

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN
Departamento de Manejo Integrado de Plagas
Ingeniería en Agroecología Tropical



Diversidad y abundancia de insectos asociados al ciclo de vida del cultivo de Sorgo (*Sorghum bicolor L.*) bajo un sistema de producción diversificado en el Campus Agropecuario de la UNAN-León, 2003.

Presentado por:

Br. Maryan Yanixa Flores Ulloa.

Br. Lorenzo Gabriel León Tercero.

**Previo para optar al título de:
Ingeniero en Agroecología Tropical**

Tutor:

Lic. Patricia Castillo

León, Nicaragua, 2003.

AGRADECIMIENTO

A Dios Nuestro Señor, por darnos la vida y la oportunidad de experimentar lo hermoso de esta.

A nuestros padres, por ser ellos quienes nos impulsan a ser mejores cada día.

A la Lic. Patricia Castillo, nuestro tutor, por su apoyo, tolerancia y dedicación para con nosotros y nuestro trabajo.

A nuestros maestros, por ser quienes de una u otra forma ayudaron y enseñaron que todas las cosas en nuestras vidas se realizan con mucha dedicación y empeño.

A INSORTMIL, por sus prestaciones y servicios, para la realización del presente trabajo.

Maryan Yanixa Flores Ulloa
Lorenzo Gabriel León Tercero

DEDICATORIA

A Dios Nuestro Señor, por habernos guiado por el camino del saber y por la fortaleza que nos regaló para poder alcanzar, una de las metas mas deseadas en nuestras vidas, coronar nuestra carrera universitaria.

A nuestros padres: Cándida Rosa Ulloa, Israel Flores, Socorro Tercero y Lorenzo León Gonzáles; que con empeño y esmero colaboraron en nuestra formación universitaria apoyándonos y aconsejándonos para ser mejores cada día y alcanzar nuestras metas.

Maryan Yanixa Flores Ulloa
Lorenzo Gabriel León Tercero

RESUMEN

El trabajo se realizó en el Campus Agropecuario de la UNAN-León, en el período de Marzo a Julio del 2003, el objetivo fue determinar la diversidad y abundancia de insectos asociados al ciclo fenológico del cultivo de sorgo bajo un sistema de producción diversificado. El área experimental fue de 900m², rodeada al norte por musáceas, al sur cultivo de frijol, al este eucalipto y al oeste neem. La investigación contempla varios aspectos: 1) Aspectos fenológicos, se seleccionaron 25 plantas y se medieron dos veces por semana; 2) trampas para organismos de suelos, se colocaron 15 vasos plásticos en el suelo distribuidos en el área y se revisaban dos veces por semana; 3) muestreo para insectos de follaje, se revisaron 20 plantas en cinco puntos, dos veces por semana, además se colectaron larvas y/o huevos para conocer la emergencia de parasitoides; 4) se realizaron cien redadas en cada etapa del cultivo para insectos aéreos. Los datos obtenidos se procesaron en el programa Excell, obteniendo los resultados siguientes: 1) la altura promedio alcanzada por las plantas fue de 100.5cm, el mayor número de hojas se produjo a los 55 dds, el ancho y largo de hoja tiene un crecimiento exponencial hasta los 50 días y se estabiliza con la iniciación de la hoja bandera, el comportamiento de la variedad corresponde al establecido en los sistemas tradicionales. 2) *Atta cephalotes*, *Megacephala carolina*, *Solenopsis sp* y arañas son las especies de suelo más frecuentes y abundantes, la etapa vegetativa fue el período de mayor diversidad de insectos de suelo. 3) *Solenopsis sp*, *Aphis sp*, *Acrosternum marginatum*, *Blissus leucopterus* y *Repipta taurus*, son las especies abundantes en el follaje, *Apanteles sp*, fue el único parasitoide encontrado, la etapa de floración fue el período de mayor diversidad de insectos de follaje. 4) las familias Cicadellidae, Muscidae y Sphecidae fueron los insectos aéreos encontrados con mayor frecuencia y abundancia, la etapa de floración fue la de mayor diversidad y en plántula fue la más abundante. Concluimos que el período de mayor abundancia de insectos fue en etapa vegetativa y el de mayor diversidad fue en floración y fructificación.

INDICE

	Página
AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN.....	iii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. MARCO TEÓRICO.....	4
1. Aspectos generales del cultivo.....	4
1.1 Sorgo (<i>Sorghum bicolor</i>).....	4
2. Aspectos botánicos y fenológicos del cultivo.....	4
2.1 Morfología.....	4
2.1.1 Raíz.....	4
2.1.2 Tallo.....	4
2.1.3 Hojas.....	5
2.1.4 Inflorescencia.....	5
2.1.5 Grano.....	5
2.2 Desarrollo del sorgo y su manejo en cada fase.....	6
2.2.1.1 Etapa de crecimiento 1.....	6
2.2.1.2 Etapa de crecimiento 2.....	6
2.2.1.3 Etapa de crecimiento 3.....	6
2.3 Fases de desarrollo.....	6
3. Condiciones Agroclimáticas.....	8
3.1 Suelo.....	8
3.2 Agua.....	8
3.3 Temperatura.....	9
3.4 Luz.....	9
4. Variedades del cultivo.....	9
4.1 Características varietales deseables.....	10
5. Epocas y tipos de siembras del cultivo.....	10
5.1 Epocas de siembra.....	10
5.1.1 Siembra de primera.....	11
5.1.2 Siembra de postrera.....	11
5.1.3 Siembra con riego.....	11
5.2 Tipos de siembra.....	11
5.2.1 Siembra al voleo.....	11
5.2.2 Siembra en hileras.....	11
6. Malezas presentes en el cultivo de sorgo.....	12
7. Plagas asociadas al cultivo del sorgo.....	12
7.1 Insectos de suelo.....	13
7.2 Insectos del tallo.....	14
7.3 Insectos de follaje.....	14
7.4 Insectos de panoja.....	16
8. Sistemas alternativos de producción diversificados.....	17
8.1 Efectos de los policultivos sobre las poblaciones de insectos.....	18
8.1.1 Resistencia asociacional.....	19
8.1.2 Hipótesis de los enemigos naturales.....	19
8.1.3 Hipótesis de la concentración de recursos.....	21
8.1.4 Apariencia de las plantas.....	21

IV. METODOLOGÍA.....	22
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
VI. CONCLUSIONES.....	35
VII. RECOMENDACIONES.....	36
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	37
IX. ANEXOS.....	38

I. INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorghum bicolor L.*), es una gramínea procedente del viejo mundo probablemente del cuadrante nororiental del África, donde se encuentra el mayor número de variedades tanto de sorgo cultivado como de sorgo silvestre.

Entre los principales cereales en el mundo, el sorgo ocupa el cuarto lugar en lo que a producción y superficie cultivada se refiere, se le cultiva en aproximadamente 42, 000,000 Ha y se estima que se producen 52, 000,000 de toneladas métricas cada año, (Teetes, et al, 1980).

En Nicaragua se siembra en casi toda la franja del pacífico y ocupa el 16% del área sembrada con granos básicos, por lo que lo ubican como un cultivo alimenticio e industrial de gran importancia para el país (Pineda, 1997).

El ordenamiento de este cultivo varía considerablemente pues va de pequeñas parcelas de subsistencia a inmensas zonas de monocultivo. La siembra de sorgo en monocultivo, en Centroamérica, ocupa el 39% de la superficie cultivada, lo cual significa unas 110,000 Ha en total, (Teetes, et al, 1980).

Este sistema (monocultivo), esta basado en una agricultura de mucha inversión, excesivo uso de maquinaria y productos importados lo que induce a la alta dependencia de insumos externos que significan gastos en divisas para la producción (Altieri, 1999). Además trae consigo consecuencias ambientales entre las que podemos mencionar: erosión, compactación y disminución de la fertilidad en los suelos; contaminación de ríos y sus recursos biológicos; disminución de la flora y fauna, efecto de la tala de bosques y exceso de insecticidas en el ambiente; surgimiento de plagas resistentes a insecticidas; sin olvidar la disminución y/o extinción de otros insectos que actúan como reguladores naturales de plagas, todo esto causado por el uso y abuso de sustancias tóxicas comúnmente aplicadas en los monocultivos.

Los retos de Nicaragua y América Latina no se pueden lograr con este modelo de producción convencional, por lo tanto es imperativo adoptar un modelo alternativo de producción agrícola, ligado a los principios básicos de una agricultura que armonice con el ambiente (Altieri, 1999).

En la actualidad se han planteado sistemas de producción, que tienen como objetivo principal mantener la producción a lo largo del tiempo, reducir densidad de insectos que son plagas y obtener una mayor y mejor calidad en la producción sin causar efectos adversos al ambiente. Estos sistemas son los llamados cultivos diversificados, que consisten en la siembra de más de un cultivo en el campo en el mismo momento, logrando con esto un incremento en la diversidad de especies vegetales (Altieri, 1999).

En este sistema las plagas insectiles son menos abundantes, ya que la importancia de parasitoides y depredadores (controladores naturales de las poblaciones de insectos que son plagas) suele aumentar como consecuencia del incremento en la variedad y cantidad de fuentes disponibles de alimento, mejores condiciones del microhábitat, cambios en las señales químicas que afectan la ubicación de las especies plagas e incrementos en la estabilidad dinámica de poblaciones de depredador-presa y parasitoide-huésped, factores que pueden ayudar a mejorar el éxito en la reproducción, sobrevivencia y eficacia de estos enemigos naturales, (Andow, 1991, citado por Altieri, 1999).

En la actualidad se estima que la pérdida de la producción y rendimiento total en este rubro, es de más del 36%, debido al empobrecimiento de los suelos y ataque de plagas, producto del mal uso de tecnología disponible e insumos a los que el agricultor tiene acceso (Pineda, 1998). Por ello, es necesario conocer el comportamiento de los insectos asociados a este rubro en nuevos modelos alternativos de producción, más conservacionistas y con menos impacto en el ambiente, para así poder transformar nuestros sistemas convencionales en Agroecosistemas más estables y sostenibles.

II. OBJETIVOS

Objetivo General:

- ✓ Determinar la diversidad y abundancia de insectos asociados al ciclo fenológico del cultivo del Sorgo (*Sorghum bicolor L.*) bajo un sistema de producción diversificado.

Objetivos Específicos:

- ✓ Identificar las principales etapas fonológicas que experimenta el cultivo de Sorgo durante su ciclo de vida.
- ✓ Identificar las diferentes familias de insectos presentes durante todo el ciclo fenológico del cultivo.
- ✓ Determinar las familias de insectos más predominantes y los períodos de mayor abundancia de estos en el cultivo.

III. MARCO TEORICO

1. Aspectos generales del cultivo

1.1 Sorgo (*Sorghum bicolor L.*)

Es una gramínea que tiene como nombre científico *Sorghum bicolor Linn Noench*, procede del viejo mundo del cuadrante nororiental del África, donde se encuentra el mayor número de variedades tanto de sorgo cultivado como de sorgo silvestre, extendiéndose luego a la india, (Teetes G. et al, 1980).

Entre los principales cereales cultivados en el mundo el sorgo ocupa el cuarto lugar en producción y superficie cultivada. Se le cultiva en unas 42, 000, 000 Ha y se produce un estimado de 52, 000,000 toneladas métricas, (Teetes G. et al, 1980).

El ordenamiento del cultivo en el campo varía considerablemente, pues va de pequeñas parcelas de subsistencia a inmensas zonas de monocultivos. Es un cultivo de carácter anual, pero en ciertas condiciones a menudo se practica la utilización de retoños de rastrojos anteriores, (Teetes G. et al, 1980).

En Nicaragua, el sorgo es el cereal que le sigue al maíz en área y en volumen de producción esto debido a la demanda en la elaboración de alimentos para la industria ganadera y para el consumo humano en sustitución de maíz, (Pineda, 1998).

Es un cultivo que posee una amplia variabilidad genética, esto permite cultivarlo para producir granos, azúcares y alcohol, usarlo como forraje verde y ensilados e industrializar su fibra para fabricar escobas o pasta de papel, (Teetes, et al, 1980).

2. Aspectos Botánicos y Fenológicos del cultivo

2.1 Morfología.

Su morfología permite comprender sus características, como su tolerancia a la escasez de humedad, su habilidad de amacollamiento y su capacidad de rebrote. Tanto las hojas como el tallo del sorgo están cubiertos con un polvo seroso que ayuda a la planta a reducir la transpiración en los períodos secos. El follaje se encarruga en condiciones de sequías determinando deficiencia de humedad en el suelo, (Pineda, 1998).

2.1.1 Raíz

Su sistema radicular adventicio fibroso se desarrolla de los nudos más bajos del tallo y llega a medir 1 a 1.3 mts. Los depósitos de sílice en la endodermis de la raíz la fortalecen y le permiten soportar presiones altas durante sequía. Las raíces de soporte pueden crecer de primordios radicales, pero no son efectivas en la absorción de agua y nutrientes, (Pineda, 1998).

2.1.2 Tallo

Es una planta con un tallo, su altura varía de 45cm a 4mts, su diámetro es de 5 a 30mm en la base y tiene de 7 a 24 nudos. La altura es igual al número de hojas producidas y depende de la longitud del entrenudo, pedúnculo y la panícula, (Pineda, 1998).

En cada nudo se forma una yema alterna, excepto en el nudo terminal, las yemas inferiores pueden formar hijos axilares y las superiores pueden desarrollarse como ramas laterales especialmente si se daña el ápice de crecimiento, (Pineda, 1998).

El pedúnculo es el entrenudo mas alto que lleva la inflorescencia y es siempre el más largo lo que permite que los granos queden fuera de la vaina de la hoja bandera reduciendo el daño por plagas y enfermedades en la panícula. La deficiencia de agua, puede ofrecer efectos pronunciados en el desarrollo del pedúnculo, (Pineda, 1998).

