf](https://agrobit.com/info_tecnica/agricultura/sorgo/AG_000004sg.htm.pdf)
- Carrasco C.N, Zamora Z.M, Melin M.A. 2011.** Manual del sorgo. Ediciones publicaciones regionales Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 5-101 p.
- Carrillo, C.J.C, Ruiz, R.J. 2004.** Producción de forraje en sorgo y mijo: variables de crecimiento. 15 (1), 69-76 p. <https://www.redalyc.org/pdf/437/43715110.pdf>
- Chan N., M.E.; Moreno, J. M. 1992.** Influencia del tamaño de la semilla sobre la calidad fisiológica de la simiente de sorgo. In: Avances de investigación 1991. Colegio de Postgraduados. p. 6.
- Espinoza E. G, Hernández H. C, Morales M. J. 2013.** Manual de Malezas y Catálogo de Herbicidas Para el Cultivo de la Caña de Azúcar. 80-85 p.  
<https://cengicana.org/files/20150902101640359.pdf>
- García G.G.A. 2018.** El sorgo para grano. 7(82):2-40 p.  
[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1982\\_07.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1982_07.pdf)



**González G.R.F 2018.** Simulación del efecto del estrés hídrico en el cultivo del sorgo. No. 4(2). Pág. 4-22. <http://rcta.unah.edu..cu/index.php/IAgric/article/view/845/989>

**INEGI, 2017. Censos de población.**  
<https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mor/poblacion/>

**INEGI, 2010. Flora y fauna en Morelos.**  
[https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mor/territorio/recursos\\_naturales.aspx?tema=me&e=17#:~:text=Morelos&text=Predominan%20las%20selvas%20secas%3B%20le,est%C3%A1%20dedicado%20a%20la%20agricultura.](https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mor/territorio/recursos_naturales.aspx?tema=me&e=17#:~:text=Morelos&text=Predominan%20las%20selvas%20secas%3B%20le,est%C3%A1%20dedicado%20a%20la%20agricultura.)

**INIFAP 2021.** Carta tecnológica del cultivo de sorgo en el Estado de Morelos.  
[https://vun.inifap.gob.mx/BibliotecaWeb/\\_Content?/=12316.](https://vun.inifap.gob.mx/BibliotecaWeb/_Content?/=12316.)

**Jiménez J. J. S, Moreno M. P. L., Magnitskiy M. S. 2015.** Respuesta de las plantas a estrés por inundación. 6(1):96-109 p.  
<http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v6n1/v6n1a10.pdf>

**Martínez M. D. L. O. 2012.** El cultivo del sorgo. 3(1): 7 p.  
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5357/T19272%20%20%20%20LEON%20MARTINEZ,%20OSCAR%20DE%20%20%20MEMORIA.pdf?sequence=1>

**Montes, M. G. N, Williams, W. A. H, Arcos, A. C. G, Medina, M. C. S, Palacios, P. V. C, Morenos, M.G.T., Cisneros, C.L.M.E, Pecina, P, Q, V. 2010.** RB PALOMA: Variedad de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de grano blanco para riego y buen temporal (48) 425-470 pp. <https://www.compucampo.com/tecnicos/variedad-sorgogranoblanco-riegobuentemporal.pdf>

**Moreno, M. G. T, Hernández, H. E. L. A. 2020.** Producción de semillas de sorgo de polinización libre. 7-22 p.

<file:///C:/Users/HP1/Downloads/Multiplicacion%20de%20semilla%20de%20variedades%20de%20sorgo.pdf>

**Nava, N.B.C.A, Rosales, R.S.R, Jiménez, J.O.R, Carrete, C.C.F, Domínguez, D.M.A, Murillo, M.O.M. 2017.** Rendimiento y valor nutricional de tres variedades de sorgo dulce cultivadas en cuatro ambientes de Durango. 8(2):147-155 p.  
<https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v8n2/2448-6698-rmcp-8-02-00147.pdf>

**Nazario, N. G. G. E, Carapia, C.R.V.E, Castillo, C.G.A, Sánchez, S.F.O.A, 2018.** Enemigos naturales del pulgón amarillo del sorgo *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Hemiptera: *Aphididae*) En Xalostoc, Ayala, Morelos. ISSN: 2448-475X.  
[https://www.researchgate.net/profile/oscar-sanchez-flores/publication/325894490\\_enemigos\\_naturales\\_del\\_pulgón\\_amarillo\\_del\\_sorgo\\_melanaphis\\_sacchari\\_zehntner\\_hemiptera\\_aphididae\\_en\\_xalostoc\\_ayala\\_morelos/links/5b2b2f0caca27209f3797a3a/enemigos-naturales-del-pulgón-amarillo-del-sorgo-melanaphis-sacchari-zehntner-hemiptera-aphididae-en-xalostoc-ayala-morelos.pdf](https://www.researchgate.net/profile/oscar-sanchez-flores/publication/325894490_enemigos_naturales_del_pulgón_amarillo_del_sorgo_melanaphis_sacchari_zehntner_hemiptera_aphididae_en_xalostoc_ayala_morelos/links/5b2b2f0caca27209f3797a3a/enemigos-naturales-del-pulgón-amarillo-del-sorgo-melanaphis-sacchari-zehntner-hemiptera-aphididae-en-xalostoc-ayala-morelos.pdf)

**Panorama Agrario. 2016.** Plagas y siembras.  
<https://panoramaagrario.com/2016/10/acabarian-siembras-falta-humedad-plagas/>

**Parra P. P. E y Escobar E. A. 1990.** El cultivo del sorgo. 4-40 p.  
[https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4097/el\\_cultivo\\_sorgo.PDF;jsessionid=19CB94DC179D7BD05413ABF55E6264FB?sequence=1](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4097/el_cultivo_sorgo.PDF;jsessionid=19CB94DC179D7BD05413ABF55E6264FB?sequence=1)

**Provistor Y, López V. 2016.** Primer registro de *Hippodamia convergens* y *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae), como depredadores de *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: *Aphididae*), en sorgo, en Morelos, México. 2(2),51-53 pp.

<http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/2016/26-Texto%20del%20art%C3%ADculo-436-1-10-20200701.pdf?sequence=1>

**Ramirez, R.R.S, 2017.** Generación de estrategias para el manejo integrado del pulgón amarillo del sorgo en Jantetelco, Morelos. 4(2):3.5 p.  
<https://semillastodoterreno.com/wp-content/uploads/2017/05/Informe-Proyecto-PAS-Jantetelco-2016-Copia-resaltada.pdf>

**Rosales R. R. E, Sanchez S. C. R, Cerda C. G. P. 2011.** Control químico de maleza de hoja ancha en sorgo para grano. 34(4):10-15 p.  
[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-73802011000400008](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802011000400008)

**SAGARPA. 2016.** Sorgo Grano Mexicano. 3-10 p.  
[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256433/B\\_sico-Sorgo\\_Grano.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256433/B_sico-Sorgo_Grano.pdf)

**SAGARPA. 2017.** Almacenamiento y conservación de granos y semillas.1-8 p.  
<http://somossemilla.org/wp-content/uploads/2017/06/Almacenamiento-de-semillas.pdf>

**Valencia V. C. R. 2013.** Guía Técnica para la Producción Artesanal de Semilla de Variedades de Polinización Libre de Sorgo en América Central. 1-8 p.  
<https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1024&context=intsormilpubs>

**Vallati, V. A. 2019.** Sorgo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina 4(2):12 p.  
[https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/maiz\\_sorgo/12-descripcion\\_sorgo](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/maiz_sorgo/12-descripcion_sorgo)