

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL

TEXTO

GRANOS BASICOS



Elaborado por : Ing. Camilo Somarriba Rodríguez

Managua, Nicaragua - 1998

INDICE GENERAL

CAPITULO I MAIZ

GENERALIDADES	1
Origen y ruta de propagación	1
Datos históricos nacionales y mundiales	2
Importancia socio-económica	3
Distribución, superficie y rendimientos	4
Causas y factores que limitan los rendimientos y la expansión del cultivo	6
BOTÁNICA	7
Taxonomía	7
Morfología	7
FISIOLOGÍA	11
Curva de crecimiento y desarrollo de la planta	12
ECOLOGIA	14
Requerimiento de suelo y clima	14
Zonificación Agro-ecológica del cultivo	16
REPRODUCCION Y VARIEDADES	17
Reproducción	17
Variedades	19
GENÉTICA	21
Polinización en el maíz	21
Naturaleza heterocigotica del Maíz de polinización libre	21
Métodos utilizados para el mejoramiento del Maíz de polinización libre	21
El mejoramiento del cultivo en Nicaragua	24
NUTRICIÓN	25
Fertilización	28
Fórmulas de fertilizantes y modo de aplicación	30
ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO	31
Preparación del suelo	31
Desinfección del suelo	34
Epoca y condiciones óptima de siembra	34
Recomendaciones para determinar la época de siembra	35
Densidad y cantidad de material de siembra por manzana	36
Método y distancia de siembra	37

Profundidad de siembra	38
Practicas para una producción sostenible de maíz	38
RIEGO	41
Uso del agua por el cultivo	42
Cuando regar	43
Métodos de riego	43
SANIDAD	44
Malezas	44
Insectos y Enfermedades	46
Control de insectos	46
Causas Naturales, físicas y biológicas	48
Métodos de combate artificial.	48
Enfermedades	51
COSECHA.	54
MANEJO POST-COSECHA	55
Almacenamiento del producto cosechado	55
CAPITULO II SORGO
GENERALIDADES	58
Origen y ruta de propagación	58
Datos históricos nacionales y mundiales.	59
Importancia socioeconómica	60
Distribución Superficie y Rendimiento	61
Causas y problemas que limitan los rendimientos y la expansión de	61
BOTANICA.....	62
Taxonomía	62
Morfología	63
FISIOLOGIA.....	67
Curva de crecimiento y desarrollo	68
Etapas de desarrollo de la planta de sorgo	69
Potencial de rendimiento	74
ECOLOGIA.....	73
Zonificación Agro-ecológica del cultivo	75

VARIEDADES	76
Clasificación en base a su utilización	77
Clasificación según su ciclo vegetativo	77
Características varietales deseables	77
GENETICA	78
Método de mejoramiento en sorgo	79
Objetivo del mejoramiento de los sorgos	80
NUTRICION	80
Fertilización	82
Formula dosis y momento de aplicación	82
ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO	83
Preparación del suelo	83
Método de siembra	84
Dosis de siembra y Densidad poblacional	84
Distancia de siembra	85
Profundidad de siembra	86
Epocas y fecha de siembra	86
RIEGO	87
SANIDAD	89
Malezas y su control	89
Plagas	90
Plagas del suelo y del follaje	92
Insectos de panícula	93
Ataque de pájaros	94
Enfermedades	95
Principales enfermedades	96
COSECHA	97
Secamiento	98
Almacenamiento	98
MANEJO DEL REBROTE	99
Control de plagas	100
Fertilización	100

CAPITULO III FRIJOL	
GENERALIDADES	101
Historia, origen y ruta de propagacion.	101
Datos historicos nacionales y mundiales.	102
Importancia socioeconomica.	103
Distribución, superficie y rendimientos	103
Problemas y limitantes en la producción y la expansión del cultivo	103
BOTANICA	105
Taxonomia.....	105
Morfología	105
FISIOLOGIA.	113
Ciclo biológico y etapas de crecimiento	114
Características generales del desarrollo de la planta de frijol	114
Etapas de desarrollo	115
ECOLOGIA	120
Requerimientos Edafoclimáticos	120
Zonificación ecológica de la producción de frijol en Nicaragua	122
REPRODUCCION	123
Selección de semilla	123
VARIEDADES	125
Variedades mejoradas	125
Variedades criollas	126
MEJORAMIENTO DEL FRIJOL COMUN EN NICARAGUA.	128
Estrategia para el mejoramiento genético en Nicaragua	129
Actitud de los fitonejoradores ante la demanda de usuarios	130
Recursos disponibles para el mejorador	131
Oferta varietal	131
ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO.	132
Preparación del suelo	132
Epoca de siembra	135
Métodos de siembra	136
NUTRICION	136
Fertilización	138

Respuestas de las variedades a las aplicaciones de fósforo	138
Fórmula, dosis, forma y momento de aplicación	140
Otras formas de fertilización	140
RIEGO	140
SANIDAD	141
Malezas	141
Plagas	143
Enfermedades	146
COSECHA	150
Indicadores a la cosecha	150
Condiciones en el campo	150
Actividades a la cosecha	150
 CAPITULO IV ARROZ	 152
GENERALIDADES	152
Historia, origen y ruta de propagación	152
Datos Históricos nacionales y mundiales	153
Importancia Socioeconómica	153
Distribución, superficie y rendimientos	154
Causas y factores que limitan los rendimientos	154
BOTÁNICA	155
Taxonomía	155
Morfología	156
FISIOLOGÍA	158
Etapas de desarrollo	159
Capacidad de macollamiento	161
ECOLOGÍA	161
Requerimientos de suelo y clima	161
Zonificación biofísica del cultivo	163
REPRODUCCIÓN Y VARIEDADES	164
Multiplicación de la semilla mediante la propagación clónica o vegetativa	166
MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL CULTIVO	166
Métodos de mejoramiento en arroz	167
Objetivos en el mejoramiento de arroz	170

NUTRICIÓN.	172
Fertilización	172
La fertilización de básica.	173
Fertilización Nitrogenada.	173
ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO.	174
Cultivo de secoano	174
Cultivo bajo riego	174
Objetivos del fangeo	175
Necesidades de agua del cultivo.....	175
Influencia de la lámina de agua en el arrozal	176
Manejo del agua en el arroz	177
Épocas y periodos de siembra	179
Preparación del suelo.	180
Siembra	183
Pregerminación	183
Cantidad de semilla por manzana	183
Densidad de siembra	184
SANIDAD	184
Malezas	184
Métodos de control	186
Plagas	188
Enfermedades	190
COSECHA	194
BIBLIOGRAFIA	195

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
ESCUELA DE PRODUCCIÓN VEGETAL
DEPARTAMENTO DE CULTIVOS ANUALES

MAÍZ (*Zea mays* L.)

Ing. Camilo Somarriba R.

GENERALIDADES

El maíz (*Zea mays* L.) ocupa la tercera posición a nivel mundial entre los cereales más cultivados, después del trigo y el arroz, ya que se encuentra en más países que cualquier otro cultivo y ha producido el más alto rendimiento por unidad de área que cualquier otro cereal.

El maíz representa uno de los alimentos de mayor consumo popular en el continente americano de donde es originario, y cultivo domina la producción mundial por que directa e indirectamente es una importante fuente de carbohidratos constituyéndose en una fuente barata de calorías indispensables para el adecuado funcionamiento del organismo humano.

En Nicaragua el maíz es un cultivo alimenticio muy importante en la dieta nacional y aunque se aumentan las área a cosechar, los rendimientos promedios no son satisfactorios. Según la FAO (1985) el área total cosechada en Nicaragua fue de 161.000 has con una producción total de 234.000 toneladas, con un promedio de rendimiento de 1.452 kilogramos por ha. considerándose muy por debajo del potencial agroecológico del país.

Es importante señalar que son muchas las causas que influyen en el bajo rendimiento del cultivo y dado los diferentes niveles de tecnología utilizados para su producción, trataremos de brindar alguna información para orientar un mejor manejo agronómico del cultivo.

Origen y ruta de propagación.

Echando un vistazo atrás, la historia del maíz se pierde en el tiempo. Desde cuando se ha cultivado y cuál es su origen, son temas sujetos a especulación, lo que si es seguro es que la planta de maíz es conocida desde tiempos antiguos y es originaria de América de donde se considera nativa.

Alguna referencias que evidencian la antigüedad de la planta se sustentan en descubrimientos arqueológicos encontrados en México, como son el descubrimiento de mazorcas de maíz de dos centímetros de longitud a la que se le atribuye una antigüedad de 5 mil años. Barghoorn et al (1954), reporta el hallazgo de polen fosilizado en excavaciones realizadas en ciudad México, al que se atribuye una edad de 80 mil años.

De cual es el centro de origen primario de la planta, ha sido discutido por muchos estudiosos. Se han mencionado dos lugares como posible origen del maíz. Estos son: a) los valles altos de Perú, Ecuador y Bolivia y b) La región Sur de México y la América central. Según Spender y Vavilov, este último creador de la teoría de los centros de origen y señalan como centro primario las áreas de México y Centroamérica y como centro secundario Brasil, Perú, Bolivia. Contrario a esto Reaves considera que los centros primarios están en Sudamérica y los secundarios en México y Centroamérica.

Siendo una planta originaria de América, fue llevada por los conquistadores a España donde encontró condiciones favorables para su desarrollo en la región gallega de aquí pasó a Francia, Italia, Turquía y otras regiones de Europa, después pasó al norte de África y resto del continente, finalmente los portugueses lo llevaron a Asia y China.

Datos históricos nacionales y mundiales.

Es importante señalar que a nivel mundial solo el trigo y el arroz exceden a este cultivo en producción bruta y en área sembrada. En rendimiento por unidad de área el maíz ocupa el primer lugar.

La producción mundial de maíz es más de 230.000.000 de toneladas métricas por año (FAO 1971), más de la mitad es producido por los EE.UU donde de la producción total se exporta un 5 % representando la mitad de las exportaciones mundiales. El segundo lugar le corresponde a Argentina, donde el 40% de la producción es exportada. Los mayores importadores son la región oeste de Europa y Japón.

En Nicaragua a partir de los años cincuenta se comienza a experimentar en el cultivo para mejorar su manejo agronómico por su importancia en la dieta nacional. Es así como los primeros problemas estudiados fueron: introducción de nuevas variedades, fertilización y otros aspectos culturales. Es importante señalar que para 1950 pocos o ningún agricultor hacían uso de los abonos químicos en el manejo del cultivo. Es en el año de 1954 que en Nicaragua se inician los primeros estudios de mejoramiento genético con materiales de endosperma blanco, amarillo, cruza e híbridos comerciales procedentes de México, Cuba, Colombia, Venezuela y Estados Unidos.

Para el año de 1957 existe un mayor empuje por resolver los problemas que enfrenta el cultivo, prestándosele mayor atención al problema de la maleza, finalmente podemos decir que para 1963 existe en los productores una práctica más consiente de la necesidad del uso de los fertilizantes para lograr mayores rendimientos.

Aunque en nuestro país siempre existieron áreas de producción de maíz bajo riego, podemos decir que el primer esfuerzo dirigido a aumentar considerablemente las áreas de producción de grano bajo riego, se inicia en el ciclo 82-83 con una superficie aproximada de 3,000 mz, aumentándose las áreas a 5,700 mz en el ciclo 83-84. En junio de 1983 se decide el desarrollo del **Plan Contingente para la Producción de Granos Básicos** con el propósito de desarrollar la producción de maíz con riego (sistema de pivote central y convencional), en rotación con el algodón, con una meta de 90,000 mz. bajo riego al final de su cuatro fases. En 1983 se inicia la primera fase con una meta de 16,152 mz, lográndose la ejecución de 13,207 mz, en diciembre de 1984.

En Septiembre de 1984 se aprobó la segunda fase, planificándose el establecimiento de 6.100 mz., esperando cumplir con un área de 4.981 mz. Para febrero de 1.986 se contaba con una superficie irrigable de 18.188 mz. La producción de riego paso de 147.3 miles de quintales en el ciclo 82-83 (4 % de la producción nacional), a una producción física de 584.2 miles de quintales en el ciclo 84-85 (12.7 % de la producción nacional).

La propuesta técnica de rotar maíz y algodón no se pudo realizar, por el período vegetativo de las variedades de algodón disponibles, además la preparación de suelo requería de un uso intensivo de maquinaria lo que imposibilitó el empalme de la cosecha de maíz con la siembra de algodón.

En su ejecución el Plan Contingente enfrentó un sin número de problemas, desde atrasos en las inversiones previstas (maquinarias y equipos), limitada capacidad gerencial de empresas estatales, hasta severos problemas de orden tecnológico (siembra y manejo agronómico deficiente, desconocimiento del uso de la tecnología, deficiencia en el manejo de equipos de riego y maquinaria agrícola).

Importancia socio-económica

Es un cultivo importante su uso es universal y ocupa el tercer lugar entre los cereales cultivados, su contenido de proteína es elevado (10-12%), de la cual solo el 50% es metabolizable esto es debido a los altos contenidos del aminoácido Leusina, que reduce la calidad de la proteína, 70% de carbohidratos, 3-4% de aceites y 2% de fibra. En la actualidad una de las principales preocupaciones de los mejoradores es obtener variedades con mayores contenidos de proteína.

Estudios realizados a inicios de siglo encontraron que el grano de maíz es deficiente en Triptofano y Lisina, aminoácidos esenciales para el crecimiento y desarrollo del hombre, así como de isoleusina un aminoácido menor y cantidades excesivas de Leusina que reduce la calidad de la proteína.

En 1966 se descubre en el grano de maíz la existencia de genes como: el Opaco-2, Harinoso-2 que dan al grano la característica de mayores contenidos de proteína y Lisina, avanzando así en la obtención de maíces de mejor calidad.

El maíz tiene múltiples usos principalmente como alimento humano, sin embargo según datos de la FAO el incremento de los rendimientos del cultivo no se coincide con el aumento de la población mundial. Datos de la FAO reflejan que la población mundial aumenta en 90 millones cada año, lo que equivale a 200 mil personas nacidas diario y 139 por minuto.

Del total de la población mundial 900 millones viven en países desarrollados y 3.250 millones viven en países sub-desarrollados o en vías de desarrollo. Estudios nutricionales han considerado que siendo el grano de maíz una fuente alimenticia importante, se necesitaría para una nutrición adecuada una tasa de consumo de 1600 lbs por año, pudiéndose lograr estos niveles de consumo en algunos sectores de países desarrollados. El consumo de este producto para los países sub-desarrollados es de aproximadamente 400 lbs por año.

Estudios realizados en nuestro país han determinado que Nicaragua ocupa el cuarto lugar en el orden de consumo per cápita de maíz en Centro América, existiendo un consumo promedio de 10.5 onza por día para una tasa anual de consumo de 240 lbs. Existiendo áreas rurales donde la tasa de consumo es de apenas 4 onza, y en algunos sectores el consumo de este producto esta determinado por la disponibilidad del mismo, siendo esto en situaciones muy especiales.

El maíz ocupa un lugar importante en nuestra economía, siendo considerado el producto de mayor consumo humano y principal fuente de alimentación. Es de relevancia el echo de que el maíz pueda consumirse de muchas formas como: tortilla, atol, tamal, tiste, pinol, etc. Este cultivo también fortalece la actividad pecuaria al utilizarse el grano para elaborar productos balanceados, o la planta como forraje o para ensilaje.

Distribución, superficie y rendimientos

Físicamente el cultivo se encuentra distribuido en todo el país, obteniéndose buenos resultados en rendimiento siempre y cuando la variedad utilizada se adapte a las características climáticas y edáficas de una zona determinada.

En el cuadro 1 se puede observar el comportamiento que han presentado las cifras en relación a las áreas sembradas y el volumen de producción en el período comprendido del ciclo 77-78 al ciclo 91-92, notándose que a partir de 1978 existió una tendencia a elevar los rendimientos con una disminución de la producción en el ciclo 81-82 estando esto influenciado por el despegue del Plan Contingente de Granos Básicos, continuando con la tendencia antes señalada hasta el ciclo 88-89 donde se presenta una disminución de los rendimientos como consecuencia del huracán Juana.

Cuadro 1 Áreas sembradas y el volumen de producción del ciclo 77-78 al ciclo 94-95, para el cultivo del Maíz (*Zea mays L.*).

CICLO	AREA (x 1000 mz)	RENDIMIENTO (qq/mz)	PRODUCCION (1.000 qq)
77-78	303.2	13	3.942.1
78-79	372.3	16.4	6.112.2
79-80	240	13.2	3.168.0
80-81	231	17.5	3.995.3
81-82	294	14.3	4.199.6
82-83	234.6	15.4	3.602.6
83-84	266.1	17	4.516.6
84-85	270.4	16.9	4.241.6
85-86	188.3	22.5	4.581.2
86-87	225.4	20.9	4.703.6
87-88	261.4	23.6	6.160.8
88-89	318.3	20.6	6.370.2
89-90	326.4	19.5	6.370.2
90-91	326.4	17.44	4.841.5
91-92	350	20	6.400.0
92-93	233.3	20.4	4.759.3
93-94	291.8	20.8	6.069.4
94-95	261.2	20.2	5.276.2

La producción de maíz en la década de los setenta alcanzó su máxima expresión en el ciclo 78-79 estableciéndose 372.3 miles de manzanas del cultivo, representando esta la segunda superficie más alta cosechada en Nicaragua en la historia de este cultivo, con un volumen de producción de 6.1 millones de quintales. En la década de los 80 la máxima producción se obtuvo en el ciclo 88-89 con 6.5 millones de quintales, considerándose el volumen de producción más elevado en la historia de este rubro, habiéndose cosechado un área de 318.0 miles de manzanas. Los mejores rendimientos promedios para este cultivo se obtuvieron en el ciclo 87-88, con 23.6 qq por manzana, con un área de producción de 261.2 miles de manzanas y un volumen de producción de 6.1 millones de quintales.

Causas y factores que limitan los rendimientos y la expansión del cultivo.

El maíz como cultivo presenta muchas limitaciones en su nivel productivo debido principalmente a un mal manejo agronómico. Sin tratar de dar un orden de importancia podemos mencionar: -baja productividad de los suelos utilizados, poca eficiencia en el uso de los fertilizantes, deficiente manejo de la maleza, deficiente control de plagas y enfermedades, mala utilización del agua de riego, uso de semilla no certificada, -densidades de siembra no adecuada y en general una pobre adopción de técnicas modernas.

Sin embargo en la actualidad se considera que uno de los obstáculos más grandes para la tecnificación del cultivo, lo representa el círculo vicioso que se forma, entre la falta de productividad y la falta de inversión. **Como resultado no existe aumento en la productividad del cultivo, por que no se invierte lo suficiente, y no se invierte lo suficiente por que el cultivo " no es rentable "**.

Una forma de mejorar la tecnología utilizada por el agricultor es involucrándolo en acciones de investigación, de manera que él mismo participe en el montaje de ensayos en su finca, que aborden los principales problemas de manejo agronómico del cultivo.

Entre los factores en el mundo que han contribuido a elevar los rendimientos podemos señalar: Selección de tierras aptas para el cultivo, uso eficiente del agua de riego. inversión en la educación y desarrollo de programas de investigación.

Se considera que la no expansión del cultivo en nuestro país se debe a una mala aplicación de políticas orientadas al desarrollo del sector agropecuario, pudiendo considerarse factores como: la no existencia de precios de garantía, dificultades, alto costo de los insumos agropecuarios, restricciones en el crédito y la falta de asistencia técnica.

BOTÁNICA

Taxonomía

El maíz es un miembro de la familia Gramineae (Poacea); Sub-familia Panicoideae; Tribu Andropogonea; Sub-tribu Tripsacinea (Clayton 1973). En esta tribu existen ocho géneros de los cuales cinco son Orientales y tres son Americanos. Los géneros Euchlaena y Tripsacum son más parecidos al género Zea que los géneros orientales, razón por la cual algunas autoridades taxonómicas están a favor de la redesignación de estos como género Zea. Dado que los cruces entre maíz y Tripsacum son posible pudiendo producir en condiciones especiales, existe una razón para pensar que estos cruces han influenciado la evolución de la planta de maíz.

La Sub-tribu Tripsacinea se distingue del resto de la tribu Andropogonea por tener las espiguillas masculinas y femeninas en inflorescencias separadas o en diferentes partes de la inflorescencia. El género Euchlaena (Teosinte), fue considerado distinto el Zea debido a que sus inflorescencias femeninas son drásticamente diferentes al comparar su superficie con la espiga del maíz, pero sus especies ahora son incluidos en el género Zea.

El género Zea como corrientemente se define consiste de cinco especies: *Z. mays* L (2n=20 anual); *Z. mexicana* Kunté (2n=20 anual); *Z. luxurians* Durien y *Ascherson* (2n=20 anual); *Z. diploperennis* Dublis y *Guzmán* (2n=20 perenne); *Z. perennis* Reaves y *Mongeldorf* (2n=40 perenne). Todos ellos excepto las especies *mays* son comúnmente llamados Teosinte, con excepción del *Z. luxurians* que cultiva en pequeñas extensiones con el nombre Teosinte florida. Todos los Teosinte son plantas silvestres, considerados malezas gramineas y están registradas en México, Guatemala, Honduras y Nicaragua.

Morfología

La forma general de la planta es inconfundible y esta constituida por un eje central sostenida por un sistema radicular fibroso y compacto, del eje pueden producirse brotes basales, presenta ramificaciones laterales que forman la mazorca (inflorescencia femenina) y en la parte superior se encuentra dispuesta la panoja (inflorescencia masculina).

Sistema radicular

El sistema radicular es en muchos casos una característica de la variedad. De forma general podemos decir que este es abundante y fibroso, constituido por tres tipos de raíces; las raíces seminales que tienen su punto de partida en la misma semilla, son temporales y desaparecen al ser reemplazadas por las permanentes; las permanentes son las responsables de la nutrición de la planta durante todo su ciclo vegetativo y está constituido por las raíces principales, laterales y capilares, estas

últimas son unicelulares de vida corta y no reemplazables; finalmente existe un sistema de raíces aéreo que surge de los nudos del tallo más cercanos a la superficie del suelo y se conoce con el nombre de raíces nodales, estas emergen después del surgimiento de la panoja.

Inicialmente se pensaba que las raíces nodales solo constituían para la planta un sistema de fijación, sin embargo investigaciones posteriores realizadas en la Universidad de Purdue revelan que este sistema de raíces absorbe con eficiencia principalmente el elemento fósforo.

La profundidad que puede alcanzar el sistema de raíces de la planta de maíz depende principalmente de las características de textura del suelo, de la distribución de nutrientes en las capas del suelo y fundamentalmente del régimen de humedad. En los suelos secos las raíces se desarrollan amplia y profundamente para captar el agua del sub-suelo, mientras que en suelo donde el suministro del agua es abundante se produce un sistema radicular superficial y menos denso.

Tallos

El tallo es el eje central de la planta, son cilíndricos en la base y ovalado hacia el ápice, su longitud se considera una característica varietal, pudiendo tener longitudes de 0.5 m. hasta 6 m.. aunque para las variedades corrientemente cultivadas la altura varía de 2-3 m. Los tallos contienen la médula típica de las poáceas, la cual sirve como lugar de almacenamiento para los fotosintatos producidos en las hojas y desde allí son trasladados a los granos en desarrollo del elote.

El tallo está formado por una sucesión de nudos y entrenudos, pudiendo tener entre 8 y 24 nudos. En dirección opuesta y alterna se encuentran las yemas, cada yema representa potencialmente una mazorca, desarrollándose normalmente una, pudiendo existir variedades que pueden desarrollar de dos a tres mazorcas.

La mayor parte de las variedades no ahíjan, pero existen otras que tienen fuerte tendencia al ahijamiento. Estos hijuelos permanecen unidos a su sistema vascular al tallo principal. El ahijamiento está influenciado por condiciones de humedad, temperatura, fertilidad, densidad, etc. Los tallos en el caso de que la recolección se realice mecanizada deben ser duros y rígidos y con gran resistencia al vuelco. La altura tiene mucha importancia cuando se relaciona con la recolección mecanizada.

Hojas

Surge del nudo y envuelve al tallo y está compuesta por: la vaina que envuelve el entrenudo del tallo; la lígula que es una estructura en forma de collar y ejerce una función de protección, se encuentra situada entre la vaina y la lámina; la lámina puede medir hasta 1,5 m. de longitud y 10 cm de ancho. Están dispuestas a lo largo del tallo en posición alterna, son seciles y de forma lanceolada. El número de hojas que puede

tener una planta de maíz varía de 8-60, siendo los materiales precoces los un menor número de hojas en comparación de los materiales tardíos. Las variedades comerciales que se utilizan en el país tienen aproximadamente doce hojas.

La primera hoja que emite la planta es de forma redondeada y no se considera una hoja verdadera. De la segunda a la séptima se duplica el área foliar con respecto a la anterior. A medida que la planta crece puede perder de tres a cinco hojas debido a causas como: falta de nutrientes; engrosamiento del tallo; alargamiento de entrenudos; enfermedades foliares las cuales se presentan de la parte baja hacia el ápice de la planta, cuando baja el nivel de azúcar y la planta es más susceptible.

Flores

La planta de maíz es una especie exógama y monoica. Tiene sus flores dispuestas en inflorescencias separadas, la masculina o panoja, está localizada en la parte superior del tallo y la femenina o espiga está al final de las ramas laterales.

Las flores masculina forman la panoja que tiene una apariencia más o menos compacta según la variedad, se encuentra ubicada en la parte superior del tallo y aparecen antes que las femeninas. Las flores femeninas se encuentran dispuestas sobre un eje esponjoso que conforma la espiga. La panoja esta formada por un raquis central y presenta ramificaciones donde están dispuestas en pares las espiguillas una es sécil y la otra pedicelada. Antes de aparecer la panoja la ultima hoja toma una posición vertical (hoja bandera), cada panoja bien desarrollada puede producir de 2-5 millones de granos de polen.

La inflorescencia femenina (mazorca), es una ramificación lateral modificada, compuesta por un raquis central esponjoso donde están insertas las flores femeninas, dispuestas en pares. Al momento da fertilización solo una es fecundada y la otra es abortada. De cada óvulo se proyecta un estigma los cuales aparecen frescos hasta el momento de la fecundación que se marchitan y se desprenden de la mazorca en formación. Cada mazorca bien formada puede producir de 600-1000 granos.

La mazorca esta formada por un corto tallo lateral, que presenta una zona de nudos y entrenudos, de estos últimos surgen las brácteas (tuza), que darán cobertura a la mazorca. Desde el punto de vista de la recolección mecanizada son importante las siguientes características que debe presentar la mazorca:

- a) Altura de inserción de la mazorca no debe ser muy alta. Si esta es muy alta, los rodillos de la maquina deberán de recorrer una gran longitud de tallo, pudiendo producir atascos.
- b) Homogeneidad en la altura de inserción.
- c) Espesor y cobertura de las brácteas.

- d) Dureza del tallo en la región donde se asienta la mazorca, lo que facilita su ruptura.
- e) Grosor de la mazorca.

Fruto

El fruto de la planta de maíz es una cariósida monosperma seca e indehisciente, que varía de forma, color y tamaño según la variedad y está formado por: pericarpio, endosperma y el germen o embrión

El pericarpio envuelve al grano y ejerce una función de protección contra agentes extraños que puedan dañar la semilla. El endosperma es considerado la principal fuente de reserva energética y tiene la siguiente composición 70% almidón, 10-12% proteína, y pequeñas cantidades de aceites y minerales.

La función principal del endosperma consiste en proporcionar alimento energético a la planta joven hasta que sus raíces estén bien afianzadas, y sus hojas puedan elaborar sustancias energéticas en cantidades suficientes para satisfacer los requerimientos de la vida y del crecimiento.

El embrión del grano está formado por dos partes principales, el eje embrionario, compuesto por la plúmula y la radícula, y el escutelo o cotiledón que constituye una fuente de reserva de alimento para la planta en crecimiento.

Se pueden encontrar seis tipos diferentes de grano, según su utilización :

- a) El tipo dentado es el más utilizado para la alimentación de ganado y dio lugar a las primeras selecciones para la obtención de híbridos. Es el grupo más avanzado en cuanto a rendimiento potencial. Su característica principal es presentar una depresión o diente en la parte superior.
- b) Grano duro, son granos duros y lisos que contienen escasas cantidades de almidón harinoso, se adapta mejor a la preparación de platos tradicionales. Es un material más rústico en relación al anterior y presenta mayor tolerancia al ataque de insecto bajo malas condiciones de almacenamiento.
- c) Maíz dulce, se utiliza para consumo fresco de la mazorca, antes de que esta haya madurado completamente.
- d) El harinoso, cuyo grano está constituido por almidón harinoso apropiado para la elaboración de tortilla.
- e) El maíz palomita o Pop-corn, se cultiva a pequeña escala.

- f) El maíz ceroso, presenta un aspecto céreo, originario de la china, donde se utiliza para preparaciones culinarias. Se cultiva en los Estados Unidos a pequeña escala para la producción de almidón.

FISIOLOGÍA

La producción eficiente de maíz, requiere del conocimiento de los diferentes periodos de crecimiento y desarrollo de la planta. La mayor parte del peso seco de la planta de maíz resulta del proceso de la fotosíntesis, con la transformación de la energía luminica en compuestos químicos más simples tales como azúcares, para luego transformarlos en compuestos más complejos que son utilizados para el crecimiento o como reserva.

Para darnos una idea de las bondades de este cultivo podemos señalar que de una semilla que pesa aproximadamente 0,3 gramos, en nueve semanas tenemos una planta de tres metros y dos meses más tarde logramos la producción de 600-1.000 semillas similares a las que dieron origen a la planta. Comparando esto con otros cereales como el trigo y el arroz que por cada semilla sembrada se obtienen 50 semillas, tenemos una idea de su potencial de rendimiento. Como logra esto la planta? Primero creando una gran fábrica eficiente de energía (la planta, con sus raíces, hojas, tallo, partes florales), para luego almacenar grandes cantidades de energía en un producto concentrado **EL GRANO DE MAÍZ**.

La planta de maíz incrementa su peso lentamente al principio del ciclo decrecimiento. A medida que más hojas se exponen a la luz solar, la tasa de acumulación de materia seca aumenta gradualmente. Bajo condiciones favorables, la tasa de acumulación de materia seca de las partes aéreas de las plantas, continuara en una tasa diaria constante hasta alcanzar la madurez.

Si una planta crece sin la competencia de otras plantas, se desarrollaran mazorcas en varias yemas axilares, que se diferencian en la planta. Al aumentar el número de plantas por área se disminuye el número de mazorcas por planta y el número de granos por mazorca. Sin embargo es importante destacar que la población óptima no es igual para las diferentes variedades y ambientes.

Los rendimientos más altos se obtienen cuando las condiciones ambientales sean favorables en todos los estadios de crecimiento. Condiciones desfavorables en los primeros estadios, limitarán el tamaño de la hoja (maquina fotosintética). En los estadios más tardíos, las condiciones desfavorables afecta el normal crecimiento del elote, disminuye el número de estilos dando como resultado una pobre polinización de los óvulos lo que reduce el número de granos por mazorca.

El período total de crecimiento de la planta lo podemos dividir en dos de la emergencia hasta la aparición de las barbas y de aquí hasta la madurez fisiológica, pudiendo señalar que es el primer período el que puede ser más afectado por factores

como la temperatura y la humedad. La exigencia de agua y elementos nutritivos por parte de la planta están en relación directa con el aumento de la materia seca y disminuye en las etapas sucesivas a la formación del grano.

Curva de crecimiento y desarrollo de la planta

El mecanismo de asimilación fotosintética de la planta de maíz como de otras plantas gramíneas tropicales corresponde a una especie C₄ lo que la hace depender de la luz intensa y prolongada para su mejor desarrollo. El conocimiento de los distintos períodos de crecimiento y desarrollo de la planta es importante para realizar un adecuado manejo agronómico. Para estudiar la curva de crecimiento y desarrollo de la planta la vamos a dividir en los siguientes períodos:

- **Germinación y afianzamiento de plántula**
- **Desarrollo vegetativo**
- **Diferenciación de la panoja y la espiga**
- **Floración**
- **Desarrollo y maduración del grano**

Germinación y afianzamiento de plántula

Comúnmente el grano se siembra en un suelo húmedo y cálido para permitir el proceso de la germinación, se da el proceso de imbibición, y el grano comienza a incharse, produciéndose en la semilla cambios químicos que activan el crecimiento del eje embrionario. La semilla plantada absorbe agua y comienza a crecer. La radícula es la primera parte que comienza a elongarse desde la semilla hinchada, luego sigue la elongación del coleóptilo el cual envuelve a la plúmula (planta embrionaria) y finalmente se elongan las dos otras raíces seminales. Posteriormente se produce la elongación del mesocótilo el cual empuja el coleóptilo a la superficie del suelo. Bajo condiciones húmedas y calientes la emergencia ocurre entre cuatro días después de siembra.

La germinación e implantación son las primeras etapas críticas de la vida de la planta, cuando se rompe el pericarpio los tejidos ricos en sustancias alimenticias quedan expuestas al ataque de organismos patógenos, a menos que la semilla este protegida con un tratamiento previo.

Si el suelo es demasiado frío, seco, húmedo, la germinación es muy lenta y es posible que la planta muera antes de su implantación. Este período culmina 15-18 días después de la siembra la planta habrá iniciado la formación de su sistema radicular permanente y se encuentren bien afianzada.

Desarrollo vegetativo

Una vez afianzada la plántula continua el desarrollo del sistema radicular y la estructura foliar que utilizara posteriormente para producir la inflorescencia y el grano. Durante las primeras tres o cuatro semanas de crecimiento se da la diferenciación del número total de hojas. El punto de crecimiento se encuentra debajo de la superficie del suelo, siendo frecuente que durante este período se presenten síntomas de deficiencia de algunos nutrientes como: fósforo, zinc, potasio.

Esta etapa de crecimiento de la planta no es tan importante como la anterior y las posteriores para determinar el rendimiento, y su aspecto más importante es en relación con la fecha de maduración, lo que significa que si el período de desarrollo vegetativo es lento, se retrasarán los procesos de salida de la panoja, floración y maduración del grano. Finalmente se considera que durante este período la planta presenta un gran poder de recuperación foliar si las condiciones climáticas posteriores le son favorables.

Diferenciación de la panoja y la espiga

Cuando la planta ha completado la diferenciación del número total de hojas total de hojas, la función del punto de crecimiento sufre un cambio fundamental y repentino, lo que en condiciones normales puede ocurrir a los 30 días después de la emergencia. El punto de crecimiento que hasta el momento ha presentado una forma circular, se alarga tomando la forma de un ápice redondeado encontrándose el mismo a nivel del suelo, iniciando la planta un crecimiento vertical acelerado, pudiendo observarse en la planta de 8-10 hojas formadas.

Una semana después de iniciado el proceso de formación de la panoja, se da la diferenciación de la espiguilla, necesitando la planta de cinco a seis semanas para la liberación del polen y el alargamiento de estigmas. Para que la planta pueda manifestar buenos rendimientos, los procesos en la planta deben desarrollarse con mayor eficiencia y vitalidad, siendo necesario que el sistema radicular alcance su mayor capacidad de absorción y las hojas tengan un alto ritmo fotosintético. Si las condiciones de crecimiento han sido desfavorables presentándose especialmente deficiencias de nitrógeno el tamaño de las espigas en formación se afectará.

Floración (Liberación del polen y emergencia de estigmas)

Una vez concluido el principal crecimiento vegetativo de la planta y que el tallo y las hojas hayan alcanzado su tamaño definitivo, se produce la salida de las partes florales, completando el polen la fecundación de los estigmas e iniciando así la formación del grano.

La liberación del polen se da después que se ha secado el rocío de la panoja, pudiendo durar el proceso de producción de polen de cinco a ocho días, alcanzando su máxima producción alrededor del tercero. La polinización es determinante en el rendimiento del cultivo ya que el grano que no inicie aquí su formación no podrá hacerlo después.

Desarrollo y maduración del grano

En los días siguientes a la fecundación no se observan cambios visibles en la espiga fecundada, aunque los estigmas se marchitan tomando un color castaño desprendiéndose de la mazorca en formación.

Una semana después de la fecundación, aparecen unas vejigas acuosas que son los granos en formación, en las dos semanas siguientes los granos crecen muy rápidamente hasta alcanzar su longitud y diámetro definitivo. En esta etapa la planta se dedica exclusivamente al llenado del grano. Al finalizar la tercera semana, los granos se llenan de una sustancia lechosa, con grandes cantidades de azúcares que contienen los principales cuerpos formadores del almidón.

Hacia el final de la séptima semana, el embrión ha alcanzado su tamaño final, disminuye la velocidad de almacenamiento y se aproxima a la madurez. En la octava semana el grano ha alcanzado su peso seco máximo y puede considerarse fisiológicamente maduro, teniendo aproximadamente 35% de humedad, desde este momento la cosecha depende de la velocidad con que el grano pierda humedad.

ECOLOGÍA

Requerimiento de suelo y clima.

Las condiciones de clima y de fertilidad de suelo son de gran importancia para el desarrollo de la planta de maíz. Los suelos muy ricos en nitrógeno ocasionan acame en cereales de grano pequeño, pero son deseables para el maíz, ya que el cultivo lo demanda en grandes cantidades. Cantidades suficientes de fósforo y potasio disponibles en el suelo, son de gran importancia para obtener elevados rendimientos con granos de alta calidad.

El maíz es un cultivo que se puede sembrar desde 0-2800 m.s.n.m. La mayoría de las regiones productoras de maíz se encuentran de los 30-55° N. Siendo solo unas cuantas áreas maiceras las que se encuentran en latitudes superiores a 47° de latitud Norte.

El maíz se desarrolla óptimamente en regiones con clima cálido, es un cultivo de crecimiento rápido que rinde más con temperaturas de 23.9-29.4°C, necesitando temperaturas mayores de 18°C y menores de 30°C durante el proceso de floración.

Cuando es posible seleccionar los suelos para obtener mayores rendimientos, se deben preferir aquellos que presenten buen drenaje profundos, planos, textura franco arcillosa y libre de infestación de malezas agresivas, baja infestación de plagas del suelo, pH en un rango de 6.5-7.5

Consideramos suelos profundos aquellos que tiene 40 pulgadas o más de profundidad donde pueden penetrar las raíces con facilidad. Las raíces del maíz pueden profundizar hasta dos metros, ayudando a tomar con mayor eficiencia los nutrientes del suelo.

Sin embargo es posible obtener rendimientos satisfactorios en una gran variedad de suelos (Cuadro 2), que se alejen en mayor o menor grado de los requisitos antes señalados, pero en ningún caso se debe utilizar suelos mal drenados y fuertemente ácidos.

Cuadro 2 Características edáficas y rango de adaptabilidad de maíz

ADAPTABILIDAD	CARACTERÍSTICAS EDAFICAS			
	TEXTURA	PROF. (cm)	PEND. %	ph
Optimo	Franco	60	-15	Neutro
Bueno	Franco arenoso	40 a 60	15 a 30	Ligeramente ácido
Marginal	Arcilloso	<40	30 a más	Acido o alcalino

El agua es el factor que más comúnmente limita la producción de maíz en las zonas tropicales. La sequía durante la etapa de establecimiento del cultivo puede matar las plantas jóvenes y reducir la densidad de población. El principal efecto de la sequía es reducir el crecimiento de las hojas, de tal modo que el cultivo intercepta menos radiación solar.

Alrededor de la floración (dos semanas antes y dos semanas después de la emisión de estigmas), el maíz es muy sensible al estrés hídrico, y el rendimiento de grano puede ser seriamente afectado si se produce sequía durante este periodo. Durante el llenado de grano, el principal efecto de la sequía es reducir el tamaño de estos.

Con respecto a las necesidades hídricas, la planta de maíz se puede desarrollar en regiones que presenten módulos pluviométricos de 450-900 mm, bien distribuidas durante la estación de crecimiento. Sin embargo aún esta cantidad no es suficiente si la humedad no puede ser almacenada en el suelo, ya sea por poca profundidad de este o por escurrimiento, o si la evaporación es grande por causa de elevadas temperaturas y la baja humedad relativa.

Para determinar el estrés hídrico es un problema hay que examinar el campo en todos los estadios de crecimiento. Por ejemplo si la densidad de plantas es baja al inicio posiblemente hubo poca humedad durante la germinación. Si al momento de cosechar contamos menos de 0,9 mazorca por planta puede ser un indicio de estrés cerca de la floración.

Algunas observaciones en campo que ayudan a detectar el estrés hídrico son las siguientes:

- a. Hojas enrolladas (antes de la floración) o marchitas (después de floración), hojas de color gris, amarillentas o paniculas quemadas. Plantas calientes al tocarlas.
- b. Los entrenudos arriba de la mazorca son más cortos que los que están justo debajo de la mazorca. Este síntoma puede ser causado por un ataque de barrenador.
- c. Comparar la altura de las plantas de los bordes con las que están adentro. si hubo estrés hídrico o deficiencia nutritiva, las plantas de los bordes serán más altas que las que están completamente rodeadas.
- d. Durante el llenado del grano, examinar las hojas que están debajo de la mazorca, si estas presentan un amarillamiento en forma de V, es que las plantas han sufrido un estrés hídrico.

Zonificación Agro-ecológica del cultivo

El cultivo del maíz se da en todas las regiones de Nicaragua, tomando en cuenta la variedad y la capacidad de la misma para desarrollarse en un ambiente determinado. Existen factores agro-ecológicos limitantes de la producción que provocan que los rendimientos se encuentren por debajo del punto de equilibrio para conseguir rentabilidad.

Uno de los principales problemas en la siembra de maíz en postrera en la mayoría de las regiones del país es la falta de agua. Lluvias erráticas y alta evapotranspiración son también factores limitantes que afectan el normal desarrollo de la planta. De acuerdo a estudios de zonificación ecológica realizados en Nicaragua, las áreas dedicadas a este cultivo se pueden agrupar en tres categorías; óptimas, buenas y marginales, las cuales van en orden decreciente, en cuanto a la adaptabilidad de la planta(Cuadro 3).

Se considera óptima, la condición ecológica que no presenta limitaciones o estas son mínimas en la producción de cultivo definido. Buena, es la categoría que presenta limitaciones moderadas tanto climática como fisio-edáficas o ambas a la vez en la producción.

Marginal, es la categoría ecológica que presenta fuertes limitaciones tanto en el orden climático como edáfico o ambas, restringiendo la producción del cultivo. Esta clasificación considera la adaptabilidad del cultivo en orden decreciente y creciente en cuanto a costos de producción.

Cuadro 3 Zonificación ecológica del cultivo del maíz (*Zea mays L*)

Región	Aptitud	Localidad	Epoca de siembra
I	Optima	Jalapa, Jicaro, Quilali	Primera
	Buena	Sn. Fernando, Esteli, Pueblo Nuevo, Casa Blanca	Primera y Postrera
	Regular	Condega, Somoto, Ocotal, Yali	Primera
II	Buena	Chichigalpa, Posoltega, El viejo, Chinandega	Primera
	Regular	La Paz Centro, Nagarote, Sauce, Somotillo	Primera
III	Regular	Zambrano	Primera
IV	Optima	Masaya, Nindirí, Los Altos, Cofradía	Primera
	Buena	Nandaime, Diriamba, Tola, Nancimi, Veracruz, Ometepe, San Marcos.	Primera
V	Buena	Nueva Guinea, El Caracol, Yolaina	Postrera y Apante
VI	Optima	Pantasma, Sucali, San Dionisio, Wiwili	Primera

Fuente: Inventario de la información generada en agronomía en granos básicos (Aleman y Tercero, 1991).

REPRODUCCIÓN Y VARIEDADES

Reproducción

La reproducción de la planta se da por semilla agrícola, siendo uno de los principales problemas para el productor poder obtener cada ciclo semilla certificada para establecer su cultivo, ya sea por no contar con los recursos económicos para comprarla, como la existencia de semilla certificada para cubrir la demanda de los productores en cuanto a la necesidad de semilla mejorada.

Por lo antes planteado es necesario que el productor pueda desarrollar labores que le permitan garantizar la calidad del material de siembra que seleccione en su campo de producción, como semilla remanente para el siguiente ciclo agrícola, debiendo realizar las siguientes actividades.

Selección y tratamiento de material reproductivo

La selección de la semilla es una práctica muy importante para el establecimiento del cultivo, ya que garantiza una adecuada germinación y emergencia de plántulas, asegurando densidades de siembra óptimas. Si la práctica para la selección y clasificación de la semilla se ha realizado de acuerdo con las normas aceptadas internacionalmente, el agricultor puede estar seguro de establecer poblaciones óptimas de plantas siempre y cuando cuente con el equipo de siembra adecuado.

La clasificación del grano de acuerdo a su tamaño es importante realizarla para garantizar una labor de siembra adecuada, así como una emergencia uniforme en el campo, logrando poblaciones adecuadas. Muchos agricultores se preguntan cual es el resultado de sembrar granos pequeños y redondos, ya que los consideran de baja calidad para utilizarlos como material de siembra, y la respuesta es nada malo, ya que todos los granos clasificados de acuerdo a normas internacionales reproducen plantas idénticas.

Es importante resaltar que en una mazorca bien formada existen diferentes formas y tamaño de grano, pudiendo encontrarse granos redondos, pequeños y medianos (R-15; R-16; R-17; R-18 Y R-19); granos planos y pequeños (P-15; P-16; P-17), granos planos medianos (P-18; P-19), granos planos medianos y grandes (P-20; P-21; P-22; P-23; P-24), granos planos y gruesos (PG-20; PG-21; PG-22; PG-23), granos redondos medianos y grandes (R-20; R-21; R-22; R-23; R-24).

Muchos estudios han determinado que de cierto tamaño en adelante todos los granos tienen el embrión perfectamente formado, y reproducen plantas vigorosas y genéticamente idénticas. El vigor es una característica genética y no es afectada por el tamaño del grano, pero si es afectado por el manejo que se le da a la semilla. Si la semilla no se cosecha inmediatamente después de alcanzar la madurez fisiológica, la mazorca queda expuesta a todo tipo de daño en el campo, es por eso que los granos pequeños que se forman en el extremo de la mazorca, son los primeros en sufrir cualquier daño en el campo, por lo que el agricultor ha considerado que presentan menos vigor.

Una práctica muy generalizada en nuestra agricultura, es la de guardar semilla remanente de una cosecha para el siguiente ciclo agrícola. Existen tres labores importantes que el agricultor debe hacer con las semilla antes de realizar la siembra, seleccionar la semilla hacer la prueba de germinación y desinfectar la semilla. La selección es importante porque de ella dependerá la cosecha, para realizar una buena selección hay que tomar en cuenta las características de una buena semilla como son uniformidad del tamaño de la semilla, que sean de una misma variedad que provengan de plantas sanas y resistente a enfermedades, que la mazorca de donde proviene la semilla tenga buena cobertura

La prueba de germinación se hace de la siguiente manera, se colocan 100 semillas en una bandeja o papel húmedo y se les tapa con otro trapo o papel. Durante 5 y 7 días hay que estar permanentemente remojando el trapo o el papel para mantener el maíz húmedo. Al cabo de este tiempo la semilla ha germinado, se cuenta la semillas germinadas, si el número germinado es menos de 80 no es conveniente sembrar. Es recomendable para estimar el porcentaje de germinación realizar al menos cuatro repeticiones.

Una vez realizada la prueba de germinación el agricultor debe desinfectar la semilla. Esta práctica es importante para proteger la semilla del ataque de insectos y hongos que transmiten enfermedades. Hay que asegurarse que la semilla que se compra en la casa distribuidora de semilla se encuentre tratada, o de lo contrario darle su tratamiento. Para realizar la desinfección, se coloca la semilla en un barril, se humedece un poco y luego se pone el fungicida en polvo y se revuelve para que el polvo se mezcle bien con la semilla, garantizando así una buena cobertura de la misma.

Los productos que se pueden usar son los siguientes: Captan al 15% con dosis de 1.5 onza por cada quintal de semilla. Arazan o Thiodan una onza y cuarto por quintal de semilla.

Variedades

Las variedades de maíz que se utilizan en la producción, son muchas pero para su estudio, las podemos dividir en tres grupos: las variedades mejoradas, las variedades criollas y las variedades híbridas.

Las variedades criollas son las que más están adaptadas a una localidad determinada y son las que comúnmente siembran nuestros agricultores en sus zonas, y su único inconveniente es que presentan bajo rendimiento. Ej.: pujagua, olotillo, cuarenteño etc.

Las variedades mejoradas, son aquellas que poco a poco se han venido seleccionando y se han adaptado debidamente a las condiciones de la zona. Las semillas de las variedades mejoradas, presentan la ventaja para el agricultor que se pueden sembrar durante más de un ciclo. Ej.: sintético, salco, NB-3. NB-6. etc. Los híbridos son las variedades que resultan del cruce de dos materiales. Presentan mayores rendimientos, pero demandan mayor atención del agricultor Ej. B-833. H 105. etc.

Las variedades de maíz utilizadas en la producción pueden clasificarse tomando en cuenta su ciclo de vida dividiéndose en: precoces, intermedias y tardías. Cuando se siembra maíz se debe utilizar una sola variedad, para no dificultar las labores de cosecha a menos que las variedades utilizadas presenten igual ciclo de vida.

Según su período vegetativo (días a la madurez), se clasifican de la siguiente forma:

CALIFICACION	PERIODO A MADUREZ FISIOLÓGICA	DÍAS A FLOR
Muy temprana	85 y 90 días	42 a 46
Temprana	90 y 95 días	44 a 48
Media temprana	95 y 100 días	46 a 50
Media	100 y 105 días	48 a 52
Media tardía	105 y 120 días	52 a 58
Tardía	120 y 135 días	56 a 64
Muy tardía	más de 135 días	65 a 70

En Nicaragua las variedades precoces criollas se encuentran en su gran mayoría en las regiones del pacífico, los intermedios y tardías son propias de las regiones central y Atlántica. Las variedades precoces se conocen como: cuarenteño, pujagua, alteño etc. Las plantas de estas variedades tienen pocas hojas, son delgadas y sus tallos son de poca altura. Producen una mazorca con buena cobertura y el rendimiento probable es de 30 qq/Mz.

Las variedades criollas intermedias y tardías son cultivadas en las regiones montañosas con lluvias intensas Ej.: Tusa morada, maíz de montaña, etc. Las plantas de estas variedades tienen más hojas que las anteriores, y de tallos altos. Producen de una a dos mazorca con regular cobertura, con un rendimiento probable de 60 qq/Mz. Las variedades comerciales que se recomienda utilizar para la siembra en el país, se describen en el cuadro 4.