2.1.3 Hojas

El número de hojas varía de 7 a 24 según la variedad y longitud del período de crecimiento, las hojas maduras son de 30 a 135cm de longitud y de 1.5 a 15cm de ancho. Son alternas y lanceoladas. Filas de células motoras en la epidermis superior facilitan el enrollamiento rápido hacia dentro de las hojas durante los períodos de sequía. La vena central es prominente, blanca o amarilla en variedades con médula seca y verde en aquellas con médula jugosa. La última hoja producida es la hoja bandera y su vaina protege la inflorescencia que está emergiendo, (Pineda, 1998).

2.1.4 Inflorescencia

La inflorescencia es una panícula de racimos, con raquis central completamente escondido o bien totalmente expuesto. El largo de excursión es importante en la cosecha mecanizada y para la tolerancia a plagas y enfermedades. La panícula puede ser corta o larga, suelta o abierta, compacta o semicompacta puede tener de 4 a 25cm de largo de 2 a 20cm de ancho y llevar de 400 a 8,000 granos, (Pineda, 1998).

El raquis tiene ramas secundarias y terciarias, llevan racimos de espiguillas en pares una sésil y la otra pedicelada o estéril. Las espiguillas terminales ocurren en tríadas, dos de las cuales son pediceladas (normalmente lanceoladas y mucho más ancha que las sésiles). Las espiguillas constan de dos glumas que encierran dos florecillas, la superior masculina y la inferior estéril. Raras veces las espiguillas pediceladas tienen un ovario funcional y producen una pequeña semilla, (Pineda, 1998).

Las espiguillas sésiles tienen dos glumas (superior e inferior) las cuales pueden rodear al grano ajustadamente o estar abiertas en la madurez. Las glumas encierran dos florecillas, la superior perfecta y la inferior estéril con una yema que encierra parcialmente la florecilla fértil, (Pineda, 1998).

Tiene tres estambres con anteras versátiles de cuatro lóculos cada una capaz de contener alrededor de 5,000 granos de polen y un ovario de una célula con dos largos estilos que terminan en estigmas plumosos, (Pineda, 1998).

2.1.4 Grano

Es una carióspside de forma esférica achatada en uno de los lados varía bastante en el color del pericarpio y tiene un lustre opaco o aperlado. La testa puede ser de color rojo oscuro a café oscuro. El endosperma es blanco, aunque puede ser amarillo. En muchas ocasiones se ha comprobado que el sorgo de semilla café resiste en general a los hongos y a otro tipo de daño causado por el clima, (Pineda, 1998).

El endosperma varía desde una córnea suave a una condición sólida. El tamaño de la semilla fluctúa entre muy pequeña (menos de 1 gramo por 100 semillas) hasta grande (de 5 a 6 gramos por 100 semillas), (Pineda, 1998).

2.2 Desarrollo del sorgo y su manejo en cada fase o período fenológico

La eficiencia de producción dependerá del manejo que se le de a la planta; para ello es necesario tener una información amplia y conceptual sobre los diferentes factores que se presentan en cada una de las fases o períodos en que se desarrolla el cultivo de sorgo, (Pineda, 2001).

2.2.1.1 Etapa de crecimiento 1

Empieza con la emergencia y termina con la iniciación floral, ocurriendo esta última cuando el punto de crecimiento emerge hacia la superficie del suelo (30-35 días después de la siembra), (Pineda, 2001).

2.2.1.2 Etapa de crecimiento 2

Empieza con la iniciación floral y termina con la polinización hasta el llenado de grano (55-69 días después de la siembra), (Pineda, 2001).

2.2.1.3 Etapa de crecimiento 3.

Empieza con el llenado de grano y termina con la madurez fisiológica (70-90 días después de la siembra), según la variedad, (Pineda, 2001).

2.2.2 Fases de desarrollo

a) Fase 0.

Corresponde a la emergencia que ocurre de 4 a 6 días después de la siembra, dependiendo de la temperatura, humedad del suelo, vigor de la semilla y profundidad de siembra, (Pineda, 2001).

Durante este período el crecimiento está regulado por los nutrientes y por las propias reservas de la semilla. El éxito de esta fase radicarán en proporcionar una buena preparación y drenaje del suelo, (Pineda, 2001).

b) Fase 1.

Abarca 10-19 días post-siembra, encontrándose con 3-4 hojas definidas. Es el momento para la aplicación del herbicida post-emergente. En este momento el requerimiento de agua es mínimos ya que el sistema adventicio empieza a formarse, (Pineda, 2001).

c) Fase 2.

Generalmente comienza a los 20 días post-siembra; el sistema radicular empieza a desarrollarse rápidamente y las raíces producidas en los nudos inferiores pueden hacer caer las hojas cerca del suelo. Durante esta fase las plantas presentan 5 hojas y entra en un período de crecimiento. Es el momento de realizar el control mecánico de malezas, por otra parte es importante poner atención a la aparición de plagas como el complejo Spodoptera. La falta de humedad en esta etapa afectaría el tamaño de la panoja, (Pineda, 2001).

d) Fase 3.

El punto diferencial de crecimiento aparece a los 25-35 días post-emergencia dependiendo de la precocidad de la variedad, este cambia de vegetativo (producción de hojas) a reproductivo (producción de panojas). En esta fase casi una tercera parte del área foliar total ha sido desarrollada (7-10 hojas) y a estas alturas es posible que las tres primeras hojas ya se hayan perdido. Existe mayor crecimiento del tallo y aumenta la absorción de nutrientes. Es el período óptimo para hacer la aplicación nitrogenada que fortalecerá el primordio floral, (Pineda, 2001).

e) Fase 4.

En este período (35-50 días post-germinación) el 80% del área foliar se ha desarrollado y la intercepción de luz se acerca al máximo. Ocurre un rápido desarrollo de tallos y hojas, y la hoja bandera empieza a verse en el verticillo. La absorción de nutrientes continúa rápidamente y comienza a desarrollarse la panoja; mueren dos o más hojas inferiores y más del 40% de potasio ha sido absorbido. En este período se requiere de una buena sanidad del cultivo, (Pineda, 2001).

f) Fase 5.

Corresponde al panzoneo (50-55 días post-germinación), hay máxima intercepción de luz y se ha determinado el tamaño de panoja. La elongación del tallo llega a su fin y muy pronto el pedúnculo se extenderá rápidamente para causar la excursión de la panícula. El 60% al 70% del peso total de la planta se ha acumulado, (Pineda, 2001).

g) Fase 6.

Comprende el período de floración (56 días post-siembra) hasta el período lechoso (71 días post-siembra) la absorción de nutrientes ha llegado a un 70%, 60% y 80% del total de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, respectivamente, alcanzando las hojas su máximo peso, (Pineda, 2001).

En esta etapa comienza la formación del grano, una falta de humedad podría afectar la panoja. El control de la mosquita del sorgo es de vital importancia, así como al complejo de chinches y gusanos de la panoja, (Pineda, 2001).

h) Fase 7.

Comprende el estado del grano, acumulando aproximadamente la mitad de su peso neto; entre los 75-80 días post-germinación ya se ha acumulado aproximadamente el 75% del peso final del grano, han ocurrido más pérdidas de hojas y la absorción de nutrientes ya se ha completado, (Pineda, 2001).

El período de madurez fisiológica se presenta generalmente a los 85-90 días, con un contenido de humedad del grano del 30%, manifestándose esta madurez por una capa negra en la región hilar, (Pineda, 2001). La cosecha deberá hacerse cuando el grano presente entre el 20-24% de humedad, esto para evitar pérdidas por efecto de cosechadoras o bien deterioro del grano, esto ocurre a los 95-100 días, (Pineda, 2001).

El tiempo que se requiere para alcanzar cada una de las fases descritas, depende de los híbridos y/o variedades y el medio en que se desarrollen, así como de los daños causados por plagas, (Pineda, 2001).

En síntesis el sorgo en los primeros 30 días crece lentamente, y rápidamente hasta los 55 días cuando alcanza su máximo peso. De los 25-35 días es el período de mayor cuidado en el cual hay que darle al cultivo el mejor manejo posible, (Pineda, 2001).

De los 50-60 días se encuentra en el proceso de floración y la mitad del peso total de la planta ya se ha producido. De los 65-75 días se relaciona con la formación y desarrollo del grano, siendo esta fase de mucho peligro y de gran significado, en relación con el rendimiento del grano por la presencia de plagas como: Spodoptera y el complejo de chinches y pájaros. Se debe efectuar el cuidado correspondiente, para concluir con un buen manejo eficiente y oportuno, (Pineda, 2001).

3. Condiciones Agroclimáticas

Se adapta a climas muy variados y únicamente necesita de 90 a 140 días para madurar. Los rendimientos más altos se obtienen en variedades que duran de 100 a 120 días. Las variedades tardías tienden a producir mas follaje y menos granos al contrario las variedades tempranas su periodo de crecimiento suele ser mas corto por tanto la producción de follaje es menor, (Pineda, 1998).

3.1 Suelo

Se adapta a una amplia gama de suelo incluye los pobres hasta los mas ricos con drenaje adecuado y deficiente, así como arenosos, franco y arcillosos y aquellos con problema de salinidad en los que otros cultivos no pueden prosperar; sin embargo, si se desea alto rendimiento de grano, debe sembrarse en suelo productivo, (Pineda, 1998).

Las mayores producciones se obtienen en suelos francos y de texturas afines, tales como: franco-arenoso, franco-arcilloso y franco-limoso, bien drenados con un PH de 6.5 a 7, con topografía plana. En suelos arcillosos, la siembra debe hacerse siempre que existan buenas condiciones de drenaje, (Pineda, 1998).

3.2 Agua

El sorgo tiene la habilidad de permanecer latente durante los períodos de sequía, creciendo cuando vuelve a llover. Sin embargo, la escasez de agua al preinicio de la diferenciación floral (20 a 30 días después de la siembra) resulta en una reducción de la tasa de crecimiento de la panoja y las hojas; así como un retraso en la iniciación de la panoja y floración, (Pineda, 1998).

Para una buena producción de grano requiere 25mm de lluvia después de la siembra, 375mm durante el desarrollo hasta la floración y 90mm hasta el llenado de grano, el período de mayor necesidad es al inicio de la formación del primordio floral (20 a 30 días post-siembra) e inicio de floración, (Pineda, 1998).

3.3 Temperatura

Es una planta de días cortos, con tasas altas de fotosíntesis en su mayoría requiere temperatura mayores de 21°C. El 90% del rendimiento del grano se debe a la fotosíntesis, (Pineda, 1998). La temperatura óptima para la floración oscila entre los 20-35°C, la más deseable para la panoja en desarrollo es de 17- 22°C por la noche y 26-32°C durante el día, temperaturas arriba de los 35° durante 6 a 9 días después de la antesis (floración) reduce seriamente el peso final de la semilla, (Pineda, 1998).

3.4 Luz

Las plantas del sorgo son sensibles al fotoperíodo, su floración se acelera en época de días cortos y noches largas, lo que representa problemas en zonas tropicales. En zonas templadas durante la época de días largos, se prolonga el comienzo de la floración y se alarga la maduración de la planta, pudiendo llegar a encontrarse verde la planta en la época de cosecha, (Pineda, 1998).

4. Variedades del cultivo de Sorgo

La variedad es un factor determinante en el incremento del rendimiento, su escogencia deberá basarse por la propia ecología de las zonas productoras de sorgo, a fin de prevenir pérdidas por exceso de humedad (precipitación pluvial) o bien por falta de agua en el momento crítico (floración), (Pineda, 1998).

La escogencia de la variedad dependerá de la utilización que se le dé a la producción (consumo humano o uso industrial) en la preparación de alimentos concentrados para consumo animal y del tiempo disponible para la época de siembra, (DGTA, Dirección de granos básicos, 1985).

Debe partirse del principio que todas las variedades son buenas, los beneficios que el productor obtenga de ellas dependerá del manejo que se les dé; y entre los elementos importantes a considerar está la elección adecuada de la variedad, (DGTA, Dirección de granos básicos, 1985).

En el país existen diferentes híbridos y variedades mejoradas con altos rendimiento de granos que responden a diversas condiciones ecológicas y técnicas, (Pineda, 2001); a continuación se presenta un cuadro detallado que muestra las variedades mejoradas e híbridos, frecuentemente utilizados en el país, además se detallan las características varietales de cada uno y la zona del país donde se recomienda la siembra.

Cuadro 1. Características morfológicas y agronómicas algunas variedades de sorgo, épocas de siembra y regiones donde se recomienda.

Característica	Días a flor	Altura de planta (cm)	Color de grano	Tipo de panoja	Tamaño de panoja (cm)	Longitud de excersión (cm)	Potencial genético qq/mz	Época de siembra	Región recomendada
VARIEDAD									
Pinolero	63	199	Blanco	Semi-abierta	36	10	75	Post	I, II, IV, V, VI.
Tortillero precoz	52	152	Blanco	Semi-abierta	25	10	55	Post	IDEM
HÍBRIDOS									
DK-38	51	143	Café	Semi-abierta	25	19	80	Post	II, III, IV.
DK-64	56	141	Rojizo	Semi-abierta	23	22	100	Prim-Post	IDEM
DK-65	60	158	Rojizo	Semi-abierta	28-33	12-16	100	Prim-Post	IDEM
DK-63	64	160	Rojizo	Semi-abierta	23	15	100	Prim-Post	IDEM
P-8200	56	160	Rojo	Semi-abierta	23	18	100	Prim-Post	IDEM
P-8300	55	144	Café	Abierta	24	19	190	Post	IDEM
P-887-V2	52	165	Rojizo	Semi-abierta	28	18	90	Prim-Post	IDEM
ST-686	55	147	Bronce	Semi-abierta	22	17	80	Post	IDEM
ST-715	56	164	Rojizo	Semi-abierta	24	19	90	Prim-Post	IDEM
Y-360	56	166	Rojizo	Semi-abierta	25	18	100	Prim-Post	IDEM

4.1. Características varietales deseables

Según Pineda (1998), cualquiera que sea la variedad de sorgo granífero que el agricultor siembre, para obtener mejores resultados, debe satisfacer los requisitos siguientes:

- a) Planta baja, con buena longitud de excursión para facilitar la cosecha.
- b) Panícula abierta o Semi-abierta.
- c) Color del grano: Café, Rojo, dependiendo de su utilización.
- d) Rendimiento debe ser igual o mayor a 60qq/Mz.
- e) Ciclo de desarrollo de planta alrededor de los 100 días.
- f) Que responda a diversas condiciones ecológicas y tecnológicas.