Cuadro 4 Características agronómicas de variedades de maíz recomendadas en Nicaragua.

Variedad	Días a flor	Días a cosecha	Rendt (qq/mz)	Región	Procedencia
Mejoradas					
NB-100	45	95	40-50	II,III,IV	P.N.M
NB-6	56	110	60-70	II,III,IV	P.N.M
NB-30	50	100	45-50	II,III,IV	P.N.M
NB-6*	56	110	55-65	II,III,IV	P.N.M
NB-12*	50	100	45-50	II,III,IV	P.N.M
Híbrida					
B-833	65	130	70-80	I,IV,VI	DEKALB
HS-5	57	115	65-70	I,IV,VI	AGROMER

P.N.M. - Programa Nacional de Maíz ,

* - Tolerante al achaparramiento

GENÉTICA

El maíz es una de las plantas cultivadas más antiguas. Ya no sobrevive en forma silvestre y solo se produce bajo cultivo. Al parecer ya lo habían cultivado nuestros antepasados, muchos siglos antes del arribo del hombre al continente Americano, logrando resultados sobresalientes obteniendo variedades de maíces amiláceos, dulces, reventadores, duros y dentados.

La principal consideración del hombre blanco al mejoramiento del maíz, antes de este siglo, fue la obtención de variedades dentadas con adaptación a diversas regiones donde se cultiva maíz. No existen pruebas de que esas variedades "mejoradas" hayan sido más productivas que las variedades indígenas de precocidad semejante.

Polinización en el maíz

La comprensión de los métodos de mejoramiento en el maíz depende del conocimiento de la forma de su polinización y de los efectos de los métodos de polinización sobre la composición genética de la planta de maíz. La planta de maíces monoica, las flores estaminadas se producen en la panoja y las flores pistiladas en la espiga. La polinización se efectúa mediante la caída del polen sobre los estigmas.

Aproximadamente el 95% de los óvulos de una espiga se fecundan por polinización cruzada el otro 5% es autopolinizado. La mayor parte del polen que poliniza una mazorca de maíz proviene generalmente de plantas cercanas, aun cuando el polen puede ser transportado por el viento a grandes distancias.

Naturaleza heterocigótica del Maíz de polinización libre

Ya que el maíz es una especie típica de polinización cruzada. Se puede concebir que cada semilla de una mazorca de maíz puede tener como progenitor, granos de polen diferentes. Es dudoso que dos semillas de la misma mazorca tenga exactamente el mismo genotipo. Por lo tanto cada planta es un híbrido diferente con características individuales, por lo que un campo, con maíz de polinización libre es una mezcla de muchos híbridos complejos. Esto determina una gran variación dentro de cada variedad de polinización abiertas.

Métodos utilizados para el mejoramiento del Maíz de polinización libre

Es indiscutible que ha habido mejoramiento en el maíz desde las épocas más remotas de su cultivo, tanto a través de la selección natural como mediante una selección objetiva hecha por el hombre. Es difícil concebir que se pudiera haber cultivado el maíz durante siglos sin que se realizara cierta selección, ya sea consciente o inconscientemente, ya que la selección de una mazorca para utilizar su semilla ha debido ser una practica normal.

Muchas de las variedades superiores de maíz de polinización libre que se utilizan en los EE.UU se han formado mediante un trabajo de selección realizado por los propios agricultores durante el final del siglo XIX. Para el año de 1900 ya era bien conocida la práctica del mejoramiento de maíz por medio de la selección en masa. También se había sugerido otros métodos de mejoramiento, la selección de mazorca por surco y la hibridación de variedades, pero solo se practicaban en forma muy limitada.

Selección en masa o selección masal

En este método de selección se escoge mazorcas basándose en las características de la planta y de la mazorca. Las semillas obtenidas de dichas mazorcas se mezclan y se siembran en masa. Se considera a la mazorca como unidad de selección debido a su manejo. Este método se ha utilizado tanto para conservar variedades ya existente como para la obtención de nuevas variedades

Cada agricultor que selecciona semilla para la siembra del siguiente año se convierte en un fitomejorador y puede modificar los caracteres de su maíz, seleccionando para una característica o tipo específico. Esto hace que aumente el número de tipos de variedades e incrementa la variabilidad dentro de dichas variedades.

Realizaciones

Por medio de la selección en masa se han obtenido muchas variedades de polinización libre bien adaptadas y productivas. Debido a la diversidad genética dentro de las variedades fue fácil cambiar la apariencia de una variedad, mediante selección continuada por caracteres visibles. La selección en masa ha sido eficaz para modificar el tipo de la planta, la precocidad, las características del grano y la composición química. Ha sido relativamente fácil seleccionar en las variedades ya conocidas plantas con mazorcas largas o cortas, granos dentados, lisos o ásperos, plantas tardías, bajo contenido de aceite u otras características fáciles de observar.

Como resultado de una selección continua para caracteres específicos se han obtenido nuevas variedades para satisfacer los deseos del fitomejorador. Si el fitomejorador tenía opiniones decididas sobre como debería ser la apariencia de una planta, podía modificar la variedad para ajustarse a su tipo ideal. La selección ha sido útil tanto para la adaptación de variedades a nuevas zonas de producción como para la creación de variedades para propósito especiales.

La selección en masa no ha sido eficaz para aumentar el rendimiento de una variedad adaptada, esto es debido a las siguientes causas.

- a. La incapacidad del fitomejorador para reconocer las plantas de rendimiento superior.

- b. Las plantas sobresalientes pueden ser polinizadas por plantas superiores o inferiores, de tal manera que el alto rendimiento potencial de una planta no se reproduce en todos sus descendientes.
- c. El hecho de que una selección rigurosa para características específicas de la planta conduce con frecuencia a una cierta consanguinidad o autogamia y esta, como se indicará posteriormente, en realidad reduce el rendimiento.

Mejoramiento mediante el establecimiento de mazorca por surco

El método de mejoramiento a base del establecimiento de mazorca por surco se inició en la Estación Agrícola Experimental de Illinois hacia 1896. Los aspectos esenciales de este sistema de mejoramiento según se ha establecido posteriormente son los siguientes:

- 1- Se desgranar por separado de cincuenta a cien mazorcas. Parte de la semilla se siembra de tal manera que se tenga un surco para cada mazorca. El resto de semilla se identifica y se guarda debidamente.
- 2- Cada surco se registra y evalúa en relación con sus características agronómicas y de rendimiento, seleccionando los mejores surcos.
- 3- La semilla que se conservó de los mejores diez o veinte surcos, se utiliza para sembrar una parcela al año siguiente y se seleccionan las mejores mazorcas repitiendo el proceso de selección.

El método de mazorca por surco fue ineficaz para aumentar los rendimiento debido a que las mazorcas de alta producción eran híbridos casuales que no se reproducirían iguales a si mismo.

Maíz híbrido

Los intentos por mejorar los rendimiento de las variedades de polinización libre fueron en su mayor parte desalentadoras. Este fracaso en la mejora del rendimiento se debió a la naturaleza heterocigótica del maíz y a las practicas experimentales deficientes que se utilizaban en aquel tiempo.

Un campo de maíz contiene plantas de alto y bajo rendimiento. Las plantas de alto rendimiento son el resultado de combinaciones favorables de genes, sin embargo, las combinaciones favorables de genes no siempre se reproducen en las progenies de plantas de alto rendimiento, puesto que las plantas son fecundadas por polen procedente de plantas buenas y plantas malas, todas ellas altamente heterocigóticas. Hasta que se estableció el concepto de maíz híbrido, no se dispuso de un método por medio del cual se pudiera controlar debidamente el genotipo a fin de que solo se produjeran plantas de alto rendimiento en un determinado campo de maíz.

Qué es el maíz híbrido? El maíz híbrido es la primera generación de una cruce entre líneas autofecundadas. La producción de maíz híbrido involucra: a) la obtención de líneas autofecundadas por autopolinización controlada; b) la determinación de cuales líneas autofecundadas pueden combinarse en cruces productivas y c) la utilización comercial de las cruces para la producción de la semilla.

Varietades sintéticas de maíz

Una variedad sintética es el resultado de la multiplicación, bajo condiciones de polinización libre de un híbrido múltiple. Desde 1919 se sugirió la obtención de variedades sintéticas; sin embargo hasta la fecha se ha hecho poco uso práctico de este método de mejoramiento. Se han señalado dos ventajas de los sintéticos:

1. Una variedad sintética es preferible al híbrido en zonas de bajos ingresos para eliminar la necesidad de que el agricultor compre nueva semilla híbrida F, cada año.
2. La mayor variabilidad de una sintético podría permitir mayor adaptación que un híbrido a las condiciones variables de crecimiento.

El mejoramiento del cultivo en Nicaragua

En el año de 1942 se realiza una colecta del material genético existente en el país, logrando definir el techo genético para esta especie. En el año de 1954 se da inicio al programa de mejoramiento genético con la introducción de 914 cruces e híbridos comerciales de endosperma blanco y amarillo, procedente de México, Cuba, Colombia, Venezuela y Estados Unidos.

Para 1960 después de varios ciclos de estudio y cumplida las etapas de evaluación preliminar y avanzada, se identificaron varios materiales promisorios sobresaliendo: H-501, H-503(Rojamez), Venezuela-3, de endosperma blanco y Cuba F-11 de endosperma amarillo.

En este mismo año y como un primer resultado del Programa de Mejoramiento, se logra la primera variedad nicaragüense " Sintético Nicaragua-1", teniendo como progenitores dos variedades criollas de la que se utilizaban en la región del Pacífico, superando en un 14% los rendimientos de los progenitores.

En el período del 1961-68 se introducen 1161 materiales, identificándose como promisorios T-23 y H-507, como los más rendidores. Con la formación de los primeros híbridos nicaragüense (H-1, H-2, H-3) se logro ganancia en rendimiento hasta en un 44 %. Algunos de estos materiales desaparecieron por falta de logística en la conservación del material. Otras variedades logradas por el Programa de Mejoramiento fueron el "Nicarillo" y "Sintético Nicaragua-2", que es una versión avanzada del "Sintético Nicaragua 1".

Con la aparición de la enfermedad del achaparamiento en 1968, y la formación del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en 1971, se da un nuevo enfoque al mejoramiento genético del cultivo, recibiendo apoyo de programas generados por el CIMMYT para la lucha contra la enfermedad, detectándose las primeras ganancias de resistencia a la enfermedad en 1979, con la aparición de las variedades de la serie NB, que presentaban un buen nivel de tolerancia a la enfermedad.

NUTRICIÓN

Una agronomía racional produce cantidades adecuadas de alimentos, incluyendo proteínas que son vitales para la salud animal y humana. La clave para la producción de proteínas es la fertilización nitrogenada.

El nitrógeno aumenta el contenido de proteínas de las plantas en forma directa. Cantidades adecuadas de potasio y fósforo, especialmente el potasio, mejora el uso que las plantas hacen de dosis altas de nitrógeno para la obtención de proteínas.

Una buena nutrición del cultivo incrementa la tolerancia de las plantas al ataque de enfermedades. Plantas bien nutridas producen rápidamente nuevas raíces para reemplazar aquellas destruidas por los patógenos del suelo. El buen crecimiento de raíces requiere niveles adecuados de todos los nutrientes, pero especialmente fósforo (P) y potasio (K). Como ejemplo podemos citar que durante el período de 1920-1940 en las praderas del Canadá la principal enfermedad que afectó la producción de cereales fue la Pudrición causada por *Pythium* spp .

El uso de fertilizantes fosfatados durante la década del cuarenta eliminó esta enfermedad. En otro experimento con cebada conducido en Lacombe, se encontró menos pudrición de la raíz causada por *C. sativum* en parcelas donde se aplicó fósforo, que en aquellas donde no se aplicó este elemento.

Es importante resaltar que aun cuando pocas enfermedades pueden ser totalmente eliminadas por un fertilizante específico, la severidad de la mayoría de las enfermedades puede ser reducida por medio de una adecuada nutrición. La nutrición mineral balanceada promueve el control químico, biológico y genético de muchos de los patógenos de los cultivos.

La falta de nutrientes en el suelo se refleja más en la planta de maíz que en cualquier otro cultivo. La deficiencia de ciertos nutrientes produce algunos síntomas característicos en la planta de maíz, esos síntomas a veces son confundidos fácilmente con aquellos síntomas ocasionados por otros componentes del ambiente. El maíz al igual que otras plantas, no puede producir altos rendimientos a menos que exista una disponibilidad de nutrientes en cantidades suficientes en el suelo. Las necesidades nutritivas del maíz se suplen a través de dos fuentes; la fertilidad natural del suelo y la fertilización comercial o química.

Se estima que la necesidad de la planta para producir un quintal de semilla es de: 2.8 a 4.0 lb. de Nitrógeno; 1.0 a 1.75 lb. de Fósforo; 2.2 a 3.1 lb. de Potasio. Estas cifras representan la demanda total de nutrientes, sin embargo gran parte de estos nutrientes existen en el suelo, por lo que estas cifras no deben tomarse como índices definitivos para la fertilización del cultivo en su finca.

Las dosis del fertilizante comercial a utilizar se determinan a través del análisis químico del suelo. Las necesidades de cada nutriente dependen de la composición química total del suelo, del pH, humedad del terreno, topografía, clima, luz, etc.

En la mayoría de los casos la aplicación de fertilizantes comercial redundará: (a) un aumento de rendimiento (b) mejor calidad del grano y (c) una maduración más temprana.

En caso de que el cultivo presente deficiencias de nutrientes, es probable que uno o más de los elementos en el suelo hayan caído por debajo del nivel por el cual se obtienen rendimientos rentables. Si durante el desarrollo del cultivo se detecta síntomas de deficiencia es probable que sea muy tarde para hacer algo por el cultivo en el presente ciclo.

Sin embargo, todo agricultor o técnico dedicado al cultivo debe ser capaz de reconocer estos signos de peligro, para esto debe de revisar el campo varias veces durante el ciclo de crecimiento. Las deficiencias que se presentan cuando el maíz es joven frecuentemente pueden corregirse por medio de una aplicación de fertilizante de cobertura. A continuación se señalan los requerimientos de los principales elementos que demanda la planta, así, como los síntomas de deficiencia al carecer de ellos.

Nitrógeno (N)

El nitrógeno es necesario para la síntesis de clorofila. y como parte de la molécula de clorofila tiene un papel en el proceso de fotosíntesis. La falta de nitrógeno y clorofila significa que el cultivo no utilizará la luz del sol como fuente de energía para llevar a cabo funciones esenciales como la absorción de nutrientes. El nitrógeno es también un componente de las vitaminas y sistemas de energía de la planta.

La planta de maíz consume más nitrógeno que ningún otro elementos nutritivo proveniente del suelo. En el aire por encima de cada hectárea existen unas 30 toneladas de nitrógeno, pero el maíz no puede asimilarlo. El nitrógeno como elemento proviene de muchas fuentes, pero nunca permanece donde se le coloca.

El nitrógeno es indispensable para estimular el desarrollo vegetativo. la calidad del grano, además lo necesita la planta durante toda la época del crecimiento. Las mayores necesidades de este elemento se presentan desde dos semanas antes de la aparición de la espiga hasta aproximadamente tres semanas después de la misma.

Es durante este período que la planta absorbe aproximadamente la mitad del nitrógeno que necesita durante toda su vida. El maíz fertilizado en forma adecuada con nitrógeno tendrá un porcentaje de agua en el grano menor que el maíz que presentó insuficiencia de este elemento.

Un suministro adecuado de nitrógeno produce hojas de color verde oscuro, con motivo de una alta concentración de clorofila. La deficiencia de N no es fácil de detectar en las etapas tempranas de crecimiento y los síntomas severos rara vez aparece antes que la planta haya llegado a la rodilla.

Cuando hay escasez de nitrógeno produce un amarillamiento de las hojas que contrasta con el verde intenso de las plantas saludables. La planta presenta una clorosis por una disminución en la producción de clorofila. Este amarillamiento comienza primero en las hojas más viejas, luego se muestra en las más jóvenes, a medida que la deficiencia se hace severa. Si la deficiencia se acentúa, se produce a lo largo de la nervadura central un diseño en forma de "V". A continuación los tejidos se tornan pardos y mueren.

Los productores de cereales como maíz y sorgo son en cierta forma afortunados por que pequeñas cantidades de nitrógeno en exceso no reducen generalmente los rendimientos, a como sucede en los cereales de grano pequeño como el trigo y arroz que el exceso de nitrógeno aumenta el acame de planta.

Fósforo (P)

Aunque la cantidad de fósforo que la planta demanda, es baja en comparación con el nitrógeno y potasio, este es un elemento importante para la nutrición del maíz. La concentración de fósforo es mayor en plantas jóvenes y en las partes que crecen más activamente. Si van aparecer deficiencias casi siempre se pondrán de manifiesto antes que la planta alcance alturas de 60 cm. por las razones siguientes: Las plantas jóvenes necesitan una mayor cantidad de fósforo en sus tejidos; y la capacidad de absorción del sistema radicular joven no alcanza a suplir las necesidades de la planta en desarrollo.

Existen además otros factores que pueden ocasionar la presencia de síntomas de deficiencia, pudiendo señalarse; suelo compacto que restringe el crecimiento de las raíces, poda de raíces por uso de la cultivadora. Generalmente las deficiencias de fósforo aparecen cuando las plantas son muy jóvenes. Los síntomas presentan inicialmente una coloración verde intensa, manchas color rojizo púrpura en los bordes de las hojas, plantas de poco vigor y mal desarrollo de su sistema radicular que resulta totalmente ineficaz para absorber fósforo.

El fósforo también controla el tamaño del tallo y la formación de la mazorca. Un buen indicador de la deficiencia de fósforo es la presencia de tallos torcidos y débiles que no tienen mazorcas o éstas son pequeñas y deformes, o presentan

además granos faltantes debido a una pobre polinización. Los síntomas de deficiencia de fósforo que puede presentar una planta, desaparecen cuando esta alcanza una altura entre 60-70 cm. incluso en suelo con bajos contenidos de este elemento. El fósforo actúa sobre los procesos de formación de raíces, la floración, fecundación, formación del grano, además acelera el proceso de maduración

Potasio (K)

El maíz necesita grandes cantidades de potasio, esencialmente para su crecimiento vigoroso, aunque nunca forma parte de las proteínas ni de los compuestos orgánicos. Todos los suelos de cultivos excepto los arenosos poseen grandes cantidades de este elemento, sin embargo solo de 1 a 2% esta en forma disponible. La plántula joven no necesita grandes cantidades de este elemento, pero el ritmo de absorción de potasio asciende a un máximo durante las tres semanas antes a la emergencia de la panoja.

La deficiencia de potasio aparece como una "quemadura" o coloración café en los bordes de las hojas más cercanas al suelo. Otro síntoma es la presencia de una decoloración café oscura en el interior de los nudos del tallo que se pueden observar haciendo un corte longitudinal del tallo, esto es debido a una acumulación de sustancias proteicas en los nudos del tallo, retardando, la migración y asimilación de nutrientes, afectando el normal crecimiento de la planta.

Puesto que el potasio circula libremente dentro de la planta, los síntomas de deficiencia son más visibles en las hojas viejas. Las hojas jóvenes pueden ser verde amarillenta o a veces estar veteadas de color amarillo.

Aun cuando la deficiencia de potasio puede no tener mucho efecto en el tamaño de las mazorcas, como ocurre con las deficiencias de fósforo y nitrógeno, los granos en la punta de las mazorcas no se desarrollan formando mazorcas imperfectas de poco valor. Cuando la deficiencia es grave, gran parte de la hoja puede morir con la correspondiente reducción del crecimiento y rendimiento l.

Fertilización

Los fertilizantes comerciales se aplican al maíz en una o más de las épocas siguientes; antes de la siembra, en la siembra, o como cobertura del maíz en crecimiento. Las dosis aplicadas de fertilizantes esta en función de la necesidad de la planta y de la disponibilidad en el suelo, la cuál será determinada por un análisis químico de suelo.

Cantidades pequeñas de nutrientes-fertilizantes son requeridas en los primeros estadios de crecimiento de la planta de maíz. La aplicación de nutrientes en la zona de la raíz en este período es bastante beneficiosa para el desarrollo de la misma. Es esta la etapa en que las diferentes partes de la planta nacen y comienzan a crecer. Aunque

la cantidad de nutrientes absorbidos es relativamente pequeña, el tamaño final de las hojas, mazorcas y otras partes de la planta depende de la uniformidad en la aplicación de los fertilizantes durante la primera época de crecimiento.

Las generalidades de los suelos en Centro América se puede resumir de la siguiente manera. Típicamente todos los suelos son pobres en nitrógeno, el fósforo existe en niveles de medios a altos; carecen de azufre; el potasio existe en cantidades altas y el magnesio es adecuado. Los suelos arenosos, son totalmente deficientes en nitrógeno; el fósforo es bajo; el potasio existe en medianas cantidades; carecen de azufre y en muchos casos son deficientes en magnesio, zinc y boro. Además los suelos arenosos son los que permiten una mayor pérdida de nitrógeno por lixiviación, por lo que las aplicaciones de este nutriente deben ser mayores. Durante la época lluviosa el nitrógeno debe suplirse en dos o tres aplicaciones.

Los suelos francos (arenosos ó arcillosos) aunque son considerados como los mejores suelos, generalmente no tienen los niveles adecuados de nitrógeno, presentan cantidades apreciables de materia orgánica y elementos menores. En estos suelos el fósforo se encuentra en cantidades de medianas a altas, el potasio existe en cantidades altas, presentan deficiencia de azufre y los otros elementos se encuentran en niveles adecuados.

Los suelos pesados, generalmente no tienen nitrógeno, el fósforo no es abundante o es poco asimilable, el potasio existe en cantidades de medianas a altas, suelen ser deficientes en magnesio y azufre y los niveles de los otros elementos son muy variables.

Los pocos resultados experimentales que se han obtenido en el país, sobre el uso de fertilizantes químicos en el maíz, establecen que los patrones de respuesta más frecuentes del cultivo a los fertilizantes son las siguientes:

- a) En general el cultivo responde positivamente a las aplicaciones de nitrógeno (N) en la gran mayoría de los casos. Los niveles económicos de aplicación se estiman entre 160-200 libras de nitrógeno por manzana. Niveles inferiores como 50-70 libras de nitrógeno por manzana se aplican en siembra al espeque y con baja densidad de población.
- b) Las respuesta del maíz al fósforo (P) son menos frecuentes. Los niveles más económicos de aplicación fluctúan entre 45-90 libras de P_2O_5 por manzana. En suelos que presenten alta deficiencia en este elemento, se pueden utilizar niveles mayores, siendo estos de 80 a 100 libras de P_2O_5 por manzana.
- c) Las respuestas a las aplicaciones de potasio (K) son muy esporádicas. Los niveles más económicos de aplicación se estiman entre 20 y 80 libras de K_2O por manzana. Dichas respuestas están a menudo asociadas a la interacción N y P, en parcelas con altos rendimientos.

Es importante revisar completamente el campo de producción en busca de signo que indiquen problemas de deficiencia de nutrientes. Para esto en primer lugar observemos la apariencia general del campo y comparémoslo con la apariencia de un campo normal y saludable. El siguiente paso es arrancar plantas aquí y allá e inspeccionar cuidadosamente las hojas, el tallo y las raíces. Más adelante en el ciclo, examine las mazorcas para ver como están desarrollándose para detectar situaciones anormales. Durante la cosecha, revise las mazorcas a medida que llegan del campo. Observe particularmente mazorcas pequeñas, torcidas y que no se hayan llenado completamente, así como en el campo plantas que no hayan producido mazorca. Estas señales indican deficiencias severas en el maíz.

Recuerde que cuando aparece un síntoma de mala nutrición, particularmente de los nutrientes primarios de la planta el suelo esta completamente agotado. Un buen técnico no puede permitir que las plantas agoten completamente las reservas alimenticias del suelo. La combinación de una fertilización apropiada, basada en el análisis de suelo junto con otras prácticas de buen manejo mejoran la rentabilidad del cultivo.

Fórmulas de fertilizantes y modo de aplicación

El fósforo (P) y el potasio (K), son nutrientes que no se pueden suministrar separadamente al suelo. Estos elementos se encuentran mezclados en los fertilizantes completos. La fórmula fertilizante se identifica por una numeración de tres cifras Ej.: 12-30-10 es decir que hay 12 partes de nitrógeno, 30 partes de fósforo y 10 partes de potasio en cada 100 libras de producto comercial.

Para la siembra de maíz se recomienda la fórmula 10-30-10 en dosis de 2 quintales por manzana, aplicado al momento de siembra, al fondo del surco evitando el contacto con la semilla, tapándolo con una ligera capa de tierra.

El nitrógeno puede suministrarse aparte, siendo el producto más utilizado la Urea 46%. Se recomienda aplicar hasta 4 qq de Urea por manzana, este puede ser aplicado junto con el fertilizante completo, al momento de la siembra si el terreno es arcilloso o pesado. Se pueden realizar aplicaciones totales de nitrógeno a los 30 días después de la emergencia. Si las condiciones del terreno es arenoso o suelto, la aplicación del nitrógeno se recomienda fraccionada, la mitad a los 15-20 días después de emergencia, y la otra mitad a los 30-40 días después de la emergencia. La aplicación de estos fertilizantes debe hacerse con el cuidado de no hacer contacto con el tallo para no causar quemaduras a la planta.

Cuando la siembra es al espeque, al momento de la siembra se hacen dos hoyos, separados por una distancia aproximada de cinco pulgadas, colocando en un hoyo la semilla y en el otro el fertilizante completo. La urea se aplica en bandas a la orilla de la planta.

ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

Del buen establecimiento del cultivo depende el éxito de obtener elevados rendimientos, lo que determina que es necesario realizar una buena preparación del suelo. Es también importante planificar las labores preliminares que hay que realizar para lograr cumplir con los objetivos de la labranza. Son "labores preliminares" aquellas que nos permiten manejar el cultivo eficientemente de forma mecanizada, desde el momento de siembra hasta la cosecha. Estas labores dependerán de las características del terreno que se utilice.

Preparación del suelo.

El motivo principal de la preparación de suelo es el de formar una cama de siembra adecuada para depositar la semilla, permitir una buena germinación y emergencia de las plántulas, logrando así una buena densidad inicial de plantas, y al mismo tiempo eliminar las malas hierbas.

En todas las regiones maiceras la principal labranza va orientada a la creación de una capa de tierra mullida. La profundidad de esa capa varía desde 12 hasta 30 cm. Sin embargo la profundidad de la labranza principal depende también del nivel de mecanización y de los implementos que se usan.

En la preparación de terrenos para siembra de maíz se usan varios métodos, y cada uno de ellos presentan ventajas y desventajas. Estos métodos de labranza están acondicionados a las diferentes condiciones edafológicas prevalecientes en el país, sin embargo, será necesario aplicarlos con criterios, puesto que hay tipos de suelos que necesitan mejores cuidados de preparación que otros de acuerdo con la clase de terrenos y tipos de implementos disponibles, teniendo siempre como objetivo principal en el uso de cualquiera de ellos el de evitar la erosión del suelo por aire y el agua.

La preparación del suelo para la siembra del maíz se puede hacer utilizando tres sistemas de labranza: La labranza completa, labranza mínima y cero labranza.

Labranza completa o convencional

Para obtener buenos resultados hay que elaborar un plan de preparación de suelo que se adapte a nuestras condiciones y que comprendan las labores siguientes: incorporación temprana de rastrojos, con un pase de arada profundo (roturación del suelo), inmediatamente después de las cosechas, seguido de las labores de pulverización y nivelación del suelo. Cuando la preparación contemple las labores de roza-quema-limpia, se recomienda efectuar las labores con anticipación a las lluvias para lograr una buena preparación. Con este sistema el éxito reside en una buena quema, que la basura esté bien seca y tenga a la siembra un suelo libre de malezas e insectos.

La roza o limpia, consiste en quitar del terreno toda la maleza y los rastrojos o residuos de cosechas anteriores que quedan en el suelo. Las malezas tiernas hay que dejarlas en el terreno para incorporarlas con el arado.

La roturación del suelo consiste en pasar el arado profundo para romper el suelo. Este primer pase sirve para romper el suelo y voltearlo. Con esta labor al voltear el suelo todos los insectos que salen a la superficie se mueren o son eliminados por los pájaros.

La pulverización del suelo consiste en pasar dos o tres veces la grada para desmenuzarlo, incorporando al suelo todas las malezas. Después de la pulverización del suelo se debe dejar un tiempo hasta que las malezas se hayan descompuesto bajo tierra. El banqueo o nivelación consiste en crear un relieve que permita un manejo eficiente de la maquinaria en el momento de la siembra. Es importante tomar en cuenta las condiciones climáticas para un buen resultado de la labor de pulverización.

La labranza completa se puede hacer en terrenos cuya topografía lo permita, es decir en terrenos planos o de poca pendiente. La desventaja de este tipo de labranza es que el suelo presenta mayores riesgos de erosión, tanto por efecto del agua como por el viento. Como ventaja de este sistema, podemos mencionar, la destrucción de insectos plagas y malezas, en los varios pases de maquinaria para preparar la cama de siembra.

Resultados de estudios realizados por el **PROGRAMA DE DESARROLLO TECNOLÓGICO** para los granos básicos en la cuarta región del país con la participación de 154 productores (cooperados y productores privados), se encontró que existe un efecto de la labranza en la obtención de buenos rendimientos en el cultivo de maíz, debiendo atenderse no solamente la labor a desarrollar para preparar la cama de siembra, sino también las condiciones de clima, el momento y el rango de tiempo entre una labor y la siguiente. Los resultados obtenidos (cuadro 5), señalan que obtuvieron mejores rendimientos aquellos agricultores que dejan un mayor tiempo entre una labor y otra cumpliendo con los objetivos para lo cual se realiza cada actividad.

Cuadro 5 Preparación de suelo en productores de maíz de la cuarta región.

Clases de Rendimiento	Labores de Preparación de Suelo (DAS)				Fecha de Siembra
	Chapoda	Arada	Grada 1	Grada 2	
-40 qq/mz	55	30	15	7	16/6
41 a 55 qq/mz	57	41	23	13	22/6
56 a 70 qq/mz	97	77	34	16	26/6
+ 71 qq/mz	104	78	20	8	21/6

Labranza mínima

Es otra forma de preparar el suelo para la siembra de maíz. Vale la pena mencionar que el cultivo del maíz es el que mejor se presta para el método de preparación de labranza mínima. Los objetivos de aplicar este sistema son; ahorro de dinero, aumento de la penetración del agua en el suelo, reducir la compactación.

Este sistema deberá adaptarse a las características del suelo, y en países con mayor desarrollo en la agricultura esta relacionado con el uso de equipos que realizan dos o mas a un mismo tiempo Ej.: arado siembra; siembra en la huella del tractor de un suelo recién arado. En nuestro país este sistema de labranza esta relacionado con la reducción del uso de la maquinaria para preparar la cama de siembra.

Labranza cero

El sistema de cultivo sin labranza muchas veces aumenta los rendimientos en maíz cuando se efectúa en tierras de buen drenaje, los resultados han sido opuestos cuando se ha intentado en suelos que no tienen un buen drenaje natural. En estudios desarrollados en los EE.UU en suelos con drenaje adecuado los rendimientos en lotes sin labranza fueron superiores al de lotes arados.

Ensayos efectuados por muchos años en los EE.UU con diferentes tipos de suelo, utilizando la cero labranza se han obtenido incrementos en el rendimiento hasta en un 26% en comparación con los sistemas de laboreo tradicional. Este sistema de labranza solo se utiliza en los lugares con mucha pendiente o muy ondulados, donde el uso del arado causa la erosión.

Cuando se utiliza este sistema de labranza, se hacen aplicaciones de herbicidas después de rozar el terreno. Los herbicidas que se recomiendan para ser usados son: El GRAMOXONE, que es un producto químico que actúa por contacto (quemante), mezclado con GESAPRIM en polvo para darle mejor efecto a la aplicación y tener un mejor control sobre la maleza emergente.

Probablemente son varias las causas para que las parcelas sin labranza dieran más maíz que las aradas. Se erosionan menos, y es posible que la estructura del suelo permaneciera en mejor estado, además las plantas en los lotes no arados contaron con más humedad que las cultivadas donde se roturó el suelo, sin embargo se considera que existe otras causas todavía desconocidas.

Esta labranza se diferencia de las anteriores en que no se utiliza maquinaria para preparar la cama de siembra, consiste en la siembra del cultivo sin efectuar labores previas de preparación del suelo, mediante la aplicación de herbicidas apropiados, disminuyendo los costos de producción, además de conservar la humedad del suelo.

Desinfección del suelo

El objetivo de esta práctica es controlar los insectos plagas que están en el suelo y pueden perjudicar el establecimiento del cultivo. cuando se prepara el suelo usando el sistema de labranza convencional o labranza mínima se debe aprovechar la labor de gradeo para la desinfección del suelo. Los insecticidas más utilizados para esta práctica son los granulados y la dosis de producto comercial a utilizar por manzana dependerá de la concentración del producto. Los más utilizados son: el VOLATON, el LORSBAN, el FURADAN etc.

El insecticida se debe aplicar al voleo procurando que se distribuya uniformemente en toda la manzana . En seguida se da el segundo pase de arado para incorporar el insecticida al suelo. Esta actividad puede realizarse al momento de la siembra si la maquinaria que se utiliza para la siembra lo permite. Cuando se siembra al espeque o mejor dicho cuando se usa el sistema de cero labranza, antes de depositar la semilla, se coloca una pequeña cantidad de insecticida al fondo del hoyo, colocamos la semilla y tapamos.

Época y condiciones óptima de siembra.

Existen en Nicaragua un número variado de épocas de siembra que están de acuerdo a la zona o región. De manera general podríamos citar las siguientes épocas de siembra: Primera, postrerón, postrera, apante y riego.

La épocas de siembra de primera y la de postrerón, son las que tienen mayor importancia, ya que experiencias de muchos años de la producción maíz para consumo doméstico y comercial, han demostrado que en estas épocas es donde existen las mejores condiciones ambientales para obtener los mejores rendimientos en el cultivo.

Época de primera

Se efectúa en el período de mayo a junio y es recomendada para agricultores que utilizan la misma parcela para dos siembra sucesivas en el mismo ciclo agrícola. En esta época se recomienda utilizar variedades intermedias o precoces en la faja del pacífico central, y norte del país . En las zonas más húmedas como la Costa Atlántica puede utilizarse con éxito semillas seleccionadas de variedades criollas (variedades locales).

Época de postrera

Esta comprendida entre los meses de agosto y septiembre. se debe tener cuidado con el ataque de plagas. Esta época no se recomienda utilizarla en las zonas del pacífico ya que durante este periodo se presentan altas densidades de población de chicharrita (Dalbulus maidis), vector de las enfermedad de achaparramiento en

maíz. En esta zona se podrá cultivar maíz cuando se cuente con variedades que presenten un alto grado de tolerancia a esta enfermedad. En la zona central y norte se recomienda indistintamente variedades precoces, intermedias o tardías y en las zonas más húmedas se recomienda la utilización de variedades criollas.

Época de postrerón (Época intermedia)

Se realiza en el mes de julio y se considera la época de siembra más importante para la producción comercial del grano dado que se tiene para este periodo mayor actividad y mejor distribución de la precipitaciones

Se recomienda durante este periodo utilizar variedades intermedias, tardías e híbridos comerciales de alto rendimiento, para aprovechar mejor la capacidad productiva de los suelos que generalmente se dedica a esta siembra.

Época de riego

Lo más conveniente es realizar esta siembras en el periodo comprendido entre el 15 de enero y 15 de febrero con el propósito de aprovechar las disminuciones de las poblaciones de insectos que normalmente ocurren en este periodo. Las siembras de riego más tempranas a este periodo sufren fuertes ataques por insectos lo que ve reducido sus rendimientos.

Esta siembra son más conveniente para el propósito de producir semillas mejoradas o maíz amarillo para la producción de alimentos balanceados, y disponer de un buen mercado que asegure cubrir los costos de producción. La producción de maíz de riego se practica principalmente en grandes extensiones, pudiendo utilizarse el riego ya sea complementario o total.

Época de apante

Se realiza en los meses de octubre, noviembre y parte de diciembre, en aquellas zonas donde la estación lluviosa tenga una duración mayor de seis meses. Esta época de siembra tiene poca importancia, para la producción comercial de grano ya que son muy pocas las áreas que se dedican para esta época de siembra.

Recomendaciones para determinar la época de siembra

Existen algunas recomendaciones generales a tomar en cuenta, para realizar con éxito la labor de siembra y disminuir los riesgos de pérdida por una mala decisión al momento del establecimiento del cultivo. Estas recomendaciones son las siguientes:

- a. No se precipite para establecer su cultivo, siembre hasta que la época lluviosa este establecida.

- b. No siembre en terrenos secos esperando que el maíz germine con las primeras lluvias. Se corre el riesgo que las primeras lluvias sean insuficientes para que la semilla germine y emerja.
- c. Siembre cuando el terreno haya acumulado suficiente humedad para que la plantación se pueda establecer y desarrollar normalmente.

Densidad y cantidad de material de siembra por manzana

La densidad de siembra en el cultivo está condicionada por varios factores entre los que se pueden señalar: humedad disponible, la fertilidad natural, variedad a sembrar y el uso de la producción en forma de chilote, elotes, grano o forraje.

Lo importante a considerar al momento de siembra es poder establecer densidades de siembra óptima, considerándose esta como la que permite a un cultivar producir mayor rendimiento en grano cuando se desarrolla en condiciones no limitantes, lo que casi nunca sucede en el campo de los productores. Esta densidad de siembra óptima es distinta para variedades diferentes y debe ser determinada para las variedades más importantes en la región. Para conseguir una buena densidad de siembra inicial se debe de utilizar de 25 a 30 lb de semillas por manzana, recomendándose la cantidad de 30 lb para siembra mecanizadas y 25 para siembras manuales.

La densidad de siembra final es importante para la obtención de elevados rendimientos y esta estrechamente relacionado con la dosis de material de siembra utilizado. Estudios sobre densidad realizados en la cuarta región del país, estiman que la densidad final que se logra para manejar el cultivo se estabiliza aproximadamente 40 días después de la emergencia, siendo esta la densidad poblacional que influye en los rendimientos del cultivo. Lo que significa que es necesario establecer poblaciones iniciales elevadas que permitan obtener densidades finales óptimas.

Se considera que las pérdidas desde el momento de la emergencia hasta los 40 días son de aproximadamente un 20-25% de la densidad de siembra inicial, debido a distintos factores entre los que podemos mencionar ataque de pájaro después de la siembra, ataque de plaga después de la emergencia, pérdidas de plantas por labores agronómicas, etc. Se debe considerar este valor para determinar la cantidad de material a utilizar al momento del establecimiento de nuestro cultivo.

Los resultados de estos trabajos estiman que los mejores rendimientos, se logran manejando densidades iniciales por encima de las 55.000 plts. por manzana, siempre y cuando las condiciones de suelo, clima y nivel de tecnología lo permitan. Los resultados del seguimiento al comportamiento de las poblaciones, se reflejan en el cuadro 6, donde se puede observar que las pérdidas en la población de plantas establecidas están en un rango de 22% a 30%, siendo mayores las pérdidas donde las densidades iniciales fueron más elevadas.

Cuadro 6 Comportamiento de la población de plantas de maíz.

Clases de rendimiento	Población inicial 1000 plt/mz	Población final 1000 plts/mz
- de 40 qq/mz	46	35.97
41 a 55 qq/mz	47.84	38.19
56 a 70 qq/mz	55.91	41.24
+ 71 qq/mz	63.13	43.97

Fuente: Programa de Asistencia Técnica Dirigida (PATD) IV Región.

El cuadro 7 resume los resultados obtenidos al comparar los rendimientos obtenidos por los productores, agrupados en clases de rendimiento y las densidades de población finales en el campo, pudiendo notarse que al aumentar la población aumentan los resultados de rendimiento. Sin embargo en este estudio las poblaciones por encima de las 44.000 plts/mz afectan los rendimientos.

Cuadro 7 Rendimiento logrado por poblaciones finales en campo.

Densidades 1000plts/mz	Rendimiento qq/mz
- 36.00	44.25
37.00 a 40.00	30.39
41.00 a 44.00	68.36
+ 44.00	67.02

Fuente: Programa de Asistencia Técnica Dirigida (PATD) IV Región.

Método y distancia de siembra

La siembra puede realizarse manual o mecanizada, dependiendo del sistema de siembra que se utilice. Para siembras mecanizadas utilizando variedades precoces se recomienda distancia entre surco de 75 cms (30 pulgadas) y entre planta 15 a 20 cms (6-8 pulgadas), obteniéndose poblaciones de aproximadamente 50.000 plantas por mz para variedades intermedias y tardías se recomienda distancia de 82 a 90 cms (33-36 pulgadas) entre surcos y 15 a 20 cms (6-8 pulgadas) entre plantas. logrando densidades de 37 a 45 mil plantas por mz.

Siembras a mano con variedades precoces se recomienda distancia entre surcos de 75 cm y de 30 a 35 cm. entre golpe. En cada golpe depositar de dos a tres semillas para lograr poblaciones encima de las 45 mil plantas por mz. para variedades tardías e intermedias se recomiendan distancias de 82 cm entre surco y 30 a 40 cm entre planta, depositando de dos a tres semillas para obtener poblaciones de aproximadamente 40 mil plantas por manzana.

La siembra con maquina se realiza con maquinas de tipo convencional, en este tipo de siembra la maquina deposita la semilla a chorrillo al fondo del surco, debiendo calibrarse la sembradora para depositar el numero de semilla que se necesita por metro lineal para lograr una densidad de población óptima. La maquina sembradora que se puede utilizar puede ser de rueda motora o de precisión debiendo regularse para obtener la cantidad de semilla necesaria por metro lineal.

Profundidad de siembra

En términos generales la profundidad a que debe quedar la semilla es de 2 a 3 pulgadas en suelos livianos, o sea suelos francos, sueltos y suaves. En suelos pesados o arcillosos la semilla se debe sembrar a una profundidad de 1.5 a 2 pulgadas.

Sin embargo, esta profundidad depende del grado de preparación de suelo y su contenido de humedad al momento de siembra. Es importante sembrar la semilla a la profundidad recomendada. Si las semillas se siembran a mayor profundidad las plántulas posiblemente no salgan a la superficie y mueran. Si las semillas se siembran a menor profundidad quedará al alcance de los pájaros y ratas sin llegar a germinar. Muchos agricultores que siembran la semilla a mayor o menor profundidad de la recomendada, echan la culpa a la calidad de la semilla cuando ésta no nace.

Prácticas para una producción sostenible de maíz

A nivel mundial, surge una forma creciente de consenso, de la necesidad de definir nuevas estrategias para asegurar una producción estable de grano y considere un mínimo de impacto ambiental. En este contexto la sostenibilidad considera a la agricultura como un sistema que contempla componentes, económicos, sociales y ecológicos. Este enfoque para entender mejor la problemática agrícola se denomina agroecología y considera a los ecosistemas agrícolas como las unidades fundamentales en estudio.

De lo antes señalado podemos derivar el concepto de "Agricultura alternativa", la que definiremos como la agricultura que intenta proporcionar un ambiente balanceado, rendimientos y fertilidad del suelo sostenidos, y control natural de plaga mediante el diseño de agroecosistemas.

En el diseño de estos agroecosistemas se pueden implementar prácticas como:

- a. Rotación de cultivo
- b. Establecimiento de policultivos (cultivos en franjas)
- c. La utilización de la fertilización orgánica

Rotación de cultivo

Las rotaciones culturales son prácticas agronómicas que disminuyen los problemas de malezas, insectos y enfermedades, aumentando la disponibilidad de nutrientes en el suelo y reduce el uso de fertilizantes sintéticos. Estas prácticas junto a sistemas de labranza conservacionista, reducen la erosión edáfica.

Las rotaciones establecen secuencias temporales en las que se obtienen aportes de nitrógeno al suelo al rotarse los cultivos de granos con leguminosas. El efecto sobre insectos, malezas y enfermedades, se logra al romper su ciclo biológico, con el establecimiento de la secuencia de cultivos. Mediante las rotaciones bien diseñadas se puede incrementar los rendimientos, al reducir las necesidades de fertilizante.

Algunos resultados de ensayos de rotación de maíz en secuencia con distintos cultivos establecidos en las localidades de Managua y Masatepe, con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes rotaciones de cultivo sobre el crecimiento y rendimiento del maíz durante la época lluviosa (mayo - noviembre) de la región del Pacífico.

Se llegaron a las siguientes conclusiones:

Los cultivos idóneos para rotarse con maíz en esas condiciones son el frijol y la soya. El maíz, en rotación con estas leguminosas de grano, mostró un mejor engrosamiento de sus tallos, un mayor peso de chilote y una mayor producción de biomasa (paja) que en rotación con el cultivo del sorgo.

La rotación, maíz-sorgo, no se debe establecer en localidades con condiciones edáficas desfavorables, como en Masatepe.

Para las localidades de Masatepe y Managua se determinó un mayor peso seco de rastrojo, al rotar el maíz con leguminosas. Esto comprueba el efecto positivo de las leguminosas como cultivos antecesores del maíz. Por tanto, también es de esperar, que en ambas localidades, si se cultiva este cereal para la producción de granos, se obtendrá un mejor rendimiento en rotación con soya o frijol que en secuencia con sorgo.

En el caso de cultivar el maíz para consumo fresco (chilote/elote), el rastrojo de este cultivo representa una buena fuente de alimento y energía para el ganado durante la época seca. Para ello, es necesario que los pequeños y medianos productores que tienen sistemas mixtos (ganado y cultivos), construyan hornos forrajeros e instalaciones para encilaje.

Establecimiento de policultivos

Esta práctica considera ciertos cambios en los diseños y ordenamiento espacial y temporal de los cultivos, siendo este sistema ampliamente utilizado por los agricultores que consideran que al cultivar varias especies de forma simultánea, pueden lograr mejores condiciones en el manejo de los cultivos. Por ejemplo los cultivos intercalados reducen el efecto de las malezas plagas y enfermedades sobre las especies bajo cultivo, mejoran la calidad del suelo y hacen más eficiente el uso del agua y nutrientes incrementando la productividad de la tierra.

Fertilización orgánica

Una característica de los suelos tropicales son los bajos contenidos de materia orgánica, por efecto de las altas temperaturas y rápida tasa de descomposición. Por lo tanto, hay que hacer el esfuerzo para conservar la poca materia orgánica existente, que es esencial para la capacidad productiva de los suelos tropicales. La manera tradicional de aumentar la materia orgánica del suelo es agregando materiales frescos sin descomponer como estiércol, compost o materiales vegetales incorporados como abono verde. La aplicación de estiércol es una práctica muy antigua.

Los residuos de planta constituyen una parte muy importante de un suelo productivo, sirve como fuente de energía para el crecimiento de los microorganismos del suelo.

La mayoría de los abonos orgánicos (de origen animal o vegetal) contienen varios elementos nutritivos principalmente nitrógeno y fósforo así como pequeñas cantidades de potasio y elementos menores. Sin embargo los fertilizantes orgánicos no deben valorarse únicamente por su contenido en nutrientes, sino por el efecto sobre las propiedades del suelo, ya que estas mejoran la estructura del suelo, su aeración y capacidad de retención de agua, activan los procesos microbianos; junto con ellos actúan como reguladores de temperatura, retarda la fijación de ácido fosfórico mineral y suministra producto de descomposición orgánico que incrementa el crecimiento de las plantas. Así mismo representa una fuente de lento suministro de nitrógeno, y ejerce con ello una favorable influencia sobre los contenidos proteicos de las plantas.

A los abonos orgánicos de origen vegetal pertenecen: abonos verdes, la turba, todos los residuos de distintos vegetales, residuos vegetales de la industria como son el bagazo de caña de azúcar y la cachaza. A los abonos orgánicos de origen animal pertenecen los guanos, gallinaza, deyecciones humanas y de animales.

La práctica de hacer uso de los abonos orgánicos de origen animal representa una alternativa para los sistemas de producción utilizados por pequeños productores, si se toma en cuenta que es normal que el agricultor cuente con dos o tres animales encerrados por la noche en corrales y que cada uno puede llegar a producir hasta diez toneladas de desechos en el año.

Para abono verde se utilizan principalmente las leguminosas entre las que podemos señalar: frijol mungo (*Vigna radiata*), frijol caballero (*Labiab purpureuns* sin. *Dolichos lablab*), frijol de chancho o canavalia (*Canavalia eusiforme*), frijol cowpea o frijol de vara (*Vigna unguiculata*), el frijol terciopelo (*Mucuna* sp o *Stilozobium* sp) y el gandul (*Cajames cajan*).

RIEGO

En el mundo la mayor parte del maíz se cultiva sin riego, pero a medida que los agricultores más evolucionados se acercan a los límites del rendimiento mediante el empleo de mejores técnicas para producir con el uso de: variedades híbridas, densidades de siembra óptimas, eficiencia en el control de la maleza y en el uso de los fertilizante, se preguntan si el paso siguiente para alcanzar mayores rendimientos no lo constituye el uso del riego en el manejo del cultivo.

En realidad, en las regiones adecuadas para ello el maíz es el principal cultivo de campo regado, y aunque posee un valor por hectárea relativamente alto, aprovecha con eficacia el agua que se le suministra y responde ampliamente al suministro de pequeñas cantidades en épocas críticas del desarrollo de la planta.

El agua es el factor más importante que limita la producción de este cultivo, y el riego permite regular este factor de la producción, pero en grado variable. Si se usa el agua de riego de forma eficaz se puede producir 140 kg de maíz por cada 100 m³ de agua aplicada.

Con un riego poco eficaz, y con igual cantidad de agua utilizada en riego sólo se producen unos 50 kg de maíz, lo que supone una diferencia de 90 Kg por cada 100 m³ de agua aplicada. Las cifras anteriores muestran la gran importancia que tiene un buen uso del agua para cada agricultor.

La eficiencia de riego es la relación que existe entre la cantidad de agua aplicada al campo y la cantidad de agua que realmente queda acumulada en la zona ocupada por las raíces. Un agricultor que use técnicas adecuadas de riego puede obtener una eficiencia del 70 al 80%.

El agua de riego se pierde de tres maneras: (1) por evaporación del agua superficial y la existente en los 15 cm superiores del espesor del suelo; (2) por percolación profunda del agua que penetra más abajo de la zona ocupada por las raíces; (3) por escurrimiento durante el riego.

En los suelos arenosos con gran velocidad de infiltración y poca capacidad de retención de agua, la mayor parte de las pérdidas se deben a la percolación profunda. En los suelos arcillosos los principales problemas son la infiltración lenta y el escurrimiento superficial. Es necesario mantener el agua en los surcos hasta tres días para que la humedad penetre a una profundidad de 60 a 90 cm.

Para obtener una infiltración mejor en todas las partes de un campo, éste debe tener una pendiente uniforme. En la mayoría de los campos se necesita una buena nivelación, no sólo para lograr esta pendiente uniforme, sino también para obtener un buen drenaje.

Uso del agua por el cultivo

Para poder aplicar la cantidad adecuada de agua en el momento oportuno, necesario conocer los hábitos del desarrollo radicular y las necesidades de agua del maíz. En un suelo de textura uniforme, las raíces de las plantas de maíz a las cuatro semanas pueden penetrar hasta una profundidad de 45 cm y extenderse lateralmente casi hasta la línea contigua del maíz es decir a 1.0 metros.

Seis semanas después de la siembra, suelen hacerse surcos relativamente profundos para el riego y esto puede dar origen a una intensa poda de las raíces. Para reducir al mínimo este inconveniente, se recomienda utilizar cultivadoras de discos ya que profundizan menos y se obtiene un tipo de surco adecuado.

Es conveniente dar un riego después del último pase de cultivo, para que las plantas crezcan al mayor ritmo posible. Sin embargo si existe suficiente agua en la zona ocupada por las raíces, se debe tener el cuidado que el agua no penetre a profundidades mayores de 40 cm., ya que en esta época una aplicación de agua más intensa, puede arrastrar el nitrógeno a capas más profundas de las ocupadas por las raíces.

Después de las labores de cultivo, el maíz entra en una fase de crecimiento rápido. Durante este tiempo planta utiliza más del 70% de los elementos nutritivos y del agua que necesita durante todo el ciclo vegetativo.

Al llegar a las ocho semanas de edad, cuando se inicia el espigado, algunas raíces pueden haber penetrado hasta una profundidad de 1.2 mts. o más en un suelo profundo. Sin embargo la mayor actividad del sistema radicular estará en los primeros 90 cm del suelo. Una penetración del agua a profundidades mayores a 90 cm. puede causar pérdidas de nitrógeno inmediatamente utilizable. La cantidad de polen derramado y el número de ovarios en condición de ser fertilizados, se determina durante este período.

El maíz con una capa activa radicular eficaz de 1.5 cm. de espesor, la extracción es sensiblemente igual más abajo de los 60 cm. superiores del suelo. El mayor consumo de humedad en los 30 cm. superiores del espesor del suelo, se debe no solamente a la extracción que realizan las raíces, sino también a la evaporación desde los 15 cm. superiores.

Cuando regar

Existen tres vías para decidir cuándo regar:

1. El uso de tensiómetro para medir la humedad disponible en el suelo, para ser usado por la planta. Si se instalan y atienden adecuadamente, proporcionan una buena orientación para planear los riegos y el uso eficaz del agua.

2. Juzgue por el método de formar una "pelota" al tacto con el suelo. Se ha utilizado aproximadamente un 50% del agua disponible, a la profundidad de 20 cm cuando:

- al ser presionado a mano un suelo franco-arenoso no forma pelota.
- un suelo limoso o franco limoso hace una pelotita pero se desgrana.
- un suelo arcilloso o franco arcilloso es flexible, pero aparecen grietas en las pelotas formadas.

Se necesita mucha experiencia para utilizar este método con seguridad.

3. Lleve un registro del balance híbrido. Para esto se necesita saber:

- Cuanta agua útil puede retener el suelo por cada 30 cm. de profundidad.
- Cuanta agua pierde diariamente por evaporación desde el suelo y por transpiración del cultivo.

Con esta información se mantiene una cuenta del equilibrio de agua y planifica el riego cuando desaparece la mitad del agua disponible en la zona radicular.

Métodos de riego

La elección del mejor sistema de riego para una zona: por surco, inundación, aspersión etc, depende de las condiciones locales.

Riego por surco

Frecuentemente usado debido a la gran cantidad de cultivo que se siembran en hilera. El sistema de riego por surco se emplea en cultivos tales como caña de azúcar, maíz, tomate, tabaco y otros cultivos que se realizan en hileras. En este caso, se distribuye el agua en el campo mediante surcos. Los surcos tienen una profundidad de 20 a 30 cm. En terrenos nivelados, los surcos son rectos. En el caso de terrenos ondulados, los surcos siguen las curvas de nivel.

Riego por aspersión

A diferencia del sistema de riego por surco, el riego por aspersión no incluye un acondicionamiento del terreno. El suministro de agua no depende de la gravedad, pues su aplicación se realiza en forma de lluvia por presión hidráulica. La instalación consta de una bomba, una o más líneas principales y laterales con aspersores. El sistema de irrigación por aspersión no requiere más que la eliminación de las irregularidades del terreno, solo en caso de pendiente fuerte, se deben establecer cultivos en terrazas. La máxima pendiente tolerable para aplicar el riego por aspersión será hasta el 20%.

Riego por pivote central

Es un tipo de equipo de riego por aspersión. Se encuentra clasificado en los equipos del movimiento continuo. Este equipo de riego por aspersión consiste en un lateral con aspersores, generalmente es de 400 m de largo y se mueve en forma circular pivoteando por el punto por el cual entra agua en el sistema. Debido a que la parte exterior gira más rápidamente que la parte central, el gasto de aplicación por unidad de longitud del lateral varía en proporción directa a la distancia al pivote central, para que de esta manera sea posible obtener una distribución uniforme del agua en toda el área irrigada.

SANIDAD

La producción de grano en la planta de maíz se ve afectada durante su desarrollo por factores como: malezas, plagas, enfermedades.

Malezas

Una de las causas determinantes de los bajos rendimientos en el maíz, es la fuerte competencia de las malezas, de crecimiento particularmente rápido en nuestras condiciones del trópico. Existiendo sin embargo métodos de probada eficiencia para contrarrestar el efecto de estas sobre el cultivo.

Las razones por la que es necesario un buen control de maleza son:

1. La maleza germina y brota más rápidamente que la semilla del maíz.
2. La maleza consume nutrientes y humedad del suelo, que la plantita de maíz necesita indispensablemente para su propio crecimiento.
3. La maleza compite con el maíz por el espacio y la luz.
4. La maleza favorece y ayuda a propagar enfermedades y plagas de insectos.

5. Una cosecha mecánica se dificulta en un campo enmalezado.
6. La maleza influye negativa sobre el rendimiento y la calidad del maíz.

Control de malezas

La forma más eficaz de controlar la maleza es a través de una adecuada combinación de los métodos culturales, mecánicos y químicos. Cualquiera que sea el programa de control lo importante es iniciarlo con un eficiente manejo de rastrojo y una buena preparación de suelo, para reducir la población potencial de malezas en los primeros días de desarrollo del cultivo.

Un aspecto muy importante a tomar en cuenta para realizar un eficiente manejo de la maleza es el manejo agronómico del cultivo, ya que la presencia de malezas depende de factores como la densidad de siembra y la aplicación de fertilizantes.

La aplicación de fertilizantes en el cultivo sin una practica complementaria de control de la maleza, da como resultado la aparición de malezas dominantes (nitrófilas), lo que disminuye la eficiencia de la practica de fertilización. Los beneficios que se pueden lograr con el manejo de la maleza son: una reducción en los riesgos de erosión en los suelos dedicados al cultivo; contribuye a un mejor crecimiento en los primeros estadios de la planta.

Control Mecánico

Un buen programa de control de malezas se inicia con la oportuna y adecuada preparación del suelo. La incorporación temprana de rastrojos y la destrucción de los elementos reproductivos de la maleza, a través de la descomposición de los residuos orgánicos, determinan una reducción apreciable de la población de malezas. Además si la practica de incorporación de rastrojos es temprana, las sucesivas poblaciones de malezas pueden destruirse con las subsiguientes operaciones, previas a la siembra.

Control Químico

Para realizar un eficiente control químico de malezas es necesario conocer: La cenosis de las maleza y la fenología del cultivo. Se ha determinado que la competencia que existe entre el maíz y la maleza hasta que la planta está en estado de cuatro hojas, no afecta el rendimiento en grano, debiéndose en este momento realizar el control químico de la maleza.

Es importante señalar que el control químico es un método más de control de malezas, no es el único y de ninguna manera el más efectivo. Ningún herbicida es totalmente eficiente para controlar las diversas especies, recomendándose emplear en algunos casos mezcla de herbicidas.

Los productos recomendados para el control de malezas en el cultivo son los siguientes: Para el control de hoja ancha **GESAPRIN 500 (ATRAZINA)** aplicarse en pre-emergencia, o en post-emergencia en bandas de 15-20 cm. cuando la planta de maíz presenta cuatro hojas formadas. Los productos utilizados son: **DUAL 960E (METALACLOR)**, **LASSO 50 (ALACLOR)**, **PROWL 500 EC (PENDIMENTALIN)**, en aplicaciones de pre-siembra o presiembra incorporado. Cuando en el campo hay presencia de gramíneas y hoja ancha se recomienda utilizar mezclas de productos como **GESAPRIN 500 + PROWL 500 EC**, **GESAPRIN 500 + LASSO 50**, **PRIMEXTRA** aplicaciones de pre-emergencia.

Insectos y Enfermedades

Las pérdidas ocasionadas a los rendimientos de los cultivos por efecto de las plagas a nivel mundial se estiman entre un 40 y 48% con pérdidas en el campo de hasta un 33 a 35% y en post cosecha de un 10 a 20 %.

Experimentos recientes reportados en las memorias del PCCMCA, donde se comparó el rendimiento en parcelas no tratada con el rendimiento en parcelas en la que los insectos fueron cuidadosamente controlados, indica que las pérdidas ocasionadas por los insectos eran de más o menos un 35 % a nivel de Centro América. Las pérdidas causadas por plagas y enfermedades en el cultivo del maíz son cuantiosas, y dañan al cultivo de distintas formas:

- a) Las plagas y enfermedades que atacan el área foliar reducen la producción de carbohidratos.
- b) Las que atacan el tallo dificultan la cosecha y hacen a la planta más susceptible al acame.
- c) Las pudriciones de mazorca y grano disminuyen los rendimientos, el valor nutritivo y la calidad del producto a cosechar.

Control de insectos

La importancia del control de los insectos plagas es evitar los daños que causan a la planta de maíz en las diferentes fases de su crecimiento y desarrollo. Prácticamente existen peligros de daños parciales o totales desde el momento en que la semilla es colocada en el suelo hasta la época de cosecha.

La incidencia el insecto plaga en el maíz es muy variable y esta relacionada con varios factores que determinan la presencia y la densidad de la población. Entre estos factores podemos señalar culturales y de control químico. Los primeros son: el grado de preparación de suelo, control de los hospederos alternantes, la selección conveniente de la fecha de siembra, y la rotación de cultivos entre otros, si estos

factores se manejan eficientemente. el control químico se limitara a mantener el nivel de insectos dañinos en niveles que no afecten económicamente los rendimientos ni modifiquen significativamente la población de insectos benéficos. Por lo antes expuesto es de urgencia activar más las investigaciones del control biológico. Sin embargo, al contemplar los hechos del momento no hay más recurso que realizar el control mediante el uso de insecticida u otras prácticas.

Un recurso que no se ha potenciado lo suficiente, es la aplicación del fitomejoramiento para obtener variedades resistentes. Algunos trabajos que se han publicado mencionan que no hay manera más económica o deseable para controlar insectos que mediante el uso de variedades de plantas que resistan su ataque.

La causa de la resistencia de las plantas a los insectos, usualmente es compleja y varía con cada insecto y cultivo. Painter sugirió tres factores relacionados entre sí, los cuáles influyen en la resistencia a los insectos :

Falta de preferencia, denota los caracteres de las plantas que motivan que los insectos eviten una planta para ovipositar, alimentarse de ella o guarecerse .

Antibiosis, se usa para describir aquellos efectos adversos en el desarrollo de los insectos que resultan cuando una planta hospedera resistente se usa para alimento. El resultado puede consistir, fecundidad reducida, disminución del tamaño, duración de vida anormal, o muerte prematura. Usualmente se considera que la antibiosis tiene su origen en la carencia de algunos nutrientes en la planta, necesarios para el desarrollo de los insectos. Sin embargo, sustancias químicas específicas incluyendo las tóxicas, pueden a menudo ser las causantes. Beck, por ejemplo demostró que algunas sustancias químicas encontradas en los híbridos de maíz resistentes, pueden actuar como tóxicas para el perforador europeo del maíz.

Tolerancia, es la capacidad de una planta para soportar una infestación intensa de insecto sin un perjuicio serio permanente. La falta de preferencia y la antibiosis son principalmente una respuesta de los insectos, y la tolerancia es una reacción de la planta. Tolerancia puede deberse a que las plantas no son afectadas por las toxinas inyectadas por los insectos. Las características físicas de una planta pueden también influir en la resistencia a los insectos, la gran pubescencia en algunas variedades de maíz parcialmente se considera como fuente de resistencia al gusano peludo (*Estigmenea acrea*, Drurg). La longitud y apertura de la tusa son importantes en la reducción del daño causado por el gusano del elote (*Heliothis zea*, Baddie).

Existen numerosas formas para controlar plagas clasificándose de la siguiente forma:

- I. Causas Naturales, Físicas y Biológicas.
- II. Métodos de combate artificial: mecánicos, físicos, culturales químicos.

Causas Naturales, físicas y biológicas

El combate natural, es aquel en el que intervienen las condiciones climáticas (frío, calor, lluvia heladas) y los enemigos naturales, entre los que se encuentran los peces, aves, reptiles y mamíferos, así como los predadores y unidos a estos enemigos naturales se encuentran los parásitos, hongos, bacterias y virus que producen enfermedades que destruyen los insectos.

Métodos de combate artificial.

Método mecánico, en este método encontramos recolección a mano de los insectos o frutos dañados, utilización de trampas para insectos, o barreras vivas. Estos fueron utilizados por el hombre hasta que la intensidad de la plaga obligo a buscar otras medidas de combate.

Método físico, es aquel que intervienen medios físicos tales como: el calor, el frío, la esterilización por uso de agua caliente y el vapor, el empleo de agua a presión y las inundaciones como en el caso de control de roedores.

Método cultural, en este método se contempla el uso de cultivos trampas, rotación de cultivos, y las labores de preparación del suelo.

Métodos químicos, es el más utilizado sin dejar de considerar que el método biológico artificial es uno de los procedimientos que en algunos casos es más efectivo que el método químico, pero no puede sustituir a este en caso de fuertes infestaciones.

Es importante saber cuando es necesario aplicar, ya que la sola presencia de un insecto que se alimenta de una planta no necesariamente lo hace plaga, se debe por lo tanto estimar la densidad de la población del insecto y la magnitud del daño. Para estudiar los insectos plagas que atacan al cultivo los vamos a dividir en plagas del suelo y plagas de la parte aérea, las más importante son:

Gallina ciega (*Phyllophaga sp*); Gusano alambre (*Aeolus sp*).

Por su característica especial de larga vida bajo el suelo, estos insectos hacen estragos notables en los cultivos. Su movilidad dentro del suelo los hace doblemente peligroso. El daño directo consiste en la mutilación de las raíces. las plantas se tornan amarillentas, su follaje se seca, y frecuentemente mueren en poco tiempo. Los daños ocasionados al cultivo, pueden alcanzar grandes proporciones si estas larvas no son controladas a tiempo. Para el control de estas plagas se recomiendan técnicas de preparación de suelo y la utilización de insecticidas granulados aplicados al voleo, antes de la última pase de grada o al momento de la siembra si el equipo lo permite. Los productos más utilizados son: **FURADAN**, **VOLATON**. las dosis estarán en dependencia de la concentración del producto comercial.

Según Keith (1989) la gallina ciega (*Phyllophaga sp*) es la plaga del suelo más importante en Centro América, conociéndose por lo menos 17 especies del genero *Phyllophaga* que son capaces de causar daño a la planta (King 1984). Los niveles críticos sugeridos por varios autores se detallan en el Cuadro 8 donde predominan especies con ciclo de vida de un año .

Cuadro 8 Niveles críticos para Gallina ciega en maíz en Centro América

Nivel crítico	Muestreo	Referencia
1 larva/2 muestras= 5.5/ m ² o 1 larva/ 2 macollos	5/manzana 30x20x20cm 20 macollo de maleza/mz	MAG/FAO/PNUD
1 larva/	Durante el surcado	Peairs 1980
2,75 larvas grandes o 5,5 larvas medianas/m ²	muestra de 30x20x20 cm y un minimo de 25/campo	Andrews 1984
4 larvas grandes u 8 larvas pequeñas/m ²	-----	King y Saunders 1984

Gusano cuerudo (*Feltia subterranea*)

Esta plaga causa daños al cultivo hasta 25 días después de la emergencia. Al emerger las plantas de maíz, las larvas ya mayores salen de noche de sus cámaras subterráneas para alimentarse cortando las plantas a ras de la tierra. El daño que causa la plaga al cultivo se identifica al observar que las plántulas de maíz se marchitan, notándose en el cuello de la planta y la raíz lugares carcomidos, además se encuentran plantas cortadas, a flor de tierra.

Para el control de esta plaga los mejores resultados se logran utilizando cebos envenenados, el cual se distribuye en las áreas afectadas que generalmente son bien localizadas. La colocación de estos cebos debe realizarse en horas de la tarde ya que esta plaga es de habito nocturno, y que no exista amenaza de lluvia para que exista un control eficiente. El producto mas recomendado para la elaboración de los cebos es el DIPTEREX, mezclado con afrecho de trigo, maíz o arroz, agregándole azúcar y humedecer esta mezcla con agua.

Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Constituye en muchas zonas productoras de maíz la plaga más importante y contra la que se debe emplear mayor esfuerzo en lo que a control de insecto se refiere. Las larvas son polifagas, puede causar daño como gusano cortador en la plántulas, como elotero durante la etapa de llenado de grano y ocasionalmente como gusano barrenador en todas las etapas, además que constituye plaga para cultivos. Las larvas jóvenes se alimentan raspando las superficie de la hoja

cutícula inferior casi intacta. Más tarde el gusano perfora la hoja causando una serie de agujeros que la atraviesan, los gusanos mayores barrenan el cogollo, pudiendo destruir la yema foliar acabando con la planta, esta plaga también causa daño al grano de la mazorca, a la cual penetra por su base.

El impacto económico de los ataques varía de un campo a otro dependiendo de las densidad de población de la plaga, estructura de las edades, etapa fenológica del cultivo, densidad de siembra, variedad entre otros. No ha sido fácil establecer niveles críticos que sean confiables y que puedan ser usados para una plaga que ataca de una amplia variedad de maneras. Algunos ejemplos de niveles críticos que se recomiendan para Mesoamérica se reflejan en la Cuadro 9.

Cuadro 9 Niveles críticos para el control cogollero del maíz en Mesoamérica.

Criterio	Cita	Comentario
20% de plantas infectadas	MAG/FAO/PNUD	Este nivel se está revisando experimentalmente
25% de plantas severamente atacadas antes de las 8 hojas y antes del espigamiento	Peairs (1980)	-----
20% de plantas infectadas	Van Huis (1981)	-----
20% de plantas pequeñas infectadas o 5% cortadas	King & Saunders (1984)	No hay recomendaciones para plantas de más de 30 días
Germinación hasta 8 hojas 5% de plantas cortadas o 15% de cogollos infectados	Andrews (1984)	Diseñados para agricultores que disponen de capital
8 hojas hasta la floración 35% de cogollos infectados		
Germinación hasta los 30 días: 40% de plantas infectadas. Después de los 40 días generalmente no se recomienda control	Andrews & Rueda (1986)	Diseñados para minifundistas con escaso capital

Para el control de esta plaga normalmente se utilizan insecticidas convencionales, en aspersion sobre los surcos. Entre los productos utilizados para controlar esta plaga podemos mencionar **LANNATE. NUVACRON VOLATON 500**, etc. las dosis según las recomendaciones de las casas comerciales.

Langosta medidora (*Mocis latipe*)

Puede estar presente en todo el ciclo de desarrollo de la planta, pudiendo causar el mayor daño desde la emergencia hasta los 60 días de crecimiento. La larva se alimenta activamente del follaje, iniciando del borde hacia la nervadura central. Para su control se recomienda utilizar **METIL PARATHION, DIPTEREX**, en aquellas áreas donde esta localizado el daño.

Según King & Saunders (1984), si se encuentra una larva por cada dos plantas debe aplicarse insecticida, sin embargo estos gusanos son difíciles de muestrear, por que caen al suelo y se esconden en el mantillo. Dean Andrews(1985) recomiendan inspecciones nocturnas en las cercanías y debajo de las plantas de maíz. Es necesario eliminar la presencia de malezas para controlar el daño que causa esta plaga. También se necesita profundizar en las investigaciones para conocer sus enemigos naturales así como alternativas para manejarla.

Gusano barrenador del tallo (*Diatrea lineolata*)

Es una plaga importante en cultivos como el maíz, caña de azúcar, y arroz. Sus daños se localizan en los tallos de las plantas en forma de túneles. Las plantas atacadas adquieren un aspecto similar al causado por efecto de sequía. Las plantas jóvenes atacadas mueren casi siempre, las plantas grandes con la médula destruida son fácilmente derribadas por el viento. Un control eficiente y oportuno del gusano cogollero ayuda a prevenir infestaciones futuras de esta plaga.

Las infectaciones de esta plaga en los campos de producción de maíz en Nicaragua son normalmente bajas. Andrews (1984) & King y Saunders (1984) recomiendan a los plagueros la búsqueda de huevos y larvas jóvenes en las hojas y que se realicen aplicaciones cuando se detecte un 25% de plantas infectadas.

Gusano elotero (*Heliothis zea*)

La etapa de crecimiento en la que daña a la planta es al momento de la floración las posturas se localizan en los estigmas del elote, al nacer las larvas dañan el grano en la punta de los elotes. Generalmente el gusano elotero no es un problema en maíz, ya que raramente las poblaciones justifican tratamiento de insecticidas, y cuando se realiza control se hace localizado aplicando un producto en polvo a los estigmas del elote.

Enfermedades

Las enfermedades del maíz varía en incidencia y severidad de acuerdo con la época de siembra, la presencia del patógeno, las condiciones ambientales y la susceptibilidad de la variedad (huésped). Durante la postrera, los daños más graves son ocasionados por virus y micoplasma, causantes del achaparramiento.

Las siembras de primera se caracterizan por daños de hongos y bacterias en donde se presentan con frecuencia las pudriciones de la mazorca y las manchas foliares (tizones de la hoja, mancha parda curvularia, etc.) Estas enfermedades producen pérdidas relativamente menores que las que se presentan durante la postrera.

Las enfermedades de mayor importancia para el cultivo en nuestro país son:

Achaparramiento

Esta enfermedad, causa hasta la casi total pérdida de cosecha. Se han identificado dos organismos causales siendo estos un *Micoplasma* (Mesa central) y un *Espiroplasma* (Río grande), los que se encuentran ampliamente difundidos en la zona del pacífico.

Los síntomas que presenta son acortamiento de los entrenudos, los cuales determinan la reducción de altura de la planta. No siempre las plantas quedan reducidas porque esta depende del tamaño de la planta cuando ocurre la infección. En las hojas, pueden observarse coloraciones rojizas, violáceas y amarillas. En ocasiones puede encontrarse proliferación de mazorcas estériles. La enfermedad no es transmitida por semilla y el vector más conocido es la Chicharrita del maíz (*Dalbulus maydis*).

La forma de control y debido a que las variedades comerciales son generalmente susceptibles a la enfermedad, es seleccionando fechas de siembra que no coincida la etapa más susceptible de la planta con el período más fuerte de infestación.

Pudriciones de la mazorca

Los organismos causales son: *Diplodía spp.*, *Fusarium spp.*, se encuentra ampliamente distribuida en el país. Estos hongos inician la infestación a partir de la floración penetrando a la mazorca por los estigmas de la flor femenina, produciendo pudrición en las mismas a la cosecha. Las mazorcas o granos afectados adquieren diferentes coloraciones como: rojizo, blanco, o gris, dependiendo del organismo presente.

Las pudriciones rojizas son características de las fructificaciones de *Fusarium*, y las de color blanquecino de *Diplodía*. El control de esta enfermedad es con la utilización de variedades resistentes. Estudios realizados han determinado la presencia de genes resistentes en la variedad criolla Tusa morada y Alteño.

Cabeza loca, mildiú veloso o cenicilla

Causado por *Peronosclerospora sorghi* es una de las enfermedades más serias que afecta el cultivo del maíz y puede provocar la pérdida total de la cosecha. El agente causal de esta enfermedad ataca también el sorgo. Causa malformaciones en la espiga, en las hojas vainas mazorcas y tallo.

En Nicaragua no se han evaluado los daños causados por la enfermedad, y la preocupación se basa en los informes de los daños causados en otros países y la propagación que la misma ha tenido en el país. La experiencia en otros países ha demostrado que es posible controlar la enfermedad y convivir con ella sin que cause daños económicos significativos. Por lo que es necesario desarrollar una serie de prácticas agronómicas que limita el desarrollo del hongo.

Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen en el follaje. El ataque severo de la enfermedad ocasiona malformaciones en la espiga y en la mazorca. Las plantas infectadas por este hongo son totalmente amarillas y algunas veces son más altas que el resto de plantas en el cultivo.

Los síntomas en el follaje se manifiestan por manchas de color amarillo pálido, en la parte basal de la quinta sexta y séptima hoja, posteriormente el rayado se extiende hacia la punta de la hoja. Las hojas de la planta infectada son más angostas tiesas y crecen erectas, es decir orientadas verticalmente hacia arriba. Una característica típica es que el follaje presenta en el envés un recubrimiento de polvillo o cenicilla blanca que cubre toda la hoja.

La espiga (panoja), de una planta enferma presenta una anomalía total, no produce polen y por lo tanto no hay fecundación de la mazorca ni producción de grano. La planta afectada por cabeza loca no produce mazorca y si llega a formarlas, esta será pequeña y delgada, los tallos se vuelven débiles y delgados por lo que fácilmente se acaman por el viento.

El hospedero natural del hongo causante de la **cabeza loca** es el **zacate johnson** o invasor, es una maleza perenne muy resistente, que se encuentra muy difundida en los campos de producción. Entre los agentes de transmisión del hongo podemos mencionar: El viento, el agua, insectos voladores, el ganado, herramientas, el hombre y los hospederos.

Para su prevención y control de la enfermedad, es necesario hacer algunas labores agrícolas orientadas a evitar la propagación de la enfermedad, reducir sus efectos y evitar que afecten el rendimiento del cultivo. Las labores agrícolas que se deben hacer son las siguientes: eliminación de plantas enfermas, quema de rastrojos, drenaje de los suelos, prácticas de labranza cero o mínima, destrucción de hospederos, rotación de cultivos, variedades con tolerancia al hongo.

El control químico se realiza con fungicida que se aplica a la semilla para protegerla del hongo. El producto recubre la semilla y protege durante las primeras etapas de desarrollo a la planta, aproximadamente hasta los 25 o 30 días.

COSECHA.

La primera condición para evitar pérdidas de grano en el campo y en el almacén es efectuar la cosecha en el momento más oportuno, debiendo coincidir las siguientes condiciones en el plantío:

- a) El grado de madurez del grano debe haberse alcanzado plenamente y la humedad del mismo no debe ser mayor del 20%.
- b) El plantío debe estar libre de malezas de porte alto de modo que estas no obstaculicen el proceso de cosecha.
- c) El ambiente debe estar seco a fin de que la tusa se separe fácilmente y no transmita humedad al grano después de la cosecha.
- d) Se debe contar con el suficiente personal o medios mecánicos para ejecutar la cosecha en el menor tiempo posible.
- e) Los almacenes, las áreas de destuce y desgrane deben estar desinfectados.
- f) La sanidad de la mazorca y la tusa al momento de la cosecha constituye un factor muy importante, ya que las mazorcas con ataques iniciales, en las tusas, la punta de los elotes, etc. son fáciles al ataque de insectos y se constituyen en vías que facilitan las infestaciones en el almacén.

El maíz cosechado en una fecha próxima a la madurez fisiológica (27% de humedad), garantiza un producto de buena calidad, siempre y cuando el productor cuente con los medios necesarios para manejar el producto cosechado, evitando pérdidas que se pueden presentar por la humedad a la que se cosecha. Cuando el maíz se cosecha a 27 % de humedad, se evita el daño de campo el cual reduce drásticamente los rendimientos ya sea por robo, roedores, insectos, hongos, etc.. Cuando se dobla y se deja que el maíz se seque en el campo, se han contabilizado pérdidas hasta de un 25 % de la cosecha

Uno de los indicadores más importante del grado de madurez es el período vegetativo propio de cada variedad. Una vez cumplido, el período vegetativo, se puede determinar el grado de humedad del grano en una muestra proveniente de diez mazorcas, cosechadas al azar en el plantío. También esta misma muestra puede utilizarse para observar la presencia del punto negro en el lugar de inserción del grano cuya presencia indica que ha ocurrido la madurez fisiológica.

La presencia abundante de malezas al momento de la cosecha además de dificultar y encarecer el costo de la misma, constituye una fuente de fuertes infestaciones iniciales de plagas que posteriormente se desarrollara en el almacén con las consecuente pérdidas post-cosecha.

MANEJO POST-COSECHA

Uno de los principales problemas que se presentan en el manejo post-cosecha se refiere principalmente a las pérdidas de grano después de que el cultivo alcanza su madurez fisiológica, esto puede incluir ciertas pérdidas de campo que ocurren después de esta etapa del cultivo, mientras se esta secando y antes de ser transportado a una estructura de almacenamiento. Se puede considerar que la forma tradicional de almacenamiento que utilizan los productores aumenta los riesgos de pérdidas debido a insectos, roedores, pájaros y hongos, ya que se dejan las mazorcas sin protección

Almacenamiento del producto cosechado

El secado del grano, la preparación como limpieza y selección del mismo es muy importante para guardarlo y para el éxito de cualquier método de almacenamiento. Si el grano húmedo se almacena sin que el aire pase a través, se calentará, y producirá más calor y humedad; por lo tanto el grano caliente se deteriorará más rápido. Si el grano esta húmedo el calor aumenta más rápido, creando condiciones para que se puedan producir infecciones causadas por hongos y la semilla puede germinar.

Podemos considerar dos formas para almacenar el producto cosechado pudiendo hacerse en: grano y en mazorca. En ambos casos es necesario garantizar la humedad adecuada del producto a almacenar, la cual no puede ser mayor de un 12%. Es también importante tener presente la sanidad del producto cosechado como el lugar de almacenamiento.

La semilla no debe almacenarse más de 60 días en bodegas calientes. En lugares calurosos es recomendable almacenar la semilla en bodegas bien ventiladas, donde la temperatura no exceda los 25 °C durante las horas del medio día. En lugares que se encuentran a más de 600 metros de altura sobre el nivel del mar, la semilla de óptima calidad se conserva bien de 8 a 18 meses. Si las condiciones antes mencionadas son imposibles de obtener o se desea almacenar semilla por períodos largos, es necesario almacenar en bodegas con aire acondicionado y de preferencia con deshumificadores para garantizar las siguientes condiciones:

- a. Ambiente controlado: Temperatura constante entre 19° y 21° Centígrado y humedad relativa constante entre 65% y 70%. Esto se logra con aparatos de aire acondicionados convencionales.
- b. Ambientes ideales: 8° a 12° Centígrados y humedad relativa entre 35% y 45%.

El almacenamiento a granel se realiza en silos, bolsas plásticas, barriles, sacos, etc. Utilizando para proteger el producto insecticidas fumigantes como **PHOTOXIN, GASTHION** en dosis de una tableta por quintal de grano. Normalmente, este tratamiento mantiene la semilla en buenas condiciones durante los primeros seis meses. Cuando esta no es almacenada en ambientes controlados, se debe tratar el producto cosechado, cada tres meses.

En esta etapa se puede considerar dos situaciones principales dependiendo de las características de los productores sean estos grandes o pequeños y medianos. Los primeros por disponer de los medios mecánicos, propios o alquilado para procesar la cosecha tienen capacidad para obtener un producto de buena calidad y con pocas pérdidas para su almacenamiento en la finca o en los centros de acopio, o para su inmediata comercialización.

Para almacenar en mazorca se utilizan Trojas, donde se puede secar y almacenar el maíz en tusa o destusado, el maíz destusado se puede almacenar con un mayor contenido de humedad. Las trojas normalmente se construyen sobre pilotes para evitar daño por inundaciones.

Para evitar la fermentación del grano es recomendable no construir las trojas de más de 1.50 metros de ancho. Las mazorcas se colocan en capas, y se aplica una solución insecticida cada, tres capas, para protegerla del ataque de plagas en el almacén.

Las mazorcas destusadas se pueden secar en el patio, o sobre lonas de polietileno, para bajar la humedad del grano parcialmente. Se cosecha el maíz con un 20% a 22% de humedad y se seca durante el día. Mientras se seca el maíz, se tienen la oportunidad de eliminar las mazorcas dañadas o podridas para trabajarlas aparte y después de un día de sol o dos el grano habrá bajado al 13%, pudiendo colocarse el maíz en las trojas para su almacenamiento.

La determinación del porcentaje de humedad puede determinarse utilizando aparatos electrónicos específicos para medir la humedad, lo que no es simple ni barato para los pequeños y medianos productores, siendo necesario adoptar técnicas más prácticas para lograr determinar la humedad en el grano.

El método que utiliza el productor puede variar de una región a otra siendo los más utilizados los siguientes:

1. Presionar la semilla con la uña del pulgar para conocer su dureza (el grano seco es difícil de presionar).
2. Quebrando el grano con los dientes para estar seguro que está suficientemente duro (seco) para su almacenamiento.

3. El método de la sal, que consiste en utilizar sal libre de humedad (20 o 30 gramos), para luego mezclarla con semilla (250 a 300 gramos) en una botella de vidrio completamente seca, se tapa la botella y se agita fuertemente por 2 o 3 minutos, luego se deja en reposo durante 12 a 24 horas y se agita nuevamente.

Si la sal se adhiere en las paredes de la botella formando capas, significa que el maíz tiene una humedad mayor del 15%, por lo que no puede almacenarse y tiene que asolearse por un período de tres días. Si la sal no se adhiere a las paredes de la botella, esto indica que el maíz tiene una humedad menor de 13.5% y por lo tanto se puede proceder a su almacenamiento.

SORGO (*Sorghum bicolor* L. Moench)

GENERALIDADES

La economía de los países de Centro América y el Caribe esta basada fundamentalmente en la agricultura y ganadería. El sorgo de grano y forraje ha vigorizado este renglón con el uso de semilla mejorada. En la ultima década algunos países ocupan el sorgo granifero para consumo humano, adquiriendo además mucha importancia por su utilización en la industria Agropecuaria.

En casi todos los países latinoamericanos durante los últimos años se han iniciado programas, utilizando el cultivo de sorgo granero para consumo humano y en varios de ellos ha cobrado tan extraordinaria importancia que hoy se considera como uno de los principales renglones agrícolas. En el caso de Nicaragua en la segunda mitad de la década de los años sesenta alcanza la categoría de cultivo alimenticio, siendo actualmente el cultivo que le sigue en importancia al maíz tanto en área sembrada como en volumen de producción.

Existen ya disponibles para el agricultor pequeño y el campesino, híbridos y variedades mejoradas cuyo grano es de color blanco o amarillo, apropiado para hacer tortillas. Estas variedades además de ser rendidoras, poseen un follaje que constituye mejor alimento para el ganado. Por lo antes señalado, se considera importante desarrollar un conjunto de actividades en relación a la investigación que permitan dar una mejor atención agronómica al cultivo para elevar los rendimientos, y lograr además la obtención de producto de calidad para el consumo humano.

Origen y ruta de propagación

El Sorgo, es una planta tropical de tallo largo. Se le denominó sorgo por su capacidad de crecer hasta alcanzar una altura elevada; su nombre procede del latín "surgo" que significa "surgir". En la colección mundial de sorgo existen aproximadamente 17,000 cultivares o variedades distintas. Estas variedades se cruzan fácilmente y producen vástagos fértiles.

Los sorgos son nativos de ciertas regiones del África Oriental-Ecuatorial y apareció en tiempos prehistóricos hace 5000-7000 años cultivándose desde hace más de 2000 años, encontrándose los principales áreas de sorgo en países con clima cálido y seco.

Es difícil determinar cuando se dio la domesticación de la planta de sorgo. Algunos estudios realizados por Murdock (1959) señalan que la domesticación se dio por la gente del Mandé, alrededor de las aguas del río Níger. Dogget (1965) basado en evidencias arqueológicas sugiere que la domesticación se dio en Etiopía 3000 años ANE, de donde se introdujo a Egipto.

Sin embargo aunque es posible, que la domesticación del sorgo haya surgido alrededor de este tiempo, De Wet (1970) estudiando informes arqueológicos únicamente encontró información insuficiente sobre el sorgo en relación a este aspecto, por lo tanto De Wet y sus colegas sugieren que el sorgo tuvo un origen diferente y que probablemente se originó a partir del *S. verticilliflorum*, que se encuentra silvestre en regiones sorgueras de África, donde se cultiva sorgo, y se cruzan fácilmente de manera natural.

Cuándo y cómo se dispersó el cultivo es motivo de conjeturas. Las rutas extensas de comercio por tierra y mar alrededor del Mar Árabe y el área del Mediterráneo, tan lejanas como la china datan de tiempos muy antiguos. El sorgo llegó probablemente a la India por ambas rutas, terrestre y marítima.

Su cultivo en la India se menciona en leyendas que datan del siglo I D. C. No es un cultivo muy antiguo en la India, ya que su nombre sánscrito "Yavanala" quiere decir cebada caña o grano de caña; lo que indica que el sorgo probablemente siguió a la introducción de la cebada en la India. La distribución sugiere que el *Sorghum bicolor* se introdujo a la China probablemente desde la India, alrededor del tercer siglo D. C..

Datos históricos nacionales y mundiales.

En los últimos diez años el área mundial cultivada estaba constituida por unas 43 millones de hectáreas, siendo los países más productores Nigeria donde se siembran 6 millones de hectáreas, Sudán 2.5 millones de hectárea, la India 16 millones de hectárea, con rendimientos promedio oscila entre 11-12 qq/ha.

En el continente americano los sembrados son menos frecuentes estableciéndose aproximadamente 11 millones de hectáreas, obteniéndose los rendimientos más altos en América del Norte con rendimientos promedios de 32 qq/Ha, y América del Sur con 25 qq/ha, estando concentradas las áreas cultivadas principalmente en Estados Unidos 6 millones de hectáreas, Argentina 2.6 millones de hectáreas, y México 1.2 millones de hectáreas.

En América el conocimiento del sorgo es relativamente nuevo. Se introdujo por primera vez a los Estados Unidos de Norteamérica en 1857, y se utilizó extensamente para producir jarabe a principio de los años 1900 (Doggett 1965). En Sudamérica el cultivo adquiere importancia en la década de los cincuenta del presente siglo.

En el caso de Nicaragua en la segunda mitad de la década de los años sesenta alcanza la categoría de cultivo alimenticio. Actualmente le sigue al maíz tanto en área como en volumen de producción. Para 1970 el 30% de las áreas dedicadas al cultivo se establecían utilizando semilla mejorada, y el 70% restante utilizando materiales criollos, sin ninguna técnica, actualmente el 67% de las áreas se establece utilizando semilla mejorada, con rendimientos promedios de 31 qq/mz.

Se considera que aspectos como: la resistencia o tolerancia de la planta a extremos de humedad, mayor tolerancia al ataque de insecto, menores costos y riesgos para su producción, contribuyeron en nuestro país a darle un mayor auge al cultivo, sin embargo a pesar de estas características se le debe de dar la atención como cualquier otro cultivo.

Actualmente con el crecimiento de las área sembrada y con el uso de variedades mejoradas, se han comenzado a presentar problemas con los insectos y enfermedades que atacan este cultivo, requiriendo una mayor atención de parte del productor, para que el potencial de rendimiento de la semilla mejorada y las prácticas modernas de cultivo se traduzcan en mayores beneficios.

Importancia socioeconómica

El grano de sorgo tiene aplicación tanto en la nutrición humana, como en la alimentación de animales. Se prefiere el grano blanco para la alimentación humana y la molienda, mientras que en general se ha considerado indeseable el color pardo debido a su sabor amargo, ya que la testa es pigmentada y posee taninos.

Uno de los alimentos humanos más comunes hechos con sorgo es un pan sin levadura preparado con harina de grano molido, para este propósito se prefiere un grano duro, blanco y aperlado. También el sorgo puede hervirse para producir una especie de atole. En muchas partes de África se elabora un tipo especial de cerveza a base de este cereal, a menudo con granos de diferentes colores. Hay sorgos "especiales", tales como el palomero el sorgo dulce, que pueden desecarse, tostarse y comerse, estos sorgos frecuentemente se cultivan como surcos de bordo a lo largo de cultivos más grandes.

El grano de calidad es comúnmente duro, blanco con un lustre aperlado, carente de bello y redondo, con una cubierta delgada de la semilla (pericarpio), y sin cubierta interior (testa) coloreada. Sin embargo hay muchas variaciones en color, dureza y forma del grano que se utilizan como alimento en diferentes partes del mundo.

Solamente los sorgos con testa pigmentada poseen taninos, y pueden ser blancos o rojos. El grano de color rojo sin testa pigmentada es con frecuencia el tipo preferido en los Estados Unidos, donde se le utiliza fundamentalmente en la preparación de pienso para el ganado y aves de corral; sin embargo los sorgos blanco sin testa pigmentada son los de mejor calidad nutritiva.

En cuanto a su valor nutritivo la calidad de la proteína de sorgo es deficiente, como la de varios otros cereales, a causa de la baja concentración de un importante aminoácido conocido como la **lisina**. Sin embargo se han encontrado cierto tipo de sorgo con alto porcentaje de **lisina**, cultivándose en el distrito de Wollo, en Etiopía. Los más importantes programas de mejoramiento en la actualidad estudian la

posibilidad de incorporar este aminoácido a sus mejores líneas y variedades, para que sean luego utilizadas por el agricultor. La composición del grano es almidón 70.2 %, proteína 7.9 %, grasa 3.3 %, fibra 2.4 % y vitaminas y minerales 16.2 %.

Es importante advertir que algunos sorgos y el zacate Sudán pueden producir cianuro en cantidades venenosas, siendo mayor la concentración de este veneno en las plantas más pequeñas y reduce cuando la planta crece. La concentración comienza a bajar a partir de 30 a 40 días de crecimiento y esta virtualmente ausente antes del espigamiento. Tampoco hay que olvidar que el cianuro es un problema serio en los nuevos brotes que se forman luego de cortar la planta.

En Nicaragua la producción de grano de sorgo híbrido se dedica exclusivamente para la industria de alimento balanceados para la alimentación avícola, porcina, ganado de leche y carne. La producción de grano blanco es importante para el consumo humano, por sus características de sabor, valor calorífero y dietético.

Distribución Superficie y Rendimiento

El cultivo por sus características y múltiples usos se encuentra distribuido en todo el país. Este producto mostró un crecimiento desde 1980 hasta 1987 con excepción del ciclo 82-83, gracias al aumento de la demanda para la producción avícola y porcina.

A partir de 1988 decrecen las áreas de siembra del cultivo, y la cantidad de sorgo destinada a la alimentación de animales, se redujo alrededor de un 60% en los últimos años debido a la reducción de la actividad avícola, según informes del Ministerio de Agricultura. Finalmente, la producción nacional de sorgo se incrementó en los últimos 15 años, pasando de 1.3-1.7 millones de quintales (Cuadro 10).

Causas y problemas que limitan los rendimientos y la expansión del cultivo

Los rendimientos del cultivo se ven afectados por distintos factores que pueden ser de carácter agronómico, pudiendo señalarse

- La producción descansa en manos de pequeños productores con limitadas de técnicas modernas.
- Utilización de áreas marginales para el establecimiento del cultivo.
- El no uso de semilla certificada.
- Método de siembra inadecuado por no contar con sembradoras de precisión.

Aspectos de carácter socioeconómico que limitan la expansión del cultivo como:

- Precios elevados de insumos, que incrementa los costos de producción.
- Política de precios de garantía no ajustados a los costos de producción.
- Restricciones crediticias.

Cuadro 10 Series históricas de áreas sembrada y resultados de rendimiento para el cultivo del sorgo.

CICLO	AREA (x1000 mz)	REND.PROM. (qq/mz)	PRODUCCION (x1000 qq)
80-81	69.2	28.00	1939.5
81-82	79.3	24.60	1951.4
82-83	56.2	20.60	1150.6
83-84	66.9	33.20	2224.2
84-85	72.5	32.50	2354.4
85-86	107.2	31.30	3346.3
86-87	117.4	32.10	3769.2
87-88	107.4	22.40	2408.0
88-89	93.4	22.80	2407.0
89-90	71.5	23.50	1680.0
90-91	64.1	24.10	1.545.4
91-92	56.2	26.90	1.513.0
92-93	69.9	28.86	2.020.2
93-94	72.2	30.30	2,226.8
94-95	60.6	31.00	2,385.8

BOTÁNICA

Taxonomía

El sorgo ha sido clasificado de muy variadas formas. De acuerdo al listado histórico tomado de Snowden (1936), Plinio fue la primera persona que dio una descripción; después de este erudito romano parece que se escribió muy poco acerca del sorgo, hasta el siglo XVI. Sin embargo, Crescenzi menciona el sorgo en algunos escritos y se refiere a él como *Milium saraceneum*. Fuch (1542), Tragus (1552),

Scaliger (1557), Porta (1592) se refiere a la planta como *Milium indicum*, pero hace también referencia al tipo de panícula abierta y grano blanco como *Miliuma ethiopicum*, el cual probablemente el mismo mencionado por Belon 1553 como posiblemente originario de Celicia (en el área noreste del Mediterráneo, principalmente en Turquía).

En 1737 Linneo describió dos especies de sorgo; una como *Holcus glumis glabris* y la otra como *Holcus glumis villosis*. Este mismo autor describió en su libro "Species plantarum" (1753), tres especies de sorgo cultivado: *Holcus sorguhm*, *H. saccharatus*, y *H. bicolor*. Arduino (1786) describió *H. cafer*, que había llegado a Italia desde África del Sur. Nuestros conceptos actuales sobre el género y especies de *Sorghum* están de acuerdo con las definiciones de Moench y todos los nombres científicos descritos anteriormente se consideran sinónimos de *S. bicolor*(L) Moench o sorgo cultivado.

Siguiendo los pasos de Snowden, Murty y otros (1967), establecieron una clasificación taxonómica práctica de los tipos de sorgo. Clasificaron aproximadamente 70 grupos principales en cuatro sub-series. El sistema clasifica los principales tipos de sorgo en grupos precisos y su utilización se ha extendido a distintas zonas del mundo. Harlan & De Wett (1972) sugirieron un sistema simplificado en el que se utilizan cinco razas básicas o principales: bicolor, caudatum, guinea, kafir y durra, 10 razas híbrida que son las combinaciones de por lo menos dos razas principales.

El sorgo, cuyo nombre científico actualmente reconocido es *Sorghum bicolor* Linn. Moench., pertenece al género *sorghum* que incluye un gran número de especies. Algunas de estas especies están bajo cultivo y han sido utilizadas para desarrollar variedades mejoradas e híbridos para la producción de grano, forraje y varios usos industriales.

Morfología

La morfología de la planta nos permite comprender mejor algunas de las características de este cultivo, tales como su tolerancia a la escasez de humedad, su habilidad de amacollamiento y su capacidad de rebrote.

Entre otros aspectos, podemos señalar que tanto las hojas como el tallo de sorgo están recubiertos por un polvo ceroso que ayuda a la planta a reducir la transpiración en los períodos secos. Además el follaje se encarruga cuando las condiciones de sequía determinan una deficiencia de humedad del suelo, reduciendo así el área de transpiración y contribuyendo a la tolerancia de este cultivo a la sequía.

Raíces

El sistema radicular del sorgo es profuso y tiene muchos pelos radiculares (casi dos veces más de los que tiene el maíz). Durante la germinación aparece primero una raíz embrionaria o primaria, pudiendo desarrollarse varias, estas raíces no se ramifican

o se ramifican muy poco. Después aparecen las raíces secundarias a partir del primer nudo y son éstas raíces las que desarrollan el profuso sistema radicular de la planta. Subsecuentemente mueren las raíces primarias.

Las raíces nodales o de sostén pueden aparecer posteriormente en los nudos más bajos, y pueden ser numerosas en plantas inadaptadas. Estas raíces no realizan ninguna función en la absorción del agua y nutrientes.

Los sorgos cultivados son no rizomatosos o son débilmente rizomatosos, son anuales o débilmente perennes. El sistema radicular, sin embargo, sobrevive para ayudar al rebrote del cultivo (segundo, tercero o más crecimientos de tallo del mismo sistema radicular), a partir de yemas adventicias en la base del tallo original. Solamente en la subespecie halepense (zacate Johnson) se encuentran rizomas bien desarrolladas. En un suelo suelto las raíces pueden penetrar de 1-1.5 m, lo que explica su habilidad para aprovechar con eficiencia la humedad y nutrientes disponibles.

Tallos

La caña o tallo, está formada de una serie de nudos y entrenudos, es delgado y muy vigoroso, su longitud varía entre 0.5 m a 4 m. El tallo mide 0.5 cm a 5 cm de diámetro cerca de la base, volviéndose más angosto en el extremo superior. En cuanto a su consistencia, el tallo es sólido, con una corteza o tejido exterior duros y una médula suave. En general, los haces vasculares se esparcen a través del tallo hacia el área periférica, en donde están tan estrechamente asociados que casi forman un anillo sólido.

Los haces vasculares en la porción central del tallo son más largos que los de la periferia. Los haces centrales se ramifican hacia las venas más pequeñas en la lámina de la hoja. La médula puede ser dulce o insípida, jugosa o seca. En tallos viejos la médula puede rajarse, especialmente si está seca.

Por lo que refiere a los nudos de la planta, éstos aparecen como un anillo en la base de la lámina de la hoja; el nudo es el punto en el cual la hoja se une al tallo y es también el punto en el cual se desarrollan las raíces (de sostén). En este punto existe una anastomosis compleja de haces vasculares desde el tallo hasta la hoja.