5. Épocas y tipos de siembra del cultivo de Sorgo

5.1 Épocas de siembra

5.1.1 Siembra de primera (mayo-junio)

A pesar que la siembra de primera ofrece buenas condiciones para la producción es de riesgo, no siempre se puede esperar un período sin lluvia (canícula) que permita colectar sin pérdida de calidad por enmohecimiento, germinación y caída del grano, si la maduración coincide con un período lluvioso; las siembras de primera deben hacerse siempre que se disponga de los elementos de producción, en especial maquinaria, facilidades de secado y almacenamiento, (DGTA, Dirección de granos básicos, 1985).

5.1.2 Siembra de postrera

Es la siembra principal y más segura, ya que la maduración y recolecta coincide con la iniciación de la estación seca (noviembre-diciembre), esto facilita la recolección mecánica, que determina en parte, la buena calidad del grano, (DGTA, Dirección de granos básicos, 1985).

5.1.3 Siembra con riego

Se debe efectuar entre febrero 15 y marzo 15. Es conveniente ceñirse a la recomendación para beneficiarse de las reducciones en poblaciones de insectos plagas, (DGTA, Dirección de granos básicos, 1985).

5.2 Tipos de siembra

Para el establecimiento del cultivo existen dos métodos o tipos de siembra; al voleo y en hilera, (Pineda, 1998).

5.2.1 Siembra al voleo

Puede ser una siembra manual o mecanizada. Si es mecanizada se hace uso de una voleadora. Su ventaja es que hay una reducción en la demanda de mano de obra, sin embargo no existe una distribución y profundidad uniforme de la semilla, además hay mayor gasto de semilla, (Pineda, 1998).

La cantidad de semilla a utilizar en siembra al voleo es 30 lbs/mz, puede hacer a mano o con tractor, dependiendo de la extensión y urgencia de siembra. Una rama o una rastra servirá para tapar la semilla, (DGTA, Dirección de granos básicos, 1985).

5.2.2 Siembra en hilera

En este tipo de siembra se utiliza sembradora mecánica, preferencia de precisión, las cuales deben regularse para garantizar las dosis de siembra y obtener la densidad de plantas deseadas. La ventaja es que hay uniformidad en la profundidad de siembra y menos gastos de semilla, sin embargo, es necesario un equipo especializado para la labor de siembra y mayor demanda de mano de obra, (Pineda, 1998).

La distancia entre surco varía de 18-24 pulgadas, depende del ciclo vegetativo de la variedad, fertilidad del suelo y humedad disponible, (DGTA, Dirección de granos básicos, 1985).

6. Malezas presentes en el cultivo del Sorgo

Las malezas representan un eslabón muy importante en la producción del sorgo, si no se controlan en el momento oportuno estas pueden ocasionar pérdidas hasta en un 18% y 40%, (Pineda, 2001). Entre las malezas más importantes se encuentran; el coyolillo (*Cyperus rotundus*), zacate chompipe (*Ixophorus unisetus*), zacate Johnson (*Sorghum halapense*), bledo (*Amaranthus spinosus*), botoncillo (*Melanthera aspera*), campanilla (*Ipomoea nil*) y la flor amarilla (*Baltimora recta*).

Para el control de malezas en sorgo se emplean diferentes prácticas (culturales, químicas y mecánicas) sin embargo, la forma más adecuada de manejo es la combinación de ellas, (Pineda, 1998).

7. Plagas asociadas al cultivo de Sorgo

El sorgo es atacado por muchos insectos, que afectan su producción y rendimiento total. Estas especies son muy resistentes que si el hombre no toma medidas al respecto, la población de estos podría exceder el nivel de perjuicio económico; sin embargo, no siempre se hace necesario el control, es conveniente recordar que cualquier aplicación innecesaria de insecticidas aumenta los costos de producción, y contribuye a la contaminación del suelo y agua, (Teetes, et al, 1980).

Una **plaga** es un insecto u otro organismo que causa daño económico al cultivo. Se encuentran en los cultivos y compiten con el hombre por alimentos que él produce. Otros son controladores de estas plagas y por eso son llamados insectos benéficos, (Teetes, et al, 1980). Por eso es importante identificar los insectos que son plagas, detectar su daño a tiempo y aplicar las medidas de control adecuadas de modo que no se afecte la fauna benéfica.

Por otra parte, el sorgo en comparación a otros cereales, a los 35 días después de la siembra soporta con menos daño la influencia de las plagas, sin embargo, algunas plagas si no se controlan oportunamente pueden causar serias mermas en el rendimiento del grano, (Teetes, et al, 1980).

El control de insectos debe realizarse mediante un manejo integrado de plagas (MIP), verificando poblaciones de plagas existentes en el entorno, lo cual contribuirá mucho en minimizar el uso de químicos, (Teetes, et al, 1980).

Las plagas que afectan en un grado de mayor relevancia y consideración la producción de sorgo granífero en Nicaragua son las siguientes:

7.1 Insectos de suelo

✓ Gusano alambre (*Aeolus spp*)

Reconocimiento: los adultos miden de 3 a 10 mm; son de color café grisáceo o negro y alargados con el cuerpo adelgazado hacia los extremos, saltan con un sonido característico. Las larvas son duras y brillantes de color café oscuro, elongadas y cilíndricas u ovals en la sección transversal; poseen 3 pares de patas cortas y pobremente desarrolladas. La segmentación es muy marcada. Las larvas empupan en el suelo; la pupa es blanca, delicada y la tiene forma del adulto, (Pitre, et al, 2002).

Daño: se alimenta del endosperma de la semilla, resultando plántulas débiles y/o semillas abortadas; también se alimenta de raíces. La hembra hace galerías en el suelo y pone huevecillos alrededor de las raíces de pastos. Los adultos pueden vivir de 10 a 12 meses, la mayor parte del tiempo habitan en el suelo, (Pitre, et al, 2002).

Muestreo y niveles críticos: El muestreo se hace después de la preparación del suelo, la muestra debe tener una dimensión de 30 x 30 cm y 20 cm de profundidad, en campos uniforme se recomienda un mínimo de 25 muestra por hectáreas. El nivel crítico recomendado para Sorgo es 1 larva por muestra o bien 3 larvas por metro lineal. La presencia de gusano alambre se determina por los síntomas de marchitez y/o muerte de la planta, (Pitre, et al, 2002).

✓ Gallina ciega (*Phyllophaga spp*)

Reconocimiento: las larvas son de color blanco cremoso, gordas y tienen forma de "C", su cabeza es de color café o rojizo pueden alcanzar tamaño hasta de 50 mm. Los adultos son escarabajos que varían de tonalidades de pardo sin lustres, pardo rojizo, hasta bicoloradas con lustre, cubiertos de pelos blancos, finos y cortos sobre los élitros. Su tamaño oscila entre 9 y 29 mm según la especie. La hembra oviposita en el suelo a una profundidad de 2 a 10 cm, (Pitre, et al, 2002).

Daño: ataca las raíces y las partes de tallo bajo tierra debilitando las plantas y causando un pobre desarrollo. Las larvas pasan por 3 estadios: en los 2 primeros comen materia orgánica y raíces fibrosas (4 a 6 semanas); en el 3

estadio se alimentan vorázmente de las raíces por 5- 8 semanas o más. Al terminar su período de alimentación forman una celda en el suelo donde descansan inactivas hasta que empupan en enero o febrero, (Pitre, et al, 2002).

Muestreo y niveles críticos: El muestreo se hace después de la preparación del suelo, la muestra debe tener una dimensión de 30 x 30 cm y 20 cm de profundidad, en campos uniforme se recomienda un mínimo de 25 muestra por hectáreas. Actualmente el nivel crítico que se toma es un promedio de 0.25 larvas grandes o 0.05 pequeñas por muestra, (Pitre, et al, 2002).

✓ Coralillo (*Elasmopalpus lignosellus*)

Reconocimiento: las larvas son delgadas y llegan a medir hasta 15 mm de largo. Son de color azul verdoso con bandas transversales de color café rojizo. Los adultos son palomillas que miden hasta 25 mm; las alas anteriores son grisáceas en los machos y casi negra en las hembras y las posteriores son gris claro, (Pitre, et al, 2002).

Daño: las larvas se alimentan en la superficie de las hojas y las raíces para luego taladrar el tallo cuando éstas hayan alcanzado el tercer estadio. Las plantas barrenadas por las larvas presentan un desarrollo retardado y/o la muerte. El ciclo de vida dura de 20- 45 días, (Pitre, et al, 2002).

Muestreo y niveles críticos: Antes de sembrar se debe inspeccionar el suelo, buscando coralillos, al mismo tiempo que se examina la presencia de las otras plagas. El nivel crítico es de 0.4 larvas por muestra, (Pitre, et al, 2002).

7.2 Insectos de tallo

✓ Chinchas Blissus (*Blissus leucopterus*)

Reconocimiento: el adulto mide alrededor de 5 mm, presenta patas negras con rojo o amarillo. En cada ala lleva una marca triangular negra. Los huevos son cilíndricos y amarillentos, aplanados en uno de los extremos, el cual lleva de 3 a 5 proyecciones con pezones. La ninfa sin ala es más pequeña, pero similar al adulto, (Pitre, et al, 2002).

Daño: la mayoría del daño es causado por el estadio de ninfa. La chinche daña al sorgo al succionar los jugos de las hojas y los tallos. Las plantas infectadas presentan marchitez, hojas inferiores blancas. El daño impide el crecimiento normal y provoca enanismo, acame y reducción del rendimiento. En infestaciones densas, las plantas completas pueden tornarse blancas y secarse, (Pitre, et al, 2002).

✓ Taladrador mayor del tallo (*Diatraea spp*)

Reconocimiento: los huevos puestos en filas yuxtapuestas de 1 a 10 en las hojas terminales son aplanados y ovalados. Las larvas son cremosas con puntos negros o café en cada segmento, ausentándose si se encuentra en diapausa, presentan un escudo prototorácico café amarillento, llegan a medir

25 mm. Los adultos son cremosos a gris claro y miden 20 a 40 mm con las alas extendidas. En descanso tienen forma de un triángulo; tienen palpos largos proyectados hacia adelante, (Pitre, et al, 2002).

Daño: las larvas jóvenes se alimentan del cogollo, viven en el túnel hecho en los entrenudos del tallo producto de su alimentación reduciendo el vigor de la planta y causando acame. La pudrición roja (*Colletotichum graminicola*), está asociada a estos túneles. El daño después de la floración puede matar la panoja. La severidad del daño depende de la edad, el vigor de la planta y la época de siembra, (Pitre, et al, 2002).

Muestreo y niveles críticos: Se debe inspeccionar el cogollo, el haz y envés de las hojas en busca de huevos y larvas eclosionadas. El nivel crítico es el 20% de las plantas infectadas con larvas eclosionadas posterior a esto se dificulta la práctica de control por su hábito alimenticio, (Pitre, et al, 2002).

7.3 Insectos de follaje

✓ Cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Reconocimiento: 40 a 300 huevos son depositadas en hojas y tallos cubiertos por una tela fina formada por las escamas del cuerpo de la hembra. Las larvas se dispersan a plantas vecinas, se cuelgan de un hilo de seda y son acarreadas por el viento, presentan 4 puntos negros en el antepenúltimo segmento del abdomen, miden de 1 a 35 mm generalmente son de color gris verdoso, empupan en el suelo. Los adultos son palomillas grisáceas que miden 30 mm, su ciclo de vida dura aproximadamente un mes y puede tener hasta 12 generaciones por año, (Pitre, et al, 2002).

Daño: las larvas se alimentan de las yemas terminales, también atacan las panojas. Se alimentan de la epidermis de las hojas los primeros estadíos, en estadíos posteriores se introducen en el cogollo dañando las hojas tiernas. También pueden actuar como cortadores, cortan las plántulas a nivel del suelo durante la noche, (Pitre, et al, 1999).

Muestreo y niveles críticos: inspeccionar 100 plts/lote, por lo menos tres veces a la semana durante la etapa de plántula, se deben buscar plantas cortadas. Al encontrar el 5% de plantas cortadas es necesario, una aplicación excepto si existe una alta densidad de siembra. Cuando el cultivo tenga más de 8 hojas y hasta la floración las inspecciones deben realizarse una vez por semana y se justificará una aplicación cuando se encuentre por lo menos el 20% de daño en todo el lote, (Pitre, et al, 2002).

✓ Áfidos (*Aphis sp*)

Reconocimiento: los áfidos varían de color desde amarillo, verde amarillo, rosado, verde gris, verde azulado a negro verdoso, son pequeños de cuerpo suave en forma de pera, con un par de sifones en la parte posterior con antenas moderadamente largas. Se reproducen por partenogénesis en climas calientes, y sexualmente en regiones templadas, (Pitre, et al, 2002).

Daño: la ninfa y el adulto chupan la savia de las hojas, brotes, tallos y flores inyectando una saliva tóxica que produce carrugado, esto causa una reducción en el vigor de la planta, achaparamiento, marchitez y caída de las hojas, excretan mielecillas producida por la sabia ingerida, causando ennegrecimiento del follaje debido al crecimiento del hongo fumagina. Este insecto tiene un ciclo de 3 etapas: huevo, ninfa y adulto, todas se desarrolla en las partes aéreas de las plantas, (Pitre, et al, 2002).