En cada nudo se forma una yema, excepto en aquel en el cual se une la hoja de bandera. Estas yemas en nudos sucesivos se desarrollan en lados alternantes del tallo. En algunas ocasiones estas yemas crecen para formar las ramificaciones axilares. Los hijos basales cuando ocurre, se forman en el primer nudo.

En el tallo de la planta existen diferentes tipos de yema: la yema terminal que inicialmente es vegetativa y posteriormente se transforma en una yema reproductiva; yemas axilar, que son yemas vegetativas que se ubican en la base del entrenudo y

cuando se activan producen ramificaciones laterales; yemas basales ubicadas cerca de la base del tallo, existen de 8-10 yemas que al activarse produce un nuevo tallo, que llegara a formar panoja. Cuando se activan las yemas basales se produce el amacollamiento, y esto puede deberse a: factores genéticos, efecto de la fertilidad del suelo, humedad, fotoperíodo, vigor de la planta, densidad de población.

Hojas

Las hojas están distribuidas en diversas formas a lo largo del tallo de la planta de sorgo; en algunos tipos pueden estar concentradas cerca de la base, mientras que en otros están distribuidas más o menos uniformemente. Las hojas nacen a diferentes ángulos del tallo y varían desde casi verticales hasta semi horizontales.

Por la posición que adquiere, la lámina de la hoja puede ser derecha o puede curvarse suavemente formando un arco. En cuanto a la punta de la hoja esta puede caer hacia abajo. También las hojas varían en longitud, siendo comúnmente más cortas y más pequeñas en la parte superior (a la hoja superior se le llama hoja de bandera); las hojas en la sección mediana baja pueden ser tan largas o ligeramente más largas que las de la base y llegan a medir hasta un metro; en ancho varían entre 10 y 15 centímetros.

Las plantas de sorgo se diferencia unos a otros en cuanto a números de hojas: en plantas bien adaptadas hay comúnmente de 14 a 16 hojas, pero especies menos adaptadas pueden tener hasta 30 hojas. La lamina foliar esta dividida por la nervadura central en forma simétrica.

El embrión en la semilla tiene generalmente de 5 a 6 hojas embrionarias, encontrándose un número mayor en las semillas más maduras. Una semilla de sorgo necesita para alcanzar su madurez fisiológica alrededor de 30 días, y para este tiempo tiene 6 o 7 hojas embrionarias y toma aproximadamente el mismo tiempo (entre 4 y 5 días) el formar una hoja en el embrión que en el meristemo, o punto de crecimiento vegetativo.

Las hojas nacen alternativamente en dos hileras a lo largo del tallo y consiste principalmente de una vaina foliar y una hoja laminada o limbo. La vaina unida a un nudo rodea por lo común al entrenudo y también frecuentemente al nudo que le sigue arriba, antes de que la hoja se extienda hacia afuera.

Por lo general, las vainas unidas a los nudos más bajos cubren los nudos que están arriba, pero las vainas de más arriba en la planta no se extiende hacia el nudo que le sigue. Con respecto a la vaina podemos señalar que esta cubierta frecuentemente por una pelucilla cerosa, la que a veces es muy pronunciada. Finalmente, cabe acotar, con respecto a las hojas, que son ancha en la base y disminuyen gradualmente hacia arriba hasta el ápice; son glabras, excepto en la parte interior arriba de la ligula y sobre el lado de afuera cerca de la unión con la vaina.

Los márgenes de las hojas son lisos o dentados, especialmente en la mitad superior. La nervadura central es prominente, de color verdusco o blanca, aplanada o ligeramente cóncava en la superficie superior y convexa en la inferior. Las hojas son más gruesas en la base que en la punta y más gruesas a lo largo de la nervadura central que en los márgenes. Cuando se daña la hoja, la mancha causada por el daño toma coloraciones diversas; color pajizo, roja o púrpura u obscuro (casi negro), dependiendo del color de la planta.

Inflorescencia

La inflorescencia de la planta de sorgo es una panícula y se le denomina "cabeza" o "espiga" o "bellota". La panícula varía de forma, puede ser corta y compacta o suelta y abierta; de 4 a más de 25 cm de longitud, y de 2 a más de 20 cm ancho el raquis de la panícula puede estar completamente escondido por la densidad de las ramificaciones de la panícula o completamente expuesto.

El raquis difiere en su forma y longitud desde largo y delgado hasta corto y grueso. El raquis puede ser estriado (frecuentemente acanalado) y puede ser veloso o glabro. De cada nudo del raquis central nacen varias ramificaciones y estas varían en longitud, pueden ser gruesas o delgadas rígidas o flexibles, velosas o casi glabras, las ramificaciones principian cerca de la base o sin ramificaciones hasta cerca de la punta. La panícula usualmente crece erecta en el ápice del tallo, pero puede ser encorvada.

La panícula esta compuesta por racimos y el racimo consiste de una o varias espiguillas. Una espiguilla es siempre sésil y la otra pedicelada excepto la espiguilla terminal que una es sésil, acompañada de dos espiguillas pedicelada. Los racimos varían en longitud de acuerdo al número de nudos y a la longitud de entrenudos. Algunas especies tienen de 1 a 4 nudos y otras de 5 a 8 nudos; los entrenudos varían en longitud, grosor y velosidad dependiendo de la especie.

La Espiguilla sésil varia en forma, desde lanceolada hasta casi circular y ovalada y algunas veces tiene depresión en el centro, esta espiguilla contiene parte funcionales masculina y femenina. La espiguilla pedicelada (estéril) son mucho más angosta que las espiguillas sésiles y usualmente de forma lanceolada. Pueden ser más pequeñas, del mismo tamaño, o más largas que las espiguillas sésiles. Son de sexos masculino o neutro y muy raramente puede tener un ovario rudimentario. La espiguilla estéril o pedicelada está representada por la glumas vacillas.

Una sola panoja puede producir de 24 a 100 millones de granos de polen. El polen del sorgo pierde muy rápidamente su viabilidad y rara vez se puede producir semilla con polen que se haya recolectado varias horas antes.

Grano

El grano es una cariósida de forma más o menos esféricas, y algo achatadas en uno **de los lados**. Varían bastante en color de pericarpio (rojo, café, blanco, amarillo, crema) y tienen un lustre opaco o aperlado. La testa puede ser también coloreada, de un rojo oscuro a un café oscuro. El endosperma es usualmente blanco, aunque puede ser amarillo. En muchas ocasiones se ha comprobado que el sorgo de semilla café o parda resiste en general a los hongos y a otro tipo de daño causado por el clima.

Comúnmente se encuentran dos líneas bien definidas que se extienden desde el ápice hasta la base de la semilla. La marca embrionaria (escutelo) varía en longitud desde una mitad a dos tercios del grano y (raramente) convexa. El hilio se encuentra en la base sobre el lado opuesto al embrión, se vuelve frecuentemente oscuro alrededor del tiempo en que la semilla alcanza la madurez fisiológica.

El endosperma varía desde suave con una pequeña porción de córnea a una condición córnea sólida. El tamaño de la semilla fluctúa entre muy pequeña (menos de 1 gr. por 100 semillas) hasta grande (5 a 6 gr. por 100 semillas).

Grupos de sorgo

Los sorgos se pueden agrupar por su utilización, pudiendo clasificarse en: Sorgos graníferos, utilizados principalmente en la producción de granos; Sorgos dulces, para la obtención de jugos azucarados y como forraje en la alimentación del ganado; Sorgos escoberos, para la fabricación de escobas; Sorgos herbáceos, para la obtención de pastos, pueden ser anuales como, el Sudan y perennes como Johnson.

FISIOLOGÍA

Es muy importante conocer perfectamente como se desarrolla la planta de sorgo y cuales son los factores que la afectan durante las diferentes fases o etapas de crecimiento y desarrollo. En la agricultura existen muchos factores naturales que son incontrolables; por ejemplo: heladas, granizadas, huracanes, temporales, sequías, etc...

Para compensar las pérdidas causadas por factores incontrolables, el agricultor debe aprender a manipular con eficiencia los factores que son controlables; por ejemplo: preparación adecuada del terreno, control de plagas del suelo, del follaje y del fruto, siembra y densidad de población, selección de la variedad, control de maleza, fertilización, etc...

Curva de crecimiento y desarrollo

Fase vegetativa (Germinación y desarrollo de la plántula)

Cuando una semilla se coloca en un suelo húmedo, absorbe el agua y se hincha. La germinación ocurre rápidamente si la temperatura en el suelo es de 20° C o más, el coleóptilo aparece sobre la superficie después de tres o cuatro días, pudiendo esta retardarse hasta diez días en caso de suelos fríos con temperaturas menores de 20° C. Cuando la semilla se hincha, el tegumento se rompe y emerge un pequeño coleóptilo y una raíz primaria (radícula), luego este crece y aparecen más raíces primarias. El coleóptilo emerge de la superficie del suelo y la primera hoja brota de la punta. La planta joven comienza a crecer, añadiendo más hojas, y el coleóptilo permanece como un tejido en la base de la planta.

El mesocotilo crece durante este período, y se forma un nudo en la base del coleóptilo justo debajo de la línea del suelo de donde se desarrollan las raíces secundarias cuando la planta tiene de 3-4 días de emergida. La plántula joven usa durante este período el alimento almacenado en el endospermo. Al mismo tiempo que las raíces secundarias comienzan a desarrollarse el mesocotilo comienza morir, y el sistema radicular mayor se desarrolla de las raíces secundarias o adventicias.

Algunos sorgos macollan profusamente, especialmente el zacate sudán y los sorgos forrajeros. Los sorgos para grano varían en su capacidad para amacollar, pero comúnmente sólo lo hacen si hay humedad adecuada o una baja población. En variedades que normalmente amacollan, los retoños o hijos se desarrollan de las yemas adventicias en el nudo de la base, poco después de que se desarrollan las raíces secundarias.

La panículas del tallo principal florecen más o menos al mismo tiempo que los hijos, o pueden también las panículas de los hijos florecer más tarde. La planta permanece en una fase vegetativa durante 30-40 días, durante el cual se forman todas las hojas.

Fase reproductiva (Desarrollo de la inflorescencia y fertilización)

La iniciación floral se forma 30-40 días después de la germinación (pero puede variar de 19 hasta 70 días o más). La iniciación floral se encuentra 15-30 cm de la superficie del suelo cuando las plantas tienen de 50 a 70 cm de altura. La iniciación floral marca el fin del crecimiento vegetativo con respecto a la actividad meristemática. A la formación de la yema floral sigue el período más largo de crecimiento de la planta de sorgo el cual consiste en gran parte en alargamiento de las células.

Durante el período de alargamiento celular rápido, la inicial floral se transforma en una inflorescencia. Alrededor de 6 a 10 días antes de la floración se forma la bota como una prominencia en la vaina de la hoja bandera, esto sucede alrededor de 55

días después de la germinación, en una variedad que florea entre 60 y 65 días. El sorgo florea normalmente en 55 días en climas cálidos, pero su floración puede variar entre 30 a más de 100 días. La panícula de sorgo florea de la punta, hacia la parte basal en un período de 4 a 9 días. Debido a que no todas las panículas de un campo florecen al mismo tiempo usualmente hay polen disponible por un período de 10 a 15 días.

La floración ocurre normalmente poco antes o poco después de la salida del sol, pero puede retrasarse en mañanas nubladas o húmedas. La dehiscencia de las anteras ocurre cuando están secas, y el polen se esparce en el aire. El cultivo del sorgo es básicamente de polinización cerrada y únicamente del 2 al 10 es de polinización cruzada.

Fase de maduración (Desarrollo de la semilla)

El óvulo empieza a formarse como una esfera de color verde claro, casi de color crema; después de 10 días principia a tomar tamaño y se vuelve de un verde más oscuro. Toma alrededor de 30 días para que las semillas alcancen su peso seco máximo (madurez fisiológica). Durante su desarrollo la semilla pasa por tres estados: 1) lechoso, 2) masoso suave, 3) masoso duro. Estos términos aunque se usan comúnmente, no están definidos con precisión.

Las semillas principian a cambiar del color verde al color que tendrán en la madurez. Las semillas a la madurez fisiológica contienen alrededor de un 30 por ciento de humedad; se secan de un 10 o 15 por ciento durante los siguientes 10 a 25 días. Durante este período pierden hasta el 10 por ciento de su peso seco. La semilla está lista para cosecha cualquier tiempo entre la madurez fisiológica y la semilla seca, sin embargo una semilla con un porcentaje arriba del 12 por ciento de humedad debe ser secada antes de almacenar.

Durante este período las hojas bajas comienzan a secarse y caen de la planta. Existe una marcada diferencia varietal en la velocidad de senectud de las hojas hacia la madurez del grano todas las hojas pueden haberse secado, así secado o puede la planta también permanecer verde.

Etapas de desarrollo de la planta de sorgo

Las primeras etapas de crecimiento de la planta de sorgo pueden identificarse por el número de hojas totalmente desarrolladas. Al hacer un conteo de hojas, se debe considerar como hojas desarrollada aquella que presenta el cuello, la vaina y la lamina, totalmente visible.

A las diferentes etapas de crecimiento se asignan números que van de la ETAPA 0, cuando la semilla germina y la planta emerge del suelo, hasta la ETAPA 9, cuando la planta alcanza su madurez fisiológica. El tiempo requerido para alcanzar

cada etapa varía en dependencia de la variedad, las condiciones en las que la planta esta creciendo, y factores agronómicos tales como: fertilidad del suelo, fertilización, daños ocasionados por insectos y enfermedades, densidad de población competencia de malezas y otros.

Etapas 0

Emergencia: Se produce cuando la plántula sale a la superficie del terreno, ha transcurrido el periodo para que la semilla germine y la planta salga de la tierra. Este periodo dura de tres a diez días después de la siembra, dependiendo de las condiciones de temperatura del suelo, humedad del terreno, profundidad de la siembra, vigor de la semilla. Durante la emergencia la planta toma sus nutrientes de la semilla y para completar esta etapa la semilla necesita de 30 mm de agua.

Etapas 1

Tres hojas definidas. El cuello de la tercera hoja y es visible. El punto de crecimiento de la planta aún esta debajo de la superficie del suelo. Esta normalmente ocurre diez días después de la emergencia y es crítica con respecto a la competencia de la maleza. Para completar esta etapa la planta de sorgo necesita aproximadamente 25 mm de agua.

Etapas 2

Cinco hojas definidas. Ocurre normalmente tres semanas después de la emergencia, el sistema radicular se ha desarrollado rápidamente, por lo que los cultivos mecanizados deben realizarse, con el cuidado de no podar raíces. La planta entra a un periodo de crecimiento acelerado.

El punto de crecimiento aún se encuentra debajo de la superficie del terreno. La competencia de malezas, la falta de nutrientes y humedad puede reducir el crecimiento. Para completar esta etapa la planta necesita 25 mm de agua.

Etapas 3

Diferenciación del punto crecimiento. Ocurre aproximadamente 30 días después de la emergencia y el crecimiento cambia de la formación de hojas a la formación del tallo y la panoja; en este momento el tamaño potencial de la panoja comienza a determinarse. Se ha desarrollado aproximadamente el 30% del área foliar, presentando la planta de 7 a 10 hojas formadas, el crecimiento del tallo es acelerado. El control de insectos durante esta etapa es crítico. Si la aplicación del fertilizante es fraccionado, la segunda aplicación debe efectuarse durante esta etapa a más tardar a los treinta días. Para completar esta etapa la planta necesita 25 mm de agua.

Etapa 4

Hoja bandera. La hoja bandera es la última hoja que aparece en la planta y en esta etapa se observa dentro del cogollo, se ha completado aproximadamente el 80% del área foliar. La panoja ya esta totalmente desarrollada dentro del tallo. Cualquier conteo de hojas que se realice a partir de esta etapa se debè tomar como hoja número uno a la hoja bandera o sea de arriba hacia abajo.

Esta etapa se completa de 38 a los 45 días después de la emergencia. Para completar esta etapa la planta necesita de 60 mm de agua.

Etapa 5

Etapa de la bota. Todas las hojas se han extendido totalmente. La panoja casi ha alcanzado su longitud final y se encuentra enrollada dentro de la vaina de la hoja bandera ("panzoneo"). Exceptuando el pedúnculo el tallo ha alcanzado su longitud total. El crecimiento del pedúnculo se inicia en esta etapa y es lo que da la exersión a la panoja. Como el tamaño final de la panoja se determina durante esta etapa, cualquier problema que tenga la planta repercute en una baja sensible en los rendimientos, han transcurrido 45 a 50 días, demandando la planta para completar esta etapa 60 mm de agua.

Etapa 6

Floración. Después de la etapa de la bota el pedúnculo crece rápidamente y la panoja sale de la vaina de la hoja bandera. La polinización ocurre en la panoja de arriba hacia abajo, el 50% de las plantas han alcanzado la antesis. Cuando la planta alcanza esta etapa se ha acumulado el 50% de la materia seca total y ha asimilado el 60, 70 y 80 % de nitrógeno, fósforo y potasio, respectivamente. Ha transcurrido las dos terceras partes del periodo vegetativo de la planta entre 50 a 60 días.

En esta etapa se inicia la formación del grano y cualquier limitación en el crecimiento de la planta ya no puede corregirse, sin embargo si la las condiciones ambientales son favorables y los nutrientes requeridos están disponibles la planta de sorgo puede compensar fallas incrementando el tamaño de la panoja; inclusive puede compensar fallas grandes ocasionadas por la densidad de población. Por el contrario la falta de humedad y nutrientes puede dar lugar a fallas en el llenado de la panoja.

En esta etapa es cuando ocasiona el daño la mosca del ovario. El adulto oviposita en el embrión que se comienza a formar después de que el ovario ha sido fecundado, y la larva se desarrolla dentro del grano. Durante este etapa el control de esta plaga debe ser muy estricto. Par completar esta etapa la planta necesita 125 mm de agua.

Etapa 7

Etapa pastoso suave. Después de la polinización el grano se llena rápidamente de una masa lechosa. El peso del tallo aumenta un poco después de la floración y luego vuelve a perder peso en la medida en que los granos se forman, esto es debido a que parte del material del tallo se trasloca al grano. Las hojas inferiores de la planta se siguen perdiendo hasta estabilizarse entre 8 y 12, dependiendo del ciclo vegetativo de la variedad.

El rendimiento final depende en gran parte de la rapidez con que la materia seca se acumula en el grano y el período de tiempo con que la planta cuenta para la acumulación. Par completar esta etapa la planta necesita de 100 mm de agua.

Etapa 8

Etapa pastosa dura. Tres cuartas partes del peso del grano se ha acumulado. El tallo deja de perder peso, y la asimilación de nutrientes finaliza. La falta de humedad en esta etapa provoca que los granos no alcancen su peso total. Par completar esta etapa la planta necesita 100 mm. de agua y con esto se completa el balance hídrico del cultivo. El grano esta formado entre los 65 a 75 días.

Etapa 9

Madurez fisiológica. Se ha alcanzado el total del peso seco de la planta y del grano. Este momento se reconoce por la formación de un punto negro en el grano en el lado opuesto al embrión y es alcanzado entre de 80 a 120 días. El contenido de humedad del grano cuando la planta alcanza su madurez fisiológica varía pero normalmente se encuentra de un 25 a un 35 %. Para obtener los máximos rendimientos es necesario cosechar lo más pronto posible después de las madurez fisiológica.

A continuación se presentan los diferentes estados fenológico de la planta durante su crecimiento y desarrollo, así como la característica que se puede observar en la planta y los requerimientos de agua de la planta (Cuadro 11).

Potencial de rendimiento

El sorgo tiene un potencial de rendimiento alto, comparable al del arroz, trigo y maíz. En condiciones de campo los rendimientos pueden llegar a superar los 11,000 kg/ha; con rendimientos promedios que fluctúan entre 7,000 y 9,000 kg/ha, cuando la humedad no es un factor limitante. En aquellas áreas donde el sorgo es un cultivo común se obtienen rendimientos de 3,000 a 4,000 kg/ha bajo buenas condiciones, y bajan a 300 o 1,000 kg/ha cuando la humedad se vuelve limitante.

Cuadro 11

Estados de desarrollo fenológico de la planta de Sorgo (*Sorghum bicolor*), y sus requerimientos hídricos.

ESTADO	D.D.E	CARACTERISTICA	REQUERIMIENTO DE AGUA
0	0	Emergencia, brote del coleóptilo	30mm
1	10	Tres hojas formadas	25mm
2	20	Cinco hojas formadas, gran periodo de crecimiento, control de malezas, cogollero, primera aplicación de nitrógeno	25mm
3	30	Diferenciación del punto de crecimiento, segunda aplicación de nitrógeno, control de plaga	25mm
4	40	Hoja bandera, 90% área foliar, control de plaga	60mm
5	50	Etapas de bota, máxima actividad fotosintética.	60mm
6	60	50% floración, consumo del 70-60-80 N,P,K total, inicia formación del grano, control de mosquitos de sorgo.	125mm
7	70	Etapas pastosa suave	100mm
8	88	Etapas pastosa dura, aumento de peso y tamaño del grano	100mm
9	95	Madurez fisiológica 30-35% de humedad	

ECOLOGÍA

Este cultivo se encuentra ampliamente distribuido en casi todas las regiones de clima caliente, se considera el oeste de África como el centro de origen de donde se propagó a otros países como India, Asia, Etiopía. El cultivo de sorgo se adapta a climas muy variados y únicamente necesita de 90 a 140 días para madurar. Los rendimientos más altos se obtienen normalmente de variedades que maduran entre 100 y 120 días. Los sorgos para grano usualmente tienen una relación grano paja de 1:1. Las variedades que maduran más temprano pueden no rendir lo mismo a causa de

su período de crecimiento más corto; en contraposición con las tardías que tienden a producir más follaje y menos granos, la relación grano paja puede ser de 1:5. Los mejores rendimiento de variedades tardías de ese tipo, normalmente promedian entre 1,500 y 2,000 kg/ha, comparado con 4,000 y 5,000 kg/ha de variedades más precoces.

Selección de suelo

No basta saber que el suelo es sólo el medio en el que las plantas viven y del cual obtienen el agua y los nutrientes necesarios para su desarrollo. Es necesario que el agricultor conozca bien sus suelos, sus características físicas y químicas, sus ventajas, posibilidades y limitaciones.

Una de las característica del cultivo del sorgo es su adaptación a una amplia gama de suelos, que incluye, desde los pobres a los ricos con drenaje adecuado y deficiente, así como los arenosos, francos y arcillosos y aquellos con problemas de salinidad, en los que otros cultivos ya no pueden prosperar. El hecho de que el sorgo pueda dar una cosecha en todos los suelos, no significa que se le deba confiar a suelos menos productivos, ya que al contrario, si se pretende obtener altos rendimientos de grano, el sorgo debe sembrarse en suelos productivos.

Relación con el agua

El sorgo se cultiva generalmente bajo condiciones de clima seco y calientes. Comparado con el maíz el sorgo tiene un sistema radicular más fibroso y ramificado, las que penetran un mayor volumen de suelo para obtener la humedad.

La mayor humedad disponible a la planta, junto con la mejor fertilidad, estimulan rendimientos más altos. También es importante señalar que el sorgo requiere menos humedad para su crecimiento que algunos otros cereales: los estudios muestran que el sorgo requiere 332 kg. de agua por kg. de materia seca acumulada, en tanto que el maíz requiere 368 kg. de agua, la cebada 434 kg. y el trigo 514 kg. El sorgo se marchita lentamente y se recupera bien lo que lo hace más tolerante a la sequía que la planta de maíz. El sorgo tiende a detener su crecimiento durante el período seco, y lo reanuda con el regreso de la lluvia.

El sorgo no es inmune a la sequía, situaciones de elevadas temperaturas y de deficiencias de humedad pueden reducir considerablemente los rendimientos, afectar el crecimiento y crear problemas de esterilidad. Con respecto a la necesidad de agua del sorgo, ésta aumenta conforme la planta crece, alcanzando su mayor necesidad durante el período de la floración; después de esta época el consumo de agua tiende a decrecer. El sorgo es capaz de soportar los excesos de humedad mejor que muchos otros cereales. Así, el sorgo continúa creciendo, aunque no bien, en condiciones de anegamiento o inundación. También presenta alguna tolerancia a las sales y a la toxicidad del aluminio.

Relación con la temperatura

El sorgo produce grano aún bajo temperaturas altas, sin embargo temperaturas mayores de 40°C afectan los procesos de fecundación, más aun con humedades relativas de treinta por ciento o menos. El desarrollo floral y la formación de semilla son normales si hay humedad disponible en el suelo a temperaturas de 40 a 43°C y 30 a 40 por ciento de humedad relativa, durante estos procesos a medida que la temperatura aumenta, los rendimientos disminuyen.

También cabe señalar que el sorgo no es un cultivo demasiado tolerante al clima frío, como el maíz. Por el contrario el sorgo crece lentamente a temperaturas de 20°C. Para obtener una buena germinación la temperatura debe ser superior a los 16°C, aunque se ha dado el caso de algunas variedades que pueden germinar y crecer a temperaturas tan bajas de 12°C.

Foernd (1972), demostró que las temperaturas elevadas entre las etapas de germinación e inicio de floración, se traducían en un bajo rendimiento de grano. Las plantas expuestas a temperaturas elevadas antes de la iniciación y en la última fase del desarrollo de la panícula, sufren a veces el aborto de los folículos. Si las altas temperaturas necesarias para el desarrollo del sorgo son acompañadas por una elevada humedad atmosférica, presentan el medio ambiente ideal, para el desarrollo de algunas enfermedades causadas por hongo que pueden ser más o menos graves para la planta dependiendo de la intensidad del ataque y del estado de desarrollo de la planta en el momento que esta se presente.

Relación con la luz

Todas las variedades de sorgo son sensibles a la duración del día (fotoperíodo), pero hay gran diferencia en sensibilidad, el sorgo es una planta de días cortos, por lo que su floración se acelera en épocas de días cortos y noches largas, situación que representa problemas en zonas tropicales, pero en las 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.

Zonificación Agro-ecológica del cultivo

En Nicaragua existen zonas óptimas para la producción de este importante rubro, pudiendo destacar la zona de Masaya, donde con un manejo adecuado puede ser sembrado de forma rentable en época de primera y postrera, existen otras zonas consideradas de buena aptitud, como Granada, Rivas, León, Chinandega, Managua y Estelí, en la mayoría de ellas se obtienen mejores resultados en siembra de postrera, siendo posible utilizar un cultivo precedente (Cuadro 12).

Cuadro 12 Zonificación ecológica del cultivo de sorgo granífero

REGION	APTITUD	DEPARTAMENTO	EPOCA DE SIEMBRA
IV	Optimo	Masaya	Primera-Postrera
	Buena	Granada,Rivas	Primera-Postrera
II	Buena	León,Chinandega	Postrera
	Regular	Poneloya	Postrera
III	Buena	Managua	Primera-Postrera
I	Buena	Estelí	Postrera
	Regular	Pueblo Nuevo Condega	Postrera
VI	Regular	Matagalpa	Primera-Postrera

Fuente: Inventario de la información generada en agronomía en granos básicos (Aleman y Tercero, 1991).

VARIETADES

Hasta 1928 las variedades de sorgo utilizadas en la producción del grano eran excesivamente altas, lo que impedía la cosecha mecanizada además presentaban la panícula inclinada lo que facilitaba la cosecha manual, en este mismo año surge la variedad Beaver, la cual presentaba las características de porte bajo y panícula erguida, que facilitaba la cosecha mecanizada. Para 1932 se descubre la posibilidad de obtener materiales híbridos haciendo uso de la esterilidad citoplasmática, lográndose en 1956 utilizar las primeras variedades híbridas que daban la posibilidad de obtener mejores rendimientos, con un manejo adecuado.

Las variedades de sorgo que actualmente se siembran en Nicaragua, pueden agruparse de acuerdo a su grado de mejoramiento, clasificándose:

Variedades criollas: son aquellas variedades que no han tenido ningún trabajo de mejoramiento, ej. Millón, Maicillo, Trigo.

Variedades mejoradas: son aquellos materiales sobre los que se ha realizado algún trabajo de mejoramiento, ej.T-43, SC-1.

Variedades Híbridas: logradas a través de una cruce entre padres que son genéticamente diferentes.

Las variedades criollas y las mejoradas, se caracterizan porque son estable, ya que conservan las características de la variedad, a través de varios ciclos sucesivos de cultivo. Por esta razón, los agricultores pueden utilizar por 2 ó 3 años, la cosecha del año anterior como fuente de semilla para la nueva siembra, sin que los rendimientos ni otras características de la variedad se modifiquen notablemente.

Los híbridos se distinguen por su alta capacidad de rendimiento y la uniformidad de caracteres (altura, madurez, color de grano, etc.), los que se manifiestan solamente en el primer ciclo de cosecha. Las siembras posteriores realizadas con semilla provenientes de campo de sorgo híbridos no son uniformes, son de menor rendimiento, además de que son susceptibles al ataque de plagas y enfermedades. Las características morfológica y agronómica de las principales variedades las de sorgo utilizadas en la producción del grano se presentan en el cuadro 13.

Cuadro 13 Características morfológicas y agronómicas de variedades de sorgo

Cultivar	D. F	Altura planta	C.G	T.P	L.P	LE	P.G	E.S	Región
VARIEDAD									
PINOLERO	63	99	B.C	S.A	36	10	80	Postrera	I,II,III IV,V,VI
HIBRIDO									
DK-55	58	153	R	S.A	26	15	90	Prim/Post	III,IV
DK-38	51	143	C	S.A	25	19	80	Postrera	II,III,IV
DK-64	56	141	R	S.A	23	22	100	Prim/Post	II,III,IV
DK-65	60	158	R	S.A	24	15	100	Prim/Post	II,III,IV
DK-73	64	160	R	S.A	23	15	100	Prim/Post	II,III,IV
P-8200	56	160	Ro	S.A	23	18	100	Prim/Post	II,III,IV
P-8300	55	144	C	A	24	19	90	Postrera	II,III,IV
Cost-11	55	163	B	S.A	23	16	90	Postrera	II,III,IV
Topaz	55	135	R	S.A	24	19	90	Postrera	II,III,IV
NK-266	53	110	R	S.A	26	17	80	Prim/Post	II,III,IV
NK-288	54	156	R	S.A	26	--	80	Prim/Post	-----
P-887-V2	52	165	R	S.A	28	18	80	Prim/Post	I,III,IV
ST-686	55	147	Br	S.A	22	17	89	Postrera	II,III,IV
ST-715	56	164	R	S.A	24	19	90	Prim/Post	II,III,IV
Y-360	56	166	R	S.A	25	18	100	Prim/Post	II,III,IV

D.F: días a flor C.G: color de grano T.P: tipo de panoja L.P: longitud de panoja P.G: potencial genético E.S: época de siembra S.A: semi abierta A: abierta R: rojizo Ro: Rojo B: blanco Br: bronce C: café.

Clasificación en base a su utilización

- 1.- Sorgos graneros: se cultivan específicamente para la obtención de granos.
- 2.- Sorgos dulces o sacarinos: cultivados para la obtención de jugos azucarados, o como forraje en la alimentación del ganado.
- 3.- Sorgos escoberos: con cuyas panículas se fabrican escobas.
- 4.- Sorgos herbáceos: estos se dividen en perennes como el pasto jhonson, y anuales pasto sudán.

Clasificación según su ciclo vegetativo

a) precoces; b) intermedios y c) tardíos.

Características varietales deseables

Cualquiera que sea la variedad de sorgo granífero que el agricultor siembre, para obtener los mejores resultados, debe satisfacer los requisitos siguientes:

- a) Altura de planta baja, con una buena longitud de exéresis para facilitar la cosecha mecanizada.
- b) Característica de la panícula, debe ser abierta o semi abierta para soportar mejor la humedad ambiental de los climas tropicales y reducir las pérdidas, por daño del grano o por ataque de pájaro.
- c) Color del grano: café, rojo o amarillo, dependiendo de su utilización.
- d) Rendimiento debe ser mayor o igual a 60 qq/mz
- e) Ciclo de desarrollo de la planta alrededor de 100 días.
- f) Evaluado su comportamiento en las condiciones ambientales de Nicaragua.

GENÉTICA

Desde la introducción a los Estados Unidos la planta de sorgo ha cambiado considerablemente como resultado de mutaciones naturales y de los trabajos efectuados por los fitomejoradores.

Los primeros sorgos introducidos eran muy altos, tardíos y mal adaptados, lográndose posteriormente obtener variedades precoces mejor adaptadas que permitió la expansión del cultivo. El alto costo de la recolección del sorgo a mano se eliminó con la obtención de plantas de porte bajo y panícula erguida que podían cosecharse utilizando combinada. Las variedades forrajeras con bajo contenido de ácido prúsico, redujeron el peligro en el pastoreo. Estas variedades fueron el resultado de programas de mejoramiento efectuado en los principales estados productores de sorgo en los Estados Unidos.

Se han efectuado un gran número de estudios sobre la herencia en el sorgo. Los estudios de interés para el mejorador son los relacionados con el color de la semilla, precocidad, altura de planta, resistencia a enfermedades, naturaleza del endosperma. Se han establecido siete grupos de ligamento. En cuatro de estos grupos se han identificado tres o más genes y en los otros tres grupos de ligamento, se han identificado dos genes.

Método de mejoramiento en sorgo

Los métodos originales para el mejoramiento del sorgo han sido similares a los que se han utilizado en las especies autógamas. Aún cuando normalmente se presenta en el sorgo algo de polinización cruzada, la porción suele ser reducida llegando a tener valores promedios del seis por ciento, excepto en el caso del pasto Sudan en el que la proporción de polinización cruzada es algo mayor. Sin embargo se puede asegurar la autofecundación en los lotes de mejoramiento cubriendo las espigas con bolsas. En la actualidad se produce comercialmente sorgo híbrido, que manifiestan heterosis o vigor híbrido como consecuencia del cruzamiento de líneas diferentes entre sí. La mayor parte del mejoramiento de sorgo en el futuro se logrará sin duda por este método.

Método por introducción

Casi todas las variedades que se cultivan comercialmente en los Estados Unidos, se han derivado de unas veinte introducciones de sorgos dulces y ocho o nueve introducciones de sorgo para grano. Puede ser posible, introducir variedades con genes para caracteres convenientes que se puedan utilizar en la creación de nuevos sorgos. Por ejemplo, en África se encontró en 1952 una variedad con endosperma amarillo con un contenido de caroteno semejante al del maíz amarillo. La incorporación del endosperma amarillo a las variedades comerciales aumento el valor nutritivo del grano de sorgo.

Método por selección

Muchas de las variedades de sorgo se han obtenido por selección de plantas sobresalientes dentro de las variedades viejas. Este tipo de plantas sobresalientes se origina por mutación o por hibridación natural. La aparición ocasional de mutaciones debidas a genes simples, son generalmente recesivos y determinan grandes cambios en el aspecto físico de las plantas mutantes, y han sido uno de los hechos más sorprendente con relación al sorgo. A partir de estas plantas mutantes naturales se han podido obtener nuevas variedades de menor altura, de mayor precocidad, de semillas blancas, de endosperma céreo, resistentes a enfermedades y con otras características favorables.

Método por hibridación

Desde 1925 ha sido la hibridación el procedimiento principal para la obtención de nuevas variedades de sorgo. Después de la hibridación se continúa el mejoramiento por un sistema de progenie por surco. Se seleccionan las mejores plantas de la F_2 y su semilla se siembra en surcos cortos para producir la F_3 . A partir de la generación F_4 ó F_5 , las plantas seleccionadas se cubren con bolsas para evitar la polinización cruzada natural. Las pruebas de rendimiento se inician en la generación F_4 ó F_5 y las líneas se multiplican durante las generaciones F_6 a F_8 .

Sorgos híbridos

El éxito logrado con el maíz híbrido ha despertado gran interés por el uso de este método de mejoramiento en los sorgos. Se ha comprobado muchas veces que ciertas cruces entre variedades de sorgo producen híbridos sumamente vigorosos. En este aspecto, las variedades de sorgo son semejante a las líneas autofecundadas del maíz, pero a diferencia de lo que ocurre en el maíz, las auto-fecundaciones para obtener líneas puras no causan una pérdida apreciable de tamaño y del vigor. Durante muchos Años los problemas que había para la utilización de sorgos híbridos era la falta de métodos económicos para efectuar las cruces.

La producción comercial de sorgo híbrido es factible mediante la utilización de la esterilidad masculina. En 1937 se ideó un esquema para usar la esterilidad masculina genética en la producción comercial de semilla híbrida. En este esquema la mitad de las espigas con flores femeninas serían fértiles por lo que sería necesario eliminarlas antes de la polinización, operación que elevaba tanto el costo de la producción de semilla.

El siguiente procedimiento sugerido se basaba en la utilización del material genético con esterilidad masculina obtenido de la variedad Day. Apenas se estaba iniciando la producción comercial de sorgo híbrido utilizando el carácter de la esterilidad de Day, cuando se descubrió la esterilidad masculina citoplásmica en el sorgo. La esterilidad masculina citoplásmica es de fácil utilización y es económica para la producción de sorgo híbrido.

Objetivo del mejoramiento de los sorgos

Los sorgos se cultivan para la producción de granos, forraje, ensilaje, pasto, jugos azucarados, escobas y otros productos de menor importancia. Como resultado de esto, el genetista del sorgo trabaja hacia muchos objetivos.

Los objetivos principales en el mejoramiento de los sorgos son: mayor producción, adaptación a la recolección mecanizada, precocidad, resistencia al acame y al desgrane, resistencia a las enfermedades, resistencia a los insectos y calidad del grano,

NUTRICIÓN

Para que la planta de sorgo pueda desarrollarse necesita absorber del suelo diversas sustancias minerales. Los suelos en que se cultiva el sorgo suelen contener cantidades suficientes y en forma disponible la mayoría de los elementos nutritivos que la planta necesita. Los requerimientos nutricionales de la planta de sorgo son similares a los de la planta de maíz. Las cantidades de elementos a aplicar estarán determinados por la existencia de los nutrientes asimilables en el suelo y las necesidades que de ellos tiene la planta de sorgo.

Una orientación sobre el nivel de nutrientes que hay en el terreno la proporcionan los análisis químicos de suelo, que nos dará un criterio para saber cuanto aplicar. Las necesidades de nutrientes de la planta de sorgo son variables según su desarrollo, la disponibilidad de agua, etc.; pero a mayores cosecha corresponde mayores cantidades de nutrientes extraído del suelo.

En algunos casos excepcionales posiblemente no sea necesario aplicar fertilizante fosforado y potásico, ya que nuestros suelos contienen cantidades suficientes. No así el nitrógeno que ha resultado ser el elemento más limitante del cultivo. Se considera que para producir un quintal de grano la planta demanda 3 libras de nitrógeno, 1 libra de fósforo, y 3 libra de potasio.

Nitrógeno (N)

La planta de sorgo exige una constante y bien distribuida aplicación de nitrógeno desde la siembra hasta el llenado del grano, ya que esta lo demanda para crecer, elaborar sus reservas y formar sus semillas. Durante los períodos de gran crecimiento las necesidades son mayores, y aumentan al ritmo que aumenta el tamaño de la planta, decreciendo cuando la planta se va secando.

Excesiva cantidad de nitrógeno y de agua propician un crecimiento vegetativo exuberante de las partes aéreas de la planta, que aparecen de color verde oscuro, adquiriendo una consistencia esponjosa, lo que hace que las plantas sean más susceptibles al acame. Por el contrario la escasez de nitrógeno produce retraso en el crecimiento y las partes verdes aparecen amarillas.

En general los suelos tropicales son muy pobres en nitrógeno debido a las continuas pérdidas que este elemento sufre por acción del calor, los micro organismos y las precipitaciones.

Fósforo (P)

Este es un elemento integrante de muchos y muy importantes compuestos que se encuentran en las plantas. Además interviene en las reacciones químicas que se efectúan en el interior de la misma, y se acumula principalmente en la semilla, de aquí la importancia que las plantas dedicadas para la producción de semilla tengan una disponibilidad suficiente de fósforo. Así cuando la semilla germina, puede aportar buenas cantidades de este elemento a la plántula, ya que esta tiene poca capacidad para absorberlo del suelo, durante la primera etapa de crecimiento.

La escasez de fósforo produce plantas con sistema radicular poco desarrollado, plantas de poco vigor no alcanzando el tallo y las hojas un desarrollo normal, y panoja con pobre llenado de grano.

Potasio (K)

Se considera un elemento fundamental, en la formación y transporte de los carbohidratos y en el desarrollo vigoroso del sistema radicular de la planta.

Este elemento puede estar presente en el suelo en grandes cantidades sin ejercer un efecto nocivo para la planta. En cambio cuando se encuentra en cantidades inferiores a la necesaria los tallos de sorgo son delgado y tienen poca consistencia ofreciendo peligro de acame, las hojas aparecen como quemadas en al punta y en los bordes próximo a ella, como consecuencia de la deficiencia el cultivo presenta bajos rendimientos.

Fertilización

La fertilidad natural de la mayoría de los suelos no es suficiente para satisfacer los requerimientos de las variedades mejoradas e híbridos, cuya capacidad de rendimiento en Nicaragua es de 50 a 70 quintales por manzana.

En términos generales, gran parte (95%) de los suelos de las áreas sorgueras de Nicaragua son deficientes en Nitrógeno, menos frecuente (20 a 30%), son deficientes en fósforo y muy esporádicamente (2 a 5%), son deficientes en potasio.

Algunas referencias que pueden ayudar a estimar las necesidades de nutriente de sorgo son:

- a. La experiencia acumulada en los países productores de sorgo indican que para producir cada quintal de grano se necesitan de 2.4 a 3.6 libras de nitrógeno, 0.5 a 1.25 libras de fósforo y de 2.8 a 3.1 de potasio, además de adecuadas cantidades de elementos menores como azufre, calcio y magnesio.
- b. Los requerimientos nutricionales de la planta son similares o ligeramente inferiores a los del maíz, exigiendo si una constante y bien distribuida provisión de nitrógeno desde la siembra a la formación de los granos.
- c. Para obtener 50 quintales de rendimiento por manzana y de acuerdo al punto a. se necesitarán 150 libras de nitrógeno, 50 P_2O_5 , Y 150 libras de K_2O . Estas cantidades deberán ser suplidas parte por la fertilidad natural del suelo y la restante suministrada por abonos químicos.

Formula dosis y momento de aplicación

Los fertilizantes se deben aplicar en dos o más épocas sucesivas entre la siembra y los treinta días de desarrollo del cultivo. Es conveniente seguir estrictamente dichas épocas de aplicación a fin de obtener los mayores beneficios del uso de los fertilizantes.

En la primera aplicación se efectúa al momento de la siembra, incorporando al suelo fórmulas completas en dosis de dos quintales por manzana. La segunda aplicación se efectúa 15 a 20 días después de la siembra aplicando el 50% del fertilizante nitrogenado, y una tercera aplicación el resto del fertilizante nitrogenado, a los 30 o 40 días después de la siembra.

Dependiendo de la forma en que se este manejando el cultivo es posible realizar la aplicación total de la fuente nitrogenada a los 20 o 30 días de desarrollo del cultivo. Las dosis de fertilizante nitrogenado que se recomienda utilizar es de 2 a 3 qq/mz. Aplicaciones foliares de diez libras por manzana de nitrógeno en forma de Urea en forma diluida al momento del panzoneo, complementarias a las aplicaciones al suelo, han dado como resultado incremento significativos en el rendimiento en grano, especialmente en años de humedad deficientes y siembras tardías.

ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

El correcto establecimiento del cultivo, es uno de los elementos más importantes para la obtención de elevados rendimientos, si partimos que este crea las condiciones para la obtención de poblaciones ideales, debiendo tomarse en cuenta, la utilización de un método de siembra adecuado, dosis de semilla óptimas, correcta distancia y profundidad de siembra.)

Preparación del suelo

Una adecuada preparación de suelo es fundamental para obtener buenos rendimientos en el cultivo del sorgo, ya que permite un mejor establecimiento y un buen control de malezas. Entendiéndose aquellos que han recibido un laboreo adecuado, encontrándose libre de terrones y de maleza, permitiendo el trabajo eficiente de la maquinaria de siembra, así como una buen proceso de germinación y emergencia de plántula.

En terrenos en que por primera vez se establecerá el cultivo, las labores preliminares (eliminación de plantas arbóreas o arbustivas), se deberán hacer con suficiente anticipación al momento de siembra, para permitir una adecuada descomposición de rastrojos y que estos no interrumpan las distintas labores mecanizada.

Las labores mecanizadas, para preparar la cama de siembra estarán en dependencia de las características del terreno, que se utilice para el establecimiento del cultivo. Si durante el ciclo anterior existía establecido un cultivo, la preparación puede hacerse mediante un pase de arado y dos de rastra. Es importante hacer una labor profunda de arado, para hacer una buena remoción y dar condiciones para un mejor desarrollo del sistema radicular. Cuando la siembra se haga al espeque debe cuidarse de hacerse una buena roza, quema y limpia, y sembrar cuando las condiciones de humedad sean óptimas.

El primer beneficio que se obtiene en un suelo bien preparado, es la facilidad en la operación y la uniformidad en la profundidad de siembra de la semilla. Por otro lado, en un terreno bien preparado, la germinación es rápida y uniforme, favoreciendo la obtención de una población de plantas sanas y vigorosas.

Método de siembra

La siembra en el cultivo del sorgo se puede realizar a mano o mecanizada, de acuerdo al sistema de producción y al tipo de siembra a utilizarse. Para el establecimiento del cultivo existen dos tipos de siembra en hileras y al voleo, cada uno presenta ventajas y desventajas con respecto al otro.

Siembra en hileras.

Este tipo de siembra se realiza con una sembradora mecánica que distribuye la semilla en hilera, la cual debe regularse para garantizar la dosis de siembra y obtener la densidad de plantas deseadas. El control de la maleza en este tipo de siembra se realiza con máquina y con herbicida químico, dependiendo de la distancia en hilera.

Este tipo de siembra presenta algunas ventajas como: uniformidad en la distribución de la semilla, uniformidad en la profundidad de siembra, gasto de menos semilla. Pudiendo señalarse como desventajas, la necesidad de un equipo especializado para la labor de siembra, y una mayor demanda de mano de obra.

Siembra al voleo

Este tipo de siembra puede ser utilizado en cualquiera de los métodos de siembra (manual o mecanizada), pudiendo ser realizada la labor de siembra en el caso de la siembra mecanizado utilizando una voleadora, debiéndose tapar la semilla utilizando una grada superficial, o con el pase de una rama sobre el terreno sembrado.

Este tipo de siembra presenta la desventaja de no garantizar una serie de condiciones para la emergencia y normal desarrollo de la planta como es: la no distribución uniforme de la semilla en la superficie del terreno, no uniformidad en la profundidad de siembra, mayor gasto de semilla, no se garantizan las poblaciones adecuadas, siendo una ventaja la reducción en la demanda de mano de obra.

Dosis de siembra y Densidad poblacional

En nuestro país el agricultor tiene la tendencia de utilizar más semilla de la recomendada, sin considerar las condiciones de humedad y de fertilidad del suelo, presentándose en muchos casos rendimientos demasiado bajos por efecto del exceso de población de plantas por unidad de área. En las conciciones tropicales es necesario usar algo más de semilla para compensar las pérdidas de población, causadas por ataque de insectos y malas condiciones en la preparación del suelo.

La cantidad de semilla a utilizarse va a depender de factores como: **humedad disponible; fertilidad de suelo; porcentaje de germinación de la semilla, sistema de siembra y preparación de suelo** (Cuadro 14). Las altas poblaciones que no están acompañadas de adecuada humedad y un buen nivel de fertilización, se caracterizaran por que un gran número de plantas no producen granos.

Para los distintos tipos de siembra se recomiendan diferentes dosis de siembra, siendo estas 30 v 25 lbs para siembras al voleo e hileras/ respectivamente, para obtener poblaciones de 175.000 plantas productoras por manzana; (250.000 plts/ha).

Cuando las condiciones de humedad lo permiten y principalmente en siembras bajo riego, se pueden manejar poblaciones hasta de 210.000 plantas productoras por manzana; (300.000 plts/ha). Cuando los terrenos son de mediana calidad, y la fertilización que utiliza el productor es moderada, se pueden establecer poblaciones de 150.000 plantas productoras por manzana (215.000 por hectárea).

Cuadro 14 Dosis de semilla recomendadas según características de suelo, humedad, de fertilidad y sistema de siembra.

HUMEDAD Y FERTILIDAD	SISTEMA DE SIEMBRA	DOSIS DE SEMILLA Lb.
Escaza humedad, bajo nivel de fertilidad	Espeque	10-15
Textura pesada, excesivamente liviana, suelo en ladera	Chorrillo	15-20
Humedad y fertilidad adecuada, textura franco arcillosa	Chorrillo	20-25
Humedad y fertilidad adecuada, textura franco arcillosa	Voleo	30

Distancia de siembra

La distancia de siembra en el cultivo del sorgo puede variar desde 8-36 pulgadas, dependiendo del sistema de siembra, de la altura de la planta y del método de control de maleza a utilizar. Para agricultores que siembran con máquina, se recomiendan distancias entre hileras de 8-30 pulgadas, para siembras con bueyes de 16-36 pulgadas (Cuadro 15).

A mayor distancia entre surco se obtiene una mayor concentración de plantas sobre el surco y viceversa. En todo caso la distribución ideal es aquella que determina la menor competencia posible entre las plantas de sorgo, y el mejor aprovechamiento del suelo.

La distancia entre surco de 8-21 pulgadas se recomienda solamente para agricultores que controlan químicamente la maleza. El espaciamento de 14 pulgadas entre surco a mostrado ser el más conveniente para la siembra de híbridos y variedades enanas cuando las malezas se controlan con químicos. Cuando las siembra de variedades se efectúan con arados de bueyes, las distancias entre surco recomendadas están entre 16 -24 pulgadas. Estas distancias se logran mediante la utilización del arado de bueyes y permiten el control manual de la maleza, mediante el azadón o macana.

Si el agricultor siembra variedades de porte alto y gran crecimiento, es conveniente sembrar en surcos anchos, utilizando distancias de 30 - 36 pulgadas, evitando gran cantidad de semilla por golpe.