Muestreo y niveles críticos: se deben revisar 50 plantas por lote. El nivel crítico varía dependiendo del cultivo, (Pitre, et al, 2002).

✓ Langosta medidora (*Mocis latipes*)

Reconocimiento: el adulto de color café oscuro o gris con una línea café que cruza las alas anteriores; las tibias posteriores tienen espinas y un fleco de pelos largos en el macho. La hembra oviposita individualmente en el tallo o en el envés de las hojas. La larva café claro o amarillo, tiene dos bandas negras torácicas y dos rayas longitudinales amarillas y café en la cabeza y en el cuerpo. La pupa café oscuro blancuzca se encuentra en malezas o en el cultivo. Se presentarse en canícula, (Pitre, et al, 1999).

Daño: la larva es un masticador voraz, capaz de defoliar completamente una planta de sorgo o maíz, dejando únicamente la nervadura central. El adulto oviposita en malezas casi nunca en la planta. La larva comienza alimentándose de estas malezas y al acabar con ellas pasa al cultivo, es capaz de reducir a cero la producción, (Pitre, et al, 1999).

Muestreo y niveles críticos: observar áreas con malezas gramíneas en el campo, especialmente durante el período seco conocido como canícula. El nivel crítico es de 0.5 larvas por plantas o sea 1 larva en dos plantas, (Pitre, et al, 2002).

✓ Tortuguilla (*Diabrotica spp*)

Reconocimiento: los huevos son anaranjados y ovalados. Las larvas son blancas y delgadas, la cabeza y el último segmento del abdomen es café, llegan a medir unos 10 mm, tienen 3 pares de patas torácicas, carecen de propatas. La pupa es cremosa. Los adultos miden de 4.5 a 5 mm, tienen antenas filiformes. El color del adulto varía usualmente es amarillento con 3 bandas verdosas en los élitros, (Pitre, et al, 2002).

Daño: las larvas se alimentan de las raíces, los ipocótilos y los nódulos, cuando atacan las plántulas ya germinadas las hojas basales toman un color amarillo, se marchitan y retrasan su desarrollo. Los adultos se alimentan de follaje reduciendo la capacidad de fotosíntesis, además son vectores de mosaico rugoso, (Pitre, et al, 2002).

Muestreo y niveles críticos: el nivel crítico varía de acuerdo al cultivo, se toleran hasta 0.5 adultos por planta en las primeras etapas de crecimiento y un adulto por planta durante etapas más avanzadas, (Pitre, et al, 2002).

7.4 insectos de la panoja

✓ Mosquita del sorgo (*Stenodiplosis sorghicola*)

Reconocimiento: los huevos cilíndricos puestos 1-1. La larva incolora se oscurece gradualmente a rojo oscuro. La pupa es roja oscura. El adulto es anaranjado rojo, la hembra tiene abdomen anaranjado, (Pitre, et al, 2002).

Daño: la larva recién eclosionada se mueve dentro del ovario de la semilla donde permanece alimentándose de la semilla en desarrollo, las cuales no llegan a llenarse y presentándose una panícula de apariencia estéril. Los huevos son puestos en las espiguillas en floración; hasta 20 huevos de diferentes hembras pueden haber en una florecilla. Los huevos tardan de 2 a 4 días en eclosionar, (Pitre, et al, 2002).

Muestreo y niveles críticos: en floración deben hacerse conteos visuales cada 2 días. Los muestreos se realizan entre las 08:00 y 10:00 a.m., hora de mayor actividad del adulto. Se inspeccionan 100 panojas por lote; esta puede ser visual en busca de adultos ovipositando, y al encontrar una mosquita por panoja debe de tomarse una medida de control inmediata, (Pitre, et al, 2002).

✓ Chinche pata de hoja (*Leptoglossus zonatus*)

Reconocimiento: son café oscuro a negro claro, con una banda amarilla en forma de zig zag. Las tibias tienen forma de hojas. Las antenas tienen zonas alternas negras y anaranjadas, ovipositan en tallos y hojas. Los huevos verdes metálicos cambian a café grisáceo, son puestos en grupos de 15-20. Las ninfas rojo-anaranjado-negro, se vuelven oscuras con el desarrollo, parecidas al adulto, pero sin alas, (Pitre, et al, 2002).

Daño: La ninfa y el adulto succionan los jugos de las semillas, produciendo granos vanos, (Pitre, et al, 2002).

Muestreo y niveles críticos: Se deben revizar al menos 50 plantas desde el inicio de la floración y al encontrar un promedio de 0.5 adulto por planta requerirá de una aplicación, (Pitre, et al, 2002).

✓ Chinchas (*Nezara viridula*)

Reconocimiento: conocidas por su olor. Su forma de escudo con un triángulo sobre el lomo. Los huevos en forma de barril, son amarillos, tornándose a rosa o gris. Las ninfas negras se tornan verdes con marcas anaranjadas-negras. Los adultos verdes brillantes miden 14-19 mm. Las regiones corporales están bordeadas por una línea angosta anaranjada-amarilla, (Pitre, et al, 2002).

Daño: adultos y ninfas succionan la savia de los tallos y granos, causando diversos tipos de daños. Pueden matar las plántulas, producir plantas atrofiadas o causar excesivo amacollamiento, ya que al alimentarse la chinche inyecta una toxina que produce todas estas características, (Pitre, et al, 2002).

Muestreo y niveles críticos: Se deben revisar al menos 50 plantas desde el inicio de floración y al encontrar un promedio de 0.5 adulto por planta requerirá de una aplicación, (Pitre, et al, 2002).

8. Sistemas alternativos de producción diversificada

La producción de un cultivo se incrementa aumentando el área de siembra, el rendimiento en monocultivo (aumentando generalmente el uso de insumos) o sembrando más cultivos al año en términos de espacio y tiempo, (Altieri, 1999).

El rendimiento del cultivo (Y) se ve influenciado por el manejo (M), Medio ambiente (E) y genotipo del cultivo (G), (Beets, 1982, y Zandstra et al., 1981 citado por Altieri 1999). El manejo incluye arreglos en cultivos en tiempo, espacio y técnicas culturales. El medio ambiente se ve comprometido por las variables climáticas y del suelo, modificables por medio del manejo. El genotipo del cultivo es inherente a la variedad y a su rango de adaptabilidad. Usando este concepto, se pueden reconocer tres variables para aumentar el rendimiento en los monocultivos. La aplicación de cada estrategia dependerá de la eficacia de los conocimientos técnicos y de las relaciones principales (costos de los insumos y precio comercial de los cultivos) (Altieri, 1999).

En la actualidad acercamientos provechosos a la tecnología agrícola, dignos de atención, se han llevado a cabo basados sólo en un proceso productivo de un sólo cultivo y sin considerar la totalidad del ecosistema, (Altieri, 1999). La mayoría de los intentos más integrales se dirigen a aumentar la mejora genética de variedades ya existentes, mejorar el manejo de suelos mediante labranza mínima, cultivos de cobertura, fijación de nitrógeno, etc. brindar un manejo más eficiente de agua y a manejar las plagas con un enfoque ecológico. Estas técnicas proponen cambios menores en uno o dos componentes del sistema, dejando la estructura del cultivo intacta, pero sin estos pequeños cambios, no se puede progresar en forma realista desarrollando Agroecosistemas sustentables, (Altieri, 1999).

En muchos lugares del mundo, especialmente en los países en desarrollo, los agricultores realizan sus siembras en combinaciones (policultivos o cultivos intercalados), más que en cultivos de una sola especie (monocultivos o cultivos aislados). Hasta hace unos 20 años, los investigadores agrícolas, en general, ignoraban las características que caracterizan a los policultivos. Sin embargo, recientemente, las investigaciones sobre policultivos han aumentado y muchos de los beneficios potenciales de estos sistemas se han hecho más evidentes, (Altieri, 1999).

Los policultivos son frecuentes en áreas tropicales, donde los predios son pequeños agricultores carecen de capital o créditos para comprar fertilizantes sintéticos, plaguicidas o maquinarias agrícolas. Sin embargo, también se pueden encontrar en zonas templadas en los predios más o menos extensos altamente mecanizados con disponibilidad de capital. Son muy comunes en áreas de Asia donde los principales cultivos son el sorgo, el mijo, el maíz, el arroz de secano y el trigo de secano, (Jodha, 1981, citado por Altieri, 1999).

En la mayoría de las investigaciones realizadas las ventajas de producción de policultivos están a menudo asociadas con el uso de una mayor proporción de luz, agua y nutrientes disponibles (captación mayor de recursos) o con el uso más eficaz de una determinada unidad de recursos (mayor eficacia de conversión de recursos) (Willey, 1990, citado por Altieri, 1999).

La mayor cantidad de cobertura por doseles que producen los policultivos, puede disminuir la luz solar que alcanza la superficie del suelo, de manera que una mayor cantidad de agua útil para el suelo se canaliza como transpiración a través de los cultivos antes de perderse como evaporación proveniente del suelo, (Altieri, 1999).

Si una siembra se realiza en monocultivo de modo que se usen los recursos ambientales de distintas maneras (rotación de cultivos), cuando se siembran juntas, pueden “complementarse” entre sí y hacer un mejor uso de los recursos que por sí solas (Vandermeer 1989, Willey 1990, citado por Altieri, 1999).

En los policultivos se pueden manifestar cambios en la partición de recursos de manera que los mayores porcentajes del total de nutrientes y materia seca se fijan en la parte cosechable del cultivo cuando estos se encuentran combinados que cuando crecen separadamente (Willey, 1990, citado por Altieri, 1999).

8.1 Efecto de los policultivos sobre las poblaciones de insectos

Por años, los ecólogos han debatido la hipótesis de aumento de la estabilidad promoviendo la diversificación de cultivos; Tanto ellos como agrónomos han sugerido que la implementación de sistemas de policultivos tiene muchas ventajas, entre estas se pueden sugerir: los efectos sobre la dinámica de poblaciones de insectos plagas, que generalmente resultan en menos daños a los cultivos, supresión de malezas debido al sombreado o alelopatía, uso mejor de los nutrientes del suelo y mejoramiento de la productividad por unidad de superficie, (Altieri, 1999). Las mezclas de ciertas especies vegetales con el hospedero principal de un herbívoro especializado dan resultados regularmente consistentes: los herbívoros “especialistas” exhiben generalmente una mayor abundancia en monocultivos que en policultivos.

Los sistemas de cultivos diversificados contienen recursos específicos para enemigos naturales controladores de plagas, debido a la diversidad de plantas y al poco uso de pesticidas. Así, al reemplazar los sistemas simples por los sistemas diversos o agregar diversidad a los sistemas existentes, puede ser posible ejercer cambios en la diversidad de hábitat que favorece la abundancia de enemigos naturales y su efectividad, al proveer de huésped o presa alternativa, alimentación (polen y néctar), provisión de refugios y mantener poblaciones aceptables de plagas (Van den Bosch y Teford 1964, Altieri y Letourneau 1982, Powell 1986, citado por Altieri 1993).

Frecuentemente las plagas son menos abundantes en policultivos y es más fácil inducir un control biológico contrario a los monocultivos que no poseen ambientes o recursos adecuados para la acción efectiva de los enemigos

naturales, debido a las prácticas culturales perturbantes que se utilizan en estos sistemas de producción, (Altieri, 1999).

Ciertas malezas encontradas en sistemas diversificados, juegan un importante rol ecológico al acoger a un complejo de artrópodos benéficos que ayudan al control de las poblaciones de plagas (Altieri et al, 1993).

Se han ofrecido cuatro hipótesis ecológicas para explicar la menor carga de poblaciones de plagas en asociaciones de especies vegetales múltiples:

8.1.1 Resistencia asociacional

En los ecosistemas cuyas especies de plantas están entremezcladas existe una resistencia asociacional a los herbívoros además de la resistencia individual que pueda tener una planta. Root, 1975, citado por Altieri 1993, sugiere que además de su diversidad taxonómica, los policultivos exhiben una estructura, ambiente químico y microclimas relativamente complejos. Estos factores en las mezclas de vegetación trabajan en forma sinérgica para producir una "resistencia asociacional" al ataque de plagas.

En vegetación estratificada, los insectos pueden tener dificultad en localizar pequeños sectores favorables, si las condiciones microclimáticas son muy fraccionadas. Así, la diversidad disminuye la presión del conjunto de herbívoros sobre la totalidad del sistema de cultivo.

La búsqueda de la planta hospedera por el insecto involucra a menudo mecanismos olfatorios; las plantas hospederas asociadas con plantas no relacionadas pueden ser un componente importante en la defensa contra los herbívoros, con los aromas de la planta no-hospedera interfiriendo con el comportamiento de búsqueda de hospederos del insecto basándose en claves olfatorias. Este tipo de protección deriva del efecto de enmascaramiento de los olores de la planta hospedera por la no-hospedera.

8.1.2 Hipótesis de los enemigos naturales

Predice que existe mayor abundancia y diversidad de enemigos naturales en policultivo que en monocultivo (Root, 1973, citado por Altieri 1993). Los depredadores tienden a ser polípagos requiriendo de hábitats mas amplios, debido a que puede esperarse que ellos encuentren una mayor variedad de presas alternativas y microhábitat en un policultivo (Root, 1975, citado por Altieri 1993).

Los monocultivos anuales no proveen de fuentes alternativas de alimentación (polen, néctar, presas), refugios y sitios de nidificación y desarrollo para una actuación efectiva de los enemigos naturales como podemos encontrarlos en los policultivos, (Rabb et al, 1976, citado por Altieri 1993).

La hipótesis de los enemigos naturales plantea que:

- a) En ambientes complejos se dispone de una mayor diversidad de presas y microhábitat. Como resultado, poblaciones relativamente estables de depredadores generalistas pueden persistir en estos hábitats porque en ellos se pueden alimentar de la amplia variedad de herbívoros disponibles en periodos o microhábitat diferentes (Root, 1973, citado por Altieri 1993).
- b) Los depredadores especialistas, son menos propensos a fluctuaciones amplias, porque el refugio provisto por un medio ambiente complejo capacita a sus presas a escapar a la aniquilación total (Risch, 1981, citado por Altieri 1993).
- c) Los hábitats diversos ofrecen muchos requisitos importantes para los depredadores y parasitoides adultos, tales como fuentes de néctar y polen, los cuales no están disponibles en un monocultivo, reduciendo la posibilidad de que ellos se marchen o lleguen a extinguirse en forma local (Risch, 1981, citado por Altieri 1993).

De acuerdo a la hipótesis de los enemigos naturales propuesta por Root, debe esperarse que los enemigos naturales generalistas y especialistas sean más abundantes en los policultivos y por ello, más efectivos para regular las densidades poblacionales de herbívoros en los policultivos que en monocultivo.

Los depredadores y parasitoides generalistas deberían ser más abundantes en policultivo que en monocultivo porque:

- (a) Ellos cambian de huésped y se alimentan de una gran variedad de herbívoros disponibles en policultivo en períodos diferentes durante la estación de crecimiento.
- (b) Ellos mantienen poblaciones reproducibles en los policultivos, mientras que en monocultivos sólo se reproducen machos de ciertos parasitoides.
- (c) Ellos pueden utilizar huéspedes en los policultivos que normalmente no encontrarían y utilizarían en los monocultivos.
- (d) Ellos pueden explotar la gran variedad de herbívoros disponibles en los diferentes microhábitats en los policultivos.
- (e) Las presas y huéspedes son más abundantes y disponibles en los policultivos (Andow, 1991, citado por Altieri 1993).

Finalmente, tanto los enemigos naturales especialistas como generalistas deberían ser más abundantes en los policultivos que en monocultivo porque los primeros disponen de más fuentes de polen y néctar durante más períodos en la estación que en los segundos (Altieri y Letourneau, 1982, citado por Altieri 1993).

8.1.3 Hipótesis de la concentración de recursos

Las poblaciones de insectos están influenciadas directamente por la concentración o distribución espacial de sus plantas hospederas. Puede ocurrir un efecto directo de las especies de plantas asociadas sobre la habilidad del insecto herbívoro para encontrar y utilizar su planta hospedera. Muchos herbívoros, particularmente aquellos con rangos estrechos de hospederos son propensos a encontrar y permanecer sobre hospederos que crecen en grupos densos o casi puros (Root, 1973, citado por Altieri 1993), los cuales proveen a los herbívoros de recursos concentrados y condiciones físicas homogéneas.

Para cualquier especie plaga, es la fuerza total del estímulo atractivo la que determina la concentración de recursos, y esta varía con factores interactivos tales como la densidad y estructura espacial de la planta hospedera, y con los efectos perturbadores de las plantas no-hospederas. Por consiguiente, a una menor concentración de recursos (planta hospederas), más difícil será para el insecto plaga la localización de una planta hospedera.

La concentración relativa de recursos también aumenta la probabilidad de que la especie plaga deje el hábitat una vez que ha llegado a este. Por ejemplo; la plaga puede tender a volar más pronto y más lejos luego de posarse en una planta no-hospedera, lo cual puede traducirse en una mayor tasa de emigración desde los policultivos que desde los monocultivos (Andow, 1991, citado por Altieri 1993). Esto se hace evidente cuando el movimiento de la plaga comprende:

- (a) El posamiento por error sobre las planta no-hospederas
- (b) El desplazamiento desde las plantas no hospederas más frecuentemente que desde las plantas hospederas.
- (c) El riesgo de dejar el área del cultivo durante el desplazamiento.

8.1.4 Apariencia de las plantas

La mayoría de los cultivos se han derivado de tempranas sucesiones de hierbas que escaparon de los herbívoros en el espacio y en el tiempo (Feeny, 1976, citado por Altieri 1993).

La efectividad de las defensas naturales del cultivo es reducida por los métodos agrícolas actuales que usan monocultivos "más aparentes" a los herbívoros que los que fueron sus antecesoras. En la agricultura, la "apariciencia" de una planta de cultivo es aumentada por su asociación cercana con especies relacionadas (Feeny, 1976, citado por Altieri 1993), por lo que las plantas en monocultivo están sujetas a condiciones artificiales para las cuales sus defensas químicas y físicas son cualitativamente inadecuadas.

La apariencia de un cultivo puede ser aumentada o disminuida, ya sea por diversidad policultural o por cultivos de alta densidad. La vegetación en los cultivos puede tener diferentes efectos en la fauna asociada de insectos, dependiendo de la situación que la plaga este adaptada a explorar.

IV. METODOLOGÍA

El trabajo se llevó a cabo en el Campus Agropecuario de la UNAN-León, situado a 1 Km carretera a La Ceiba. El período de evaluación comprendió del mes de marzo a julio del 2003. El área de ensayo fue de 900 m² rodeada al Norte con el cultivo de Musáceas, al Sur cultivo de Frijol rojo y de vara, al Este cortinas rompevientos de Eucalipto y al Oeste cortinas rompevientos de Neem.

La siembra se realizó el 8 de marzo del año 2003, con la variedad híbrida DK-65. La distancia de siembra fue de 4 pulgadas entre planta y 24 pulgadas entre surco, para una densidad poblacional de 117,000 plantas por manzana, casi $\frac{3}{4}$ de lo establecido para esta variedad que son 175,000 plantas/mz.

El manejo de la parcela fue convencional con labranza mínima, se dio un pase de grada y se sembró con arado de tracción animal. Al momento de la siembra se aplicó la formula completo 12-24-12 a razón de 2 qq/mz. A los 35 días de establecido el cultivo se realizó la aplicación Nitrogenada con Urea al 46 % a razón de 2 qq/mz. El manejo de malezas fue mecánico y con escardío de tracción animal a los 25 y 35 días después de la siembra respectivamente.

El estudio consistió en varios aspectos:

1) Aspectos fenológicos

Para llevar el registro fenológico del cultivo, a los 10 días posteriores a la emergencia, se marcaron 25 plantas escogidas al azar de las cuales se llevó un registro hasta el final del ciclo de vida del cultivo.

Las variables evaluadas en esta etapa fueron:

- a) Altura de planta en cm.
- b) Número de hojas
- c) Largo de hoja en cm.
- d) Ancho de la hoja en cm.
- e) Fecha de inicio de floración
- a) Fecha de excursión
- b) Largo de excursión en cm.
- c) Tamaño de panoja
- d) Número de granos en la panoja
- e) Fecha de llenado de grano

2) Muestreo de la veintena para insectos de follaje

Dos veces por semana se realizó muestreo de plantas, el sistema de muestreo utilizado fue el de la veintena, que consiste en muestrear o revisar 20 plantas en cinco puntos escogidos al azar en el área en estudio, para un total de 100 plantas.

En este aspecto se evaluaron las siguientes variables:

- a) Cantidad de insectos encontrados en cada muestreo (plagas y/o benéficos)

- b) Etapa fenológica del cultivo en días después de la siembra
- c) Porcentaje de daño causado por las plagas
- d) Familia de insectos encontrados por etapa fenológica después de la siembra.

En esta etapa se colectaron 10 larvas y/o masa de huevo por especie plaga presente en el cultivo, con el fin de determinar los parasitoides en los diferentes estadios de los insectos plagas. Estos fueron llevados al laboratorio y colocados en vasos plásticos con dieta natural.

Los parasitoides encontrados de las especies colectadas se identificaron en el museo entomológico de la UNAN-León.

3) Trampas para organismos del suelo

Para determinar los organismos de suelos, se colocaron 15 trampas de suelo, las cuales consistieron en vasos plásticos con una solución de agua azucarada enterrados al ras del suelo y distribuidas en toda el área, estas se revisaban y renovaban cada dos días durante todo el ciclo de vida del cultivo.

Las variables a evaluar fueron:

- a) Fecha del levantamiento de las trampas.
- b) Número de insectos encontrados (benéficos y/o plagas).
- c) Etapa fenológica del cultivo en días después de la siembra.

4) Redadas para insectos voladores

Para determinar los insectos que no se encontraban en el suelo o las plantas, utilizamos el método de redadas, realizando 100 redadas, distribuidas en distintos puntos de la parcela, en cada etapa fenológica del cultivo. Las muestras colectadas se preservaron en alcohol al 70% para posteriormente realizar el montaje en cajas entomológicas.

Además se llevó un registro de las actividades agronómicas realizadas en la parcela durante todo el ciclo de vida del cultivo (fechas de siembra, fertilización, limpieza, etc.).

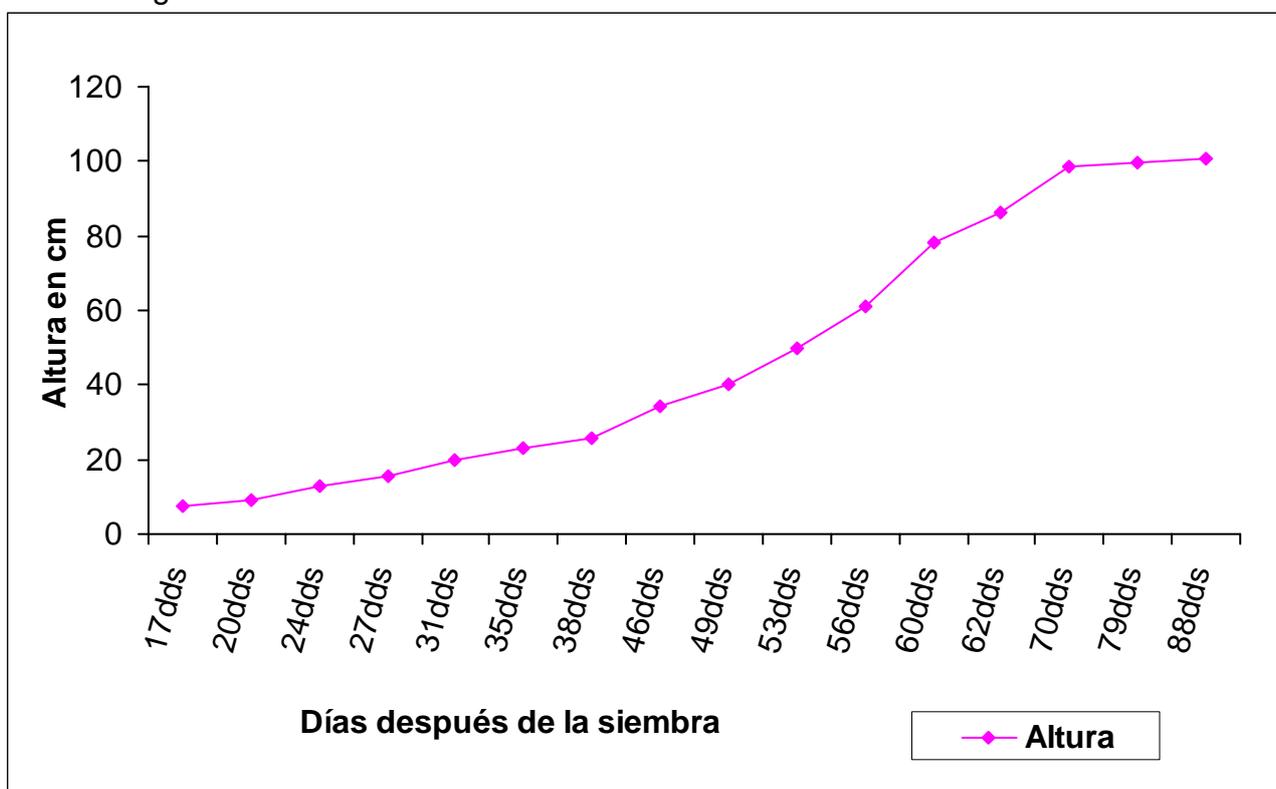
El análisis de los datos se hizo a través de gráficos y tablas obtenidos en el programa de Excell.

V. RESULTADOS Y DISCUCION

1. Aspectos fenológicos

En cuanto a los aspectos fenológicos del cultivo se observa en la Gráfica 1 la altura promedio alcanzada fue de 100.5 cm.