Cuadro 15 Espaciamento entre surco para el cultivo del sorgo

SISTEMA DE SIEMBRA	PORTE DE PLANTA	CONTROL DE MALEZA	DISTANCIA ENTRE SURCO	
			Pulgadas	cm
Maquina	Enana	Químico	8-21	20-54
Bueyes o espeque	Enana	Químico y manual	16-24	40-60
Bueyes o espeque	Alta	Químico y manual	30-36	75-90

Profundidad de siembra

La profundidad de siembra de la semilla de sorgo en el terreno no debe exceder en ninguno de los casos de cinco centímetros, ya que semillas sembradas a mayor profundidad, podrían morir por pudrición, o por no poder emerger a la superficie. En suelos sueltos, bien drenados y con suficiente humedad, las semillas deben de quedar a profundidades de 3-4 centímetros.

Epocas y fecha de siembra

Las fechas de siembras para sorgo son muy importantes. En las regiones tropicales no existen problemas con bajas temperaturas al momento de siembra para determinar la fecha de siembra es necesario utilizar los registros climatológicos de tal manera que la precipitación sea adecuada de acuerdo a la demanda del cultivo, y sea mínima a partir del estado pastoso duro. Condiciones lluviosas en los últimos estadios causan pérdidas en los rendimientos, por ataque de hongo y reducen la calidad del producto a cosechar.

La época de siembra, la temperatura y la humedad son determinantes en el momento de siembra. En Nicaragua las épocas de siembra están influenciados por el ciclo vegetativos y los periodos de lluvia. En las zonas sorgueras del país se presentan tres épocas tomando en cuenta los criterios antes señalados.

Siembra de primera

El sorgo sembrado de "primera" encuentra mejores condiciones de desarrollo que en las siembras de "postrera", por que el suelo esta menos infectados de malezas e insectos y en general el régimen de lluvias durante el desarrollo de la planta favorece el rendimiento de grano.

La siembra se realiza con el establecimiento del invierno, a fines de mayo o inicio de junio, y aunque estas siembras presentan buenas condiciones para la producción del grano, no se garantiza las condiciones climáticas óptimas al momento de la cosecha, pudiéndose presentar pérdidas considerables de grano, por germinación o enmohecimiento si la cosecha coincide con un período de lluvia, además se presentarían dificultades en el corte al no poder entrar la combinada al campo para realizar la operación de cosecha.

Por esta razón, las siembras de primera pueden ser realizadas solamente por aquellos agricultores que cuentan con toda la facilidad para efectuar una cosecha rápida. Para esta época debe preferir sembrarse variedades que resistan mejor los daños que pueden ser causado por humedad al momento de la cosecha.

Siembra de postrera

Se establece en el período de agosto-septiembre, y aunque presenta condiciones menos favorables para producción del grano por la alta incidencia de insecto, la recolección del grano coincide con la salida de la estación lluviosa lo que reduce los riesgos de pérdida por efecto de humedad y de hongo.

Siembra de riego

Esta siembra se efectúa preferiblemente en el mes de Enero para cosecharse en Abril o Mayo, en caso que por dificultades imprevistas no pueda sembrarse en una fecha que no coincida con la entrada del invierno (Mayo - Abril), se recomienda sembrar en el mes de Abril, utilizando riego complementario para establecer el cultivo.

RIEGO

La irrigación adecuada puede duplicar o triplicar los rendimientos de grano, según los resultados en numerosas pruebas en Estaciones Experimentales y por extensa observaciones de los agricultores norteamericanos.

El cultivo del sorgo, además de ser relativamente resistente a la sequía responde muy bien a la irrigación suplementaria y aún a la irrigación total. El riego suplementario se puede aplicar en las dos situaciones siguientes: Para adelantar siembras de primera (punto de riego) y para complementar las necesidades de humedad de las siembras tardías de postrera.

Aunque el sorgo es resistente a la sequía, responde bien a un riego complementario. La cantidad de agua que necesita para lograr rendimientos máximos no es un valor fijo, ya que la temperatura, la humedad relativa, el viento y la humedad del suelo tienen una interacción que determina el ritmo de la evaporación y la transpiración. En ciertos años las necesidades de agua pueden disminuir hasta 410-460 mm, y en años cálidos y secos pueden subir hasta 610-660 mm para lograr un rendimiento máximo.

Las plantas de sorgo empiezan a usar agua desde la germinación, pero la cantidad requerida es pequeña hasta las 2 o 3 semanas después de la siembra. Luego la necesidad de agua aumenta hasta llegar a un máximo en el período comprendido entre el panzoneo y la floración, en el período siguiente entre la floración y la carga el requerimiento de agua por la planta es todavía alto pero menor que en el período anterior.

Entonces la etapa comprendida entre el panzoneo y la carga del grano, es la etapa crítica del cultivo del sorgo, desde el punto de vista de las necesidades de agua. No debe faltar la baja de humedad en esta etapa a fin de evitar la baja del rendimiento del grano y al ataque de la pudrición seca del tallo, enfermedades que afectan severamente cuando hay una falta de humedad.

La mejor guía para decidir cuándo efectuar el riego es la cantidad almacenada en la zona de las raíces. Sin embargo, en los suelos profundos y de textura fina, los riegos pueden ser sincronizados satisfactoriamente de acuerdo con la fase de desarrollo.

En siembras de riego durante el verano (época seca en Centro América), el primer riego debe humedecer el suelo hasta 24 pulgadas de profundidad (64 cm). El segundo riego debe hacerse cuando las plantas están panzoneando, a partir de este estado de desarrollo de la planta hasta la carga del grano la humedad del suelo en los dos primeros pies de profundidad, no deben bajar a menos de 50% de humedad disponible.

Cuando se planea producir sorgo granífero enteramente de riego, son necesarios por lo menos 2 a 3 riegos el primero de pre-siembra para humedecer el suelo hasta 2 o 3 pies de profundidad, el siguiente para la etapa crítica en una o dos oportunidades.

Es importante señalar que muchos técnicos consideran que el método de guiarse por la fase de desarrollo no tiene tanto éxito en los suelos arenosos someros en donde la profundidad del suelo limita la zona radicular. Por ello pues, en estos casos los riegos son más frecuentes y continuarse hasta la etapa de la consistencia de masa, después de la cual no se recomienda la aplicación de más riego porque puede reducirse el rendimiento.

SANIDAD

Malezas y su control

En los climas tropicales, las malezas desarrollan tan abundante y rápidamente, que las plántulas de sorgo no compiten con ellas favorablemente por la luz humedad y nutrientes. En los primeros días de desarrollo las plantas de sorgo son débiles y de crecimiento lento dejándose vencer por la maleza.

Para el control de la maleza en el sorgo se emplean diferentes prácticas que pueden ser mecánicas y químicas, o bien una combinación de ellas. Cualquiera que sea el método que se use, lo importante es iniciar el control de la maleza con una buena preparación de suelo, pudiendo reducir al máximo la población de malezas a la hora de la emergencia y en los primeros estados de desarrollo de la plántula. Los métodos de control utilizados para el control de la maleza son: mecánico, cultural, químico.

Control mecánico

La mayoría de las labores de preparación de suelo reducen la presencia de malezas. Siembras en épocas adecuadas y en un suelo libre de malezas, promueve un crecimiento vigoroso de la plántula de sorgo. Si el sorgo ya ha emergido y las malezas están pequeñas un cultivo con azadón mecánico hará un buen control de malezas, pero hay que tener cuidado de no dañar las raíces con el implemento.

Control químico

El control químico de la maleza se puede considerar como una de las mejores tecnología para evitar el problema de la maleza cuando se usa correctamente. Para la siembra en surcos angostos, el control químico es la única forma de controlar la maleza. El éxito es seguir correctamente las indicaciones en relación a la calibración de equipo y utilizar el producto correcto de acuerdo a las especies de maleza que tengamos presente, utilizando las dosis recomendadas para el tipo de suelo y estado de crecimiento de la planta.

Los herbicidas GESAPRIM-90 WP en dosis de 2 a 3 lb/manzana, DUAL-960 en dosis de 1 a 2 lt/manzana, LASSO 40-E de 3,5 a 5 lt/manzana (las dosis menores se recomiendan para suelos livianos y las dosis mayores para suelo pesados), 2,4-D AMINA 500 cc/manzana y Prowl 500 2lt/manzana.

Aunque existen diversos métodos para controlar las malezas, la mejor forma de disminuir el impacto de estas plantas sobre nuestro cultivo es utilizando una combinación de los distintos métodos existentes, planteándose las siguientes recomendaciones.

1. Preparación oportuna y adecuada de la tierra.
2. Muchas malezas agresivas pueden controlarse arando el terreno durante la época seca; por lo menos treinta días antes del inicio de la época lluviosa.
3. Cuando el terreno se mantiene húmedo todo el año y se tiene problemas con malezas que se multiplican por rizomas o estolones , es recomendable adoptar las siguientes prácticas:
 - a. Rotación de cultivos. Se puede rotar con cultivos como soya o algodón, ya que toleran herbicidas que controlan malezas, sin perjudicar a la planta de sorgo. Otra alternativa es la rotación con leguminosa de cobertura como canavalia.
 - b. Utilización de herbicidas desecantes como Roundup o Gramoxone se hace más fácil, controlar la maleza durante la época lluviosa.
4. Cuando la preparación de tierras se retrasa y el campo se llena de malezas, con frecuencia resulta conveniente desecarlas antes de pasar la rastra, para que la materia verde en su proceso de descomposición no compita con el nitrógeno con las plántulas de sorgo.
5. Es muy importante que el agricultor establezca programas anuales de control de maleza. Si el agricultor logra establecer un campo libre de malezas, en lo sucesivo el mantenimiento resultará económico.

Plagas

El cultivo del sorgo es conocido por ser uno de los más resistentes a varios factores adversos a la producción como la deficiencia de humedad y el ataque de insectos y enfermedades. Si bien lo anterior ha sido probado en Nicaragua, también se ha hecho evidente que el cultivo del sorgo no es inmune al ataque de la plagas y enfermedades, si estos no son controlados adecuadamente, pueden causar serias mermas de rendimiento.

Muchas plagas de insectos atacan al sorgo en sus diferentes estados de desarrollo, pero solo algunas de ellas constituyen cierta amenaza al rendimiento. Por lo tanto en el cultivo del sorgo resalta la conveniencia de practicar en mayor medida, las técnicas del control integrado de plagas. ya que la acción integrada de los insectos benéficos y las prácticas culturales pueden reducir al mínimo necesario el uso de insecticidas, en el control de los insectos dañinos en este cultivo.

Un aspecto de mucha importancia para conocer la población de plagas en el suelo antes del establecimiento del cultivo y durante su crecimiento y desarrollo, lo constituye el "**recuento**", debiendo realizarse:

a) **Antes de la siembra:** 30 días antes de esta labor procédase a evaluar la incidencia de insectos de suelo. Revisar 25 estaciones al azar en cada campo no mayor de 20 manzanas, utilizando en cada estación, ya sea el método de una planta o una macolla de malezas ó el pie cúbico.

Registre el número de larvas de gusano alambre, falso alambre, taladrador menor del tallo, cuerudo, gallina ciega, etc. Una vez completados los datos se suman y se calculan el la cantidad de especie por manzana, en relación al área muestreada.

b) **De la germinación al panzoneo:** Hágase uno o dos recuentos por semana revisando 20 estaciones al azar a lo largo de un recorrido diagonal ó e equis para cada lote no mayor de 20 manzana. Cada estación deberá contar de cinco a diez plantas a lo largo del surco.

Revisar las hoja en ambas caras y registrar las masas de huevos encontradas. En el follaje también deben buscarse, y anotar la incidencia de larva pequeñas de cogollero, medidor, taladrador del tallo, etc. En el cogollo de las plantas comprobar la presencia de larvas de cogollero, anotar su número y la intensidad del daño. En la parte baja de los tallos comprobar los daños de insectos del suelo y tómese en consideración los insectos benéficos y su abundancia.

Si en la estación se observa alguna planta marchita o deforme compruébese las causas y regístrese. Al final sumar los números de insectos encontrados y redúzcanse a porcentaje. En esta etapa de recuento deben revisarse ocasionalmente las plagas alojadas en las malezas del cultivo, rondas y bordes de terrazas.

c) **Del panzoneo a la maduración del grano:** Del panzoneo a la maduración del grano revisar 25 estaciones de cuatro plantas continuas, en puntos al azar para cada lote no mayor de 20 manzanas.

Tan pronto se observen las primeras panículas hasta que comience el llenado del grano, hágase impecciones exclusivamente para la mosquita, obsérvese alrededor de la panículas si existen adultos, que son de color rojo anaranjado y tienen las alas más largas que el abdomen, haga esta actividad hasta que comience el llenado del grano.

Mientras se traslade de una estación a otra hágase un pase de 10 golpes de red entomológica, cerca de la panícula y observe la presencia de adultos, haga esta actividad hasta que comience el llenado del grano. Igualmente deben anotarse larvas que atacan el grano como el *Heliothis* y el *Spodoptera*.

d) **Del llenado del grano a la cosecha:** Se debe de detectar la presencia de pájaros que causa mayores daños económicos al sorgo.

Plagas del suelo y del follaje

Entre las principales plagas que atacan al cultivo durante su ciclo vegetativo se pueden señalar:

Gusano Alambre: (*Aeolus sp*)

Atacan la semilla sembrada y en menor grado las raíces del sorgo. Las larvas se alimentan de las semillas de sorgo poco después que son sembradas. Esta alimentación previene la germinación. Los síntomas del daño por gusano de alambre en el campo, son áreas de varios tamaños vacías de plantas y un arralamiento general de la población de plantas del cultivo.

- Control:**
- Tratamiento de la semilla con insecticidas.
 - Factores climáticos
 - Buena preparación del suelo.
 - Furadán 5 (5%) 35 libras/Mz.
 - Volatón 5 (6%) 40 libras/Mz.

Gallina Ciega: (*Phyllohaga crínita*)

El daño lo ocasionan poco después que las plantas han emergido del suelo. La germinación de la semilla ocurre y se establece una población satisfactoria de plantas, pero dentro de un período corto, cuando las plantas tienen de 10-15 cm de altura empieza a morir. En campos severamente infectados pueden ocurrir pérdidas totales en 7 a 10 días. Una gallina ciega puede destruir todas las plantas, a lo largo de una hilera de 5 m, un tercer daño es el cercenamiento de las raíces por las larvas que sobreviven al invierno. Las plantas dañadas, aunque capaces de producir panícula después del daño, no tienen suficiente raíces para evitar el acame.

- Control:**
- Temprana y adecuada preparación del suelo.
 - Uso de insecticidas
 - Uso de semillas tratada.

Gusano cortadores : (*Agrotis sp*)

Las larvas cortan los tallos de sorgo al ras del suelo o ligeramente abajo de la superficie del mismo. Algunas se alimentan de las partes aéreas de las plantas (cortadores, trepadores) mientras que otras se alimentan de las partes subterráneas de las plantas.

- Control:**
- Enterrar la vegetación al final del verano.
 - Destrucción de malezas hospederas
 - Uso de cebos envenenados
 - Uso de insecticidas.

Chinche *Blissus* (*Blissus leucopterus* spp)

La Chinche *Blissus* se alimenta con la savia del sorgo y comiendo follaje y corteza del tallo. El daño más grave lo ocasiona comiendo la corteza del coleóptilo (tallo tierno), a unos 2 cm. abajo de la superficie del terreno. Este daño evita la circulación de la savia y facilita la transmisión de algunas enfermedades. Cuando las poblaciones de esta plaga son altas, se pueden perder poblaciones enteras.

Control:

- 0,5 litros de Lorsban 4E, por manzana.
- 4 onz de Lannate en polvo por manzana.
- Cuando las poblaciones son muy altas, aplicar sobre la banda de siembra Volaton polvo 1,5 %, en dosis de 50 lb/manzana.

Taladrador del Tallo: (*Diatraea lineolata*)

Cuando esta plaga se presenta causa daños severos al cultivo perforando los tallos y cortando el sistema vascular. El daño que causa este insecto se nota en la cosecha, cuando las cabezas aparecen secas y chupadas. Las larvas jóvenes se alimentan por unos cuantos días de las hojas y luego horadan el tallo. Las larvas barrenan hacia arriba y hacia abajo la médula del tallo y pueden causar el acame y quemaduras de las plantas. El barrenado del pedúnculo del sorgo causa a menudo quebradura de la panícula.

El control químico de ésta plaga puede efectuarse cuando las pequeñas larvas recién eclosionadas de los huevos, se alimentan de las hojas del sorgo en su recorrido hacia el tallo. Este período es muy corto, 4 días. por lo que la aplicación de insecticida no es siempre lo suficientemente oportuna para ser totalmente eficaz.

Control:

- Quema de rastrojos.
- Parásitos depredadores.
- Aplicación de insecticidas. Lorsban 4% E.

Insectos de panícula

Mosquita de sorgo: (*Contannia sorghicola*)

Es el insecto que con más frecuencia causa pérdidas de producción en el sorgo granifero en Nicaragua. La mosquita adulta es de 2 a 3 milímetros de largo y de color anaranjado. Puede destruir cosechas enteras. El daño al sorgo lo causa la larva al alimentarse de los ovarios, evitando el desarrollo normal del grano y trayendo como resultado una panícula arruinada.

Para detectarla es indispensable buscarla entre las 6 y 8 de la mañana; después de esta hora es muy difícil encontrarla. Puede observarse a la mosquita volando alrededor de las cabezas de sorgo, temprano por la mañana, pero el agricultor

no debe esperar tener altas poblaciones de mosquita para iniciar su control, sino aplicar insecticida antes que las hembras depositen los huevos en las flores abiertas del sorgo. Si se observan moscas del ovario a razón de 1 por panoja en las orillas del cultivo, y con el simple echo de observarlas a 50 m de la orilla es indispensable aplicar el insecticida.

Las siembras de primera son las menos afectadas por la mosquita ya que la población de insecto baja durante la época lluviosa. La siembra de postrera deben ser tratadas de la forma indicada sin esperar a observar grandes poblaciones de mosquita. Las siembras tardías son las más afectadas, así como los campos en los que se siembra sorgo en diferentes fechas.

Control:

- La siembra temprana y uniforme del sorgo en grandes áreas.
- Uso de insecticidas Methil parathion 48% EC, Diazinon 60% EC. Piretroides, Folimat, Tamaron, los que se utilizan en dosis bajas.

Gusano Bellotero: (*Heliothis armigera*)

La larva infesta la panícula del sorgo, donde se alimenta del grano en desarrollo. También se alimenta de las hojas tiernas del cogollo.

Control:

- Parásitos y depredadores atacan esta plaga.
- El canibalismo natural, enfermedades bacteriales y virosas tienden también a reducir las poblaciones.
- Rotación de cultivos es de mucha importancia.
- Uso de insecticidas Endosulfan y Carbaryl. son efectivos contra larvas pequeñas.

Ataque de pájaros

Constituye causa de fuertes pérdidas económicas los ataques de pájaros a los campos de sorgo con grano de cosecha. Dependiendo de la zona en que se siembre, es posible sufrir daño de pájaros en cualquiera de las épocas en que se siembre. En campos pequeños es posible reducir las pérdidas mediante la operación de pajareo, pero en campo comerciales grandes, solamente se puede lograr una reducción de los daños, sembrando variedades resistentes a los pájaros y efectuando la siembra en épocas que escapan lo más posible a las mayores concentraciones de pájaros.

Las variedades resistente a los pájaros sufren menos daños por que en el estado de "leche" y "masa" del grano, tienen un sabor amargo, que evita que los pájaros se alimenten de el. Una vez llegada la madurez completa del grano, este sabor se pierde y se debe cosechar lo más pronto posible, ya que entonces estas variedades también son susceptibles a pájaros. Se ha tratado de obtener híbridos resistentes al ataque de pájaro, como son tipos de granos cuyas glumas están provistas aristas largas y duras, que causarán daño a los pájaros que picoteen el grano.

Es posible utilizar el control químico para disminuir el efecto del pájaro, utilizando productos como el **METHIOCARBAMATO**, que actúa como repelente a las aves. El **METHIOCARBAMATO** se aplica con avión, cuando la planta está en estado de formación de grano. Es recomendable aplicar dos veces con intervalos de 10 días en dosis de 1.20 a 2.50 kilos de producto por manzana. Los residuos de este producto no son dañinos. Análisis de laboratorio efectuado en sorgo recolectado 20 días después de la aplicación de este producto, el residuo encontrado no era dañino ni para el hombre ni para animales.

En América, el pájaro más perjudicial para las plantaciones de sorgo es el llamado corrientemente "pájaro arrocero". Esta ave migratoria durante los meses de más cálidos, de abril a septiembre permanece en el hemisferio norte (Norteamérica y Canadá), emigrando en octubre a Centro y Sudamérica, donde permanecerá hasta abril. Estas pájaros que se trasladan en grandes bandadas, causan mucho daño a las plantaciones de sorgo, sobre todo en el grano tierno de consistencia lechosa o pastosa, ya que comen el grano después de partirlo con el pico, cosa difícil cuando ya está maduro.

En nuestro país el pájaro que causa mayores pérdidas a cultivos en madurez lo representa el "chocoyo", el cual tiene características similares de comportamiento al "pájaro arrocero". Para evitar estos ataques de los pájaros la solución es el empleo de espanta pájaros, mejor si son móviles por el viento o bien detonadores, como los llamados cañones espantapájaros, que periódicamente producen estruendosas explosiones al explotar pequeñas porciones de gas butano.

Los pájaros más comunes en el área centroamericana son:

1. Arrocero (*Passer domesticus*)
2. Arrocero (*Sporophila torqueola*)
3. Tórtola o totolita (*Columbina talpacoti*)
4. Siete colores (*Passerina ciris*)
5. Azulejo (*Passerina cyanea*)
6. Azulejo (*Guiraca caerulea*)
7. Puñalada (*Pheucticus ludovicianus*)
8. Tinguiliche o volantín (*Volatinia jacarina*)

Enfermedades

El daño de campo es común en el trópico y lo ocasionan principalmente las condiciones climáticas imperante durante la etapa de madurez fisiológica. El sorgo ha alcanzado su madurez el contenido de humedad del grano baja aceleradamente, y la planta se deteriora. Los tejidos de la planta y del grano no absorben, sueltan humedad y se dañan fácilmente. Los tejidos dañados son más propensos a infectarse por patógenos que los tejidos sanos.

Las plantas del sorgo pueden ser afectadas por enfermedades desde que nacen hasta que se cosechan, las enfermedades pueden manifestarse en las raíces, tallos, hojas, panículas o en los granos. Según la parte que afectan, pueden formarse cuatro grupos con las enfermedades más comunes.

- a. Las que afectan a las semillas durante la germinación o a las plantas recién nacidas, reduciendo así la población durante la primera etapa del cultivo.
- b. Las que causan pudrición raíces y tallos que impiden el normal desarrollo de las plantas o su madurez oportuna.
- c. Las que afectan las hojas reduciendo el valor forrajero de las plantas e influyendo negativamente aunque sea en pequeña escala en la producción del grano.
- d. Las que afectan las panículas destruyendo el grano en formación o cuando ya está formado.

Principales enfermedades

Cabeza loca: (*Peronosclerospora sorghi*)

Los síntomas varían dependiendo del tiempo y de la infección el primer síntoma muestra clorosis con un rayado pálido hacia la parte basal de la hoja, algunas hojas se forman agudas, después las plantas producen hojas gruesas, poco flexibles o torcidas apareciendo más tarde el amarillamiento de la lámina, no hay producción de panojas con proliferaciones en las estructuras florales.

Control:

- Desinfección de la semilla
- Variedades resistentes.
- Rotación de siembra.

Mancha gris de la hojas: (*Cercospora sorghi* Ellis & Everhart)

Se presentan manchas foliares de color gris a púrpura. Estas se inician en las hojas de abajo y gradualmente invaden las hojas de arriba. las manchas son de forma oval o alargada de un centímetro de largo y de tres a cinco mm de ancho. Si el daño es severo, la hoja muere.

Control: - Uso de variedades resistentes.

Tizón de la hoja: (*Helminthosporium tursicum*)

Se presentan manchas irregulares largas que pueden alcanzar en algunos casos hasta 30 cm, son lesiones ligeramente ovaladas en forma de estrías de color café rojizo con un área central color paja y consistencia seca semejante a papel.

- Control :**
- Rotación de cultivos.
 - Eliminar Rastrojos
 - Uso de variedades resistentes.

Roya : (*Puccinia sorghi*)

Se presentan pequeñas erupciones polvorosas llamadas pústulas, se presentan en el haz y en el envés de las hojas. En la primera etapa de los síntomas son rojizos, observándose más oscuras a medida que se hacen más viejas. Las uredosporas rompen la epidermis y son liberados por la presión del viento. Si la panoja esta formada ésta enfermedad tiene poca importancia ocurre con mayor intensidad en periodos secos.

- Control :** - Uso de variedades resistentes.

COSECHA

Dependiendo de la altura de planta de la variedad sembrada la cosecha del sorgo puede hacerse a mano o con máquina. Variedades criollas y algunas mejoradas tienen plantas altas, estas variedades se cosechan manualmente. Los híbridos y algunas variedades de altura considerable la cosecha se hace mecanizada porque tienen plantas pequeñas y aún enanas.

No importa que medio se use en la cosecha del sorgo, la principal regla para realizar la cosecha sin mayores pérdidas es aprovechar la primera oportunidad, no postergue ni siquiera un día la cosecha cuando el grano ya esta maduro. El sorgo se puede empezar a cosechar cuando el grano tiene el 20% de humedad. Cuando se previenen pérdidas de grano por pájaros y humedad se puede cosechar el sorgo aún con 25-30% de humedad. En ambos es necesario secar el grano inmediatamente después de cosechado para evitar calentamiento, enmohecimiento y deterioro de la calidad del grano.

Dejar el sorgo en el campo una vez que está maduro, lo expone a pérdidas de rendimientos y calidad del grano y aún a germinación del mismo en la propia panoja si hay alta humedad ambiental durante la madurez.

Una forma práctica para determinar en el campo el momento oportuno para la cosecha es el siguiente.

- Conocer el ciclo vegetativo de la variedad,
- Presencia de una capa de células de color negro en el punto de inserción del grano, aunque no es tan notorio como en el caso del maíz.

- Observación en el campo de la facilidad con que se desgranar las panojas al ser apretadas en las manos. Si el desgrane se manifiesta fácil y abundante es tiempo de cosechar sin demora.
- Otra posibilidad para determinar el momento apropiado de cosecha es mediante la forma de muestra del grano las cuales se llevan al laboratorio para determinar el porcentaje de humedad.

Secamiento

El grano de sorgo cosechado con más de 13% de humedad no puede almacenarse sin peligro de calentamiento siendo indispensable secar el grano lo más pronto posible. Grano con más de 20% de humedad debe ir directamente del campo al proceso de secado. En Nicaragua se cuenta con suficientes unidades de secamiento.

Almacenamiento

Con el fin de conservar el grano de sorgo por un período de tiempo sin sufrir pérdidas por exceso de humedad o por el ataque de insectos es necesario almacenarlo seco con menos del 13% de humedad, en locales especialmente diseñado para este fin. Debiendo considerarse las siguientes recomendaciones.

- a. Las semillas no debe almacenarse más de 60 días en zonas o bodegas calientes.
- b. La semilla se conserva bien en zonas altas sobre el nivel del mar, donde la temperatura y la humedad relativa son bajas.
- c. En lugares calurosos es recomendable almacenar la semilla en bodegas frescas, donde la temperatura no exceda los 25°C durante las horas del medio día.
- d. Si las condiciones antes mencionadas son difíciles de obtener y se desea almacenar la semilla por períodos largos, es necesario utilizar bodegas con aire acondicionado y deshumificadores.
- e. Las bodegas deben fumigarse cada quince días, con un producto residual como: **BAYGON**, **MALATHION**, o equivalentes.
- f. A la semilla se le debe hacer tratamiento con insecticida líquido y aplicársele un fumigante: **PHOSTOXIN**, **GASTHION**, **DETIA** o su equivalente.

Se debe contar con un bodeguero de experiencia adiestrado para que examine el grano periódicamente, para detectar cualquier infestación que se produzca en el producto almacenado, y poder controlarlo a tiempo evitando pérdidas severas.

MANEJO DEL CULTIVO DE REBROTE

Una de las características botánicas de la planta de sorgo es permitir uno o más rebrotes, lo que puede ser considerado por los productores de este cultivo como una posibilidad de lograr mayores niveles de producción, si se realiza un adecuado manejo del rebrote, logrando así una mayor rentabilidad del cultivo.

En muchas ocasiones la primera cosecha apenas cubre los costos de producción y el retoño rinde las utilidades. Para que el retoño sea productivo es necesario realizar distintas prácticas agronómicas como son las siguientes:

- a. La cosecha debe realizarse en una fecha próxima a la madurez fisiológica, ya que el deterioro de las planta es menor que cuando se espera que el grano seque en el campo, además es importante que las ruedas de los equipos tanto de cosecha como de transporte no pasen sobre las hileras de las plantas, para esto se debe tomar en cuenta el ancho de la rueda de la combinada y del tractor para determinar la distancia entre hilera a utilizar.

Sin embargo en nuestras condiciones el agricultor no toma en cuenta esta recomendación, manejando cultivo de rebrote aun cuando se establece el cultivo utilizando el tipo de siembra al voleo, por lo que sería importante orientar trabajos de investigación tratando de medir las pérdidas de rendimiento que se producen por la no implementación de esta práctica. También es recomendable que el ancho de trabajo de la combinada coincida con el ancho de trabajo de la sembradora, lo que significa que si la sembradora siembra ocho surcos, la combinada debe cosechar ocho surcos.

- b. Las cuchillas del equipo de chapeo (chapoda) deben estar bien afiladas. Esto es para disminuir el daño que se puede causar al sistema radicular al utilizar un equipo no adecuado para realizar esta práctica. Muchos productores realizan esta labor a mano para lograr un corte más limpio.
- c. El rastrojo no se debe acumular sobre la hilera de planta, ya que le resta condiciones para un rebrote más rápido.
- d. Es necesario realizar una valoración de las áreas que se dedicaran para manejo de rebrote, para establecer cuales son las que tienen un buen potencial de rendimiento. Para esto diez días después del chapeo se debe hacer un recorrido por la plantación, para determinar las áreas que tienen un buen potencial de rendimiento.

El agricultor no debe invertir dinero en un retoño que no ofrezca un potencial de rendimiento seguro. Si se tienen dudas en relación al éxito a lograr con el manejo del rebrote, es preferible dejar que el retoño produzca lo poco que pueda producir sin inversión.

Control de plagas

Para el control de la plaga se debe tener el mismo cuidado que con el primer cultivo, tomando en cuenta los períodos de recuentos, excepto con el recuento de plaga de suelo.

Fertilización

La definición del programa de fertilización, debe ser acorde a la meta o perspectiva de rendimiento de la plantación. Normalmente el retoño tiene una capacidad de rendimiento de 33-66% de lo que produce la plantación sembrada, si las condiciones en que se desarrolló el primer cultivo fueron normales. Esto quiere decir que la fertilización de un buen retoño debe ser equivalente a un 50% de la fertilización aplicada al cultivo principal.

CULTIVO: FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*.L.)

GENERALIDADES

En el grupo de las leguminosas comestibles el frijol común es una de las más importantes debido a su distribución en los cinco continentes y por ser complemento nutricional indispensable en la dieta alimenticia principalmente en Centro y Sudamérica.

Debido al interés del hombre por esta leguminosa, las selecciones realizadas por culturas precolombinas originaron un gran número de formas diferentes, y en consecuencia diversas denominaciones comunes o vernáculos. Es así que el frijol se conoce con el nombre de Poroto, Aluvia, Judía, Frijol, Ñuña, Habichuela, Vainita, Caraota, Feijao, para citar algunos.

El frijol ha sido un alimento tradicionalmente importante en América Latina y en general en una gran cantidad de países en vías de desarrollo en los cuales se cultiva. En Nicaragua el frijol común es después del Maíz, el principal alimento básico y constituye la fuente de proteínas más importante y barata en la dieta humana. El consumo percapita es alto pero varía mucho año con año, dependiendo de la producción, las importaciones, exportaciones, precios y existencias.

En nuestro país el 95% de este cultivo es producido por pequeños y medianos productores, frecuentemente ubicados en áreas marginales (suelos de ladera y erosionados), los que utilizan mano de obra familiar, no utilizan mecanización, ni insumos como: fertilizantes, insecticidas, fungicidas y semilla de buena calidad y los que lo usan hacen un gasto irracional o inadecuado de la tecnología, lo que conlleva a problemas como bajos rendimientos y altos costos de producción, que inciden directamente en los costos al consumidor.

Historia, origen y ruta de propagación.

El cultivo del Frijol es uno de los más antiguos; hallazgos arqueológicos en su posible centro de origen y en Sudamérica indican que era conocido por lo menos unos 5000 años antes de nuestra era. Se cultiva extensamente en diferentes partes del mundo, como especie termófila no soporta heladas y así su cultivo se extiende desde el trópico hasta las zonas templadas.

En 1753, Linneus, consideró al frijol como de origen Asiático. De Condolle, en 1886 luego de haber descubierto semillas de *Phaseolus lunnatus*. L y *Phaseolus vulgaris*.L en excavaciones hechas en el Perú, cambio su opinión de que el frijol era originario de Asia Occidental.

Vavilov en 1935 (creador de la teoría de los centros de origen de las especies), señaló tres posibles centros de origen para el frijol: China, América del Sur (Perú, Ecuador, Bolivia), y América Central y Sur de México. Kaplan (1956), realizando un estudio de colecciones, confirmó el origen del frijol común en el Sur de México y Centro América, Tesis aprobada como más probable.

A la luz de los conocimientos actuales, de excavaciones arqueológicas y en base a la variabilidad genética de esta especie, en formas plantas silvestres y como cultivadas, los investigadores señalan que el frijol común es originario de América, considerando a México sino como su probable centro de origen, al menos como el centro de diversificación primaria.

El frijol fue introducido a Europa después del descubrimiento de América, siendo llevado por los Españoles y Portugueses, luego fue difundido hacia África, India y otras partes del mundo.

Datos históricos nacionales y mundiales.

Las Regiones de producción del frijol en todo el mundo, están distribuidas en un área aproximada de 21 millones de hectáreas con rendimientos promedios de 476 Kg/ha. América Latina con una producción de 4.7 millones de toneladas métricas anuales, representa el 38% del total de la producción mundial. Países productores como Brasil y México (1^o y 4^o. en el mundo), el 80 y 40 % de su producción respectivamente la realizan bajo sistemas de cultivos tradicionales.

Nicaragua igualmente no se aparta de esta tendencia, las áreas de siembra fluctúan anualmente entre 83,500 y 150,000 mz. obteniéndose a su vez rendimientos que promedios entre los 7 y 12 qq/mz. El 95% de las áreas de siembra, descansa en pequeños y medianos productores con poca o ninguna tecnología que establecen áreas de cultivo de 0.5 a 3 manzanas. El 5% restante es explotados por productores grandes los que poseen por lo general suelos aptos para el manejo mecanizado del cultivo.

Se estima que el área apropiada para la siembra de frijol en el país es de aproximadamente 1,000.000 de manzanas, siendo apenas el 14% de la misma la que se utiliza en la actualidad. Los rendimientos actuales es posible aumentarlos significativamente, utilizando semilla de buena calidad y practicas agronómicas adecuadas.

Por lo antes expuesto se deduce que el país cuenta con gran potencial para el aumento de la producción de frijol, sea por incremento del área sembrada o mediante la mejoría substancial del rendimiento por eficiencia en el manejo agronómico del cultivo.

Importancia socioeconómica.

El frijol es un componente básico en la dieta alimenticia del pueblo nicaragüense, constituyendo no solamente base energética sino también base proteica en la alimentación. La semilla de frijol tiene un alto contenido de proteínas, aproximadamente el 22.7 % superada únicamente por la soya (38 %) y es también fuente importante de Hierro (7.9 %) y vitamina B (2.2 %).

Las leguminosas de grano como el frijol, constituyen una fuente importante de aminoácidos como el Triptófano, esencial en el crecimiento del hombre y aunque no pueden reemplazar completamente a las proteínas de origen animal, en muchas regiones tropicales (como Nicaragua) estos suplen la mayor cantidad de éstos aminoácidos. Una persona adulta necesita 0.25 gr. de Triptófano como mínimo y 0.50 gr. como máximo por día, aportando el frijol 0.232 gr. además 1.6 % de grasas, aproximadamente 340 o más de calorías por cada 100 gr/grano, en Nicaragua y muchos países en desarrollo el promedio de consumo de frijol supera los 25.5 Kg/hab/año.

A pesar de ser la principal fuente de proteína alimenticia del Nicaragüense, no se visualiza el aumento en productividad debido a su marginalidad y al poco uso de prácticas agronómicas avanzadas.

Distribución, superficie y rendimientos

Físicamente el cultivo se encuentra distribuido en todo el país, obteniéndose buenos resultados en rendimiento siempre y cuando la variedad utilizada se adapte a las características climáticas y edáficas de una zona determinada.

En el cuadro 16, se puede observar el comportamiento que han presentado las cifras en relación a las áreas sembradas y el volumen de producción en el período comprendido del ciclo 77-78 al ciclo 91-92 notándose una fluctuación en las áreas dedicadas para la producción de este cultivo, presentando igual comportamiento los rendimientos promedios del cultivo siendo el ciclo agrícola 89-90 el que presentó mejores rendimientos con 12,7 qq/mz.

Problemas y limitantes en la producción y la expansión del cultivo

Igual que el maíz y sorgo, la baja productividad del cultivo es del orden agronómico pudiendo señalarse aspectos como:

- 1- Uso de tierras marginales .
- 2- Utilización de variedades criollas.
- 3- Producción extensiva por los pequeños y medianos productores.
- 4- Falta de uso de semilla certificada o mal manejo de esta.
- 5- Deficiencia en control de malezas, plagas y enfermedades.

- 6- Pérdidas por plaga hasta de 50 % en el campo y 12 % en el almacén.
- 7- Uso excesivo de plaguicidas o mal manejo de éstos.
- 8- Pobre adopción de Técnicas modernas

Entre las causas que limitan la expansión del cultivo podemos señalar:

- 1- Falta de asistencia técnica.
- 2- Falta de crédito a los productores.
- 3- Insuficiente producción y abastecimiento de semilla certificada.
- 4- Falta de precios de garantía
- 5- Altas tasas de interés.

Cuadro 16 Áreas sembradas y volumen de producción de Frijol
(*Phaseolus vulgaris* L) en el período 77-78 al ciclo 91-92.

CICLO	AREA x 1000 mz	RENDIMIENTO QQ/Mz	PRODUCCION x 1000 QQ
77-78	88.1	10.2	894.9
78-79	149.7	12.5	1,867.8
79-80	76.2	8.30	635.2
82-83	97.8	10.5	1,030.1
83-84	126.2	9.70	1,226.1
84-85	117.9	10.7	1,259.8
85-86	103.3	9.80	1,007.8
86-87	142.4	9.10	1,290.0
87-88	97.5	7.60	740.1
88-89	143.7	8.00	1,228.2
89-90	150.6	12.7	1,912.6
90-91	161	9.68	1,550.2
91-92	161.8	9.74	1,577.4
92-93	121.2	9.66	1,707.7
93-94	153.4	10.4	1,595.3
94-95	158.8	12	1,903.2

BOTÁNICA

Taxonomía

Sólo en las dos últimas décadas se han establecido bases sólidas universales en la taxonomía de *Phaseolus*. Este género ha sido bien diferenciado como *Vigna* y *Macroptilum*, con los cuales se tenían confusiones respecto a su clasificación y se le conoce como de origen exclusivamente americano.

El frijol común desde el punto de vista taxonómico es el prototipo del género *Phaseolus* y su nombre *Phaseolus vulgaris* L. le fue asignado en 1753 por Linneus. El género incluye aproximadamente 35 especies de las cuales cuatro son cultivable, que son:

P. lunnatus.L
P. coccineus.L
P. acutifolius.A Gray, *Var. Latifolius*. Freeman
P. vulgaris.L.

La clasificación taxonómica es:

Orden:	Rosales
Familia:	Leguminoseae
sub familia:	Papilionidae
Tribu:	Phaseolae
sub tribu:	Phaseolinae
Genero:	Phaseolus
especie:	vulgaris

Morfología

La Morfología estudia los caracteres de cada órgano, visibles a escala macro y microscópica. El examen de cada uno separadamente facilita la comprensión de la planta en su totalidad. Los caracteres de la morfología de las especies se agrupan en caracteres constantes y caracteres variables; los constantes son aquellos que identifican al taxon, es decir la especie o a la variedad; generalmente son de alta heredabilidad. Los caracteres variables reciben la influencia de las condiciones ambientales; podrían ser considerados como la resultante de la acción del medio ambiente sobre el genotipo.

El estudio de la morfología del frijol, se hará en el siguiente orden:

- | | | |
|----------|-------------------|-------------------------------|
| 1. Raíz | 2. Tallo | 3. Ramas y complejos axilares |
| 4. Hojas | 5. Inflorescencia | 6. Flor |
| 7. Fruto | 8. Semilla | |

Raíz

El sistema radicular está formado por la raíz primaria o principal que se desarrolla a partir de la radícula y es la primera raíz identificable. Sobre ésta y en forma de corona en la parte alta se desarrollan las raíces secundarias, teniendo un diámetro un poco menor que la raíz primaria. Se denomina raíz secundaria debido a que su desarrollo ocurre a partir de la raíz principal o primaria.

Existen otras raíces secundarias que aparecen un poco más tarde y más abajo sobre la raíz principal. Sobre las raíces secundarias se desarrollan las raíces terciarias, con una lupa se pueden observar las últimas subdivisiones constituidas por los pelos absorbentes llamados también pelos radiculares, los cuales se encuentran en todos los puntos de crecimiento de la raíz y juegan un papel importante en la absorción de agua y nutrientes.

Aunque siempre se distingue la raíz primaria, el sistema radicular tiende a ser fasciculado y fibroso, es superficial, ya que el mayor volumen de raíces se encuentra en los primeros 20 centímetros de profundidad.

Como miembro de la sub familia Papilionidae, *Phaseolus vulgaris.L* presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical. Los nódulos tienen forma polihédrica y un diámetro aproximado de 2-5 mm. los nódulos resultan de la simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, las cuales fijan nitrógeno atmosférico y lo hacen disponible para la planta.

Las características del suelo como porosidad, grado de aireación, capacidad de retención de humedad, temperatura, cantidad de nutrientes y otras, son importantes en la conformación del sistema radicular y su tamaño. En condiciones favorables las raíces pueden alcanzar de 1-1.5 metro de longitud, en casos de exceso de humedad, el hipocotilo puede desarrollar raíces adventicias.

Tallo

El tallo puede ser identificado como el eje central de la planta, está formado por una sucesión de nudos y entrenudos. Se origina del meristema apical del embrión de la semilla, desde la germinación y en las primeras etapas de desarrollo de la planta, este meristema tiene una fuerte dominancia apical y en su proceso de desarrollo genera nudos. El nudo es el punto de inserción de las hoja en el tallo.

El tallo es herbáceo en sus primeros estadios de desarrollo y semileñoso al final del ciclo, es cilíndrico o levemente angular, debido a pequeñas corrugaciones de la epidermis, tiene generalmente un diámetro mayor que las ramas, puede ser erecto, semipostrado o postrado, según el hábito de crecimiento de la variedad; pero generalmente tiende a ser vertical ya sea que el frijol crezca solo o con algún soporte.

Algunas características del tallo son utilizadas en la identificación de variedades tales como: el color, pilosidad, tamaño, número de nudos y entrenudos, aptitud para trepar, la filotaxis y los ángulos de inserción de diferentes órganos.

La pilosidad y el color del tallo varían según la parte del tallo, la etapa de desarrollo de la planta, la variedad y las condiciones ambientales como sequía y luz. En cuanto a la pilosidad, el tallo puede ser subglabro y pubescente. Se pueden encontrar pelos cortos y pelos largos, o en ambos tamaños; pero siempre se encuentran unos pelos pequeños en forma de gancho, llamados pelos uncinulados fácilmente observables en las partes jóvenes.

Existe una variación en lo que respecta a la pigmentación del tallo; pueden encontrarse derivaciones de tres colores fundamentales: verdes, rosado y morado. El patrón de distribución de los colores en el tallo es también muy variable. En algunos casos el tallo y el pecíolo son del mismo color. Puede ocurrir que el color se concentre solamente cerca de los nudos. Estas características de color en el tallo pueden ser usadas en mejoramiento como un marcador genético.

Además de estas características cualitativas, existen otras cuantitativas relacionadas con la estructura misma del tallo. Una muy utilizada es el número de nudos y por tanto el número de entrenudos.

El tallo empieza en la inserción de las raíces. En orden ascendente el primer nudo que se encuentra es el de los cotiledones, la parte comprendida entre la inserción de las raíces y el primer nudo se llama hipocotilo. El hipocotilo tiene una longitud apreciable por que el frijol común es de germinación epigea. Los cotiledones permanecen adheridos al tallo durante las primeras etapas de desarrollo, después de unas dos semanas caen quedando dos cicatrices en el tallo.

El siguiente nudo es el de las hojas primarias, las cuales son opuestas. Entre el nudo de los cotiledones y el de las hojas primarias, se encuentra un entrenudo real llamado epicotilo. A partir del tercer nudo emergen las primeras hojas compuestas, estas son trifoliadas y alternas.

En el tallo se encuentran presentes, a nivel de cada nudo otros órganos como las hojas, las ramas, las vainas, los racimos y las flores.

En cada nudo del tallo se encuentra una estipula, una hoja y entre el pecíolo de la hoja y la prolongación del tallo, en las axilas, aparecen un complejo de yemas que luego se desarrollan como ramas laterales y como inflorescencias.

Al inicio de la fase reproductiva de la planta, el tallo presenta a lo largo de su estructura diferentes niveles de desarrollo de los órganos vegetativos y/o reproductivos. Un desarrollo característico de la parte terminal, define el hábito de crecimiento de la variedad. Existiendo las siguientes hábitos de crecimiento:

Si el tallo termina en una inflorescencia (racimos) y al aparecer esta inflorescencia el tallo cesa su crecimiento, se considera a esta planta de hábito de **crecimiento determinado**. Si el tallo presente en su parte terminal un meristema vegetativo que le permite eventualmente continuar creciendo, es decir forma mas nudos y entrenudos aun después de iniciado su etapa de floración. En este caso la planta es de hábito de **crecimiento indeterminado**.

Cuando la planta es de hábito de crecimiento determinado, normalmente el tallo posee un bajo número de nudos y termina en la inserción de la ultima hoja trifoliada. En plantas de hábito indeterminado, el número de nudos del tallo es mayor que en las plantas de hábito determinado ya que en la fase reproductiva el tallo continua creciendo.

La forma de la parte terminal del tallo, la longitud de los entrenudos, la aptitud para trepar o la capacidad de torsión y el grado de ramificación conforman el hábito de crecimiento del frijol, lo que es de gran utilidad en la descripción morfológica de las variedades.

Según estudios hechos por el CIAT. (CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL) se consideró que los hábitos de crecimiento, podrían ser agrupados en cuatro tipos de crecimientos:

- TIPO I : DETERMINADO ARBUSTIVO**
- TIPO II : INDETERMINADO ARBUSTIVO**
- TIPO III: INDETERMINADO POSTRADO**
- TIPO IV : INDETERMINADO TREPADOR**

TIPO I (Determinado arbustivo)

El tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada. Cuando esta inflorescencia está formada, el crecimiento del tallo y las ramas generalmente se detiene. El tallo es fuerte con un número de nudos entre 5-10 y de entrenudos cortos. La altura varía entre 30-50 cm. sin embargo podemos encontrarlos con casos de plantas enanas de 15-25 cm. La etapa de floración es corta y la madurez de las vainas ocurre casi al mismo tiempo.

TIPO II (Indeterminado arbustivo)

El tallo es erecto sin actitud de trepar, aunque termina en una guía corta, las ramas no producen guías. Tienen pocas ramas pero en número superior al tipo I, y son generalmente cortas con respecto al tallo.

El número de nudos es mayor de doce. Las plantas continúan creciendo durante la etapa de floración a un ritmo menor.

TIPO III (Indeterminado postrado)

Las plantas pueden ser postradas o semi postradas con ramas bien desarrolladas. La planta puede tener una altura mayor de 80 **cm**.

El número de nudos del tallo y de las ramas es mayor que los tipos I y II, la longitud de los entrenudos es superior a los hábitos descritos anteriormente, tanto el tallos y ramas terminan en guías.

Algunas plantas son postradas desde la primera etapas de la fase vegetativa. Otras son arbustivas hasta prefloración y luego son postradas. Tienen aptitud trepadora si las plantas cuentan con algún soporte en cuyo caso suelen llamarse semitrepadoras.

TIPO IV (Indeterminado trepador)

A partir de la primera hoja trifoliada el tallo desarrolla la capacidad de torsión lo que se traduce en su habilidad trepadora.

Las ramas son poco desarrolladas, como consecuencia de la dominancia apical. El tallo puede tener de 20-30 nudos y alcanzan más de 2 mts. de altura con un soporte adecuado.

La etapa de floración es significativamente más larga que todos los tipos anteriores, de tal manera, que en la planta se presentan a un mismo tiempo las etapas de floración, formación de vainas, llenado de vainas y maduración.

Finalmente es importante señalar que hay variedades que tienen hábitos de crecimiento que no se pueden incluir en ninguno de estos cuatro tipos, pues son hábitos intermedios entre cualquiera de los descritos anteriormente.

Es necesario tener en cuenta que las condiciones ambientales influyen en la expresión del hábito de crecimiento, debido a esto, en diferentes ambientes una variedad puede presentar variaciones en este carácter

Ramas y complejos axilares

Las ramas provienen de yemas localizadas en las axilas de las hojas, es decir entre el tallo y la inserción de la hoja. Este es el denominado Complejo Axilar, que generalmente está formado por tres yemas visibles desde el inicio del desarrollo, las cuales son llamadas **TRIADAS**.

Las ramas pueden ser primarias si se desarrollan del tallo principal, secundarias si se desarrollan de una axila de una rama primaria y terciarias si provienen de una axila de una rama secundaria.

El complejo axilar llamado TRIADA puede tener tres tipos de desarrollo:

1. Desarrollo completamente vegetativo

Se denomina vegetativo por que las yemas que se desarrollan en el complejo axilar producen exclusivamente ramas en cuyo primer nudo visible se encuentra una hoja trifoliada.

La yema central se desarrolla primero, formando la rama central. Las dos yemas laterales tienen el potencial para desarrollarse como ramas, pero generalmente se desarrolla solo una. Tanto en la rama central como en las laterales el desarrollo después del primer nudo visible es en última instancia dependiente del genotipo y por lo tanto puede o no existir similitud en el desarrollo de las ramas a partir de dicho nudo.