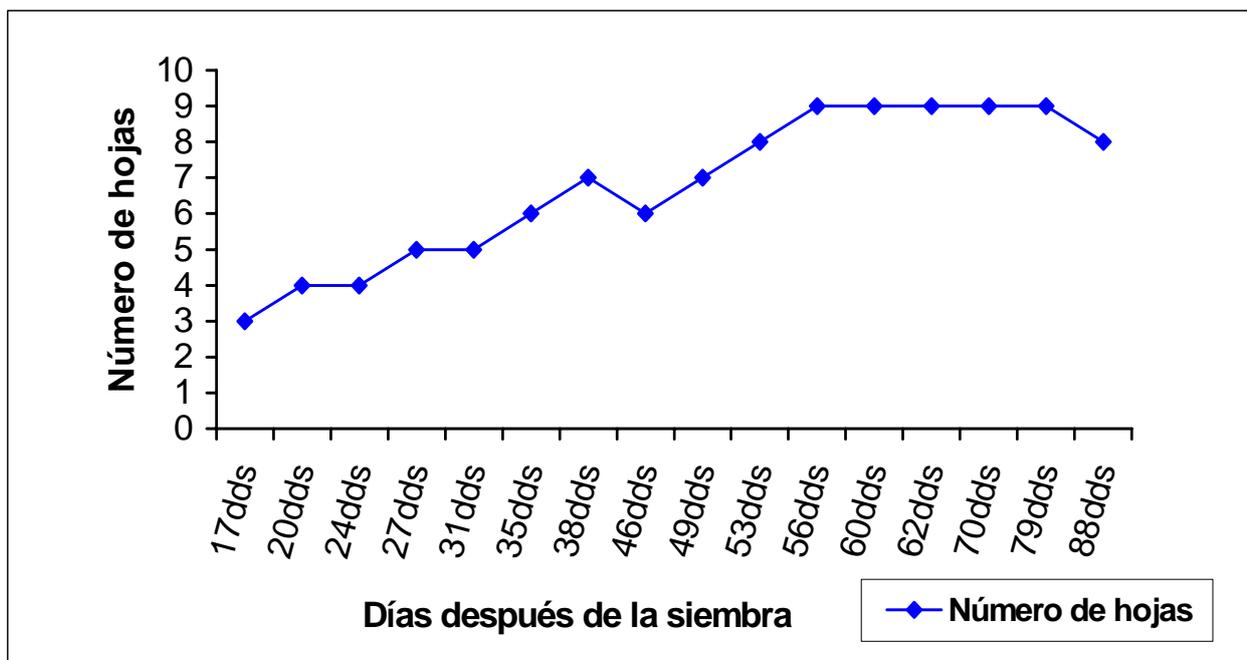
Se observó que el crecimiento del sorgo en los primeros veinte días es lento, debido a que este se encuentra regulado por la disponibilidad de nutrientes en el suelo y las propias reservas de la semilla (Pineda, 1999). Aquí el sistema radicular empieza a desarrollarse rápidamente, dando inicio a un período más acelerado de crecimiento a los treinta días, esto se debe a que el punto de crecimiento de las plantas en esta etapa, cambia de vegetativo a reproductivo. Este rápido crecimiento se prolonga hasta los sesenta días coincidiendo con la excursión de panoja, luego el tallo se extiende hasta los 70 días y es cuando el crecimiento se detiene por completo, dando inicio al período de madurez fisiológica.



Gráfica 1. Altura del sorgo en toda su etapa de crecimiento y desarrollo en un sistema de producción diversificado. Campus Agropecuario, 2003.

En la Gráfica 2, se observa la cantidad de hojas producidas. La producción de follaje en los primeros días de crecimiento es rápida, debido a que la absorción de nutrientes está dirigida a la producción de hojas, esto ocurre hasta los 35 días. Posteriormente la planta concentra su actividad en la formación de panojas y se detiene la producción de follaje a los 40 días aproximadamente, se pierden 1 ó 2 hojas inferiores por lo que se reduce el número de hojas por planta.

El mayor número de hojas producidas por el sorgo fue a los 55 días post-siembra, con un promedio de 9 hojas por planta, coincidiendo con la iniciación de la hoja bandera. En este período la producción de follaje culmina e inicia el panzoneo. Se mantiene la cantidad de hojas producidas hasta los 79 días, en este momento el sorgo pierde más hojas inferiores, debido a que las plantas han alcanzado el punto de madurez fisiológica y la absorción de nutrientes esta dirigida a la producción de granos (Pineda, 1999).



Gráfica 2. Cantidad de hojas producidas por las plantas del sorgo en todo su período de desarrollo. Campus Agropecuario, 2003.

En la Gráfica 3, se representa el largo y ancho de las hojas, en promedio el largo de las hojas de esta variedad en este sistema es de 49 cm y el ancho promedio de 5.7cm.

Se observó que el comportamiento de la variedad, en cuanto al ancho y largo de hojas, es exponencial hasta los 50 días post-siembra. A medida que se incrementa el follaje en las plantas, incrementa la longitud y ancho de las hojas, hasta llegar a un punto en el cual se detiene y estabiliza es el momento de la iniciación de la hoja bandera (última hoja producida por el sorgo), esta es la hoja más pequeña comparada a las otras hojas desarrolladas en etapas anteriores, por lo tanto este largo y ancho de hoja se mantiene hasta la cosecha, última etapa de las plantas de sorgo.

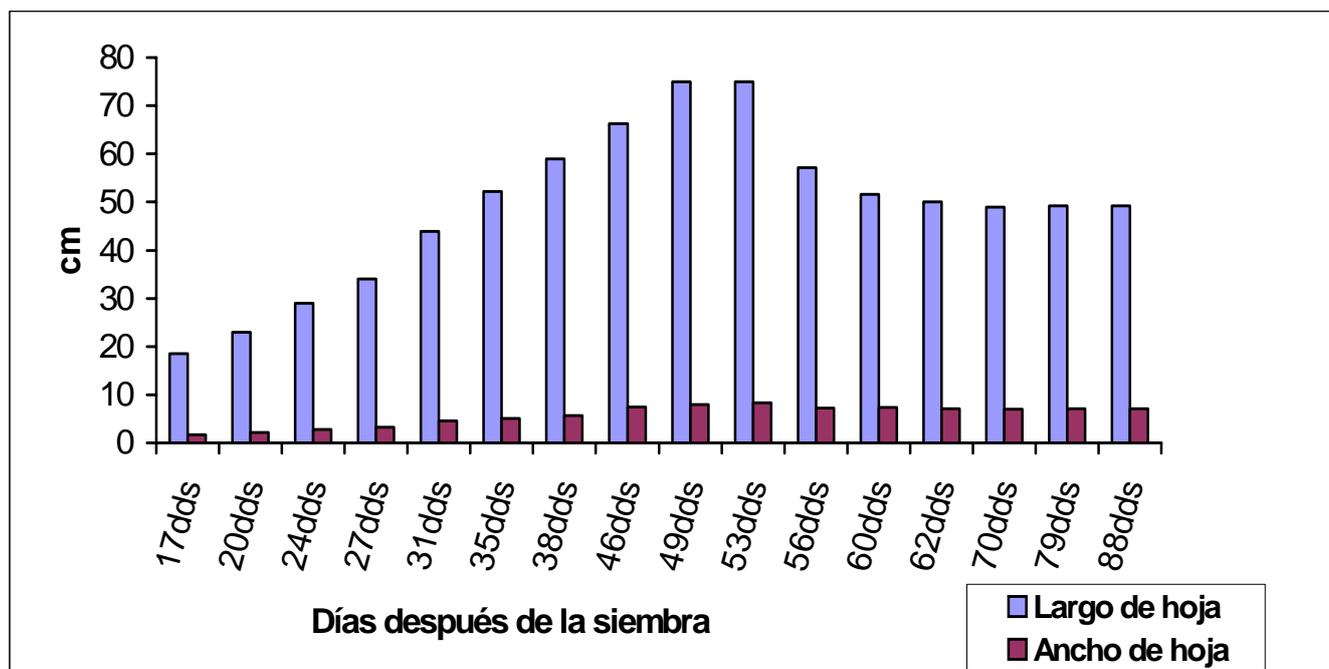


Gráfico 3. Ancho y largo de hojas durante el desarrollo y crecimiento de las plantas de sorgo. Campus Agropecuario, 2003.

En la Tabla 1, se presenta un promedio de las variables de rendimiento de la variedad, tomadas de las 25 plantas seleccionadas para aspectos fenológicos del cultivo.

El cultivo de sorgo en este sistema alcanzó un largo de inserción óptimo para efecto de cosecha con maquinaria, el tamaño promedio de panoja, número de granos y peso fueron los ideales para cualquier producción de sorgo. Estos son factores muy importantes para la estimación del rendimiento de una plantación y dependen en gran medida de la disponibilidad de nutrientes en el suelo y del manejo fitosanitario que se le da al cultivo, además de las características genóticas de la variedad seleccionada.

De acuerdo con Beets 1982 y Zandstra et al. 1981 (citado por Altieri 1999), el rendimiento de un cultivo es influenciado por el manejo, medio ambiente y genotipo del cultivo. El manejo incluye arreglos en tiempo, espacio y técnicas culturales. El medio ambiente se ve comprometido por las variables climáticas y del suelo, modificables por medio del manejo. El genotipo del cultivo es inherente a la variedad elegida y a su rango de adaptabilidad.

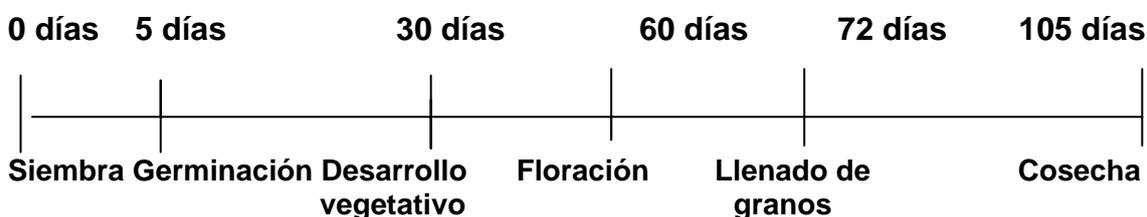
Tabla 1. Expresión de la producción del cultivo de sorgo en un sistema de producción diversificado. Campus Agropecuario, 2003.

Largo de inserción cm	16 cm
Tamaño de panoja cm	28 cm
Número de granos promedio / panoja	1,866
Peso promedio del grano gr	31.25 gr

Se estimó la cosecha del área sembrada en 1031.25 lbs (10.3 qq), lo que corresponde a 80.4 qq/mz. Este rendimiento de la variedad es más bajo en relación a lo establecido por las casas comerciales y los centros de investigación y mejoramiento genético que es de 100 qq/mz. Esto se debió a que la densidad poblacional era de 117,000 plts/mz y no de 175,000 plts/mz, que es lo establecido, lo que represento un déficit del 75% de la densidad óptima.

En base a los datos promedios de las 25 plantas evaluadas, el desarrollo fonológico fue similar a lo establecido para la variedad. Estos datos coinciden con los estudios realizados por Pineda en 1999. En las condiciones del cultivo se identificaron las siguientes etapas:

Figura 1. Desarrollo fonológico del cultivo del sorgo. Campus Agropecuario, 2003



2. Diversidad y abundancia de insectos

Las muestras colectadas fueron identificadas por el Dr. José Munguía del departamento de Biología de la UNAN-León.

2.1 Insectos de suelo:

Las trampas de suelo colocadas desde antes de la siembra hasta la cosecha nos revelan los datos presentados en la tabla 2, este es un consolidado de todos los datos muestreados, (anexo 1).

Tabla 2. Insectos de suelo en el cultivo de sorgo en un sistema de producción diversificado. Campus Agropecuario, 2003.

Orden	No. de Familias	No. de Individuos
Coleoptera	6	209
Dermaptera	1	1
Diptera	1	13
Hemiptera	3	29
Homoptera	2	7
Hymenoptera	7	145
Orthoptera	1	3
Lepidoptera	2	2
Araneida		102
Total	23 familias	511 individuos

Se encontró lo siguiente: del total de 511 individuos colectados se identificaron; 9 ordenes, 23 familias, 22 géneros y 10 especies. De estos no se identificaron 11 géneros y 23 especies; además 7 especímenes que no se incluyen en el total mostrado anteriormente.

De los grupos identificados las especies: *Megacephala carolina* y *Solenopsis sp* son las que se encuentran con mayor frecuencia y abundancia, mientras que *Atta cephalotes* se presentó como abundante, pero en períodos definidos de cultivo.

También se encontraron arañas las cuales representan el 20% del total de individuos colectados, es decir que el 80% son insectos. En la figura 2 se presentan los órdenes de insectos colectados expresados en porcentaje.

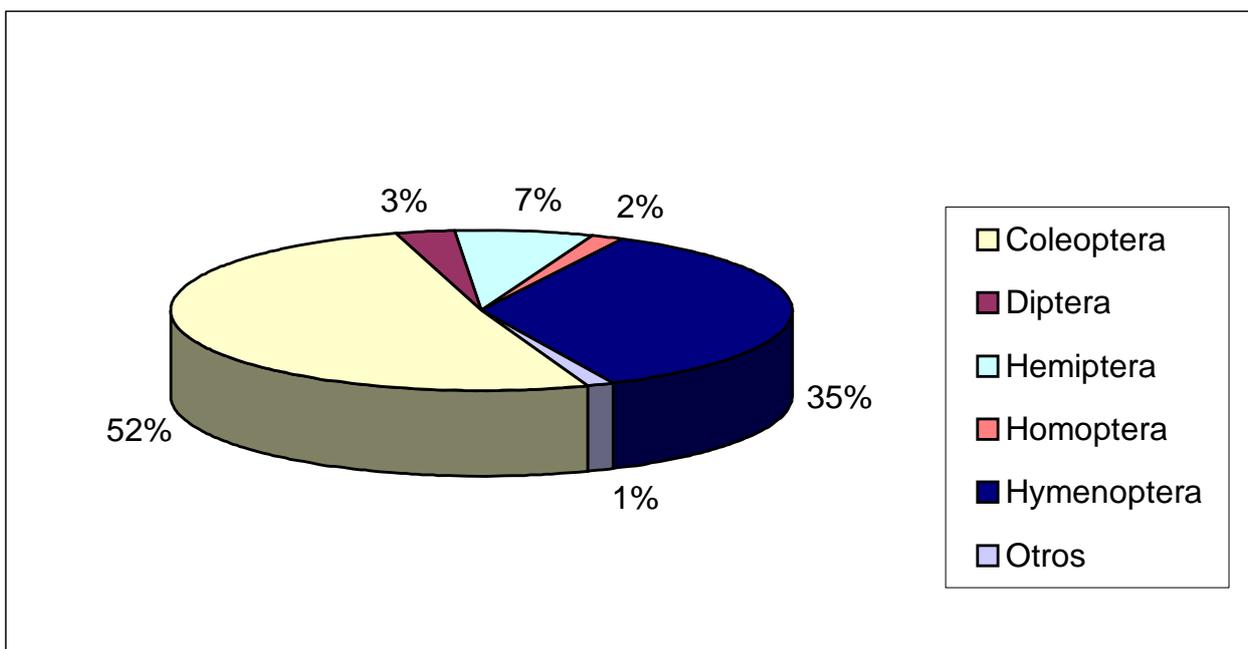


Figura 2. Ordenes de insectos de suelos en el cultivo de sorgo en un sistema de producción diversificado. Campus Agropecuario, 2003.