Como consecuencia, se encontrará generalmente la rama central bien desarrollada y una lateral produciendo al menos un nudo visible con una hoja trifoliada. Este tipo de desarrollo, completamente vegetativo, ocurre generalmente en las partes bajas de la planta, o sea, en el nudo cotiledonar, el de las hojas primarias y en los nudos de las primeras hojas trifoliadas del tallo y de las ramas cualquiera que sea el hábito de crecimiento.

2. Desarrollo floral y vegetativo

Se denomina floral por que la yema central, que es la primera en desarrollarse produce tempranamente una inflorescencia; de las otras dos yemas al menos una produce una rama.

La yema central se desarrolla en una inflorescencia, es decir un racimo, lo que significa que en esta axila se va a observar primero un racimo floral y después las vainas. Las dos yemas laterales permanecen inicialmente en estado latente. Este tipo de desarrollo se encuentra generalmente en las partes superiores del tallo y de las ramas.

3. Desarrollo completamente floral

Cuando cada una de las yemas del complejo axilar se desarrollan como órganos reproductivos. Las dos yemas laterales, generalmente se convierten directamente en botones florales. Este tipo de desarrollo se encuentra generalmente en la parte superior del tallo y de las ramas.

Las ramas potencialmente podrían desarrollarse como el tallo, pero en la realidad su desarrollo es más reducido; esta similitud en el crecimiento y desarrollo, no se debe al azar; es el resultado de correlaciones que tienen un control genético-fisiológico.

Hojas

Las hojas del frijol son simples y compuestas, están insertas en los nudos del tallo y ramas mediante el peciolo. Los cotiledones constituyen el primer par de hojas y proveen de sustancias de reserva a la planta durante la germinación y emergencia (estado de plántula), y caen después de una semana. En la planta de frijol hay dos hojas simples, que nacen en el segundo nudo del tallo y se forman en la semilla durante la embriogénesis. Son opuestas, cordiforme, unifoliadas, auriculadas, simples y acuminadas. Estas caen antes de que la planta este completamente desarrollada.

Las hojas compuestas, trifoliadas, son las hojas típicas del frijol. Tienen tres folíolos, un peciolo y un raquis. Tanto el peciolo como el raquis son acanalados. El folíolo central o terminal es simétrico y acuminado; los dos laterales son asimétricos y también acuminados. Los folíolos son enteros; la forma tiende a ser de ovalada a triangular, principalmente cordiforme, pero sin aurículas; son glabros o subglabros.

Las hojas constan de folíolo, raquis y peciolo. En la base del peciolo se localiza el pulvínulo, que es una estructura que permite los movimientos de las hojas. Los tres folíolos se conectan al raquis mediante el peciolulo que es una estructura similar al pulvínulo, en la unión del peciolulo al raquis se desarrollan las estipelas, dos estipelas en el folíolo central y una en cada folíolo lateral.

Las hojas varían en cuanto a tamaño, color y pilosidad, ésta variación está relacionada con la variedad, la posición de la hoja en el tallo, la edad y las condiciones ambientales de luz y humedad.

Inflorescencia

Pueden ser axilares o terminales dependiendo del hábito de crecimiento. Desde el punto de vista botánico se considera como racimos de racimos; es decir, un racimo principal compuesto de racimos secundarios, los cuales se originan de un complejo de tres yemas que se encuentran en las axilas formada por las brácteas primarias y la prolongación del raquis.

La inflorescencia tiene tres partes principales: el eje de la inflorescencia que se compone de pedúnculo y de raquis, las brácteas primarias y los botones florales. Antes de abrir las primeras flores, el pedúnculo de la inflorescencia se alarga rápidamente. El raquis es una sucesión de nudos. Los nudos se distinguen porque en ellos se localizan las brácteas primarias.

En cada triada floral cada una de las dos yemas laterales generalmente producen una flor; estas dos yemas laterales son las primeras que aparecen sobre el eje del racimo secundario, en sucesión alterna. En cambio la yema central no se desarrolla directamente; como el eje es reducido las dos flores parecen estar a un mismo nivel.

Flor

La flor del frijol es una típica flor papilionácea. en el proceso de desarrollo de dicha flor se pueden distinguir dos estados el botón floral y la flor completamente abierta. El botón floral, bien sea que se origine en las inserciones de un racimo o en el desarrollo completamente floral de las yemas de una axila (triada), en su estado inicial está envuelto por bractéolas que tienen forma ovalada o redonda. En su estado final, la corola que aún está cerrada sobresale y las bractéolas cubren sólo el cáliz.

La flor se abre cuando ocurre la antesis, tienen simetría bilateral y se componen de un pedicelo glabro o subglabro con pelos unculados y en su base una pequeña bráctea no persistente unilateral llamada bráctea pedicelar.

El cáliz es gamosépalo, campanulado, con cinco dientes triangulares dispuestos como labios en dos grupos de la siguiente forma: dos en la parte alta completamente soldados y tres más visibles en la parte más baja.

La corola es pentámera y papilionácea con dos pétalos soldados por su base y tres no soldados. En ella se pueden distinguir: el pétalo más grande que se llama Estandarte, el cual es simétrico y glabro, los dos pétalos laterales que reciben el nombre de Alas, los dos pétalos restantes que están soldados y forman la Quilla, que es asimétrica, cerrada y en forma de espiral, la cual envuelve completamente al Androceo y al Gineceo.

En la mayoría de las flores de colores claros, la corola se torna amarilla después que ocurre la fecundación. El Androceo está formado por nueve estambres soldados por su base en un tubo y por un estambre libre llamado Vexilar que se encuentra al frente del estandarte. El Gineceo es supero e incluye al ovario comprimido, el estilo encorvado y el estigma interno lateral terminal, debajo del estigma se puede observar una agrupación de pelos en forma de brocha.

La morfología floral del frijol favorece el mecanismo de autopolinización. Las anteras están al mismo nivel que el estigma, además ambos órganos están envueltos por la quilla, cuando se produce la dehiscencia en las anteras (apertura y desprendimiento) el polen cae directamente sobre el estigma.

Fruto

El fruto es una vaina compuesta por dos valvas que provienen del ovario comprimido, las dos valvas están unidas por dos suturas, una dorsal llamada placentar y la otra ventral. Los óvulos son las futuras semillas y alternan en la sutura placentar, en consecuencia las semillas también alternan en las dos valvas. Las vainas son glabras o subglabras con pelos muy pequeños; a veces la epidermis es pilosa, cerosa y de diversos colores.

La presencia de fibra en las suturas y en las capas pergaminosas adheridas a la superficie interna de las valvas, determinan la dehiscencia, carácter morfo-agronómico usado algunas veces para clasificar las variedades de frijol. La textura de la vaina permite considerar tres tipos de dehiscencia

1. **Tipo pergaminosa;** posee fibras fuertes y orientadas en la capa pergaminosa, induce una fuerte dehiscencia en la maduración. Las variedades de este tipo son cultivadas para la cosecha de granos secos.
2. **El tipo coriáceo;** es aquel en el cual se separan las dos suturas levemente sin que haya separación total de las valvas. Estas vainas se pueden consumir como habichuelas cuando están inmaduras o como frijoles secos cuando están maduras.
3. **En el tipo carnososo o no fibroso;** la vaina es casi indehiscente, las valvas no poseen fibra y se consumen como habichuelas, ya que no presentan separación de las valvas a lo largo de las suturas.

Semilla

Es exalbuminosa, es decir no posee albumen, por lo tanto las reservas nutritivas se concentran en los cotiledones. Se originan de un óvulo compilotropo. Pueden tener varias formas: de rinon, esterica, cilíndrica y otras.

Las partes externas más importantes de la semilla son: la Testa o cubierta, el Hilium, o cicatriz dejada por el funículo, el cual conecta a la semilla con la placenta. El Micrópilo, que es una abertura en la cubierta cerca del hilium por donde se realiza principalmente la absorción de agua. El rafe, es la pequeña protuberancia producto de la soldadura del funículo con los tegumentos externos del óvulo.

Internamente la semilla está constituida por el embrión, el cual está formado por la Plúmula, las dos hojas primarias, el hipocótilo, los dos cotiledones y la radícula. El complejo plúmula/radícula, está situado entre los dos cotiledones, al lado ventral del grano, de tal manera que la radícula está en contacto con el micrópilo. Una semilla es en realidad una planta embrionaria en estado latente. El color, forma y brillo en la semilla varían dependiendo de las diferentes variedades.

FISIOLOGÍA.

A como se a señalado en estudios anteriores la semilla es en realidad una planta embrionaria en estado latente. Por lo tanto para entender como es que se da la transformación hasta una planta es necesario conocer los procesos de desarrollo y crecimiento que en ella se producen.

Los procesos fisiológicos son los gestores principales en el desarrollo y crecimiento de los cultivos, por lo tanto es útil conocerlos, al igual que algunos términos usados en trabajos fisiológicos.

Ciclo biológico y etapas de crecimiento

Hasta el momento se conocen con bastante aproximación los factores climáticos edáficos y bióticos que afectan a la planta de frijol pero no así su morfología. Tal situación ha sido la principal causa para utilizar una escala de tiempo (DDS=días después de la siembra) y referir a ellas, entre otras, las observaciones y prácticas que se llevan a cabo en el cultivo.

Al respecto es necesario aclarar que el ciclo biológico del frijol cambia según el genotipo y los factores del clima y, por ende plantas de un mismo genotipo sembradas en condiciones climáticas diferentes no pueden estar en el mismo estado de desarrollo 40 DDS. Por lo tanto, sin desconocer la utilidad que tiene la escala de tiempo, cada vez cobra mayor importancia el uso de una escala basada en la morfología de la planta y en los cambios fisiológicos que se suceden durante su desarrollo. Esta escala permite referir las observaciones y prácticas de manejo, a etapas de desarrollo fisiológico; por lo tanto esta información ofrecerá mayor consistencia al compararla con datos de la literatura procedentes de sitios diferentes.

Durante el desarrollo de la planta se presentan cambios morfológicos y fisiológicos que sirven de guía para identificar las etapas de la escala de desarrollo del cultivo. Por ello es importante aclarar algunos conceptos, antes de entrar a definir las etapas de desarrollo de la planta de frijol.

Crecimiento

Cambio en volumen o en peso de la materia seca, es un fenómeno cuantitativo que puede ser medido con base en algunos parámetros tales como: Anchura, longitud, acumulación de materia seca, número de nudos, IAF, etc.

Desarrollo

Es un fenómeno cualitativo, se refiere a procesos de diferenciación o cambios estructurales y fisiológicos, conformados por una serie de eventos o fenómenos sucesivos: ejemplo, la aparición de botones florales o racimos, marca el cambio de la fase vegetativa a la fase reproductiva.

Características generales del desarrollo de la planta de frijol

El ciclo biológico de la planta de frijol se divide en dos fases sucesivas: la vegetativa y la reproductiva.

Fase vegetativa

Se inicia en el momento en que la semilla dispone de condiciones favorables para germinar y termina cuando aparecen los primeros botones florales en las variedades de hábito de crecimiento determinado, o los primeros racimos en las variedades de hábito de crecimiento indeterminado. En esta fase se forma la mayor parte de la estructura vegetativa que la planta necesita para iniciar la reproducción.

Fase reproductiva

Se encuentra comprendida entre el momento de la aparición de los botones florales ó los racimos y la madurez de cosecha. En las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, continúa la aparición de estructuras vegetativas aún cuando termina la denominada fase vegetativa, lo cual hace posible que una planta esté produciendo simultáneamente hojas, ramas, flores y vainas.

Etapas de desarrollo

En el desarrollo de la planta de frijol se han identificado 10 etapas, las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes. El conjunto de éstas 10 etapas forma la escala de desarrollo de la planta de frijol.

Cada etapa se designa con un código formado por una letra y un número. La letra V o R, define la fase a que corresponde, (Vegetativo o Reproductivo), el número (0-9), indica la posición en el ciclo de vida de la planta (Figura 1).

Etapas de la fase vegetativa.

1. Etapa V₀: Germinación.

Se inicia cuando la semilla que se ha depositado en el suelo, absorbe agua y se hincha (imbibición), se toma como iniciación de ésta etapa el día en que la semilla tiene humedad suficiente para el inicio del proceso de germinación; es decir el día del primer riego o primera lluvia si se siembra en suelo seco.

Una vez que la semilla dispone de condiciones para germinar (agua y T°) ocurren en ella fenómenos de división celular y reacciones bioquímicas, que liberan los nutrimentos de los cotiledones y emerge de ella en primer lugar la radícula la cual se alarga para convertirse en raíz primaria, luego sobre ésta aparecen las raíces secundarias y terciarias

El hipocótilo crece también hasta que los cotiledones crecen y llegan al nivel del suelo sobre la superficie terminando en este momento la etapa de germinación.

frijol son unifoliadas y opuestas, están en el segundo nudo del tallo principal y cuando están completamente desplegada se encuentran generalmente en posición horizontal, aunque no han alcanzado aún su tamaño máximo.

Los cotiledones pierden su forma, arqueándose y arrugándose. La primera hoja trifoliada empieza su crecimiento y continua su desarrollo hasta desplegarse completamente.

Etapa V₃: Primera hoja trifoliada.

Se inicia cuando el 50% de las plantas presenta la primera hoja trifoliada desplegada. Se considera que la hoja está desplegada cuando las láminas de los folíolos se ubican en un plano. La hoja aún no ha alcanzado su tamaño máximo y son aún cortos tanto el entrenudo entre las hojas primarias, la primera hoja trifoliada y el pecíolo de la primera hoja trifoliada, por esta razón la primera hoja trifoliada se encuentra por debajo de las hojas primarias.

El pecíolo y el entrenudo crece y la primera hoja trifoliada se sobrepone a las hojas primarias, la segunda hoja trifoliada ya ha aparecido y se puede observar aún de tamaño muy reducido, los cotiledones se han secado completamente y por lo general han caído. El tallo sigue creciendo, la segunda hoja trifoliada se abre y la tercera hoja trifoliada se despliega.

Etapa V₄ : Tercera hoja trifoliada.

Esa etapa se inicia cuando el 50% de las plantas presenta la tercera hoja trifoliada desplegada. A partir de esta etapa es que se hacen claramente diferenciables algunas estructuras vegetativas como el tallo, las ramas y otras hojas trifoliadas, que se desarrollan a partir de las triadas de yemas que se encuentran en las axilas de las hojas, incluso de las hojas primarias y cotiledones, las yemas de los nudos que están por debajo de la tercera hoja trifoliada se desarrollan como ramas. El tipo de ramificación, el número y longitud de ramas depende de factores como el genotipo y las condiciones del cultivo, entre otros.

La primera rama que se desarrolla forma su primer nudo con sus hoja trifoliada desplegada cuando el tallo principal tiene en promedio 3 o 4 hojas trifoliadas ya desplegadas. En general esta etapa es la más extensa en la fase vegetativa, por lo que se pueden dividir en sub etapas, por ejemplo:

Sub etapa V_{4.4} cuarta hoja trifoliada.

Esta empieza cuando está desplegada la cuarta hoja trifoliada del tallo principal en la planta, o en el 50% de las plantas en un cultivo de frijol.

Sub etapa $V_{4,5}$ quinta hoja trifoliada.

Esta sub-etapa empieza cuando la quinta hoja del tallo principal se ha desplegado. En esta forma se pueden identificar sucesivamente las sub-etapas 4.6, 4.7, 4.8 etc. con la sexta, séptima y octava hoja trifoliada en el tallo principal, hasta la iniciación de R.5.

Etapas de la fase reproductiva

Cuando las yemas apicales de las plantas de hábito de crecimiento determinado se desarrollan en botones florales y en las yemas axilares de las plantas de hábito de crecimiento indeterminado se desarrolla el primer racimo, termina la fase vegetativa y empieza la fase reproductiva de la planta.

En esta fase ocurren las etapas de prefloración, floración, formación de vainas, llenado de vainas y maduración. En el hábito de crecimiento indeterminado, el desarrollo de estructuras vegetativas continúa durante esta fase, o sea que la planta produce nuevos nudos, ramas y hojas, mientras que en las plantas de crecimiento determinado, al empezar la fase reproductiva, cesa el desarrollo de nuevas estructuras vegetativas.

Etapa R_1 : Prefloración.

Se inicia cuando aparece el primer botón floral o el primer racimo. En condiciones de cultivo, se considera que el 50 % de las plantas presenten esta característica. En las variedades con hábito determinado, los primeros botones se localizan generalmente en el último nudo del tallo o rama, en cambio en las variedades de hábito de crecimiento indeterminado los racimos se desarrollan en los nudos inferiores, ya que emergen de la axila de una de las hojas trifoliadas inferiores del tallo principal o rama de la planta.

Los racimos se desarrollan produciendo botones que al crecer adquieren su forma típica y su pigmentación según la variedad. Un día antes de que ocurra la anthesis (apertura de la flor), el botón presenta algunos abultamientos característicos, al final de este proceso la flor se abre.

Etapa R_2 : Floración.

Esta etapa inicia en la planta cuando se presenta la primera flor abierta y en el cultivo cuando el 50% de las plantas presenta esta característica.

La primera flor abierta corresponde al primer botón formado, por lo tanto en variedades de hábito de crecimiento determinado la floración empieza en el último nudo del tallo o rama y continúa en forma descendente en los nudos inferiores, en las variedades de crecimiento indeterminado, la floración comienza en la parte baja del tallo y/o rama y continúa en formas ascendente.

Una vez que la flor ha sido fecundada y se encuentra abierta, la corola se marchita y la vaina empieza su crecimiento como consecuencia de esto la corola marchita cuelga o se desprende.

Etapa R₇ : Formación de vainas.

Esta etapa se inicia en la planta cuando se presenta la primera vaina con la corola colgada o desprendida, y en el cultivo cuando el 50% de las plantas presenta esta características.

En las plantas de crecimiento determinado, las primeras vainas se observan en la parte superior del tallo y las ramas; las demás vainas van apareciendo hacia abajo; por el contrario, en las plantas de crecimiento indeterminado las primeras vainas se forman en la parte superior y la aparición de las demás ocurren en forma ascendente.

La formación de las vainas inicialmente comprende el desarrollo de las valvas: Durante los primeros 10 o 15 días después de la floración ocurre principalmente un crecimiento longitudinal de la vaina y poco crecimiento de las semillas. Cuando las valvas han alcanzado su tamaño final y peso máximo se inicia el llenado de vaina.

Etapa R₈ : Llenado de vaina.

En un cultivo la etapa R.8 empieza cuando el 50 % de las plantas inicia el llenado de la primera vaina. Comienza entonces el crecimiento activo de la semilla. Esto se puede comprobar observando las vainas, por el lado de las suturas se notan abultamientos correspondientes a las semillas en crecimiento. Los granos alcanzan su peso máximo 30 o 35 dd de la floración.

Al final de esta etapa las semillas empiezan a pigmentarse y a adquirir el color de la variedad, comenzando alrededor del hiliium y luego se extiende a toda la testa.

La pigmentación de las valvas depende del genotipo y esta aparece después del inicio de la pigmentación de las semillas. Al finalizar esta etapa se observa el inicio de la defoliación, comenzando por las hojas inferiores que se toman clóroticas y caen. El momento de la defoliación también depende de la variedad.

Etapa R₉ . Maduración.

Se caracteriza porque en ella las plantas inician la decoloración y secado de las vainas. En un cultivo inicia esta etapa cuando el 50% de las plantas presenta esta características. Las hojas empezando por las inferiores, adquieren un color amarillento y se caen, todas las partes de la planta se secan, las vainas al secarse pierden su pigmentación, el contenido de humedad en las semillas baja hasta un 15%, toman su color final y el cultivo está listo para ser cosechado.

ECOLOGÍA

Dada la importancia del frijol en nuestra dieta diaria, se han dedicado muchos esfuerzos por parte de nuestros investigadores y esto ha llevado a la conclusión que existen ciertos parámetros relacionados con la Agroecología del cultivo, que inciden en el buen desarrollo del cultivo (Cuadro 17).

Requerimientos Edafoclimáticos

Tratándose de esta especie en particular existen condiciones óptimas de Tº, precipitación y textura de suelo que exige el cultivo para expresar su potencial productivo. Los factores de mayor relevancia se agrupan en tres categorías:

Fisioagráficos: Se refiere a la altura sobre el nivel del mar.

Climáticos: Incluye Tº, precipitación pluvial acumulada y período de recurrencia.

Edáficos: Incluye características del suelo como textura, profundidad, pendiente, drenaje y pH.

Selección del suelo

El frijol es una planta que no tolera los exceso de humedad ya que sus raíces son muy sensibles a la falta de oxígeno en el suelo, siendo más perjudicial en el comienzo de la formación de las mismas. Aún cortos períodos sin aireación afectan el crecimiento de las raíces, las cuales nunca se recuperan totalmente. En condiciones de falta de oxígeno en el suelo, la absorción de agua y de nutrientes disminuye, las plantas retardan su crecimiento, las hojas amarillean y caen prematuramente.

Los suelos con textura franca o franco arcillosa son los más adecuados por la aireación y el drenaje que presentan, sin embargo suelos pesados con buen drenaje superficial, pueden considerarse para producir frijol con éxito.

Las características que se deben considerar en un suelo óptimo para el cultivo son: topografía plana, profundos, buena fertilidad, y drenaje superficial e interno adecuado.

Reacción del suelo (pH)

El pH del suelo está estrechamente relacionado con la disponibilidad de los elementos nutritivos para la planta, suelos con un pH alto pueden presentar inconvenientes debido al exceso de sales (salinidad) o exceso de sodio (alcalinidad) y deficiencias de elementos menores. El rango de pH para el frijol anda entre 5.5-6.5, siendo el óptimo de 6.0-6.5.

Relación con la Temperatura

La planta de frijol crece bien a temperaturas promedios de 15 °C a 27° C, pero es importante reconocer que existe una gran rango de tolerancia en variedades diferentes. En términos generales bajas temperaturas retardan el crecimiento, lo contrario altas temperaturas causan una aceleración del mismo.

Pero vale la pena notar que los extremos pueden producir problemas adicionales, falta de floración o problemas de esterilidad. Una planta es capaz de soportar temperaturas extremas (5 °C- 40°C) por cortos períodos, pero si es mantenida a tales extremos por períodos prolongados, ocurren daños irreversibles.

Las temperaturas medias diurnas para un normal crecimiento y desarrollo de la planta, fluctúan entre 15-20°C. El rango de temperatura a que mejor se adaptan las variedades comerciales de frijol en Nicaragua es de 17-24°C, aunque puede soportar temperaturas hasta de 34°C.

La germinación necesita una temperatura mínima en el suelo de 18°C, pudiendo las semillas germinan según la zona entre 4 y 6 días. El ciclo vegetativo del frijol se alarga en la medida que la T° se reduce, a 19 °C se retarda el ciclo vegetativo por 5 días por cada grado que disminuye a partir de este límite. Las temperaturas altas aceleran el proceso fisiológico del cultivo, causan falta de floración, caída intensa de botones florales, flores vainas y esterilidad.

Altas temperaturas en combinación con la altitud, pueden llegar a modificar el tipo de crecimiento de la planta. Una planta de tipo II cuando se siembra a 700 msnm. (Pueblo Nuevo), modifica su tipo de crecimiento a tipo IV cuando se siembra a 30 msnm en Rivas.

Relación con el Viento

La acción del vientos con altas temperaturas producen desecación en el follaje hasta el extremo de causar necrosis.

Relación con la Luz

Obviamente el papel principal de la luz está en la fotosíntesis, pero la luz también afecta la fenología y morfología de una planta por medio de reacciones de fotoperíodo, etiolación y a intensidades altas puede afectar la T° de la planta.

La luz también juega un papel muy importante en la regulación del desarrollo de la planta, principalmente por medio de efectos de fotoperíodo. Esta reacción es muy importante para trabajos de adaptación de nuevas líneas, y pueden causar cambios drásticos en el patrón de crecimiento.

El frijol requiere de días cortos para florecer los días largos demoran la floración y maduración de la cosecha. El efecto de cada hora adicional de luz retarda la maduración de la semilla que va de 2-6 días. En Nicaragua la luz del día es de 11 horas en Febrero y 13 horas en Junio, ninguna de las variedades usadas en la actualidad se ve afectada negativamente.

Relación con el agua

El agua es tan importante para el crecimiento de cualquier planta, que no sorprende que el crecimiento y rendimiento final del cultivo de frijol dependerá mucho de la disponibilidad del agua. En los papeles principales del agua se incluye su uso como reactivo de la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura. El 60% de las plantaciones de frijol común del mundo son afectadas por sequía.

Exceso de humedad hacen escasear el oxígeno y esto va a afectar primero al sistema radical y luego a toda la planta. La planta consume la mayor cantidad de agua en las etapas de floración y llenado de vainas, sequía durante estos periodos provoca deformaciones de ambas y reducción del volumen producido (bajos rendimientos). Alta humedad relativa retarda el proceso de maduración de las vainas y favorece la incidencia de patógenos fungosos y bacteriales.

Cuadro 17 Requerimiento edafo-climaticos de la planta de frijol

Factores Categoría	Fisiografico	Climatico			Edaficos			
	m.s.n.m	Temp.	pp (mm)	Txt	Prf (cm)	Pen	ph	Dg
Optimo	450-800	20-24	200-450	Fr	> 60	< 15	6.5	B
Bueno	200-450	17-19 25-27	450-700	Aa	40-60	15-30	6	Mo
Marginal	< 200	<17 > 27	<200>700	A	< 40	> 30	5.5	M

Txt: textura; Prf: profundidad; Pen: pendiente; Dg: drenaje; B: bueno Mo: moderado M: malo
Fr: franco; Aa: arcillo arenoso; A: arenoso.

Zonificación ecológica de la producción de frijol en Nicaragua

El cultivo del frijol se siembra en todos los ámbitos ecológicos del país, incluye zonas óptimas, buenas y marginales. Las épocas de siembra en el país son primera, postrera y apante. Para la siembra no existe ordenamiento ni control, esto es una de las razones de los bajos rendimientos que se logran en frijol común. Estas acciones mal encaminadas, favorecen la elección incorrecta de las variedades a sembrar, épocas para sembrar, etc; muchos inconvenientes pudieran evitarse con una zonificación y planificación adecuadas para la siembra.

La zonificación ecológica es un procedimiento que permite conocer en donde, cuando y de que recursos disponemos para lograr una mejor productividad a menor costo de inversión y riesgos de fracaso. Por lo tanto, permite de manera objetiva ordenar la primera fase del proceso productivo. (Cuadro 18)

Cuadro 18 Zonificación ecológica del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L)

REGION	APTITUD	LOCALIDAD	EPOCA DE SIEMBRA
I	Optima	Jalapa, Sta. Cruz Sn. Fernando, Pueblo Nuevo Condega	Primera y Postrera Postrera
III	Moderada	Ticuanatepe	Primera y Postrera
IV	Optima Regular	Meseta de los pueblos La granadilla y Tola	Primera y Postrera Postrera
V	Regular	Santa Lucía y Nueva Guinea	Postrera Apante
VI	Optima	Samulalí, Sn Dionosio, Sn. Ramón	Primera y Postrera

Fuente: Inventario de la información generada en agronomía en granos básicos (Alemán y Tercero, 1991).

REPRODUCCIÓN

Fundamentalmente es por semilla botánica, se considera que en Nicaragua el área sembrada de frijol anualmente es de 100,000 ha. con un promedio de semilla de 51.6 Kg/ha por lo cual se estima que la demanda es de 5.160 ton de semilla, la oferta de semilla sólo cubre el 26% de la demanda.

La notoria escasez de semilla obliga a utilizar a los productores el grano de consumo para sembrar. Sin embargo esta semilla carece de todos los requisitos mínimos para ser una semilla de buena calidad. Para mejorar el suministro se deberá fomentar programas de producción de semillas. La producción artesanal de semilla, es una vía promisorio a la solución de la escasez de material de siembra, siendo la meta disponer de semilla libre de patógenos, en cantidad suficiente. Obteniendo semilla de buena calidad se obtienen mayores rendimientos y se evita la diseminación de patógenos con lo cual se reducen los costos de producción.

Selección de semilla

La semilla es el órgano de perpetuación y diseminación de las especies vegetales, y su calidad se expresa por la interacción de factores genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios. Este material de buena calidad debe presentar las siguientes características:

Pureza varietal

Es la capacidad transmitir a su descendencia todas las características fenotípicas y genotípicas, como son: productividad, hábito de crecimiento, resistencia a enfermedades y plagas, coloración y brillo del grano entre otras.

Pureza física

Libres de semillas de malezas, materia inerte, semillas deterioradas, semilla de otros cultivos y una apariencia uniforme.

Calidad Fisiológica

Significa que tienen capacidad para producir plantas vigorosas, bajo condiciones favorables. Hay dos factores de gran importancia para determinar la calidad de la semilla; la germinación y el vigor. El porcentaje de germinación se puede determinar por diversas formas ya sea en el campo o en el laboratorio. Se deben destinar para siembra semillas que tengan un 85% de germinación.

Libres de organismos patógenos

La semilla de frijol puede transmitir, tanto interna como externamente gran cantidad de patógenos, incluyendo hongos, bacterias y virus, además de transportar externamente, hongos saprófitos que pueden disminuir su poder germinativo.

Los patógenos llevados por la semilla, además de influenciar negativamente la emergencia y el vigor de la plántula, constituye el inóculo primario, que puede dar origen a graves epidemias, si las condiciones ambientales son favorables ocasionan drásticas reducciones en el rendimiento.

Estos patógenos de la semilla se localizan sobre o debajo de la testa de la semilla y en el embrión, la transmisión depende de si existen o no las condiciones óptimas para que se manifiesten. La presencia de patógenos se puede detectar:

Hongos: Colocando la semilla durante 7 días en medio húmedo, con ciclo de luz y oscuridad 12/12 hrs. y T° de 21°C.

Bacterias: a) Poniendo a germinar la semilla para detectar lesiones en tallos y hojas, b) Exudados.

Virus: Se detecta únicamente en el desarrollo de la planta.

Protección química de la semilla

El tratamiento a la semilla es una medida de eficacia relativa, considerándose que la protección de los químicos aplicados protege solamente por un período a la planta. Esta medida presenta algunas desventajas, como son: Aumento en costos de producción; inducir resistencia a los patógenos; a mucha exposición puede causar daño a la semilla. Pudiendo plantearse algunas medidas alternativas, como: Rotación de cultivos; Labranza cero Cobertura muerta;

Los productos químicos utilizados son el Benomil, el Benlate, Carboxin, Serezan y Furadan, las dosis a utilizar son de acuerdo a las casas comercializadoras de estos productos.

VARIEDADES

Para obtener buenos rendimientos es necesario ubicar las variedades de frijol en las zonas agroecológicas correctas. No se puede obtener altos rendimientos sólo del efecto ambiente y potencial productivo de la variedad, es necesario usar las recomendaciones adecuadas para cada una.

Dependiendo de las características de la variedad y de las limitantes en un medio determinado, así mismo deberán ser los criterios utilizados en la elección de la variedades a cultivar.

Variedades mejoradas

En Nicaragua existen 18 variedades mejoradas que son el resultado de 36 años de trabajo del Programa Nacional de Frijol, de estas 18 variedades, 10 son de testa roja y 8 negras.

Las variedades mejoradas exigen un manejo y condiciones adecuadas que permitan expresar su potencial productivo al máximo. Por consiguiente para que las variedades mejoradas representen alternativas más ventajosas de productividad comparadas con las variedades criollas es necesario conocer a fondo su comportamiento.

Actualmente se ofrecen nueve variedades mejoradas (serie Revolución), las cuales poseen características adecuadas que se ajustan a la Ecología de los campos productores, incluyendo resistencia a por lo menos un patógeno de importancia (Cuadro 19 y 20).

Cuadro 19 Características morfológicas y agronómicas de variedades de frijol

CARACTERISTICA CULTIVAR	ORIGEN	MAC días	HC	REGION	COLOR	LUSTRE	FORMA
Honduras-46	Honduras	80	Ila	V	RO	B	A,Arr
REV-79	CIAT	75	IIla	I,IV	RO	O	A,Cc
REV-79A	CIAT	75	Ila	IV	RO	O	A,Cc
REV-81	CIAT	80	Ila	IV,VI	RO	E	P,Cc
REV-83	CIAT	78	Ila	IV,V	RO	B	A,Arr
REV-84	CIAT	76	Ila	I,IV,V,VI	R	B	P,Cc
REV-84A	C.RICA	76	IIb	IV,VI	RO	B	Arr
REV-85	C.RICA	78	IIb	I	RO	B	A,Ov
RAB-310	Honduras	76	Ila	IV,V,VI	RO	B	Arr
DOR-364	Guatemala	78	Ila	IV,V	RO	B	Arr
S. NICOLAS	Nicaragua	78	Ila	I	R	B	R,A
ESTELI-90A	Nicaragua	72	IIb	I	R	B	Arr
ESTELI-90B	Nicaragua	72	IIb	I	R	B	Cc
ESTELI-150	Nicaragua	70	IIb	I	R	SB	A,Cc

M.A.C= Madurez a cosecha; H.C= Hábito de crecimiento; RO= Rojo oscuro; R= Rojo; B= Brillante; O= Opaco; SB= Semi Brillante; AA= Alargado arriñonado ACc= Alargado casi cuadrado; PCc= Pequeño casi cuadrado; Arr= Arriñonado; RA= Redondo alargado; Cc= Casi cuadrado.

Variedades criollas

Todas las variedades criollas existentes en Nicaragua son el resultado de la adaptación a la ecología y prácticas de manejo a que han sido sometidas. Durante este proceso hubo selección natural y artificial, dirigida hacia caracteres medibles y beneficiosos para los usuarios. Esto permite disponer con las variedades criollas de una base genética amplia que ofrece en todo momento diversos caracteres morfológicos, fisiológicos y agronómicos, que son verdaderas opciones para satisfacer las demandas de los productores y consumidores.

Las variedades criollas son genotipos de eficiencia productiva comprobada, y económicas en el uso de insumos (agroquímicos), lo cual debe de ser aprovechado al máximo como germoplasma para mejoramiento varietal. En las variedades criollas el color de la testa varía desde el negro hasta el blanco, incluyendo colores café oscuro, café claro, amarillo, plomo, bayo y rojo en todas las tonalidades (el 55% de las variedades evaluadas tienen testa roja).

En Nicaragua se han colectado alrededor de 35 o más variedades criollas, son de crecimiento indeterminado, predominando los tipos III sobre los II y IV, sólo se conoce una variedad de tipo I (arbolito), proveniente de Rivas.

Las variedades criollas son susceptibles a patógenos fúngicos, bacteriales y virales. Cuando son atacados sufren grandes pérdidas, sin embargo, aún así son consistentes, es decir que presencia de cualquier patógeno y sin ningún tipo de protección y fertilización producen aunque sea en forma módica. Las variedades criollas han ocupado y siguen ocupando un lugar importante en la producción nacional, con las variedades mejoradas se ha buscado aumentar la producción de grano donde las variedades criollas fallan, o que debido a su mal manejo resultan deficientes.

Estas variedades pueden alcanzar rendimientos de hasta 1.8 ton/ha y rendimientos efectivos de 1.0 ton. Al tomar a 519 Kg/ha como dato base de rendimientos nacionales, se puede incrementar la productividad en 3 veces con variedades criollas, esto si se ubican en zonas ecológicas óptimas y si se garantiza un manejo agronómico adecuado.

Cuadro 20 Variedades de frijol y su reacción a las enfermedades

CARACTERISTICA CULTIVAR	REACCION A ENFERMEDADES					
	M.C	M	B	A	R	M.A
Honduras-46	R	I	S	-	S	-
REV-79	R	I	S	-	R	R
REV-79A	R	R	R	-	I	S
REV-81	R	I	S	-	I	S
REV-83	R	-	S	S	S	-
REV-84	R	I	I	R	R	R
REV-84A	R	I	-	-	-	-
REV-85	R	I	-	-	-	-
RAB-310 *	R	I	I	I	I	I
DOR-364 *	R	I	I	I	I	I
S. NICOLAS	R	I	-	I	I	I
ESTELI-90A *	R	I	-	I	I	I
ESTELI-90B	R	I	-	I	I	I
ESTELI-150 *	-	-	-	I	I	I

M.C= Mosaico común; M= Mustia; B= Bacteriosis; A= Antracnosis; R= Roya; M.A= Mancha angular; R= Resistente; I= Intermedio; S= Susceptible; Rojo O= Rojo Oscuro.

MEJORAMIENTO DEL FRIJOL COMÚN EN NICARAGUA.

La investigación agrícola de Nicaragua se inició en 1942 con el establecimiento de la primera estación experimental en la Costa Atlántica del país, bajo los auspicios del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norte América.

La observación y evaluación de las características agronómicas de las plantas y grano, resultó un tema de gran interés, sobre todo en aquellas variedades de frijol colectadas en el territorio nacional y en zonas que gozaban de importancia debido al volumen de producción.

Es indudable que desde un inicio existieron y a su vez se identificaron limitantes de la producción que entre otras se pueden señalar:

1. Variedades poco competitivas en ambientes de zonas bajas del país.
2. Prácticas deficientes para la preparación del suelo
3. Manejo inoportuno de las malezas
4. Variedades susceptibles a daños ocasionados por patógenos
5. Falta de control de insectos.
6. Conocimientos tecnológicos deficientes por parte de los productores de frijol común

El mejoramiento de frijol en Nicaragua está ligado a hechos nacionales y regionales que influenciaron los trabajos del programa nacional a través del intercambio y suministro de germoplasma.

En Nicaragua además de la especie *Phaseolus vulgaris* L., existen en estado de domesticación las especies *Phaseolus acutifolius* cv., *acutifolius* Gray y en estado silvestre *Phaseolus lunatus* L. La primera especie está distribuida en todas las zonas ecológicas del país, constituyendo con los cultivares que la representan el grueso del área sembrada por una leguminosa de grano comestible. *Phaseolus acutifolius* cv. *acutifolius* Gray, se ubica en zonas de poca altura en que inciden temperaturas altas, con precipitaciones pluviales erráticas y escasas, es frecuente su localización en la región occidental, central y norte del país. Representa menos del 0.01% del área sembrada con frijol común.

Phaseolus lunatus L. Se encuentra en ecologías localizadas entre 300 y 500 metros sobre el nivel del mar, con temperatura fresca y precipitación abundante, crece silvestre y el aprovechamiento del grano para consumo humano es reducido.

Los cultivares de frijol común son abundantes, se estiman en el orden de 600 de éstos existen colectas que se han efectuado en diferentes periodos, 1952, 1960 y 1984. Las características de mayor importancia de estas variedades nativas consisten en: ciclos vegetativos de 56 a 65 días, hábito de crecimiento de semi-guía larga, arquitectura III en su mayoría, con susceptibilidad a patógenos fungosos, bacteriales y virales en su mayoría, testa de colores diversos (blanco, amarillo, morado, bayo, café rosado, rojo moteado de amarillo, rojo con tonalidades intensas al rojo tenue y negro), grano de tamaño pequeño, con forma redonda y en otros casos arriñonada.

La mayor variabilidad está ubicada en la regiones I y VI, esto se constata por la diversidad de variedades agronómicas que siembran los productos de esas regiones, aunque a veces una misma variedad bien puede repetirse en dos zonas, pero se identifican con nombre diferente, es indudable que se trata de ecotipos que no reaccionan de igual manera. En la región IV se ubican otras zonas que se distinguen por su variabilidad pero ésta es de menor cuantía que la observada en las dos anteriores. En tal caso se opera un fenómeno de variabilidad genética opuesto a lo que ocurre en maíz en que para éste es mayor en zonas de menor altura y temperatura altas.

El germoplasma nacional en cruzamiento con líneas y variedades de selección avanzada ha demostrado que se pueden obtener combinaciones que satisfacen los objetivos al hacer selección direccional hacia cualquiera de los progenitores involucrados en la combinación.

Phaseolus acutifolius cv. *acutifolius* Gray, muestra variación en relación a su arquitectura, color de la flor (blanco, lila) color de testa del grano (blanco, rosado con jaspes negros), estas diferencias están bien definidas en los frijoles dulces provenientes de la región II, que muestran flores blancas y los provenientes de la región IV con flores blancas y lilas, esos caracteres dan una idea aproximada de su lugar de procedencia.

Phaseolus lunatus L. Chonetes presentan gran variación en colores y características diferencial que se expresa en la forma redonda y tamaño reducido de la semilla, comparada con la arriñonada y grande que es la contrastante, se trata de plantas trepadoras que para florecer necesitan de fotoperíodo corto.

Estrategia para el mejoramiento genético en Nicaragua

El mejoramiento del frijol en Nicaragua hasta la década del 80 estuvo encaminado a la obtención de variedades que produjeran rendimiento mejores que las variedades criollas sin tomar en consideración el color de la testa y brillo del grano. Esto es fácilmente demostrable al examinar la introducción y liberación de variedades comerciales en tres décadas comprendidas de 1950 a 1980 en que se propuso la adopción de siete variedades con testa negra, con excepción de una octava variedad Honduras-46 con grano de testa rojo intenso.

En ese período la demanda se suplía con el producto obtenido con la siembra de variedades criollas es notoria la escasa demanda producida hacia el frijol con grano de testa negra. Sin embargo debe hacerse notar que estas variedades con adaptación amplia a la ecología del país, sus rendimientos superaron el de variedades criollas tan sólo por poseer resistencia al virus del mosaico común del frijol al que todas las variedades criollas son susceptibles.

Las limitantes fitopatógenas no sólo se circunscribieron a la presencia del virus del mosaico común del frijol, sino que los inóculos existentes de otros patógenos en que variedades introducidas mejoradas y criollas eran susceptibles, no significaban ventajas que se tomaran en cuenta por los productores. A eso debe agregarse la falta de costumbre de la población consumidora hacia grano de testa negra, a los que atribuyeron defectos a veces inexistentes, hizo que tales variedades no tuvieran el auge que se esperaba.

Tomando en consideración que es imposible reunir en un solo genotipo todos los atributos deseados que garanticen plantas productivas e indemnes a la mayoría de las limitantes existentes, se optó en identificar todos aquellos que ofrecieran oportunidades más favorables y mediante un procedimiento iterativo se alcanzaron las metas propuestas. Los resultados obtenidos son indicativos que no se pueden lograr productos terminados a mediano plazo, pero que una vez avanzados es posible ponerlos a disposición de los productores con el consecuente compromiso de continuar conformando la variedad ideal deseada.

Actitud de los fitomejoradores ante la demanda de usuarios

El fitomejorador debe ser intérprete de las necesidades planteadas por los usuarios, el éxito del trabajo que hace el fitomejorador no consiste en producir nuevas variedades, sino que estas variedades dispongan de los atributos de mayor importancia para resolver las limitantes existentes.

Pero si examinamos un poco el manejo agronómico que se le da a la mayoría de las variedades, nos encontramos que en su mayoría no es el más adecuado, ello es causa del fracaso de muchas variedades mejoradas que deben soportar limitantes a tal extremo que ésta sobrepasan el nivel tolerable, y que finalmente la conjunción de varios de esos problemas concluyen con desestabilizar a la planta terminando con su buen comportamiento.

Conociendo estos resultados y las esperanzas de los productores que desean disponer de variedades que les permiten grandes economías en su manejo, es justificable encaminar el proceso selectivo en y hacia condiciones no las mejores, sino aquellas sujetas a niveles de presión tal que simulen las condiciones en donde finalmente serán sembradas dichas variedades en escala comercial.

El empleo de variedades que demandan el uso de muchos insumos, significan serios peligros en ausencia de agroquímicos. en otras ocasiones el uso inadecuado de esto produce incrementos marginales de rendimiento no rentable, estas situaciones no mejoran el uso ni la aceptación de nuevas variedades.

Recursos disponibles para el mejorador

Para el mejoramiento del frijol común en Nicaragua se ha contado con introducciones de diferentes categorías de mejoramiento y la variación genética existente en el país, de este último recurso se inició su aprovechamiento en esta última fase.

Se dispone de tres áreas geográficas con ecologías y problemas bióticos bien definidos bajo cuya presión se seleccionan genotipos sobresalientes en esas condiciones. Los trabajos pioneros con frijol se efectuaron en Managua y posteriormente en Masatepe. En la primera localidad no existía ninguna representatividad, en tanto en la segunda, las condiciones existentes fueron muy desfavorables en todos los sentidos.

Las técnicas usadas para el mejoramiento del frijol común en Nicaragua ha sido selección y cruzamiento. En algunos casos las selecciones individuales se han manejado como líneas y en otras se han estructurado poblaciones. Para los propósitos y dadas las condiciones prevalecientes en Nicaragua, líneas con base genética muy estrecha resultan poco estable y vulnerables a las condiciones cambiante del medio, que hace de ellas un material poco confiable y de escasa utilidad para la producción. Por tanto las poblaciones han demostrado amplia adaptación a un ámbito más amplio de condiciones. La combinación de los procedimientos descritos han hecho posible la disponibilidad actual de variedades que se ofrece a los productores del frijol común.

Se hacen esfuerzos para incorporar con mayor intensidad al programa de mejoramiento, variedades criollas de gran potencial productivo, en procura de la obtención de variedades que no discrepen en mucho de las variedades criollas, puesto que éstas poseen una ventaja grande a su favor y es la adaptabilidad al medio en que han permanecido, cualidad que debe aprovecharse al máximo.

Oferta varietal

La tendencia en la producción de variedades mejoradas ha estado encaminada a variedades de períodos vegetativos más largos que los presentados por las variedades criollas que en su mayoría sobrepasan los 62 días contados del momento de la siembra a madurez fisiológica del grano. El involucramiento de variedades criollas en el mejoramiento de las variedades comerciales de frijol ha permitido sobre todo al incluir variedades muy precoces, la obtención de progenies que tienen gran semejanza con las variedades nativas y características deseables que las hacen muy competitivas agrónomicamente y también para el consumo.

Nueve variedades con grano rojo y una con grano negro, significan la disponibilidad varietal actual cuyo empleo dependerá de las limitantes existentes en una zona productora determinada, poseen características agronómicas adecuadas que se ajustan a la realidad de los campos de producción existentes en el país, con resistencia genética por lo menos a un patógeno de gran importancia por su distribución reducción del rendimiento de grano, arquitectura que favorece el manejo de las plantas en el campo durante el ciclo de crecimiento y en el período reproductivo.

La disponibilidad de recursos varietales mejoradas de uso amplio para Nicaragua, en ningún momento debe presentarse a pesar que ello significa el desalojo de las variedades criollas y por ende la reducción de la variedad genética existente, basado en las modalidades de producción y motivado por la disponibilidad de recursos de toda índole para los productores, en Nicaragua hay cabida para variedades criollas y variedades mejoradas de común, esto se puede comprobar a la luz de las oportunidades que ofrecen las diversas zonas de producción y las preferencias agronómicas como de consumo que se ponen de manifiesto por parte de los usuarios.

ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO.

El ciclo vegetativo de un cultivo es una serie de eventos y cada uno de estos eventos amerita la atención requerida. Esto es porque con toda seguridad la planta reaccionará negativamente si por algún motivo se suprime una práctica ya sea total o parcialmente.

Preparación del suelo

La preparación del suelo es un factor de gran importancia en el comportamiento físico, químico y biológico del suelo, lo que determina la fertilidad, erosión, infiltración y almacenamiento del agua, así como la proliferación de las malezas y el crecimiento del sistema radicular de la planta de frijol. El objetivo de una buena preparación de suelo, es lograr una cama de siembra adecuada donde se logre una buena germinación y que la plántula emerja en las mejores condiciones para conseguir el establecimiento de una buena plantación.

Esto se logra mediante un laboreo a la profundidad requerida, buen grado de mullido, eliminación de malezas y superficie limpia y nivelada. Para la preparación del suelo se considera el modelo de tecnología a utilizar (tecnificada, semitecnificada, tradicional), lo cual va a depender de criterios técnicos y disponibilidad de recursos del productor.

Como criterio principal se puede señalar que la aplicación del modelo tecnológico estará en función de: topografía, extensión y condiciones actuales de uso del terreno y disponibilidad de recursos para la ejecución de las labores necesarias para el cultivo.

En Nicaragua básicamente se utilizan tres métodos de preparación de suelo:

Labranza convencional

Consiste en realizar la remoción del suelo, mediante la utilización de diferentes equipos ya sea de tracción mecánica o animal. En Nicaragua, se ha incrementado el uso de la tracción animal, utilizándose en general bueyes, con los que se realizan las operaciones de arado y gradeo. La labranza convencional incluye las siguientes labores:

Limpieza de la superficie

Consiste en eliminar rastrojos y desechos de la cosecha anterior para conseguir un buen funcionamiento de la maquinaria a utilizar ya sea de tracción mecánica o animal.

Arado

La labor de arado debe de tener la profundidad requerida (20-30 cm), aunque el frijol común tiene un sistema radicular no muy profundo ya que el mayor número de raíces está concentrado en los primeros centímetros de profundidad, sin embargo las labores profundas aseguran mayores reservas de agua disponibles para la planta, además las larvas de insectos e insectos que existen en el suelo salen a la superficie y mueren por desecación o son eliminados por pájaros, lo mismo sucede con las semillas de malezas que se encuentran en estado latente, las cuales son removidas hasta la superficie del suelo y por efectos de abrasión son eliminadas o destruidas por maquinaria o depredadores.

Gradeo

Con un buen gradeo se consigue el mullido requerido, con lo cual se logra que la semilla tenga un mayor contacto con el suelo húmedo, además se logra un mejor desarrollo del sistema radicular, aumenta la aireación y también que el agua se infiltre a mayor profundidad.

Nivelación

Una buena nivelación es determinante para la siembra y demás labores agronómicas. Si la superficie es irregular, se producen efectos dañinos causados por el agua (encharcamiento, escorrentias) ya sea agua de riego o de lluvia.

Ventajas y desventajas de labranza convencional

Entre las ventajas que se le atribuyen a la labranza convencional, se pueden señalar: distribución uniforme de la semilla; profundidad de siembra uniforme;

incorporación de materia orgánica, destrucción de larvas de insecto. Como desventajas podemos señalar: mayores riesgos de erosión; mayor utilización de maquinaria; altos costos para control de la malezas.