Los órdenes más representativos de insectos de suelo colectados fueron: Coleoptera con 52% e Hymenoptera con 35%.

Del total de organismos de suelo colectados el 70% son benéficos y el 30% son considerados plagas.

La distribución de estos organismos en las etapas de desarrollo del cultivo se observan en la tabla 3.

Tabla 3. Organismos de suelo en cada etapa del sorgo en un sistema de producción diversificado. Campus Agropecuario, 2003.

Orden	Plántula	Vegetativa	Floración/cosecha
Coleoptera	68	39	102
Dermaptera	-	1	-
Diptera	-	12	1
Hemiptera	11	6	12
Homoptera	-	7	-
Hymenoptera	71	36	38
Orthoptera	-	2	1
Lepidoptera	-	1	1
Araneida	67	25	10
Total	217 indiv.	129 indiv.	165 indiv.

En la etapa de plántula las especies de insectos más abundantes fueron del orden Hymenoptera de la Familia Formicidae (*Solenopsis sp*), estas son hormigas que se encontraban colonizando la parcela antes de ser cultivada.

La etapa vegetativa fue el período de mayor diversidad de insectos de suelo, esto se debe a que la abundante vegetación y sombra, proporcionada por las plantas en desarrollo, sirven como refugio y protección para muchos insectos.

En la etapa reproductiva del cultivo, los insectos más abundantes fueron del orden Coleoptera con 102 individuos, esto debido a que en este período, con las primeras lluvias de mayo los adultos de muchas especies de coleópteros tales como; Scarabidos y Cicindelidos emergen para dar inicio a la copulación y reproducción.

2.2 Insectos de Follaje:

Los muestreos de follaje, realizados dos veces por semana en el cultivo revelaron los resultados que se observan en tabla 4, (anexo 2).

Tabla 4. Insectos de follaje en el cultivo sorgo en un sistema de producción diversificado. Campus Agropecuario, 2003.

Orden	No. de Familias	No. de Individuos
Coleoptera	2	21
Dermaptera	1	10
Diptera	4	63
Hemiptera	5	254
Homoptera	2	166
Hymenoptera	3	393
Lepidoptera	2	33
Neuroptera	1	7
Orthoptera	2	32
Araneida		27
Total	22 familias	1010 individuos

Se encontraron; 10 órdenes, 22 familias, 23 géneros y 13 especies de un total de 1,010 individuos identificados. Entre los no identificados: 3 géneros y 13 especies, además de 2 especímenes no identificados en ninguna de las categorías taxonómicas que no tuvieron mucha relevancia en el cultivo, por tanto no se incluyen en el total anteriormente presentado.

De los grupos identificados las especies: ***Solenopsis sp***, ***Aphis sp***, y ***Blissus leucopterus***, son las que se encontraron con mayor frecuencia y abundancia. ***Acrosternum marginatum*** y ***Repipta taurus***, se presentaron en abundancia pero en baja frecuencia.

En el follaje también se encontraron arañas que representan el 3% del total de individuos y el 97% esta representado por insectos. En la figura 3 se observan los ordenes de insectos encontrados en el follaje expresados en porcentajes.

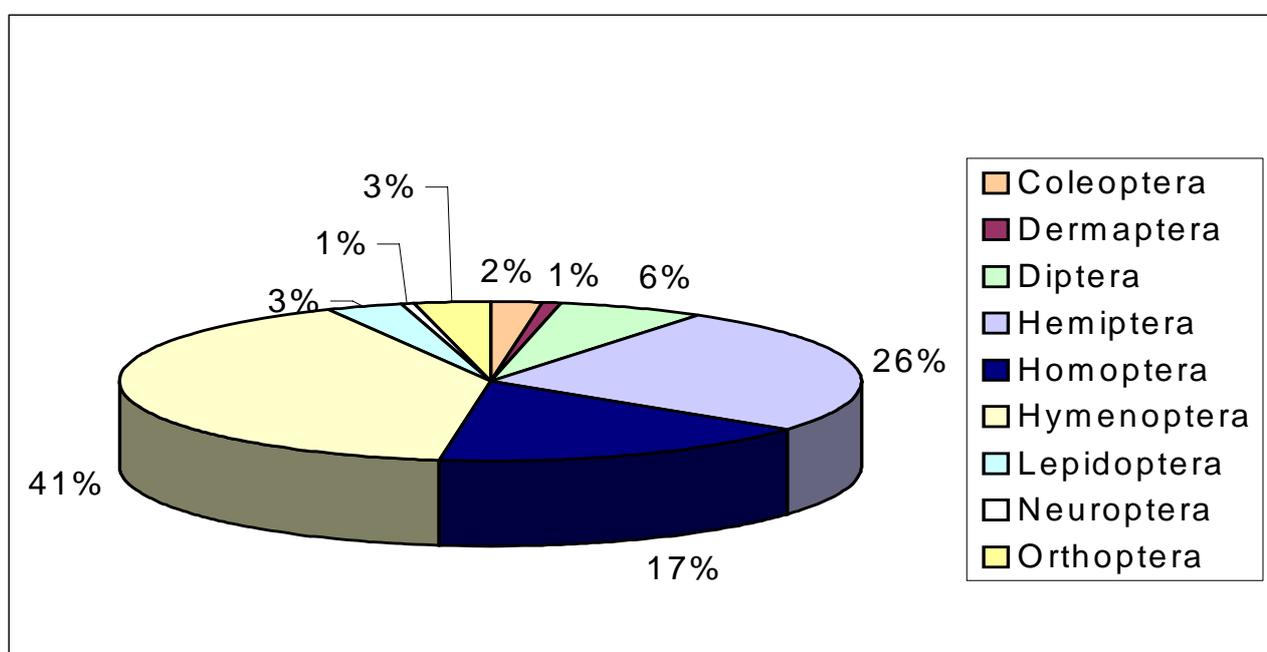


Figura 3. Ordenes de insectos de follaje de sorgo en un sistema de producción diversificado. Campo Agropecuario, 2003.

Los órdenes de insectos de follaje más representativos fueron: Hymenoptera con 41%, Hemiptera con 26% y Homoptera con 17%.

Del total de organismos de follaje reportados el 57% son benéficos, esto incluye las arañas y el 43% son insectos considerados plagas.

La distribución de estos insectos con respecto al período de duración del cultivo de sorgo en este sistema se observa en la tabla 5.

Tabla 5. Insectos de follaje en cada etapa de sorgo en un sistema de producción diversificados. Campus Agropecuario, 2003.

Orden	Plántula	Vegetativa	Floración/cosecha
Coleoptera	-	17	4
Dermaptera	-	8	2
Diptera	7	27	29
Hemiptera	81	7	166
Homoptera	9	148	9
Hymenoptera	38	296	63
Lepidoptera	-	13	20
Neuroptera	-	-	7
Orthoptera	1	26	5
Araneida	5	10	12
Total	141 individuos	552 individuos	317 individuos

En el período de plántula del sorgo las especies de insectos de follaje más abundantes fueron; *Blissus leucopterus*, y *Solenopsis sp*.

Blissus leucopterus, plaga del sorgo en esta etapa, no produjo daños económicos, sus infestaciones fueron focalizadas y no alcanzaron niveles críticos.

Solenopsis sp, se alimentaba de las mielecillas producidas por algunas colonias de áfidos, o bien de la descomposición en los tallos que causaba el daño de *Blissus*.

En etapa Vegetativa, *Aphis sp* pasó a ser una de las especies más abundantes, manteniendo sus poblaciones en toda la etapa; con ello la densidad poblacional de la especie *Solenopsis sp* del orden Hymenoptera se disparó, llegando a ser la especie más abundante en la etapa vegetativa del sorgo, este fue el período de mayor abundancia de insectos en el follaje. Además en esta etapa se reportó *Apanteles sp*, como parasitoide regulador de poblaciones de *Spodoptera frugiperda*, perteneciente al orden Hymenoptera, familia Braconidae, cuyas poblaciones fueron mínimas, debido a la ausencia de su hospedero en el cultivo de sorgo.

La etapa de mayor diversidad de insectos de follaje fue floración y fructificación, lo que ratifica la hipótesis que afirma que a mayor disponibilidad de alimento alternativo (néctar y polen) habrá mayor diversidad de insectos en el cultivo, (Risch, 1981, citado por Altieri 1993). Las especies más abundantes en esta etapa fueron del orden Hemiptera, familias Pentatomidae y Reduviidae; y del orden Hymenoptera, familia Apidae, especie *Apis mellifera*.

2.3 Insectos voladores

Para determinar los insectos voladores del cultivo se realizaron 3 redadas, una en cada etapa fonológica del cultivo, los resultados se observan en la tabla 6, (anexo 3).

Tabla 6. Insectos voladores de sorgo en un sistema de producción diversificado. Campus Agropecuario, 2003.

Orden	No. De Familias	No. de Individuos
Coleoptera	3	9
Diptera	3	134
Hemiptera	5	41
Homoptera	2	147
Hymenoptera	5	128
Orthoptera	1	30
Total	19 familias	489 individuos

En total se identificaron 489 insectos resumidos de la siguiente manera: 6 órdenes, 19 familias, 13 géneros y 11 especies. No se identificaron, 10 géneros, 12 especies y 7 especímenes no identificados en ninguna categoría.

Las familias: Cicadellidae, Muscidae y Sphecidae son las que se encontraron con mayor frecuencia y abundancia, sin embargo no se lograron identificar las especies presentes.

En la figura 4, se presentan los órdenes de insectos aéreos que se colectaron en el sorgo, expresados en porcentajes.

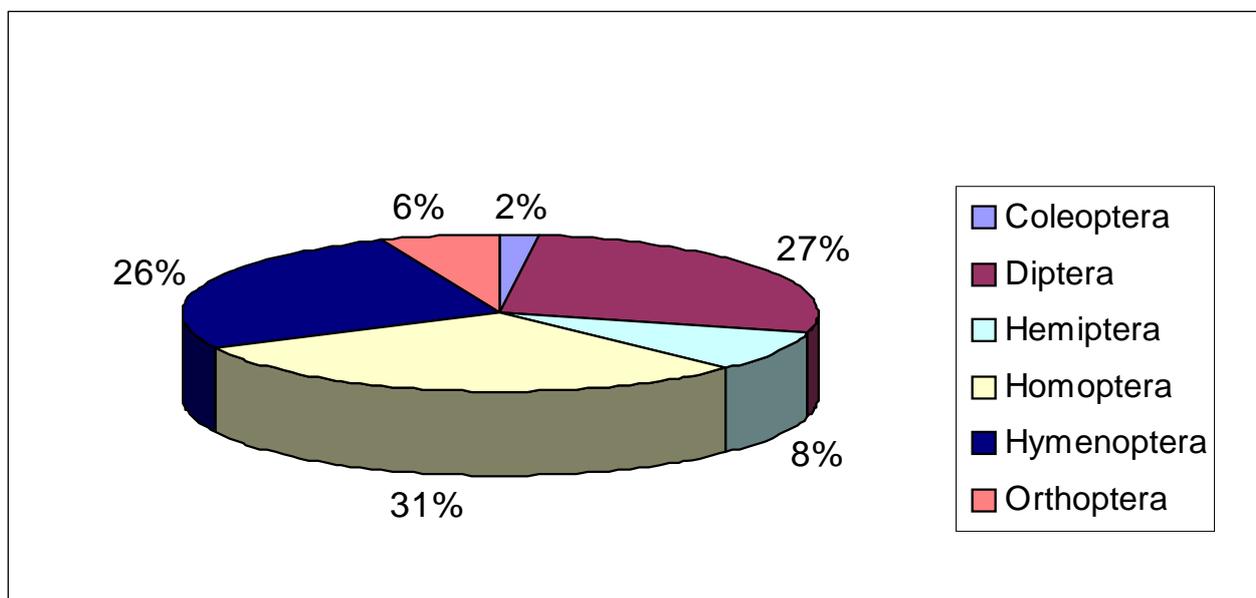


Figura 4. Ordenes de insectos voladores del cultivo de sorgo en un sistema de producción diversificado. Campus Agropecuario, 2003.

Del total de insectos encontrados los órdenes más representativos son: Homoptera con 31%, Diptera con 27% e Hymenoptera con el 26%.

El 56% de estos insectos son benéficos y el 44% son considerados plagas.

La distribución con respecto al tiempo se observará en la tabla 7.

Tabla 7. Insectos voladores del sorgo en un sistema de producción diversificado. Campus Agropecuario, 2003.

Orden	Plántula	Vegetativa	Floración/cosecha
Coleoptera	-	7	2
Diptera	86	46	2
Hemiptera	5	6	30
Hymenoptera	42	71	15
Homoptera	140	7	-
Orthoptera	30	-	-
Total	303 individuos	137 individuos	49 individuos

La etapa de plántula fue el período de mayor abundancia, esto se debió a que en esta etapa el cultivo de frijol que se encontraba en el costado sur de la parcela, estaba en floración, lo que representa una fuente sustentable de alimento para los insectos, sobre todo para los insectos voladores, que tienen la facilidad de trasladarse con menos problemas a aquellos cultivos que se encuentran en esta etapa importante para la producción, atractiva para su alimentación y refugio.

Dichos insectos, en busca del objetivo (néctar y polen), se confunden entre la diversidad vegetal, por lo tanto pueden llegar a establecerse en cultivos, que no eran necesariamente, el que este insecto buscaba. Además puede suceder que en el viaje exploratorio que realiza el insecto, en la parcela que habita, se cruce a otra parcela con otro rubro, (Root, 1975, citado por Altieri 1993).

Haciendo un consolidado, la abundancia de insectos por etapa de desarrollo del cultivo en función del tiempo se presenta en la tabla 8.

Tabla 8. Abundancia de insectos por etapa fenológica del cultivo de sorgo en un sistema de producción diversificado. Campus Agropecuario, 2003.

Insectos	Plántula	Vegetativa	Floración/cosecha	Total
Insectos de suelo	217	129	165	511
Insectos de follaje	141	552	317	1010
Insectos aéreos	303	137	49	489
Total de individuos	661 indiv.	818 indiv.	531 indiv.	2010 indiv.

De acuerdo a la tabla 8 se dice que: en la etapa de plántula los insectos voladores fueron los más abundantes, debido a que el frijol en su etapa de floración atrajo una gran cantidad de insectos que se confundían entre hábitats diversos, entre ellos el sorgo.

En la etapa vegetativa, los insectos más abundantes fueron los de follaje, esto debido a que las características varietales del cultivo en desarrollo, proporcionaron las condiciones óptimas de hábitats, refugio y alimentación para el establecimiento de insectos, dicho incremento se prolongó hasta la etapa de floración y fructificación del cultivo.

En la etapa de floración y reproducción del cultivo los insectos del follaje se mantuvieron en las panojas. En este período, los insectos de suelo experimentaron un incremento, debido a que en esta etapa del año muchas especies de coleópteros emergen del suelo para iniciar a reproducirse.

En la tabla 9, se observa la diversidad de insectos en función del tiempo de duración del cultivo en el campo.

Tabla 9. Diversidad de insectos por etapa fonológica del cultivo de sorgo en un sistema de producción diversificado. Campus Agropecuario, 2003.

	Plántula	Vegetativa	Floración/cosecha
Orden	7	9	10
Familias	22	28	30
Número de individuos	661	818	531

Se puede inferir que el período de mayor diversidad de insectos fue en la etapa de floración; insectos de diferentes familias fueron atraídos por la abundancia de néctar y polen producidos el sorgo. Además, se observa que conforme desarrolla el cultivo y se aproxima la etapa de floración y fructificación la diversidad de insectos aumenta, debido a que con el desarrollo de las plantas incrementa la disponibilidad de alimentos y refugios alternativos, (Andow, 1991, citado por Altieri 1993).

VI. CONCLUSIONES

Basados en los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente:

- El ciclo fenológico del cultivo de Sorgo (*Sorghum bicolor*) consta de cinco etapas principales de desarrollo, estas son: etapa de plántula, etapa vegetativa, etapa de floración, etapa de fructificación o llenado de granos y cosecha.
- Las especies de insectos más abundantes en la etapa de plántula fueron: ***Solenopsis sp***, ***Blissus leucopterus*** y otros insectos pertenecientes a las familias; Cicadellidae, Muscidae y Sphecidae, sin dejar de mencionar a las arañas que se presentaron en altas densidades.
- Los órdenes de mayor diversidad en la etapa de plántula fueron: Orden Coleoptera e Hymenoptera con cinco familias cada uno y los órdenes Diptera, Hemiptera y Homoptera con tres familias de insectos.
- En la etapa vegetativa las especies que se presentaron con mayor abundancia fueron; ***Aphis sp*** y ***Solenopsis sp***. Los órdenes más representativos fueron: Coleoptera, Hymenoptera y Hemiptera con ocho, siete y cuatro familias respectivamente. Además, en esta etapa se presentó ***Apanteles sp***, como un regulador de poblaciones de ***Spodoptera frugiperda***.
- En la etapa de floración y fructificación, ***Acrosternum marginatum***, ***Repipta taurus***, ***Polybia sp***, ***Apis mellifera***, ***Megacephala carolina*** y ***Solenopsis sp***, fueron las especies más abundantes, mientras que la mayor diversidad de insectos estuvo representada por los ordenes Hemiptera, Coleoptera y Diptera.
- La mayoría de los insectos anteriormente mencionados en cada etapa de desarrollo del cultivo en este sistema, clasificados como abundantes y diversos son insectos benéficos reguladores de plagas, entre ellos podemos mencionar; ***Solenopsis sp***, ***Repipta taurus***, ***Megacephala carolina***, ***Polybia sp*** y muchas familias del orden Hymenoptera.
- El período de mayor abundancia de insectos fue en la etapa vegetativa, es decir en el mes de abril. Sin embargo, la etapa de mayor diversidad de insectos fue en el mes de mayo, período en el cual el sorgo se encontraba en etapa de floración y fructificación.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar una buena preparación del terreno, para evitar el ataque de plagas de suelo a las plántulas.
- Establecer prácticas de control para malas hierbas, durante los primeros treinta días de crecimiento.
- Realizar muestreos periódicos en cada una de las etapas fonológicas del cultivo, iniciando con muestreos de suelo antes y después de la preparación del terreno, para decidir el manejo de plagas adecuado con respecto a niveles críticos.
- Es imprescindible una aplicación de completo al momento de la siembra o bien a los 15 días después. Además una aplicación nitrogenada a los treinta días post-siembra, para fortalecer el primordio floral en desarrollo.
- Si la siembra se realizara en época de primera, es recomendable contar con la maquinaria necesaria para colectar, secar y almacenar el grano sin pérdidas por enmohecimiento, germinación y caída del grano, al coincidir la cosecha con un período lluvioso.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Altieri, M. A., El estado del arte de la Agroecología y su contribución al desarrollo rural en América Latina. División de control biológico, Universidad de California, Berkeley. Noviembre, 1993. Pág. 248, 249, 251, 254, 258, 260, 261 y 262.
2. Altieri, et al. Agroecología, "Bases científicas para una agricultura sustentable", Nordan-Comunidad, Montevideo, 1999. Pág. 187, 191, 192, 193, 195, 196, 197 y 198.
3. Dirección de granos básicos. 1985. Guía tecnológica para la producción de sorgo granífero de secano. DGTA. Managua, Nicaragua. Pág. 1, 7, 8, 9 y 10.
4. Pitre, H. N., et al. La Langosta del sorgo y del maíz, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Tegucigalpa, Honduras, C.A. 1999. Pág. 3 y 4.
5. Pitre H. N., Manejo de plagas y enfermedades de sorgo, Primer curso intensivo de Sorgo, UNA-Managua, Nicaragua, junio, 2002.
6. Pineda, L. La producción de sorgo granífero en Nicaragua y su manejo bajo condiciones de secano. Curso de preparación para examen de grado en manejo de cultivos, INTA, Centro de investigación agropecuaria, Managua, Nicaragua Septiembre, 1998.
7. Pineda, L., Aspectos generales para el mejoramiento de la producción y productividad del sorgo granífero en Nicaragua, Primer Congreso Nacional de productores de Sorgo. Managua, Nicaragua 2001. Pág. 20, 24, 25, 42, 43, 44, 45 y 46.
8. Teetes G., et al, Introducción al Control Integrado de plagas del Sorgo. FAO, Roma 1980. Pág. 45, 46, 47 y 48.

A N E X O S

Anexo 1. Insectos de suelo en el cultivo de sorgo en un sistema de producción diversificado. Campus Agropecuario, 2003

ORDEN	FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	1DA	6D	10D	13D	17D	20D	22D	25D	29D	33D	36D	44D	47D	50D	54D	58D	60D	77D	Total
Araneida				2	10	50	1	4	3			10	2	8	2		1	5	3	1	102
Coleoptera	Carabidae														1		1	1			3
	Carabidae	<i>Chlaenus</i>																	3		3
	Cicindelidae	<i>Megacephala carolina</i>		1			1	1			2			10	4	19	7	8	30	32	115
	Curculionidae			1	3	3		1	2				4	2							16
	Elateridae				3	4	13	3						1							24
	Elateridae	<i>Aeolus sp.</i>	4	1																	5
	Scarabaeidae	<i>Copris lugubris</i>																	1		1
	Scarabaeidae	<i>Lygirus nasatus</i>													1						1
	Scarabaeidae	<i>Phyllophaga sp.</i>	6		1	1															8
	Tenebrioidae			1	1	1	8	6	4	8											29
	Tenebrioidae	<i>Blastinus</i>			1		3														4
Dermaptera	Forficulidae	<i>Doru sp.</i>											1								1
Diptera	Muscidae								1	9		1	1						1		13
Hemiptera	Cydnidae																			3	3
	Cydnidae	<i>Pangeus sp.</i>												2	2		7	1			12
	Lygaeidae	<i>Blissus leucopterus</i>			5	2	1	3					2								13
	Reduviidae	<i>Rocconota tuberculigera</i>																	1		1
Homoptera	Aphididae	<i>Aphis sp.</i>											5								5
	Cicadellidae								1												1
	Cicadellidae	<i>Oncometopia clarior</i>							1												1
Hymenoptera	Apidae				2				1												3
	Apidae	<i>Apis mellifera</i>		1			2		1				1								5
	Formicidae	<i>Atta cephalotes</i>				5		4	4	4		5									22
	Formicidae	<i>Camponotus</i>			3		5														8
	Formicidae	<i>Solenopsis sp.</i>						15				12	5						35		67
	Halictidae	<i>Sphecodes sp.</i>			20																20
	Mutillidae													1							1
	Scoliidae				1																1
	Sphecidae					3	5														8
	Vespidae	<i>Polybia sp.</i>			1	2	2						1		1			2		1	10
Orthoptera	Acrididae	<i>Schistocerca sp.</i>									2									1	3
Lepidoptera	Arctidae	<i>Estigmene acrea</i>																		1	1
	Noctuidae	<i>Spodoptera frugiperda</i>												1							1
TOTAL			10	7	51	71	41	37	18	21	4	28	22	25	11	19	16	18	76	36	511

(DA) Días antes de la siembra, (D) Días después de la siembra

Anexo 2. Insectos de follaje en el cultivo de sorgo en un sistema de producción diversificado. Campus Agropecuario, 2003

ORDEN	FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	17D	20D	22D	26D	29D	33D	36D	44D	47D	51D	54D	58D	60D	67D	72D	77D	87D	Total
Araneida			1	4	1		3	1		4	1			1	5	5		1		27
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i>			1	1	1	1	3	4	2	3	2							18
	Chrysomelidae	<i>Diabrotica sp.</i>							1							1		1		3
Dermaptera	Forficulidae	<i>Doru sp.</i>					1	1	4	1	1			1			1			10
Diptera	Asilidae	<i>Asilide sp.</i>													1					1
	Cecidomyiidae	<i>Stenodiplosis sorghicola</i>															1	1		2
	Muscidae		4	2		1	2	1	13	1	4		4		10	3		5		50
	Syrphidae	<i>Syrphus sp.</i>		1		2			2		1		1			2		1		10
Hemiptera	Coreidae	<i>Acanthocephala femorata</i>															1		6	7
	Lygaeidae	<i>Blissus leucopterus</i>	80	1			6													87
	Lygaeidae	<i>Lygaeus reclivatus</i>															3	1		4
	Pentatomidae	<i>Acrosternum marginatum</i>								1					3	1		5	51	61
	Pentatomidae	<i>Cyptocephala antiguensis</i>															1			1
	Pentatomidae	<i>Proxys punctulatus</i>															2		24	26
	Scutelleridae	<i>Cheylisoma variabilis</i>															4		10	14
	Reduviidae	<i>Repipta taurus</i>																	54	54
Homoptera	Aphididae	<i>Aphis sp.</i>	7		6	6	23	29	15	38	28	3	9							164
	Cicadellidae			2																2
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>							1				3		20	10	18	1		53
	Formicidae	<i>Solenopsis sp.</i>	4	31	37	7	37	124	61	7	20				5					333
	Vespidae	<i>Polybia sp.</i>	2	1					1			1		2	1	2	1			11
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Spodoptera frugiperda</i>					1	1	1	2		8	5	9	3					30
	Pyrilidae	<i>Diatraea sp.</i>															3			3
	Chrysopidae																			
Neuroptera	Acrididae	<i>Chrysopa sp.</i>														1	6			7
Orthoptera	Acrididae			1	2	17														20
	Mantidae	<i>Schistocerca sp.</i>				3	1		1	1			1	1	1		1	1		11
		<i>Mantis religiosa</i>			1															1
		TOTAL	98	43	48	37	75	158	103	59	57	15	25	14	49	25	42	17	145	1010

(D) Días después de la siembra

Anexo 3. Insectos aéreos en el cultivo de sorgo en un sistema de producción diversificado. Campus Agropecuario, 2003.

ORDEN	FAMILIA	GENERO Y ESPECIE	23DDS	50DDS	80DDS	Total
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i>		6		6
	Chrysomellidae	<i>Diabrotica sp.</i>		1		1
	Chrysomellidae	<i>Deloyda guttata</i>			1	1
	Lampyridae	<i>Aspisoma sp</i>			1	1
Diptera	Dolichopodidae			8	2	10
	Syrphidae		15			15
	Muscidae		71	38		109
Hemiptera	Coreidae	<i>Catorhinta guttula</i>		6	18	24
	Coreidae	<i>Catorhinta selector</i>	2		1	3
	Miridae	<i>Creontiadis rubrinervis</i>	3			3
	Pentatomidae	<i>Acrosternum marginatum</i>			6	6
	Pentatomidae	<i>Edessa cornufa</i>			1	1
	Pyrrhocoridae	<i>Dysdercus bimaculata</i>			2	2
	Reduviidae	<i>Repipta taurus</i>			2	2
	Homoptera	Cicadellidae		138	7	
Membracidae			2			2
Hymenoptera	Apidae	<i>Apis mellifera</i>		4	12	16
	Pompilidae			1		1
	Scoliidae			4		4
	Sphecidae		39	60		99
	Vespidae				1	1
	Vespidae	<i>Polybia occidentalis</i>	3	2	2	7
Orthoptera	Acrididae		30			30
		TOTAL	303	137	49	489
(DDS) Días después de la siembra						