Frijol tapado

Consiste en realizar la siembra del frijol al voleo sobre la maleza, y posteriormente cortarla. Las plantas del frijol al germinar salen a través de esta cobertura muerta. Aunque los costos de producción en este sistema son mínimos los rendimientos logrados son bajos, pudiendo ser utilizados en terrenos con pendientes pronunciadas, ya que disminuye los riesgos de erosión.

Otra ventaja de este sistema es que disminuye la presencia de enfermedades diseminadas por el salpique de la gota de agua, tales como la mustia hilachosa y el tizón bacteriano.

Pudiendo considerarse como desventaja, el mayor gasto de semilla, y condiciones para la proliferación de babosas. Este sistema es ampliamente utilizado en las condiciones de la costa atlántica, para realizar las siembras de apante, ya que permita la obtención de cosecha en zonas marginales.

Labranza cero / mínima

Consiste en aplicar al campo enmalezado un herbicida no selectivo sistemático (Glifosato) o de contacto (Gramoxone) una semana antes de la roza. También puede realizarse la roza sin previa aplicación de herbicida, el cual será aplicado en post-emergencia, utilizando en este caso un herbicida de contacto, en aplicaciones dirigidas y con pantallas protectoras.

Las malezas secas se cortan a una altura de 20-30 cm. sobre el nivel del suelo, así se obtiene una cobertura muerta que protege al suelo y suprime a las malezas. Mejor aún sería cortar a esa misma altura los residuos de la cosecha anterior (maíz, sorgo, arroz, etc.). Sobre esta cobertura se puede sembrar con espeque o con un arado especial para labranza cero o sembradora especial para este método.

Este sistema, no contempla el uso de la maquinaria, evitando la erosión tanto por la no remoción del suelo, como, por la presencia de la cobertura vegetal muerta, siendo óptimo para el establecimiento del cultivo en terrenos con pendiente pronunciada.

Otra ventaja de este sistema es la reducción en los costos de producción y un manejo eficaz de la maleza. Como desventajas se puede señalar el mayor uso de semilla y las condiciones que este sistema crea para una mayor proliferación de la babosa.

Época de siembra

La época de siembra más adecuada es aquella en que la cosecha coincide con un período de poca precipitación, evitando así el daño en los granos por lluvias excesivas lo que podría dar lugar a germinación y enfermedades al momento al momento de la recolecta. Así mismo, la época de siembra debe asegurar que haya una buena humedad para lograr buena germinación y garantizar el crecimiento y desarrollo normal en todas las etapas del cultivo.

Época de primera

Esta se inicia con las primeras lluvias del año y varía de localidad a localidad, así tenemos que en la meseta del Pacífico y áreas secas de la región Norte, las siembras deben hacerse del 15-30 de Mayo para variedades de ciclo vegetativo largo (70-80 días) y de 1-15 de Junio para aquellas variedades de ciclo corto (60-65 días) para que la cosecha coincida con el período seco de la canícula.

Época de Postrera

Las siembras principales se hacen en postrera, contando con una estación seca prolongada al finalizar el ciclo lo cual favorece al período de recolecta.

Para la zona del Pacífico las siembras se efectúan del 1 de Septiembre al 10 de Octubre y del 1-25 de Septiembre para las áreas secas del Norte del país (Estelí, Matagalpa).

Época de Riego

Se realiza del 15 de Diciembre al 15 de Enero para evitar que la floración coincida con temperaturas altas y mucho viento. Esta época de siembra solamente se recomienda para producir semilla por sus altos costos de producción, siempre que se utilice riego por gravedad, para evitar contaminación de la semilla por patógenos del suelo.

Siembra de Apante

Se establece el 1 Nov- 15 de diciembre, en zonas donde existen altas precipitaciones como Nueva Guinea, Pantasma, Wiwilí y Atlántico de Nicaragua, no siendo significativa el total de la producción bajo esta época de siembra.

Densidad, cantidad de semilla, distancia y profundidad de siembra.

Poblaciones a manejar en campo oscilan entre 120-250 mil plantas por manzana lo cual está en dependencia del régimen hídrico del lugar de establecimiento del cultivo y de la variedad. La cantidad de semilla a utilizarse en el establecimiento

del cultivo así como la distancia entre surco y planta van a depender del nivel de tecnología utilizado por el productor (Cuadro 21).

Cuadro 21 Cantidad de semilla, distancia entre surco y planta, según el nivel de tecnología.

TECNOLOGIA	SEMILLA/Mz (lb)	DIST. ENTRE SURCO (cm)	DIST. ENTRE PLANTA (cm)
Tecnificada	80-100	40-60	5
Semitecnificada	90-130	40	20
Tradicional	150 o más	*	*

* No existe ya que la siembra se realiza al voleo, chorrillo o localizada (golpe, espeque).

La profundidad de siembra recomendada dependerá del tipo de suelo: Suelos livianos 5 cm, suelos pesados 3 cm.

Métodos de siembra

Los métodos de siembra que se utilizan son el manual y el mecanizado, existiendo diferentes tipos de siembra, lo que va a estar en dependencia de la extensión del terreno a cultivar, los medios con que contemos, la topografía del terreno y el tipo de tecnología a usar.

La siembra puede ser: localizada (golpe), chorrillo, voleo y espeque, dependiendo de los medios con que contemos, modelo tecnológico, extensión del terreno, etc.

NUTRICIÓN

En América Latina, el frijol se cultiva en diferentes tipos de suelos, con diversas deficiencias o toxicidades nutricionales que pueden limitar el desarrollo de la planta y su capacidad de rendimiento. La nutrición coadyuva a mejorar la producción de grano en calidad y cantidad, al influir en la producción de clorofila y la elaboración de carbohidrato, proteínas, etc.

La deficiencia o exceso de uno o más elementos, puede mermar en forma considerable los rendimientos del cultivo. Los problemas nutricionales, generalmente se diagnostican analizando el suelo, el tejido vegetal y observando los síntomas. Con aplicaciones de fertilizantes (orgánicos o inorgánicos) se pueden corregir las deficiencias nutricionales de los suelos.

Nitrógeno (N)

Es el principal nutriente de la planta, ya que es el componente básico de proteínas, vitaminas, enzimas y aminoácidos. El frijol es una leguminosa y por tanto es

capaz de fijar simbioticamente el nitrógeno atmosférico haciéndolo disponible para la planta, a través de los nódulos formados en su sistema radicular, los cuales están colonizados por bacterias del genero Rhizobium.

Como el frijol fija el Nitrógeno atmosférico, requiere menos de fertilizantes nitrogenados que otros cultivos, esta fijación de Nitrógeno se realizará siempre y cuando en el suelo exista menor cantidad de Nitrógeno que en el aire.

Deficiencias

La deficiencia de Nitrógeno es más frecuente en suelos con bajo contenido de materia orgánica, también ocurre en suelos ácidos en los que los niveles tóxicos de Aluminio o Manganeso, o deficiencias de Calcio y Magnesio, restringen la descomposición microbiológica de la materia orgánica y la fijación del Nitrógeno por las bacterias del genero Rhizobium.

Los primeros síntomas de deficiencia de la planta son evidentes, las hojas de la planta se tornan color verde claro y poco a poco se tornan amarillas, el crecimiento es lento o se detiene, el aspecto de la planta es raquítrico y los rendimientos disminuyen. Excesos de Nitrógeno retardan la floración y fructificación.

Cuando las condiciones de suelo y temperatura no contribuyen a la fijación de Nitrógeno, se aconseja inocular la semilla con bacterias del genero Rhizobium, como sustituto o complemento de los productos químicos nitrogenados.

Fósforo (P)

Es un elemento muy importante para el cultivo, ya que es componente de las nucleoproteínas, ácidos nucleicos, fosfolípidos y de las enzimas que participan en el transporte de energía. El Fósforo interviene en el proceso de germinación, formación de raíces, floración, maduración y calidad de la semilla.

Deficiencias

La deficiencia de fósforo es el problema nutricional más común en el cultivo de frijol en América Latina y por supuesto en nuestro país, ya que los suelos son deficientes en este elemento. Si hay deficiencia de Fósforo la planta presenta un aspecto raquítrico, poco crecimiento (plantas enanas), tienen pocas ramas, las hojas inferiores se vuelven amarillas y necróticas antes de alcanzar la madurez, las hojas superiores suelen ser pequeñas y de color verde oscuro, se ve afectado el desarrollo y ramificación de las raíces, se reduce la floración y la maduración se ve afectada disminuyéndose los rendimientos. La deficiencia de fósforo usualmente se corrige aplicando fertilizantes fosforados.

Potasio (K)

Es importante porque participa en el metabolismo de la planta, ya que interviene en el proceso de fotosíntesis y en la economía del agua, ya que se relaciona directamente con la apertura y cierre de los estomas, con lo cual la planta regula las pérdidas de agua por evapotranspiración.

Deficiencias

En raras oportunidades se observa deficiencia de Potasio en frijol, pero puede ocurrir sobre todo en suelos con alto contenido de Calcio y Magnesio. Los síntomas de deficiencias típicos son amarillamiento y necrosis en los ápices y márgenes foliares, produciéndose enrollamiento de las hojas. Esto se presenta en la parte inferior de la planta primero y gradualmente se extiende hacia la parte superior. Estas deficiencias se corrigen con aplicaciones de fórmulas químicas que contengan Potasio.

Fertilización

El principal criterio para el uso de fertilizantes en el cultivo de frijol, es tomar en cuenta si la variedad a usar responde a la aplicación de fertilizantes. Aunque el frijol responde bien a las aplicaciones de fósforo, existen excepciones, por ejemplo las variedades criollas no responden a la fertilización y por consiguiente no deben ser fertilizadas, porque independientemente que se haga o no los resultados son similares.

Respuestas de las variedades a las aplicaciones de fósforo

Un aspecto de mucha importancia para la nutrición del cultivo lo constituye la fertilización fosfórica, considerando necesaria su utilización en suelos de baja fertilidad si se desea obtener buenos rendimientos, cuando se hace uso de variedades que son eficientes con respecto al uso del fósforo nativo presente en el suelo.

Las variedades se pueden clasificar dependiendo de la facultad que la planta tiene para hacer uso del fósforo presente en el suelo, pudiendo identificarse dos categorías de variedades que van de eficientes a ineficientes. Se consideran variedades eficientes las que pueden hacer uso del fósforo nativo presente en el suelo se trate de niveles altos o bajos, por el contrario las ineficientes no tienen esta habilidad. En estas categorías se pueden encontrar variedades que responden o no a la aplicación adicionales de fósforo.

Para aquellos productores con bajos recursos económicos, es recomendable utilizar las variedades que pertenecen a la categoría de eficientes sin respuesta, ya que son variedades que se pueden usar sin la aplicación de fertilizantes obteniendo buenos rendimientos.

Debido a esta característica se considera que estas variedades deberían de usarse como futuras progenies para la obtención de nuevas variedades. En la categoría de ineficientes con respuesta se ubican la mayoría de las variedades de la serie revolución (Cuadro 22).

Cuadro 22 Comportamiento de las variedades de la serie Revolución a la fertilización fosfórica.

INEFICIENTES		EFICIENTES	
SIN RESPUESTA	CON RESPUESTA	SIN RESPUESTA	CON RESPUESTA
Revolución 84A	Revolución-79A Revolución-81 Revolución-82 Revolución-83A Revolución-84 Revolución-85	Revolución 83	Revolución 79

Para aquellos productores con siembras extensivas y suficientes recursos, par realizar un eficiente manejo agronómico, se recomienda la utilización de variedades que se caracterizan como eficientes con respuesta.

Las variedades que responden a las aplicaciones de fósforo demandan cantidades que varían desde 30 hasta 120 kg/ha, considerando a la variedad Revolución-84, como la menos exigente y la Revolución-83 como la más exigente (Cuadro 23).

Cuadro 23 Dosis de fósforo para variedades de la serie Revolución que responden a una aplicación.

VARIETADES	DOSIS OPTIMA P ₂ O ₅ Kg/Ha
REVOLUCION-79	100
REVOLUCION-79A	60
REVOLUCION-81	50
REVOLUCION-82	100
REVOLUCION-83A	120
REVOLUCION-84	30
REVOLUCION-85	60

Fórmula, dosis, forma y momento de aplicación

El fertilizante completo debe aplicarse antes de la siembra, al fondo del surco evitando que quede en contacto con la semilla. Ensayos de fertilización en frijol indican que 30 lb de N, 90 de P₂O₅, y 30 de K₂O por manzana, son necesario para obtener buenos rendimiento. Nuestras variedades comerciales responden a la fertilización utilizando las fórmulas 18-46-0; 17-44-2; 12-30-10; 10-30-10; siendo la primera fórmula la más recomendada en dosis de 3 qq/Mz.

Para lograr beneficios en la producción de frijol, resultado de la aplicación de fertilizantes es conveniente considerar el momento de la aplicación, ya que el frijol tiene un ciclo vegetativo corto en comparación con otros cultivos, por tanto la aplicación del fertilizante debe hacerse en el momento oportuno.

Si se presentan problemas en el campo de producción se deben considerar las siguientes variantes para realizar la fertilización en el cultivo:

- 1) Presiembra al voleo.**
- 2) Al momento de la siembra al lado del surco.**
- 3) Hasta 10 DDS a un lado de la hilera.**

Otras formas de fertilización

La guía tecnológica del INTA para 1996, considera otras formas de fertilización en el cultivo como son el uso de abonos orgánico. Los resultados de la investigación indican que los resultados de rendimiento fueron inferiores que cuando se utilizó fertilizantes químicos, pero si existe una mejoría en la estructura física del suelo. Aplicaciones de Urea (1qq/mz) al momento de la floración, han demostrado que aumentan los rendimientos.

RIEGO

En Nicaragua la mayor parte del área cultivada de frijoles se siembra sin hacer uso del agua de riego, pero para la producción de semilla comercial si se utiliza. La mayor exigencia de agua se encuentra entre la germinación y la floración completa, en esta etapa el cultivo demanda entre 110 y 180 mm.

Períodos secos de 15 días antes de la floración pueden causar daños en la producción, puesto que provocan abortos florales, disminución en el número de vainas y del peso seco del grano. Incluyendo el riego de presiembra, se recomienda 21.6 pulgadas de riego en ciclos o frecuencias de aplicación de 7 días dependiendo del tipo de suelo.

La eficiencia del riego es la relación que existe entre la cantidad de agua aplicada al campo y la cantidad de agua que realmente queda acumulada en la zona ocupada por las raíces. un agricultor que usa técnicas adecuadas de riego puede obtener una eficiencia del 70 al 80 %. Para poder aplicar la cantidad de agua adecuada en el momento oportuno es necesario conocer el hábito del desarrollo radicular y las necesidades hídricas del cultivo.

El método de riego a utilizar va a depender de las condiciones locales (pendiente, drenaje, tipo de suelo, etc.) y puede ser riego por surco, inundación, aspersión, pivote central.

Debido al alto costo del sistema de producción de frijol por riego, este solamente se utiliza para siembras comerciales cuyo producto final es destinado para semilla.

SANIDAD

El cultivo de frijol puede verse afectado por malezas (gramíneas y hoja ancha), insectos plagas (del suelo, tallo, follaje, vaina y almacén), y enfermedades (bacteriales, fungosas y virales), que limitan seriamente la producción, ya que pueden presentarse en el cultivo en cualquier de sus etapas fenológicas.

En términos generales para la producción de frijol común es muy importante considerar todos los patógenos que afectan al cultivo, para de esta manera realizar un eficiente control de los mismos basándose inicialmente en un principio de prevención para evitarnos aumentos en los costos de producción al implementar medidas fitosanitarias.

Malezas.

Las malezas son un factor limitante en las plantaciones de frijol común, ya que el crecimiento inicial del frijol es muy lento y esa fase va desde los 20 a los 30 dde, siendo esta la etapa crítica de competencia de malezas, afectándose la producción y provocando pérdidas de 50 al 70 %.

Existen sin embargo métodos de probada eficiencia para contrarrestar el efecto de estas sobre el cultivo. La forma más eficaz de controlar la maleza es a través de una adecuada combinación de los métodos culturales, mecánicos y químicos.

Cualquiera que sea el programa de control lo importante es iniciarlo con un eficiente manejo de rastrojo y una buena preparación de suelo, para reducir la población potencial de malezas en los primeros días de desarrollo del cultivo.

Control cultural.

Un aspecto muy importante a tomar en cuenta para realizar un eficiente manejo de la maleza es el manejo agronómico del cultivo, ya que la presencia de malezas depende de aspectos como la densidad de siembra, la aplicación de la fertilización en el momento no adecuado con la aparición de malezas dominantes, al no utilizar como práctica complementaría un control mecánico.

Los beneficios que se pueden lograr con el manejo de la maleza son: una reducción en los riesgos de erosión en los suelos dedicados al cultivo; contribuye a un mejor crecimiento en los primeros estadios de la planta.

Control Químico.

Para realizar un eficiente control químico de malezas es necesario conocer: La cenosis de las malezas y la fenología del cultivo. Es importante señalar que el control químico es un método más de control de malezas, no es el único y de ninguna manera el más efectivo. Ningún herbicida es totalmente eficiente para controlar las diversas especies, recomendándose emplear en algunos casos mezcla de herbicidas.

Para el manejo de gramíneas en pre-emergencia, se aplica PROWL-48-EC a dosis de 1.5 a 2 litros por manzana. En el caso de presencia de coyolillo, aplicar DUAL-50-EC, en dosis de 1.5 a 2 litros por manzana, incorporándolo con el último pase de grada o banqueo. Para el control de gramíneas y hoja ancha de post-emergencia aplicar la mezcla de FUSILADE-25-EC +Flex-25-EC, en dosis de 0.5 a 1.0 + 0.5 a 0.7 litros por manzana. Algunos agricultores hacen uso de aplicaciones de Paraquat (1 lt/mz), en aplicaciones post-emergente y con pantalla, aplicado a la calle del surco sobre la maleza recién emergida. Otra modalidad es el uso de herbicida ROUNDUP, aplicado cinco días antes de arar el terreno en dosis de 0.75 lt. manzana. (Cuadro 24).

Cuadro 24 Principales herbicidas recomendados a usarse en frijol

PRODUCTO QUIMICO	PRODUCTO COMERCIAL	DOSIS lt/mz	USO	INDICACIONES
Pendimetalin	Prowl	1.5-2.5	PRE	Hoja ancha
Metalocloro	Dual	1.5-2.0	PRE	Gramíneas, coyolillo
Fluazifop Butil	Fusilade	0.5-1.0	POST	Gramíneas
Fomesafen	Flex	0.5-0.7	POST	Hoja ancha
Paraquat	Paraquat	1.0-1.5	POST	Amplio (use pantalla)
Glifosato	Roundup	0.7-1.0	PRE	Amplio

Control Mecánico .

Un buen programa de control de malezas se inicia con la oportuna y adecuada preparación del suelo. La incorporación temprana de rastrojos y la destrucción de los elementos reproductivos de la maleza, a través de la descomposición de los residuos orgánicos, determinan una reducción apreciable de la población de malezas.

Además, si dicha incorporación es temprana, las sucesivas poblaciones de malezas pueden destruirse con las subsiguientes operaciones, previas a la siembra.

Plagas.

La importancia del control de los insectos plagas es evitar los daños que causan a la planta de frijol en las diferentes fases de su desarrollo. Prácticamente existen peligros de daños parciales o totales desde el momento en que la semilla es colocada en el suelo hasta la época de cosecha y almacenamiento.

La incidencia de insectos plaga en el frijol es muy variable y esta relacionada con varios factores que determinan la presencia y la densidad de la población. Entre estos podemos señalar: el grado de preparación de suelo, control de los hospederos, la selección de la fecha de siembra recomendada, y la rotación de cultivos entre otros. Si estos factores se manejan eficientemente, el control químico se limitara a mantener el nivel de insectos dañinos en niveles que no afecten económicamente los rendimientos ni modifiquen significativamente la población de insectos benéficos.

Por lo antes expuesto es de urgencia activar más las investigaciones del control biológico. Sin embargo, al contemplar los hechos del momento no hay más recurso que realizar el control mediante el uso de insecticida u otras prácticas.

Es importante saber cuando es necesario aplicar, ya que la sola presencia de un insecto que se alimenta de una planta no necesariamente lo hace plaga, se debe por lo tanto estimar la densidad de la población del insecto y la magnitud del daño.

Entre las principales plagas se pueden mencionar:

Gallina ciega (*Phyllophaga spp*)

Se localiza en el suelo, causando daño a la raíz. El método de muestreo es el pie cuadrado y el metro lineal. El nivel crítico determinado para el cultivo es de dos larvas debiéndose controlar con la aplicación de Furadan 10%G 23-31 lb/mz. El momento de aplicación es a la siembra.

Gusano peludo (*Estigmene acrea*)

Oviposita en masa, existiendo canibalismo dentro de la especie, se localiza en el follaje ocasionando daño en los folíolos. El nivel crítico estimado para el cultivo es de 8 larvas/m². Se controla con Dipel 3.2% PM en dosis de 1 kg/manzana.

Afidos (*Aphis* sp)

No ocasionan daños directo al cultivo, siendo transmisor del virus del mosaico común (BGMV). Su control en natural, con avispas parásitas, depredadores como los coccinelidos y sirfidos, y por efecto de los elementos del ambiente como las precipitaciones.

Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*)

Saunders et al (1983), registraron seis especies de mosca blanca que atacan al frijol en Centro América. De estas *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) es la de mayor importancia, principalmente por el papel del adulto como vector del virus del mosaico dorado y otros cinco virus (Galvéz y Cárdenas 1980). El problema es mayor en el sur de Guatemala y la zona costera de el Salvador, comparado con el resto de la región.

Los procedimientos de control recomendados para la mosca blanca incluyen la destrucción de hospederos silvestres como *Sida* spp y el evitar la siembra escalonada de plantas que alberguen la mosca y/o el virus.

La mosca se localiza en el follaje, no ocasiona daño directo al cultivo es transmisor de la enfermedad viral del mosaico dorado (BGMV) y del moteado clórotico (MGIMV). Su control se realiza utilizando productos químicos como Monitor 600 SL en dosis de 1-1.5 lts/mz.

Chicharita verde (*Empoasca kraemeri*)

Es una plaga muy importante pudiendo provocar pérdidas de 50-100% de los rendimientos. La ninfa y el adulto succionan savia e inyectan saliva toxica en las hojas provocando deformación. Es mas destructiva en sequía, en las etapas de prefloración y floración. Su control se realiza con prácticas de asocio, uso de mulch, efecto de las precipitaciones y productos químicos como Tamaron 600 SI en dosis de 1-1.5 lts/mz.

Picudo de la vaina (*Apion godmani*)

Es la especie principal de los picudos que atacan la vaina del frijol en Centroamérica con la excepción de Costa Rica Y Panamá. en Nicaragua su distribución se encuentra a los departamentos de Nueva Segovia, Estelí, Matagalpa, y Jinotega.

La hembra perfora las vainas jóvenes ovipositando en ellas, el adulto se alimenta del endocarpio del grano y empupa, dentro de la vaina. Las vainas afectadas a menudo tienen una apariencia flácida y torcida. El mayor daño lo causa al inicio del llenado de vaina. Entre las prácticas recomendadas para su control se pueden señalar:

- a. Uniformar fechas o períodos de siembra.
- b. Apoyar y trillar fuera del cultivo o en campos limpios.
- c. Destrucción de pupas, adultos y residuos de cosecha después del trillado.
- d. Dado que el insecto es muy pequeño es necesario el uso de la red entomológica para su recuento.

Si encontramos antes de la floración un insecto en 10 mts. lineales es necesario el control químico, con cualquiera de los productos recomendados (Cuadro 25).

Cuadro 25 Productos recomendados para el control del picudo de la vaina

NOMBRE TECNICO	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS/Mz
Deltametrina	Desis 7.5 EC	0.2-0.3 lt
Malathion	Malathion 57 EC	0.75 lt
Monocrotofos	Nuvacron 60 EC	0.75 lt

Babosa (*Vaginulus plebeius*)

Las babosas se han considerado como plagas agrícolas en Centroamérica desde principios de la década de los cincuenta, sin embargo, sus ataques tendían a ser esporádicos y de importancia secundaria hasta final de la década de los años sesenta y principio de los años setenta. Para ese entonces los problemas se habían vuelto severos y crónicos desde el sudeste de Guatemala al oeste de Nicaragua. Actualmente la plaga se encuentra dispersa desde México hasta Panamá.

Se localiza durante el día en el suelo y en la planta durante la noche, el daño lo ocasiona en toda la planta raspando el follaje y las vainas del frijol, puede consumir completamente las plantas pequeñas, siendo su período crítico para el cultivo hasta 20 días después de la emergencia.

Es muy importante destruir babosas en primera. Se dice que una babosa muerta en primera significa 50 babosas menos en postrema. El muestreo se realiza colocando trampas nocturnas y su nivel crítico es una babosa por trampa. También se puede implementar la matanza nocturna, punzándola con un palo puntiagudo. El uso de basura trampa para matar babosa.

El uso de cebos envenenados, colocando inicialmente treinta puchitos de cebos en una parte del campo un mes después de la siembra y si encuentra 10 babosas muertas es necesario aplicar el cebo en toda la parcela.

Los ingredientes para la elaboración del cebo son los siguientes:

- a. 9 lb. de afrecho (salvado de arroz).
- b. 1 lb. de melaza (o raspadura)
- c. 50 gr. de metaldehido y/o Sevin 890 PS (2 onzas)
- d. 1/2 lt. de agua o cerveza.

Existen productos químicos en el comercio para controlar las babosas como son: Ortho B y otros.

Gorgojo común (*Acanthocelides obtectus*)

Las hembras diseminan los huevos entre los granos almacenados o también pueden atacar directamente al cultivo en el campo, ovipositando en los cortes y hendiduras de las vainas. Después de la eclosión las larvas se desplazan libremente hasta que penetran en la semilla y se desarrollan en su interior. Su control se realiza, con irradiación a los granos, o con productos fumigantes como el Fostoxin, o Gastoxin.

Enfermedades.

Las enfermedades del frijol varían en incidencia y severidad de acuerdo con la época de siembra, la presencia del patógeno, las condiciones ambientales y la susceptibilidad de la variedad. Siete enfermedades limitan la producción de frijol en nuestro país, cinco de naturaleza fungosa, una bacteriana y una viral, todas son responsables en mayor o menor grado de la disminución de los rendimientos.

Considerando la importancia de los patógenos que causan enfermedades al frijol en todas las etapas de desarrollo del ciclo del cultivo, es conveniente implementar medidas preventivas, las cuales incluyen el uso de cultivares resistentes y prácticas culturales. Además entre las medidas de control, está el uso de productos químicos como medida preventiva y curativa.

Entre las medidas de control se pueden considerar:

- a. Semilla libre de patógeno.
- b. Resistencia varietal.
- c. Labranza cero o reducida.
- d. Rotación de cultivo.

La distribución de las principales enfermedades del frijol en Nicaragua y las etapas de desarrollo del cultivo en que se presentan, se reflejan en los cuadros 26 y 27.

Cuadro 26 Distribución geográfica de las principales enfermedades del frijol en Nicaragua.

ENFERMEDADES	REGIONES				
	I	II	IV	V	VI
Antracnosis	*				*
Mancha angular	*		*		*
Roya	*				*
Tizón común	*	*	*	*	*
Mosaico común	*	*	*	*	*
Mustia hilachosa	*	*	*	*	*
Pudriciones radiculares	*	*	*	*	*

Cuadro 27 Etapas de desarrollo del cultivo y presencia de síntomas de la enfermedad.

V ₀ -V ₂	V ₃ -R ₅	R ₆ -R ₇
Pudriciones radiculares	Mustia hilachosa	Mustia hilachosa
Bacteriosis	Mancha angular	Bacteriosis
Mustia hilachosa	Roya	
	Mosaico común	

Las enfermedades se agrupan de acuerdo a su agente causal en bacteriales, fungosas y virales.

Bacteriales

Tizón común (Bacteriosis) (*Xantomona campestris*)

Es una enfermedad de climas cálidos, requiere temperaturas de 28 °C y alta humedad relativa, pudiendo causar pérdidas hasta del 100% de la cosecha. Los síntomas que presenta la enfermedad son: puntos acuosos en el envés de la hoja, los que aumentan de tamaño y van adquiriendo una forma irregular con un borde amarillo clórotico el cual se necrosa y se vuelve de color café.

Afecta hoja, vaina peciolo, puede llegar hasta el embrión de la semilla cuando las infecciones se dan en la vaina el patógeno permanece viable dentro de la semilla por 10 años.

Se disemina por semillas infectadas, residuos de cosecha, salpique del suelo, entrada y salida del hombre de la plantación. Control, semillas desinfectadas, residuos de cosecha anterior, antibiótico no es recomendable, labranza cero, rotación del cultivo, variedad tolerante.

Fungosas

Pudriciones radicales, *Phythium*, *Rhizoctonia*, *Scierotium*, *Fusarium*, *Macrophomonia*.

Pudrición de raíz, el patógeno (*Phythium*), sobrevive en el suelo, produce pudriciones de raíz y cuello de la raíz, la mayor incidencia se da en la primeras 2 semanas de desarrollo del cultivo. Provoca marchitez de la parte aérea de la planta.

Control, suelo de buen drenaje, aumentar la distancia entre plantas (aireación), tratamiento a semilla con Ridomil 2gr/kg de semilla, aplicaciones de fungicidas dirigidas al cuello de la raíz.

Roya (*Uromyces phaseoli*)

El daño de mayor importancia se da cuando las plantas son atacadas durante los períodos de prefloración y floración, aproximadamente de 30-35 días después de la siembra. Los síntomas que presenta la planta son manchas clóroticas en el haz de la hoja, posteriormente de la producción de Uredosporas que infectan hojas, peciolos y vainas. No se trasmite por semilla (parásito obligado), puede haber defoliación.

Su diseminación es por el viento pudiendo infectar a grandes distancias, plantas hospederas del hongo, entrada y salida del hombre de un campo infectado a un sano.

Control resistencia varietal, aplicación fungicidas en etapa R5 (prefloración) y R6 (floración), existen cuatro razas de roya en Nicaragua, rotación de cultivos que no sean hospederos de roya.

Mancha Angular (*Isariopsis griseola*)

La mancha esta delimitada por la nervadura de la hoja, se presenta en la raíz y en el envés, en el haz de da la producción de hifas. Afecta hoja y vainas. La infestación comienza en hojas bajas las cuales se convierten en fuente de inculo secundario de las hojas superiores y de vainas. En el tallo, ramas y peciolos, las lesiones son de color café rojizo de borde más oscuro y forma alargada. Las manchas en las vainas son oscuras.

Diseminación, es por semilla infectada, salpique de la gota sobre residuos contaminadas. Su control se realiza eliminando residuos de cosecha, uso de semilla de buena calidad, con buena apariencia, tamaño y coloración, uso de cobertura en la labranza cero, rotar el frijol con otra especie no hospedante del patógeno.

Mustia hilachosa (*Thanatephorus curumeris*) (Frank) Donk.

Su ataque causa defoliación rápida y drástica en las plantas, en 1 ó 2 semanas puede ocasionar la pérdida total de la cosecha si se presenta en la etapa crítica de llenado de vaina. Ataca principalmente follaje, tallos, ramas y vainas de la planta.

Los síntomas que se presentan son pequeñas lesiones acuosas y de coloración más clara que la hoja que luego se tornan de color gris. En las vainas se presentan manchas necróticas pequeñas de forma irregular y de color café, las vainas jóvenes pueden ser destruidas totalmente y las vainas maduras causan daño severo y saneamiento. El hongo puede infectar la semilla.

Se diseminan a través de semilla, plantas infectadas, salpicaduras de lluvia, residuos de cosecha, el viento, el agua de escorrentía y el movimiento de implementos agrícolas en la plantación. Ataca desde la germinación hasta la madurez fisiológica. Su control, se realiza con prácticas de control integrado que incluya la siembra libre de contaminación interna y externa, rotación de cultivos, labranza cero, cobertura con malezas muertas con herbicidas o mulch, uso de fungicidas, Benomil y Maneb.

El manejo de enfermedades fungosas, se puede realizar con prácticas como: Rotación de cultivos, eliminación de residuos de cosecha anterior, uso de semilla sana, variedades resistentes, aplicación de fungicidas.

Virales

Mosaico común (BGMV), presenta área de color oscuro sobre una superficie clara. Se presenta dos tipos de síntomas. Se presenta un mosaico y necrosis sistémica es el síntoma más desarrollado, es transmitido por semilla, por insectos áfidos del género (*Aphis*, *Macrosiphum*, *Myzus*).

Mosaico Clórotico (BGIMV). Es transmitido por mosca blanca. *Bemisia tabaci*.

Mosaico dorado (BGMV). Es transmitido por mosca blanca. *Bemisia tabaci*.

Mosaico rugoso. Es transmitido por crisomelidos. *diabrotica* y *cerotoma*.

COSECHA

Las distintas variedades de frijol maduran de acuerdo a su ciclo vegetativo, estos períodos son variables en función de la época de siembra y la región en que se siembra. Las diferencias observadas en cuanto al número de días esperados para que maduren, dependerá de la temperaturas que se presenten en la zona, el ciclo se hará más largo si se presentan bajas temperaturas y más corto si las temperaturas se elevan, estas diferencias se cuantifican en términos de diferencias entre 5 y 6 días.

Indicadores a la cosecha.

Ciclo vegetativo, cambio de color del follaje (de verde a amarillo), cambio de coloración de la vaina (de verde a rojo, morado o blanco en dependencia de la variedad); grano ha experimentado su máximo crecimiento. color del grano totalmente distribuido. Pérdida de humedad del grano. (30-40 % de humedad).

Condiciones en el campo.

El campo debe de estar libre de malezas que pueden infectar de plagas (gorgojos) y enfermedades (fungosas) al grano a cosechar. Deben de haber condiciones ambientales secas para evitar daño al grano por efecto de germinación y/o propagación de enfermedades fungosas. Se debe de contar con medios (maquinaria y mano de obra) necesarios para cosechar.

Actividades a la cosecha

Arranque /corte

Cuando se llega a la madurez fisiológica del cultivo. En este momento las plantas tienen un gran contenido de humedad en vainas y granos por lo que no se puede realizar el aporreo, por lo tanto se recomienda realizar el presecado.

Presecado

Frijoles arrancados conteniendo demasiada humedad en vainas y grano. no permiten el aporreo, para ello existen diferentes procedimientos que están en función del volumen del material a desgranar. Es costumbre que las plantas arrancadas sean presecadas sobre el terreno en donde crecieron, pero con esta práctica existen dos riesgos, 1) Germinación del grano y 2) Infección por patógenos del suelo.

Las plantas arrancadas se acomodan con el follaje hacia abajo y la raíz hacia arriba, contando con 2-3 días de sol para conseguir el presecamiento adecuado, a partir de este momento las plantas son guardadas bajo techo o se aporrean de inmediato. (Para eliminar los riesgos citados antes y para volúmenes mayores se recomienda la construcción de Presecadores, los cuales son de madera rolliza y

dimensiones de acuerdo al volumen de cosecha a presecar. El techo del presecador se tapa con zacate, hoja de plátano o polietileno, se instala con la cara frontal en dirección al viento y a las plantas se les sacuden la raíces, se forman manojos de plantas y se cuelgan durante 10-15 días lo cual estará en dependencia de la presencia o no de lluvias. Otra forma tradicional de presecar el frijol es colgarlo de cercas o de alambre.

Aporreo

Una vez arrancadas y presecadas las plantas de frijol se puede iniciar el aporreo, los procedimientos para hacerlo van a estar en dependencia del volumen de cosecha. El grano se aporrea cuando alcanza un contenido de humedad de 20-22%.

Volúmenes pequeños se aporrean en telones de plástico que se extienden sobre el suelo, se apilan las plantas de frijol previo asoleo (2-3 horas) y con una vara de madera rolliza se golpea hasta lograr que las vainas se abran y los granos se desprendan. Para volúmenes mayores se utilizan toriles contruidos con varas de madera rolliza, donde se colocan las plantas secas previo asoleo, se golpean y los granos al caer se recogen en toldos plásticos que se han colocado debajo del toril. Otra alternativa para grandes volúmenes es el uso de máquinas combinadas (usadas para recolectar sorgo, arroz.), para lo cual debe hacerse algunos ajustes.

Secamiento

El frijol obtenido después del aporreo tiene del 20-22% de humedad por tal razón debe de secarse para evitar su deterioro durante el almacén. Esto se puede lograr poniendo los granos sobre un plástico, una superficie de ladrillo o cemento seca y limpia o utilizando secadoras con aire caliente hasta conseguir un grano con el 12% de humedad.

Almacenamiento

El frijol una vez sometido a secamiento y listo para ser almacenado debe de ponerse en sacos, los cuales deberán ser acomodados en estibas sobre plataformas de madera o en silos herméticamente cerrados. El lugar donde se colocaran debe de estar libre de residuos de cosecha anterior, debe de tener buena aireación y debe de haber sido desinfectado.

Secamiento del frijol al sol, hasta un 12 a 14% de humedad. Volúmenes pequeños pueden ser almacenados en bolsas plásticas, barriles, tinajas y otros, los cuales deben de ser sellados herméticamente. Para evitar daños por plaga se puede utilizar aceites vegetales (coco, algodón, soya, maní, palma, etc.) a razón de 10 cc por cada 2 libras de grano. Para cantidades mayores a almacenar se recomienda fumigar con pastillas como Fotoxin, Gastoxin, etc. a razón de 1 pastilla/ 4 qq. de grano para evitar daños producidos por plagas de granos almacenados.

ARROZ (*Oryza sativa* L.)

GENERALIDADES

El arroz está entre los cuatro cereales más cultivados en el mundo, desde el punto de vista de la producción, el arroz ocupa el segundo lugar en importancia después del trigo. Es un componente básico en la alimentación para más de la mitad de la población del mundo, se cultiva en casi todas las partes del mundo, es una de las plantas más adaptables a diversas condiciones ambientales, relacionadas a clima y suelo. Además el arroz es casi el único cultivo que se desarrolla en forma óptima bajo terrenos inundados.

En Nicaragua, el arroz es un alimento básico para la población y su producción es exclusivamente para el mercado interno, pero ésta no satisface las demandas de consumo, por lo que se hace necesario recurrir a las importaciones.

El cultivo es manejado bajo tres sistemas: riego, secano favorecido y secano no favorecido, existiendo entonces una serie de tecnologías que van desde el cultivo de subsistencia (secano no favorecido), el mediano agricultor con cierto grado de tecnología (secano favorecido) y el gran productor, con amplio rango de tecnología (mecanización, variedades mejoradas, fertilización, control químico y riego).

La producción nacional se ve afectada principalmente por daños severos causados por plagas (insectos, roedores, pájaros), deficiente control de malezas y enfermedades, falta de semilla mejorada, mal manejo del riego y en general, poca adopción de técnicas adecuadas para lograr una producción que supla la demanda de la población.

Historia, origen y ruta de propagación.

El arroz es de origen Asiático y se cultiva en todas las áreas tropicales y subtropicales del mundo, tenemos reportes de que este cultivo existe desde hace 5000 años aproximadamente. El área de domesticación de Arroz (*Oryza sativa*.L) posiblemente cubrió el noreste de la India hasta el Sur de China y Malasia, de aquí se extendió desde Burma al norte hacia el valle del río Amarillo y de Indochina hacia el valle del Yangtze y se formó la raza **Japónica**, que es más tolerante al frío, es de grano pequeño y bajo contenido de almidón. Esta raza es la que se cultiva en China y Japón y es la que se ha llevado a EUA, Rusia y Europa. De la adaptación de Sri Lanka, el archipiélago Malágo, Sur de China, Medio Oriente, Europa y África surgió la raza **Indica**. De la zona de Indonesia, Filipinas y Japón surge la raza **Javanica**.

El arroz se difunde a nivel mundial a través de las caravanas de los comerciantes (Árabes). Llega América cuando la colonización, siendo introducida en el siglo XVII a los EEUU por los Holandeses y en Brasil por los Portugueses, en América Central y parte de Sur América fue introducida por los conquistadores Españoles.

Datos Históricos nacionales y mundiales

Gran parte de la producción de Arroz se encuentra en Asia. El primer lugar en la producción mundial lo tiene la India seguido de China. América Latina, Brasil es el mayor productor. Anualmente se siembran aproximadamente 140 millones/ha con rendimientos promedios de 2,566 Kg/ha.

El arroz es la principal cosecha alimenticia de las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Es el único cereal menor que se cultiva en forma extensiva en estas áreas. Más del 95 por ciento del arroz sembrado en el mundo se cultiva en China, la India y el Sudeste de Asia y las islas adyacentes del Pacífico y es el principal en la dieta de los habitantes de esas regiones del mundo. Solo un poco más del uno por ciento de la producción mundial del arroz se obtiene en los Estados Unidos y es sin embargo un país exportador de arroz.

En América se ha cultivado el arroz a lo largo de la costa de Carolina del Sur desde 1685 aproximadamente. Durante 200 años la principal región productora de arroz en los Estados Unidos.

En 1927 llega a Nicaragua, no existiendo en ese entonces condiciones para el sistema de cultivo por inundación por lo que de 1927 a 1963 solamente se cultiva en la modalidad de secano. A raíz de la Revolución Verde en 1963 se inicia el cultivo bajo inundación.

En zonas donde las condiciones de clima, suelo, topografía son adecuadas y existe disponibilidad de agua para riego han hecho posible el cultivo del arroz en gran escala utilizando maquinaria, por lo que su producción ha tenido mucho éxito. El cultivo del arroz a lo largo de la Costa Atlántica se ha reducido a cantidades de muy poca importancia.

Nicaragua es el único país en Centro América, en el cual el 65 % de la producción nacional lo aporta el ecosistema de riego y el 35 % restante, los diferentes sistemas de producción de arroz de secano (que varía desde el espeque con uso de variedades tradicionales hasta la producción de arroz de secano tecnificado con variedades mejoradas).

Importancia Socioeconómica.

El arroz es un componente básico en la alimentación del pueblo Nicaragüense, es muy rico en Carbohidratos pero el contenido de proteínas es bajo en relación al maíz y el trigo, pero los investigadores han tratado de corregir esta deficiencia.

El grano está compuesto por:

Carbohidratos :	73 - 81 %
Proteínas :	5 - 10 %
Agua :	10 - 14 %
Fibra :	0.2 - 2.8 %
Grasa :	0.6 - 3 %
Ceniza :	0.8 - 2.8 %

En algunos países el arroz se utiliza en sustitución del pan, también se usa en la preparación de bebidas alcohólicas (como el Sake japonés), en la industria cervecera se utiliza mezclado con la malta. Además de servir en la alimentación humana sirve para la producción de medicinas, lo usan como alimento para ganado y animales de tiro, alimentación de aves. La paja es un subproducto que sirve para la fabricación de adobes y alimentación de ganado, también puede utilizarse como cama para aves y lecho de establos, en la industria artesanal se usa para fabricar sacos, cestos y papel.

Distribución, superficie y rendimientos

Físicamente el cultivo se encuentra distribuido en todo el país, obteniéndose buenos resultados en rendimiento siempre y la variedad utilizada se adapte a las características climáticas y edáficas de una zona determinada. En el cuadro 28 refleja el comportamiento que han presentado las cifras en relación a las áreas sembradas y el volumen de producción en el periodo comprendido del ciclo 77-78 al ciclo 91-92 notándose una fluctuación en las áreas dedicadas para la producción de este cultivo, presentando igual comportamiento los rendimientos promedios del cultivo siendo el ciclo agrícola 84-85 el que presentó mejores rendimientos con 35.5 qq/mz.

Causas y factores que limitan los rendimientos

Los factores que afectan la producción de arroz y que se ven reflejados en los bajos rendimientos obtenidos son del orden agronómico; deficiente control de plagas, malezas y enfermedades, manejo inadecuado de prácticas culturales (fertilización, riego, épocas de siembra, etc.), uso de variedades que están en uso desde hace 10-12 años. que resultan poco productivas ya que han perdido resistencia a enfermedades y su potencial productivo.

Esta problemática antes señalada coincide con los resultados presentados por el Dr. Górriz (1995), quien plantea que la problemática que enfrenta la producción arrocería en nuestro país, se resume de la siguiente forma: mala preparación del suelo, uso excesivo de agua, fertilización inadecuada, deterioro genético, falta de pureza varietal debido a la mezcla física de semilla, control inadecuado de malezas, secuencia inadecuada de las actividades de producción y voleo disparejo de la semilla.

Cuadro 28 Áreas sembradas y el volumen de producción en el período comprendido del ciclo 79-80 al ciclo 94-95, para el cultivo del Arroz (*Oriza sativa*).

CICLO	AREA x 1000 mz	PRODUCCION x 1000 qq	ENDIMIENTOS (qq/mz)
79-80	51.3	1,386.7	27
80-81	46.2	1,376.8	29.8
81-82	59	1,947.0	33
82-83	63.2	2,134.0	33.8
83-84	63.3	2,223.0	35.3
84-85	54.7	1,942.9	35.5
85-86	50.8	1,774.4	34.9
86-87	55.6	1,725.0	31
87-88	54.9	1,502.4	27.4
88-89	56.4	1,405.9	24.9
89-90	65.6	1,629.4	24.8
90-91	58.3	1,638.0	28
91-92	81.2	2,240.9	27.5
92-93	58.8	1,587.6	27
93-94	76	2,226.8	29.3
94-95	79	2,385.8	30.2

BOTÁNICA

Taxonomía

El arroz es una gramínea y pertenece al género *Oryza*, el cual comprende varias especies siendo el arroz común el de más importancia. La especie *Oriza sativa* comprende casi todas las variedades cultivadas de América, Asia y Europa. No está determinado el número exacto de especies silvestres. Aun cuando diferentes investigadores han identificado cerca de 70 especies.

El género *Oryza* tiene 19 sp. aproximadamente, de las cuales 2 se cultivan para la alimentación humana, que son *O. sativa* y *O. glaberrima*, ésta última se cultiva solamente en el occidente de África. La sp. *sativa* se subdivide en dos sub-especies: *Brevis*, que el grano es menor de 4 mm y *Communis* que tiene grano mayor de 4 mm. La sub-sp. *communis* es a la que pertenecen las razas Indica, Japónica y Javánica.

La clasificación Taxonómica de la planta es:

Clase : Monocotiledonea
Orden : Glumiflorae
s.orden : Poales.
Fam : Poaceae
S.fam : Panicoideae
Tribu : Oryzeae
Género : Oryza

Morfología

Sistema radicular

Son fasciculadas, numerosas, fibrosas y se presentan dos tipos en este cultivo, raíces seminales o primarias que crecen a partir de la radícula, las cuales son cortas, gruesas y tienen un período corto de vida y las raíces adventicias, secundarias que son las que conforman el sistema radicular permanente del cultivo, las cuales se desarrollan de los nudos subterráneos de los tallos jóvenes y reemplazan a las raíces seminales.

El sistema radicular en los primeros estadios de desarrollo son de color blanco, poco ramificado y relativamente gruesas pero a medida que la planta crece las raíces se alargan, adelgazan y se ramifican abundantemente. Las raíces del arroz tienen gran cantidad de pelos absorbentes.

El sistema radicular del arroz puede adaptarse a condiciones de aniego por poseer un sistema de células aerenquimatosas. (espacios aéreos) pueden profundizar hasta 40 cm. pero el mayor volumen (85-90 %) se encuentra en los primeros 0-25 cm.

Tallos

Es una sucesión de nudos y entrenudos, la altura del tallo principal está en función del número de nudos y longitud de los entrenudos lo cual es una característica varietal definida, pero puede suceder que sean afectados por condiciones ambientales.

El tallo es hueco, estriado, la longitud de los nudos superiores es mayor, la de los basales son más cortos, además el tallo tiene la propiedad de producir hijos (macollamiento), a partir de yemas que se encuentran en el nudo basal, la cantidad de estos hijos estará en dependencia de variedad, fertilización, densidad de siembra, temperatura, agua y nubosidad. En arroz los tallos también desempeñan una función de reserva, ya que las plantas almacenan almidón en las células corticales de las cañas.

Hojas

Las hojas del arroz se encuentran distribuidas en forma alterna en el tallo, una en cada nudo. Están constituidas por: vaina, lámina y cuello.

La vaina es la parte inferior de la hoja, envuelve varios entrenudos en las primeras hojas (de la base), y un sólo entrenudo en las hojas superiores. La vaina es glabra y puede tener pigmentos antocianinos en su base o toda la superficie. Tiene también un pulvínulo que es una protuberancia encima del punto de la unión de la vaina con el tallo.

La lámina de la hoja es de tipo lineal larga y angosta, el haz tiene venas paralelas, pueden ser glabras o pubescentes. La hoja superior que se encuentra bajo la panícula se denomina hoja bandera es más corta y ancha que las demás y según la variedad forma diferentes ángulos con el tallo.

La primera hoja (llamada Prófilo) muere a los 10-12 días, las otras duran entre 25-35 días, al tiempo de floración únicamente de 5-6 hojas permanecen activas y a la maduración sólo 2-3 de las hojas superiores son responsables del 80% de los carbohidratos que van al grano después de la floración.

En el cuello se encuentra la lígula y las aurículas. La lígula es una prolongación de la vaina, es una estructura triangular aplanada, su longitud es muy importante para la clasificación de las variedades. Las aurículas son dos apéndices en forma de hoz que tienen una especie de dientes en la parte convexa, estas estructuras diferencian el arroz de malezas comunes, como *Echinochloa sp* que carecen de ellas facilitándose su identificación.

Flores

Las flores de la planta de arroz se agrupan en una inflorescencia llamada panícula que está situada sobre el nudo apical del tallo, están constituidas por un eje con ramificaciones primarias que llevan a su vez ramificaciones secundarias. La panícula puede medir de 18-30 cm. y también puede tener hasta 300 espiguillas (según la variedad). La espiguilla es la unidad de la panícula y está unida a las ramificaciones por un pedicelo, la espiguilla consiste en dos lemas estériles, la raquilla y la florecilla.

La raquilla es un pequeño eje que sostiene a la flor. La flor está constituida por: la lema, que tienen 5 nervios de los que uno de ellos es dorsal y termina en punta, la que se puede prolongar en una arista, la palea es más pequeña que la lema y también termina en punta, estas brácteas posteriormente formaran la cáscara de la semilla.

La flor es hermafrodita, el androceo tiene 6 estambres c/u con su largo filamento y antera bífidas (2 lóbulos), el gineceo está constituido por el pistilo, el que a su vez consta de: ovario (1 óvulo), el estigma y el estilo. Los lodículos son dos protuberancias que están en la base de la flor y es la estructura que permite que cuando ocurra la antesis la lema y la palea se abran y simultáneamente los estambres se alargan y las anteras emergen.

Fruto

Es un ovario maduro, con la lema, la palea, la raquilla y las aristas firmemente adheridas. Consta de tegumento, albumen y embrión. El tegumento consta de pericarpio, el cual puede ser de color blanco marrón, rojizo, etc. El albumen o endosperma con gran contenido de almidón, es el que alimenta al embrión durante la germinación, el embrión es pequeño y está localizado en el lado ventral de la semilla cerca de la lema, está formado por la plúmula u hojas embrionarias rodeado de una vaina o coleóptilo y la radícula o raíz embrionaria (primaria) que está envuelta por la coleorriza.

El arroz varía en forma, color y tamaño en dependencia de la variedad, está constituido por:

Cáscara : 19-21 %
Endosperma: 74-78 %
Embrión: 3-5 %

FISIOLOGÍA.

El arroz es un cultivo anual, donde la duración del ciclo vegetativo estará en función de la variedad, y de caracteres externos como T°, nubosidad, longitud del día, etc. El desarrollo de la planta de arroz puede dividirse en tres fases:

Fase Vegetativa

Que va desde la germinación de la semilla hasta el inicio de la formación de la panícula (duración promedio de 40-48 días).

Fase Reproductiva

Desde la iniciación de la panícula hasta la floración (duración promedio 35 días).

Fase de Maduración

De la floración hasta la madurez total del grano (duración promedio 24-30 días).

Etapas de desarrollo

En cada una de las fases de crecimiento suceden etapas de desarrollo de la planta fácilmente identificables, ya que marcan cambios fisiológicos y morfológicos de gran importancia en la vida de la planta. Las etapas de crecimiento y desarrollo de la planta de arroz no son iguales en condiciones climáticas y de cultivo distinta, ya que se pueden presentar variaciones en el período de duración de cada una de las etapas.

Es posible asociar las etapas de desarrollo de la planta de arroz con el número de hojas que posee. Desde la germinación hasta el espigamiento, el número de hojas que se desarrollan a partir del tallo principal, por lo general es menor para una variedad de ciclo corto que para una variedad de ciclo largo.

0. Germinación -Emergencia

La germinación comienza con la aparición de la plúmula y de la radícula y finaliza con la salida de la primera hoja. Para una semilla fisiológicamente madura, sana y bien formada, la duración de la germinación varía de 2-5.5 días.

1. Crecimiento de las plántulas

La etapa de crecimiento de las plántulas va desde la emergencia hasta inmediatamente antes de aparecer la primera macolla o inicio de ahijamiento. Los caracteres visibles más destacados son: Aparición de la primera, segunda, tercera y cuarta hoja, que es donde finaliza esta etapa.

Al principio y hasta la segunda hoja las plantas dependen totalmente de las reservas de la semilla, después de la tercera hoja entre el séptimo y el octavo día, las plántulas empiezan a crecer con sus propios nutrientes y se vuelven independientes de la semilla. La plántula en esta etapa es muy sensible a las deficiencias de nitrógeno y agua, también es un período crítico de competencias de malezas.

2. Ahijamiento o macollamiento

Con la cuarta hoja van apareciendo los tallos, llamados hijos o macollas primarias, cada hijo primario cuando ya tiene dos hojas, origina un hijo secundario, el tercer hijo aparece cuando el hijo secundario ha formado dos hojas.

El ahijamiento es una característica que depende de la variedad, esta es la etapa más tardía de 45 a 55 días. El estado de "número máximo de hijos" es muy importante porque tiene estrecha relación con el manejo del cultivo y las prácticas agronómicas.

La flor es hermafrodita, el androceo tiene 6 estambres c/u con su largo filamento y antera bifidas (2 lóbulos), el gineceo está constituido por el pistilo, el que a su vez consta de: ovario (1 óvulo), el estigma y el estilo. Los lodículos son dos protuberancias que están en la base de la flor y es la estructura que permite que cuando ocurra la antesis la lema y la palea se abran y simultáneamente los estambres se alargan y las anteras emergen.

Fruto

Es un ovario maduro, con la lema, la palea, la raquilla y las aristas firmemente adheridas. Consta de tegumento, albumen y embrión. El tegumento consta de pericarpio, el cual puede ser de color blanco marrón, rojizo, etc. El albumen o endosperma con gran contenido de almidón, es el que alimenta al embrión durante la germinación, el embrión es pequeño y está localizado en el lado ventral de la semilla cerca de la lema, está formado por la plúmula u hojas embrionarias rodeado de una vaina o coleóptilo y la radícula o raíz embrionaria (primaria) que está envuelta por la coleorriza.

El arroz varía en forma, color y tamaño en dependencia de la variedad, está constituido por:

Cáscara : 19-21 %
Endosperma: 74-78 %
Embrión: 3-5 %

FISIOLOGÍA.

El arroz es un cultivo anual, donde la duración del ciclo vegetativo estará en función de la variedad, y de caracteres externos como T°, nubosidad, longitud del día, etc. El desarrollo de la planta de arroz puede dividirse en tres fases:

Fase Vegetativa

Que va desde la germinación de la semilla hasta el inicio de la formación de la panícula (duración promedio de 40-48 días).

Fase Reproductiva

Desde la iniciación de la panícula hasta la floración (duración promedio 35 días).

Fase de Maduración

De la floración hasta la madurez total del grano (duración promedio 24-30 días).

Etapas de desarrollo

En cada una de las fases de crecimiento suceden etapas de desarrollo de la planta fácilmente identificables, ya que marcan cambios fisiológicos y morfológicos de gran importancia en la vida de la planta. Las etapas de crecimiento y desarrollo de la planta de arroz no son iguales en condiciones climáticas y de cultivo distinta, ya que se pueden presentar variaciones en el período de duración de cada una de las etapas.

Es posible asociar las etapas de desarrollo de la planta de arroz con el número de hojas que posee. Desde la germinación hasta el espigamiento, el número de hojas que se desarrollan a partir del tallo principal, por lo general es menor para una variedad de ciclo corto que para una variedad de ciclo largo.

0. Germinación -Emergencia

La germinación comienza con la aparición de la plúmula y de la radícula y finaliza con la salida de la primera hoja. Para una semilla fisiológicamente madura, sana y bien formada, la duración de la germinación varía de 2-5.5 días.

1. Crecimiento de las plántulas

La etapa de crecimiento de las plántulas va desde la emergencia hasta inmediatamente antes de aparecer la primera macolla o inicio de ahijamiento. Los caracteres visibles más destacados son: Aparición de la primera, segunda, tercera y cuarta hoja, que es donde finaliza esta etapa.

Al principio y hasta la segunda hoja las plantas dependen totalmente de las reservas de la semilla, después de la tercera hoja entre el séptimo y el octavo día, las plántulas empiezan a crecer con sus propios nutrientes y se vuelven independientes de la semilla. La plántula en esta etapa es muy sensible a las deficiencias de nitrógeno y agua, también es un período crítico de competencias de malezas.

2. Ahijamiento o macollamiento

Con la cuarta hoja van apareciendo los tallos, llamados hijos o macollas primarias, cada hijo primario cuando ya tiene dos hojas, origina un hijo secundario, el tercer hijo aparece cuando el hijo secundario ha formado dos hojas.

El ahijamiento es una característica que depende de la variedad, esta es la etapa más larga tarda de 45 a 55 días. El estado de "número máximo de hijos" es muy importante porque tiene estrecha relación con el manejo del cultivo y las prácticas agronómicas.

3. Elongación del tallo

Va desde el momento en que el cuarto entrenudo del tallo principal comienza a hacerse notable en longitud hasta cuando está totalmente elongado o hasta cuando inicia la siguiente etapa.

4. Iniciación de la panícula

Se inicia con la diferenciación del primordio de la panícula (cambio de primordio), lo que ocurre aproximadamente 30-34 días antes de la emergencia de la hoja bandera.

En este momento el primordio de la panícula no es aún visible; se hace visible hasta unos 12 días más tarde dentro de la vaina de la hoja bandera como una estructura cónica de 0.5 a 1.5 mm de largo, su aspecto es el de un punto vellosos por lo que le llama punto de algodón.

5. Desarrollo de la panícula

El desarrollo de la panícula abarca desde el estado de punto de algodón, hasta cuando su punta está inmediatamente debajo del cuello de la hoja bandera. En este período, junto con las espiguillas en formación, el raquis de la inflorescencia que crece dentro de la vaina de la hoja bandera causa un abultamiento llamado "embuchamiento o panzoneo".

6. Floración

Se inicia cuando la panícula emerge de la vaina de las hojas banderas, inmediatamente la floración es seguida por la fecundación de las flores en el tercio superior de la panícula. Entre la floración y la fecundación ocurren de 8 a 10 horas.

7. Estado lechoso

Es estado lechoso del grano ocurre cuando las espiguillas fecundadas se llenan con un líquido lechoso, que puede ser sacado a presión con los dedos, los granos son aún de color verde, esta etapa se distingue bien a los 7 DDF.

8. Estado pastoso

La consistencia del grano cambia a pastosa suave y luego se endurece cerca de 15 días, el color cambia a verdoso amarillo, esta etapa se distingue bien a los 20 DDF.

9. Maduración

Los granos alcanzan la maduración a los 30 DDF. La planta entera está fisiológicamente madura cuando el 80 % de los granos han madurado y muestran un color amarillo pálido, la panícula se inclina a 180°, y se apoya hacia adelante en el nudo del cuello. Las ramas del raquis en la mitad de la panícula tienden a separarse y las de la punta cuelgan, debido al peso de los granos. En la planta aún pueden permanecer algunos hijos que no desarrollaron, son los hijos infértiles.

Capacidad de macollamiento

Las variedades de arroz con alta capacidad de formación de hijos, son muy convenientes para el cultivo de arroz trasplantado o de siembra directa. Los cultivos con características varietales mejoradas y una alta capacidad de formación de hijos pueden sembrarse en amplio rango de espaciamiento y no obstante producen un número adecuado de hijos por unidad de área.

El número de hijos tiene una correlación positiva o negativa con la producción de grano, dependiendo del cultivo de arroz y las condiciones ambientales en las que se desarrolle el cultivo. Está bien establecido que la aplicación de nitrógeno en dosis correctas estimula notablemente la producción de hijos fértiles en las variedades de arroz.

ECOLOGÍA

El cultivo del arroz a nivel mundial se adapta a diversas condiciones de ambiente, lo podemos encontrar en zonas con características agroecológicas muy diferentes en referencia a suelos, temperatura, altura (msnm), humedad del aire y en ecosistemas de riego y de secano.

Factores que determinan el ambiente ecológico:

El clima con sus componentes como temperatura, luz, pluviosidad, humedad del aire y los vientos. El terreno, por su constitución geológica minera y orgánica, junto a las condiciones físico-químicas y edáficas. EL agua de riego, por sus características, disponibilidad y forma de empleo.

Requerimientos de suelo y clima

Clima

El arroz acuático se cultiva principalmente en regiones tropicales y subtropicales, aunque también en algunas zonas templadas. En zonas tropicales el arroz se puede encontrar desde el nivel del mar hasta 1500 msnm o más.

Temperatura

Temperaturas extremas son destructivas para el crecimiento de la planta y desarrollo del grano. Las bajas temperaturas disminuyen la velocidad de crecimiento del cultivo y las altas temperaturas aceleran el desarrollo del mismo.

Las temperaturas óptimas son de 30-34 °C. Para la germinación el arroz germina hasta con una temperatura mínima de 10 °C, la óptima varía de 24-34 °C. Para el ahijamiento las t° óptimas oscilan entre 25-35, mayores de 35°C o menores de 16°C no son favorables para el cultivo.

Para la floración temperaturas inferiores de 22°C provocan la no apertura de las glumas (lema y palea), si la t° es inferior a 15°C no se produce la fecundación, mayores de 35°C son críticas para la Antesis y habrá mayor número de granos vanos, provocan manchas y bandas cloróticas, disminuye el ahijamiento y el número de espiguillas y puede llegar a causar esterilidad.

Agua

En el arroz el agua es de mucha importancia. La Producción arrocería del ecosistema de secano depende de las precipitaciones, las cantidades mínimas que requiere oscila entre 300 y 400 mm. Lluvias fuertes, pueden provocar acamado de las plantas, perjudicar la polinización, lavar la aplicación de productos químicos.

La lluvia es complementaria en el ecosistema de Riego. El agua suministra los requerimientos que tiene de ésta la planta, crea un ambiente propicio para su desarrollo, ayuda en el control de las malezas, plagas y al manejo eficiente del cultivo. El agua se suministra durante casi todo el ciclo de desarrollo del cultivo y solamente se drena el terreno para las aplicaciones de fertilizante y cuando se va a cosechar.

Luz

La radiación solar es la principal fuente de energía para la fotosíntesis, el sombreamiento o alta nubosidad puede provocar bajas en los rendimientos, ya que se puede reducir el número de espiguillas y se puede ver afectado el llenado de grano.

Humedad relativa y Evapotranspiración

Los dos parámetros están estrechamente relacionados, la evapotranspiración es función inversa de la humedad relativa del aire, las grandes oscilaciones junto con altas temperaturas influyen sobre la floración y la polinización, también son determinantes para la presencia y desarrollo de enfermedades fungosas.

Vientos

Aunque los vientos desempeñan un papel importante sobre la intensidad de la evapotranspiración, pueden ser decisivos y determinantes en la producción ya que vientos secos y cálidos pueden ejercer una acción de desecación, acame en la planta, causar amarillamiento, romper el ápice de la hoja, provocar quemaduras en las láminas foliares, impedir la fecundación, provocar un desgrane previo y dificultar las labores que se realizan por medio de la aviación.

Suelos

Se requieren suelos con buena capacidad de retención de agua y de absorción. Para el ecosistema de **secano** requiere de las mismas condiciones de suelo de otros cereales (francos, buen drenaje, con buen % de M.O., etc.). Para el ecosistema de riego se recomiendan suelos arcillosos, con un subsuelo impermeable que tenga buena capacidad de retención de agua. No se recomiendan suelos arenosos debido a la rápida infiltración de agua por lo que los gastos serían mayores.

Ph

En suelos bajo el sistema de riego el ph no es muy importante ya que al inundar el terreno el pH se estabiliza. puede tener pH con límites muy amplios (4.0-8.0). Para el ecosistema de **secano** el rango de pH oscila entre 5.5 y 6.5.

Zonificación biofísica del cultivo.

En Nicaragua se cultiva arroz en casi todas las regiones, sin embargo bajo sistemas de riego el cultivo está más difundido en las regiones IV (Malacatoya), V (Boaco y Chontales) y la Zona de Río San Juan. Para el sistema de siembra de **secano** las zonas productoras más importantes son la I región (Jalapa), IV región y en los últimos años se ha implementado en cultivo en la zona del occidente del país (Cuadro 29).

Una de las principales limitantes del cultivo en **secano**, es el déficit hídrico, esta condición restringe su siembra en diversas áreas de Nicaragua, donde la precipitación pluvial no es la adecuada para el normal desarrollo de esta planta, sin embargo existen zonas con alto régimen de lluvias que favorece la siembra de este cultivo como; Jalapa, Nueva Guinea y otros

En arroz de riego, existen áreas de gran potencial productivo como la costa del norte del Lago de Nicaragua, el Valle de Sébaco y la zona de Malacatoya (Cuadro 30).

Cuadro 29 Zonificación ecológica del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L).
Ecosistema de secano.

REGION	APTITUD	LOCALIDAD	FECHA DE SIEMBRA
I	Optimo, Bueno	Jalapa	Primera
II	Bueno, Regular Optimo, Bueno	León Chinandega	Postrerón
III	Regular	Managua	Postrerón
IV	Bueno Regular	Masaya, Nandaimé Diriomo, Rivas	Primera Primera
V	Optimo, bueno y marginal	Juigalpa Sur y Nueva Guinea	Primera y postrera
VI	Optima	Pantasma	Postrera

Cuadro 30 Zonificación del cultivo del arroz de riego (*Oryza sativa* L)

REGION	APTITUD	LOCALIDAD	EPOCA DE SIEMBRA
II	Optimo	Malpaisillo	Junio-Sept. y Dic-Mayo
IV	Optimo	Malacatoya	Junio-Sept. y Dic-Mayo
V	Optimo	Boaco y Chontales	Junio-Sept. y Dic-Mayo
VI	Optimo	Sébaco	Junio-Sept. y Dic-Mayo

REPRODUCCIÓN Y VARIEDADES

El arroz es un cultivo donde básicamente la reproducción es mediante el uso de semilla botánica. La semilla es un insumo base en el inicio de los procesos productivos, juega un papel importante en el desarrollo tecnológico, en principio por su efecto multiplicador y la forma sencilla de transferir tecnología que inicia en los programas de mejoramiento genético y finaliza con la adopción por los agricultores.

La semilla es el único insumo que incrementa los rendimientos, mejora la calidad de las cosechas sin incrementar los costos de los otros medios de producción, esto se logra con el uso de variedades seleccionadas que presentan características de alta productividad, amplio rango de adaptabilidad, tolerante a enfermedades, además de proporcionar cosechas uniformes de mejor calidad (Cuadro 31).

Las variedades llegan a los agricultores a través de las semillas certificadas, las cuales en su proceso de mantenimiento y multiplicación se someten a estrictos controles normativos y técnicos con la finalidad de garantizar sus características de identidad genética, pureza varietal, física, fisiológica y sanitaria. Las características de las variedades recomendadas por el INTA para utilizarse en Nicaragua se presentan en el cuadro 31.

Características deseables

Para seleccionar una variedad aplicable a una zona específica, se consideran en general características agronómicas e industriales.

Características Agronómicas

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Ciclo vegetativo (100-130 días). | Altura de planta (80-110 cm). |
| Macollamiento. | Resistencia al acame. |
| Longitud de panícula (20-30 cm). | Excursión de la panícula. |
| Número de espiguillas. | Peso de grano. |
| Resistencia al desgrane. | Baja senescencia foliar. |
| Resistencia a enfermedades. | Resistencia a inmersión |
| Resistencia a sequía. | Alto rendimiento. |

Características Industriales

- | | |
|---|---------------------|
| Alto rendimiento Industrial (68 %). | Granos traslúcidos. |
| Color, sabor y valor nutritivo del grano. | Granos completos. |
| Granos con textura glutinosa. | |

Cuadro 31 Variedades recomendadas en Nicaragua y sus características.

Variedades	Ciclo	Rendimiento (qq)	Piricularia	Calidad Industrial	Acame
Altamira-7	115-125	90	Tolerante	Buena	Mod-Suc.
Altamira-9	115-125	90	idem	idem	idem
Altamira-10	115-125	90	idem	idem	idem
Orizica LL-4	125-130	90	idem	idem	idem
Jalapa-1	120-130	90	idem	idem	idem
Motagua	110-125	80	idem	idem	idem
Quirigua	115-125	90	idem	idem	idem

Mod-Suc= moderadamente susceptible

Multiplicación de la semilla mediante la propagación clónica o vegetativa

Gorréz (1995), plantea que la propagación clónica es un método de multiplicar plantas de arroz desde un grano único, una planta madura o un rastrojo de arroz. Este método desarrollado en la India, presenta varias ventajas sobre el sistema convencional de multiplicación de semilla:

- a. Aplicable a cualquier cultivar.
- b. Asegura pureza genética del material de semilla que está siendo multiplicado.
- c. Podría ser fácilmente adoptado por los agricultores
- d. A excepción de la mano de obra el sistema requiere un mínimo de costos.

Procedimiento

1. Germine la semilla en una macetera o en una terraza aislada. Los materiales inicialmente o plantas madres estarán mejor ubicadas en maceteras para su protección y un mantenimiento más fácil.
2. Las semillas germinan, crecen y forman hijos en aproximadamente doce días después de plantadas (DDP). En 20 DDP, o cuando los tallos posean raíces nuevas, los hijos podrán separarse, utilizando la uña del pulgar.
3. Plante los hijos separados y la planta madre inmediatamente. Si el procedimiento es hecho en el campo, use el espaciamiento amplio 30 cm x 30 cm. para fomentar el ahijamiento.
4. Las plantas individuales crecen nuevamente y nuevamente producen hijos. Los hijos enraizados se pueden separar nuevamente después de 15 DDP. Se repite la operación descrita en el punto dos.

MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL CULTIVO

Las variedades cultivadas de arroz se agrupan comúnmente en tres clases de acuerdo con la longitud y la forma del grano. Estas son: a) grano largo; b) grano intermedio; c) grano corto.

Las variedades de grano largo se caracterizan por sus granos delgados de textura vítrea. Generalmente se venden a los precios más altos del mercado. Las variedades de grano corto (o arroz perla) generalmente son de grano pequeño bien lleno y en general de textura amilácea. El arroz de grano corto se vende a los precios más bajos. Las variedades de grano medio son intermedias en forma tamaño y textura entre los otros dos tipos.

La mayor parte del mejoramiento de las variedades que se ha logrado se ha debido a introducción de variedades.

Métodos de mejoramiento en arroz

Los métodos de mejoramiento en arroz son comparables a los utilizados en otros cultivos de autopolinización: a) Hibridación, b) Introducción de material, c) Purificación, d) Inducción de mutaciones. A continuación se describe brevemente el papel que cada método representa en la obtención de nuevas variedades. En Nicaragua el método más usado es el de introducción.

Método por introducción

Para nuestro país esta alternativa constituye la forma más viable de generar nuevos materiales para los programas nacionales de investigación de los países en vías de desarrollo, y posteriormente estos materiales se convertirán en nuevas variedades comerciales. La fuente de estos materiales se da a través de la introducción de germoplasma mejorado de países hermanos o de centros internacionales.

Todos los programas siguen un ciclo de pruebas de rendimiento, que generalmente incluye ensayos preliminares, avanzados, regionales y semicomerciales. El material genético introducido en Nicaragua proviene principalmente de centros internacionales a través de la red internacional de evaluación genética para arroz (INGER).

El proceso de identificación de variedades de arroz superiores incluye: la definición de las características más relevantes para su adopción a nivel comercial, la introducción y/o generación de variabilidad genética, la selección de los genotipos deseados y la multiplicación de semilla para el aprovechamiento de las nuevas ventajas a nivel de campo.

La introducción de germoplasma de arroz es importante en países como el nuestro, porque no se posee un programa de cruzamiento y el material genético introducido es la única fuente para la sustitución de las variedades comerciales como también para ampliar la estructura varietal existente en el país.

Para la selección de progenitores y para variedades comerciales se consideran aceptables características que en todos los niveles de condiciones adversas tengan valor de 3 ó menos. Características con calificaciones de 4 a 6 se pueden aceptar para variedades comerciales si no hay algo mejor, o para resistencia horizontal a enfermedades, pero generalmente no son aceptables para propósitos de mejoramiento genético. Las características con calificaciones de 7 a 9 se deben considerar indeseables para cualquier propósito.

Los parámetros a evaluar son:

Floración (Fl): Registrando el número de días hasta la floración, contando desde el riego de germinación hasta cuando el 50% de la población estaba con espigas.

Tiempo de evaluación: Estado de crecimiento 6.

Senescencia (Sen): Se evalúa en el estado de crecimiento 9, empleando la siguiente escala:

- 1 Tardía y lenta, las hojas tienen un color verde natural.
- 5 Intermedia, amarillamiento de las hojas superiores.
- 9 Temprana y rápida, todas las hojas amarillas o muertas.

Acame, volcamiento (Ldg): La medición se realiza en la fase de crecimiento 8-9 para la cual se utilizó la siguiente escala:

- 1 Tallos fuertes, sin volcamiento.
- 3 Tallos moderadamente fuertes, la mayoría de las plantas (más del 50%) presentan tendencia al volcamiento.
- 5 Tallos moderadamente débiles, la mayoría de las plantas moderadamente volcadas.
- 7 Tallos débiles la mayoría de las plantas casi caídas.
- 9 Tallos muy débiles, todas las plantas en el suelo.

Altura de la planta (Ht): Se realiza la medición los estado de crecimiento 7-9, midiendo la longitud de la planta (en centímetros) desde la superficie del suelo hasta la punta de la panícula más alta (excluyendo las aristas).

Exerción de la panícula (Exs); Esta variable mide en el estado de crecimiento 7-9 y la escala utilizada fue la siguiente:

- 1 Todas las panículas con buena excerción, donde el nudo ciliar se encuentre 8 ó más cm por encima del cuello de la hoja bandera.
- 3 Panículas con excerción moderada, donde el nudo ciliar se encuentre entre 4 y 7 cm por encima del cuello de la hoja bandera.
- 5 Panículas con excerción casi definida, donde el nudo ciliar se encuentre entre 1 y 3 cm por encima del cuello de la hoja bandera.
- 7 Panículas con excerción. parcial, donde el 50% de las panículas presentan entre 3 y 4 cm por debajo del cuello de la hoja bandera.
- 9 Panículas con excerción deficiente, donde el 50% o más de las panículas presentan 4 ó más cm por debajo del cuello de la hoja bandera.

Desgrane (Thr): Se determinó empuñando firmemente la panícula por la parte media y estimando la proporción de granos desprendidos. La evaluación se realizó en el estado de crecimiento 9.

Escala utilizada:

- 1 Muy resistente menos de - 1%.
- 3 Resistente hasta - 5%.
- 5 Intermedio 5 - 25%.
- 7 Susceptible 25 - 50%.
- 9 Muy susceptible más de 50%.

Aceptabilidad fenotípica (PAcp): Los objetivos de mejoramiento para localidades específicas dictarán la evaluación subjetiva de las características que tienen valor para cada selección. Este dato reflejará aquellas consideraciones específicas para cada uno de los materiales en estudio. Esta característica se evalúa en el estado de crecimiento 9 empleando la escala descrita a continuación:

- 1 Excelente.
- 3 Buena.
- 5 Regular.
- 7 Pobre o mala.
- 9 Inaceptable.

Longitud de panícula: Para su determinar este carácter se toman 10 panículas y se miden desde el nudo ciliar hasta el último grano, en centímetros.

Número de granos por panícula: De cada línea se toman 10 panículas al azar y se contó el total de granos en la panícula para luego obtener los promedios.

Fertilidad de la panícula: De las 10 panículas tomadas por línea se contó el número de espiguillas llenas y vanas para obtener los porcentajes de fertilidad.

Peso de 1000 granos: Se toman tres muestras de 250 granos por línea y el promedio se multiplicó por 4 para obtener el peso de 1000 granos con un grado de humedad de 14 % expresándose el dato en gramos.

Rendimiento de grano (Yld): El rendimiento se determina en el estado de crecimiento 9 de la planta (Arroz en cáscara o paddy) y se expresa en Kg/ha al 14% de humedad.

Rendimiento industrial: Se pesan 100 gr. de arroz en cáscara o paddy seco y limpio con un grado de humedad de 13.4 a 14%, para obtener a través del proceso de molinería los porcentajes de arroz integral, arroz pulido y arroz oro.

Método de selección

Como es el caso de otros cereales menores, muchas variedades de arroz se han originado mediante la selección de líneas puras en las viejas variedades comerciales o en las introducciones. Pocas o ninguna de las primeras variedades eran líneas puras. Por lo tanto se podían seleccionar en ellas las plantas sobresalientes que se hubieran originado como mutaciones.

Método de hibridación

El interés de los países por incrementar la producción de arroz para satisfacer las proyecciones de demanda internas, hace evidente la necesidad de desarrollar tipos varietales que reúnan las características necesarias para alcanzar altos niveles de productividad. Esto se puede lograr implementando programas de hibridación en cada país para generar variedades adaptadas a condiciones específicas, considerando que para países como el nuestro representan métodos costosos para la obtención de nuevas variedades siendo más rentable la utilización del métodos de selección.

La hibridación como método de mejoramiento del arroz fue utilizada por primera vez en los Estados Unidos por Jenkin W Jones en 1922 en la estación experimental de arroz en California. Desde 1940, la mayor parte de las variedades de arroz que se han distribuido se han originado utilizando este método de mejoramiento.

Objetivos en el mejoramiento de arroz

Los principales objetivos en el mejoramiento de arroz son similares a los de los cereales menores. Dichos objetivos son: a) capacidad de rendimiento, b) capacidad para adaptarse al ciclo vegetativo, c) resistencia al acame y al desgrane, d) adaptación a la recolección mecánica, e) resistencia a las enfermedades y f) alta calidad para la molienda y cocina.

Capacidad de rendimiento

El arroz es una especie de alto rendimiento potencial. Las variedades que se cultivan comercialmente en la actualidad producen por lo general rendimientos satisfactorios bajo condiciones normales. A pesar de los buenos rendimientos de las variedades actuales, el fitogenetista no puede ignorar la posibilidad de obtener combinaciones genéticas con potencial de rendimiento mayor que el de las variedades que actualmente se cultivan. Una forma que se sugiere para lograr dicho objetivo puede ser la creación de variedades con menos florecillas estériles que produzcan mayor porcentaje de semilla en panícula de mayor tamaño con gran peso.

Madurez para adaptarse al ciclo vegetativo

Las variedades de arroz pueden clasificarse de acuerdo al tiempo que necesitan para madurar, en precoces, intermedias y tardías. La diferencia de maduración en el arroz se debe a los efectos de diferentes fotoperíodos. El arroz es un cultivo de día corto, pero las variedades difieren en su respuesta hereditaria al fotoperíodo. La respuesta de las variedades al fotoperíodo es probablemente el factor más importante para determinar la adaptación de una variedad a una región determinada. Como la floración se inicia cuando la duración del día alcanza su punto óptimo, la fecha de siembra también tendrá su influencia en la duración del ciclo vegetativo.

Resistencia a acame y desgrane

El acame del arroz determina bajos rendimientos debido a que el grano no llena normalmente, a mayores daños de las enfermedades y a pérdidas durante la recolección, por no recoger la combinada todo el grano caído. El acame también determina mayores costos de recolección y una reducción en la calidad molinera como resultado de la fragilidad del grano. Como es el caso de otros cereales menores, la resistencia al acame está asociada con la naturaleza y extensión del sistema radicular, con el tamaño del tallo, longitud de entre nudo y altura de planta.

Adaptación para la recolección mecanizada

La adaptación para la recolección mecánica requiere varias características en la planta de arroz. Ya hemos estudiado tanto la resistencia al acame como la facilidad para la trilla, que debe realizarse sin peligro de desgrane. Estas características son dos de las más importantes en relación de la adaptación de una variedad para la recolección mecánica. Es conveniente también que las variedades con estas dos características tengan la paja corta, ya que esto reduce la cantidad de paja que tiene que pasar por la combinada y contribuye a una mayor velocidad en la operación y reduce los costos de recolección.

Resistencia a enfermedades

Los principios del mejoramiento para resistencia a enfermedades en el arroz no difieren de los que se aplican en otros cereales menores. Primeramente se debe contar con genes que tengan genes de resistencia y después tienen que ser transferidos estos genes a variedades adaptadas.

Calidad del arroz

La calidad del arroz como la de otros cereales que se preparan para la alimentación humana es una combinación de muchas características. Al productor le interesan las características que afectan el secado del arroz y su calidad para el

mercado. Al molinero le interesan las características de molienda del arroz. Al industrial le interesan la calidad del arroz para la cocción y la alimentación. Todas estas características de la calidad del arroz dependen en parte de la variedad, pero también del suelo, el clima, las enfermedades y los procedimientos de recolección, secado e industrialización.

NUTRICIÓN.

El arroz es un cultivo que se adapta a diferentes condiciones tanto de clima como de suelo, con respecto a este último factor (suelo), podemos encontrar que el cultivo se puede desarrollar en suelos que pueden presentar diferentes deficiencias y/o toxicidades nutricionales que muchas veces pueden limitar el desarrollo normal de la planta y su capacidad de rendimiento.

La nutrición coadyuva a mejorar la producción de grano en calidad y cantidad al influir en la producción de clorofila y la elaboración de carbohidratos, proteínas, etc. La carencia de los elementos esenciales para el desarrollo de la planta puede mermar en forma considerable los rendimientos. A través de análisis de suelo, de tejido o de observación de síntomas, podemos diagnosticar los problemas nutricionales que se presentan. Las deficiencias nutricionales las podemos corregir usualmente mediante la aplicación de fertilizantes.

Síntomas de deficiencias

Las observaciones en el campo de manera continua es otro de los métodos útiles para determinar las insuficiencias de nutritivas del cultivo y los nutrientes que sería necesario

Fertilización

A partir de mediados de los ochenta, la recomendación técnica era la de no aplicar fósforo ni potasio en los arrozales, ya que los análisis de suelo detectan altos niveles de estos elementos. Los productores por lo general, aplicaban hasta un quintal por manzana de la fórmula 12-30-10 y de tres a seis quintales de urea 46%.

Esta práctica trajo mayores problemas que beneficios, ya que al cabo de varios ciclos se comenzaron a presentar deficiencias de y desbalances nutricionales. Aunque los niveles de fósforo y potasio en el suelo eran adecuados para el cultivo estos no se encontraban en forma disponible, debido a ciertos procesos de fijación, propios de suelos vertisoles.

La Fertilización en el cultivo del arroz es de dos tipos: fertilización de básica con fórmula completa y la fertilización nitrogenada. Górriz 1996 plantea las siguientes recomendaciones para mejorar el programa de fertilización de arroz.

La fertilización de básica.

Se hace para satisfacer principalmente las necesidades de fósforo y potasio aunque los suelos de Nicaragua normalmente son ricos en potasio. Esta fertilización se ha realizado aplicando fórmulas completas altas en fósforo tal como la 18-46-0 al momento de la siembra o 15 días después de la germinación (DDG). La dosis recomendada depende del grado de tecnificación y del sistema del cultivo pero generalmente se usan de 1 a 2 qq/Mz.

Górriz (1996), recomienda incrementar las dosis de fósforo y potasio hasta 2 quintales por manzana de 18-46-0 más 1 quintal de muriato de potasio. Realizando la aplicación de la fertilización básica lo más temprano posible hasta los 10 días después de realizada la siembra.

Fertilización Nitrogenada.

La planta de arroz requiere grandes cantidades de nitrógeno en etapa temprana y media de ahijamiento y hasta la iniciación de panícula para de esta forma maximizar el número de granos por panícula. El nitrógeno absorbido por la planta desde el ahijamiento hasta la formación de panícula, tiende a incrementar el número de hijos y panículas. El nitrógeno absorbido de la iniciación de panícula hasta la floración aumenta el número de espiguillas llenas por panícula. El nitrógeno absorbido después de la floración podría incrementar el peso de 1000 granos.

La fertilización nitrogenada juega un papel fundamental en la producción de arroz, pues una planta provista con la cantidad correcta de nitrógeno presenta un buen desarrollo de tallos y hojas, color verde, ahijamiento fértil adecuado y aprovechamiento mejor de los demás nutrientes. El exceso o escasez de nitrógenos tienen efectos importantes sobre los rendimientos. Un exceso de nitrógeno, entre otros efectos puede aumentar la esterilidad de las espiguillas y la tendencia al acame. Por otra parte, la escasez provoca la disminución del número de hijos por macolla, del número de espiguilla por panícula y de la cantidad de grano bien desarrollado. En ambos casos, hay pérdidas en el rendimiento.

La fertilización nitrogenada se divide, en dos aplicaciones, cualquiera que sea la época de siembra, con la particularidad de que en la siembra de verano, se aplica una mayor cantidad total de nitrógeno por las siguientes razones: existe una mayor luminosidad; la competencia entre plantas es menor; existe un menor peligro de acame, ya que las plantas crecen menos debido a un mayor número de hijos.

Los más recientes estudios sugieren que dos o tres aplicaciones de nitrógeno dan la más alta utilización y eficiencia en el uso de este elemento. Para variedades de maduración corta y para variedades de maduración más larga es necesario realizar más fraccionamientos. La forma tradicional de aplicar el nitrógeno es fraccionarlo en dos etapas. La primera se realiza al inicio del ahijamiento, es decir entre los 17 y 22

días después de germinado el arroz. El nitrógeno se debe aplicar después del control de malezas y el suelo debe tener al humedad. La segunda aplicación del nitrógeno se realiza entre 5 y 10 días antes de la formación del primordio floral o sea alrededor de los 60 días después de germinado el arroz. En total se emplean de 2 a 4 qq/Mz de Urea poniendo la mitad de ella en cada aplicación.

El Programa de manejo de la producción de arroz (UPANIC/USAID), recomienda disminuir la dosis de nitrógeno, aplicando 3 quintales por manzana de urea 46% fraccionado en tres aplicaciones, siendo la última al cambio de primordio. Sin embargo esta dosis puede variar según la situación particular de cada finca.

ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO.

La calidad y la oportuna preparación de las tierras, puede influir en el crecimiento de las plantas de arroz y por lo tanto en los rendimientos. Las labores de cultivo para el buen establecimiento del cultivo tienen como objetivo controlar eficientemente las malezas, mezclar la materia orgánica, preparar la cama de siembra para la buena germinación y emergencia, la formación de una capa dura en el subsuelo que reduzca las pérdidas de agua por lixiviación (sistema por riego).

Cultivo de secano

En esta sistema, el arroz se cultiva como cualquier otro cultivo de grano (ejemplo: maíz, sorgo). El cultivo depende de las precipitaciones, la labranza del suelo se realiza antes de que comience la estación lluviosa.

La preparación de tierras, la siembra, el deshierbe y la cosecha, se realizan en la misma forma que el cultivo de otros granos e incluyen labores preliminares, arado, gradeo, nivelación y siembra. El sistema de secano representa sólo una pequeña parte de la producción arrocería mundial.

Cultivo bajo riego

Se le denomina oryzocultura acuática, se le diferencia de otros cultivos ya que se realiza en tierras inundadas. La mayor parte de la producción arrocería acuática se realiza mediante sistemas de inundación artificial o sea mediante el riego por inundación.

Este sistema requiere una preparación especial del terreno por ~~melgas~~ o compartimientos , para contener el agua y mantenerla al nivel deseado. Para esto se requiere la construcción de canales de drenaje (para drenar el terreno y controlar los niveles), construcción de diques, el terreno debe de estar bien nivelado y debe de contarse con una fuente de agua que asegure el suministro durante todo el tiempo que el cultivo lo requiera.

El cultivo del arroz bajo riego se puede sembrar con diferentes métodos, siembra en surco y al voleo (más generalizado), puede ser manual, maquinas voleadoras y por avión. Pueden utilizarse semillas secas, húmedas y pregerminadas (en Nicaragua se usa más esta última), con la semilla pregerminada se asegura una mayor germinación y uniformidad en el terreno, permite que la planta de arroz crezca mucho más rápido que las malezas, dándole ventaja de competencia.

La siembra de semilla pregerminada requiere inicialmente 24 horas en agua y 48 horas de escurrimiento a la sombra para evitar recalentamiento, se emplean de 80-125 Kg/ha.

Objetivos del fangueo

Preparar una capa de lodo que es donde se depositara la semilla, compactar el suelo bajo la capa de lodo para evitar las perdidas de agua por percolación, asegurar la capa de agua superficial, destruir e incorporar malezas en el suelo, destruir partículas grandes, terrones, con el fin de conseguir una capa uniforme, obtener una buena nivelación.

Necesidades de agua del cultivo

Por sus particularidades fisiológicas, el cultivo de arroz exige un régimen totalmente diferente al de los demás cultivos, en lo que respecta a la formación de una lámina de agua que inunde el campo durante algunas fases del cultivo. Podemos definir como "agua de cultivo" a las fuentes de consumo de agua en el arroz las cuales son:

Agua de constitución : agua contenida en los tejidos vegetales

Agua de vegetación : agua que entra y sale a la planta.

Se consideran otras fuentes especiales en el caso del arroz, el agua consumida en el fangueo, el control de malas hierbas, circulación de agua para evitar un calentamiento exagerado.

El consumo de agua en el cultivo varían con la actividad fisiológica, factores climáticos y otros, lo que presupone que a lo largo del ciclo, el arroz manifiesta un consumo de agua variable. Las etapas críticas o de mayor consumo, se corresponden con los momentos en los cuales existe una mayor demanda de elementos minerales, lo que origina una mayor actividad del sistema radicular. (Figura 1)

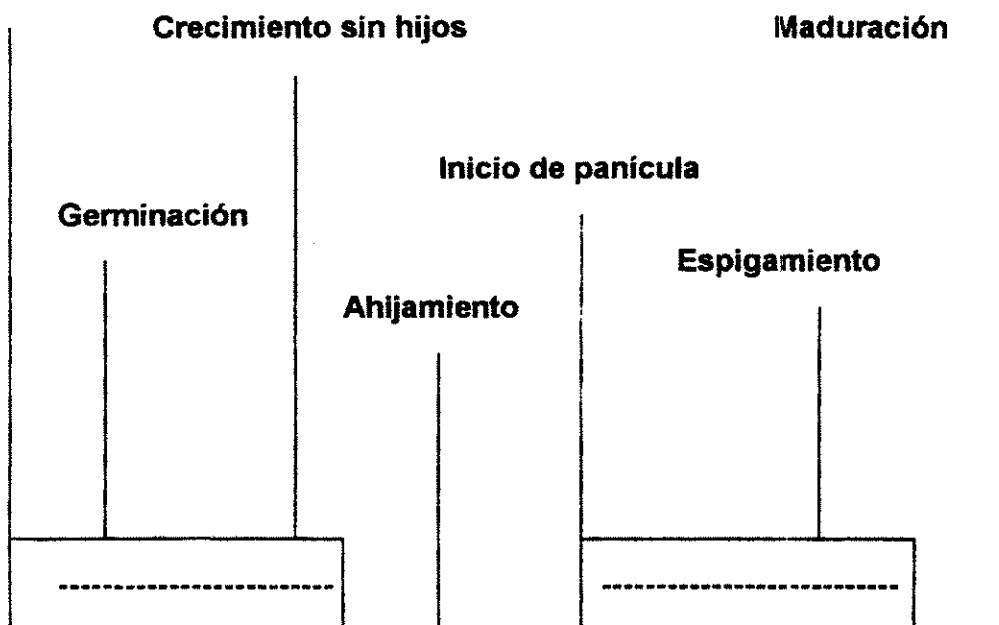


Figura 1 Etapas de mayor necesidad de agua en el ciclo de vida la planta

Hasta el ahijamiento la absorción de nutrientes es extraordinaria, siendo igualmente importante en la etapa reproductiva debido a:

- Iniciación de órganos florales
- Fecundación

Influencia de la lámina de agua en el arrozal

La influencia de la lámina de agua sobre la agronomía del cultivo se da en diferentes aspectos del manejo del cultivo, pudiendo resaltar su efecto sobre los siguientes aspectos.

Control de malas hierbas

La existencia de la lámina evita la proliferación de malas hierbas, se acepta generalmente que a un aumento de esta aumenta el control pero la lámina alta daña a las plantas. Ensayos realizados en Japón, India, Madagascar, etc., demuestran que entre 0 y 20 cm de altura de lámina no hay diferencias en el rendimiento y se sobrepasa disminuye el rendimiento, el ahijamiento y la altura de la planta.

Influencia termoreguladora

La lámina disminuye la amplitud de las oscilaciones diarias de la temperatura. Davitaya plantea que la temperatura óptima del agua para el ahijamiento es de 32-37°C, para la elongación de 30-32°C. La temperatura máxima permisible es de 40-43°C y la letal 50°C, la temperatura mínima permisible es de 13-17°C, según datos del Japón.

En los países tropicales los límites mínimos de la temperatura del agua no presentan problema alguno, al contrario, si el agua se queda mucho tiempo sin renovarse puede calentarse y aumentar su temperatura, este efecto se evita mediante la renovación del agua.

Influencia reguladora de la humedad relativa del aire

La lámina de agua asegura siempre una humedad relativa alta del aire en la zona cercana a la planta, ya que una humedad relativa menor 40% tiene influencia negativa en el crecimiento de las hojas.

Manejo del agua en el arroz

El manejo de la lámina de agua en la producción de arroz de riego, varía a través de su ciclo vegetativo y esta relacionada con el desarrollo de la planta y las prácticas del manejo agnómico del mismo.

Riego de humedecimiento

Este riego se utiliza cuando en la capa activa se mantiene una humedad entre Capacidad de Campo (CC) y Limite Productivo (LP), considerando el LP como 85-90% de CC. El sistema radicular del arroz tiene una profundidad de 10-20 cm en la planta desarrollada y menos en la planta joven, con que el volumen de agua que puede almacenarse en ese perfil es muy pequeño, esto sumado al LP alto obliga a regar muy a menudo.

Inundación periódica

Cada 5, 6 ó 7 días se inunda el campo. El período de inundación se determina para que no se forme una capa compacta, algo parecido a la inundación es el llamado pase de agua consistente en inundar y vaciar una lámina dentro de un corto período de tiempo, comprendido entre 1 y 2 días, con una lámina de agua que se dejará infiltrar hasta el LP.

Inundación permanente

Desde un determinado momento del ciclo vegetativo se crea una lámina, que se mantiene con breves interrupciones hasta el momento de la madurez pastosa, en que usa el suministro de agua y el arrozal se seca. La altura de la lámina varía según la altura de la planta.

Combinación de inundación periódica, permanente ó pases de agua

El régimen de riego del arroz o el llamado manejo de agua es la sucesión del pases de agua e inundaciones con láminas diferentes durante el ciclo vegetativo y las cantidades de agua que a este proceso corresponden. En todo este conjunto influyen elementos y factores como:

- Fases críticas de agua por la planta
- Drenajes y aniegos necesarios para las aplicaciones de urca.
- Aniegos y drenajes necesarios para la aplicación de herbicidas e insecticida.
- Aniego necesario para el fanguero.

Su norma total de riego dependerá del manejo del agua, además de las condiciones climáticas y propiedades hidrofísicas del suelo.

En el mundo se ha experimentado sobre el manejo del agua y sus consecuencias obteniéndose diferentes resultados según el lugar y variedad experimentada. En Filipinas, los ensayos arrojan mayores rendimientos con inundaciones periódicas que son permanente, sin embargo en la India no existieron diferencia entre una inundación periódica y una permanente con lámina de agua de 7 cm.

Cuando se siembra con aviones, antes de la siembra se establece una lámina de 7-10 cm para realizar el fanguero. Después de aparecer la tercera hoja se inunda el campo con una lámina de 2 cm que se va aumentando hasta 5 cm, hasta el comienzo del ahijamiento de ahí hasta el final del ahijamineto se reduce la lámina a 2 cm o se drena el campo, después se inundan las terrazas con una lámina de 10 cm, procediéndose a secar el campo en la madurez pastosa. En los períodos con lámina puede realizarse algún refrescamiento con un valor del 10-20% según la variación de las temperaturas.

El manejo del agua está relacionado con todas las labores que se realizan en el campo, por consiguiente si el agua está manejada correctamente se obtiene un buen desarrollo del cultivo y un eficiente manejo de malezas.

Cuando se siembra en seco, inmediatamente después de depositada la semilla se realiza la inundación, en las primeras 6 semanas del cultivo se requiere una lámina de agua de 3 cm, se hacen 1 o 2 desagües con el fin de hacer las aplicaciones de

fertilizantes y/o herbicidas, a los 60 días se sube el nivel de agua a 10 cm, y se sigue subiendo hasta llegar al máximo de 20 cm. cuando comienza a madurar la panícula se empieza a bajar gradualmente el agua hasta drenarla totalmente 10 días antes de la cosecha con el fin de facilitar la entrada de la maquinaria y acelerar la maduración del grano.

Épocas y períodos de siembra

La época de siembra para cada región se determinará tomando en cuenta que estas variedades inician floración entre los 86-100 días y que es importante tener condiciones de buena precipitación y humedad en el suelo desde ese momento hasta el llenado del grano. Es preferible que en el momento de la cosecha no hayan precipitaciones abundantes.

La época para realizar la siembra de arroz obedece fundamentalmente a dos aspectos muy importantes para garantizar los rendimientos:

- a) Evitar daños en el grano durante la recolección causadas por las lluvias de comienzo y el final de la época lluviosa.
- b) Evitar los daños en el momento de fecundación de la panícula por la intensidad del viento que se presenta en ciertos meses del año.

Tomando en cuenta lo anterior se pueden diferenciar las siguientes épocas y períodos de siembra:

Siembra de verano

Esta época es exclusivamente para los arroceros con riego. Considerando los siguientes períodos de siembra:

- a) 1 de noviembre a 20 de marzo para la zona arrocera del Río San Juan.
- b) 1 de diciembre al 30 de marzo, para el resto de zonas arroceras de Nicaragua.

Siembra de invierno

Esta se divide en dos sub-épocas de acuerdo a la modalidad del cultivo:

- a) Mediados de mayo 31 de julio arroz de secano.
- b) Del 1 de julio al 20 de septiembre para el establecimiento de arroz de riego.

Existen desventajas de la siembra en invierno por la nubosidad, que puede provocar en la etapa del llenado de grano disminución de rendimiento por la baja actividad fotosintética. En invierno se recomienda sembrar en Julio-Septiembre y en Verano en los meses de Nov. a Enero. En el cuadro 32 se indican las variedades a utilizar de acuerdo a la época de siembra.

Cuadro 32 Variedades a sembrar por época de siembra

	VERANO	INVIERNO
Variedades		
Altamira-7	x	x
Cica 8	x	x
IR-100	x	-
Caribe-7	-	x
Lineas		
Jalapa-1	x	x
Altamira-9	x	x
P 4382	x	x
ANAR-89	x	x
ANAR-90	x	x

Preparación del suelo.

En el cultivo del arroz existen diferentes métodos de preparación de suelo correspondientes a cada modalidad de siembra. La escogencia del tipo de método para preparar el terreno estará en dependencia de criterios como, condiciones económicas, recursos materiales (maquinaria), y condiciones climáticas (Cuadro 33).

Su objetivo principal es dar al suelo las mejores condiciones físicas, químicas y biológicas para la germinación de la semilla, el crecimiento y el desarrollo de las plantas. La calidad de la preparación del suelo no está relacionada con la mayor cantidad de labores que se hagan, si no con la eficiencia con que se hagan.

Los métodos de preparación de suelo son cuatro:

1. Preparación en seco para sembrar en seco

Exclusivamente para época seca, se establece en los meses de diciembre a abril, pudiendo establecerse durante la época lluviosa en aquellas regiones, donde el régimen de precipitaciones y las características del suelo lo permitan. Se siembra en seco para luego introducir la lámina de agua. Las labores a desarrollar son:

- a. Destrucción de diques: Esta práctica se realiza con el objetivo de facilitar las labores de preparación de suelo, aumentando así la eficiencia y productividad de los equipos utilizados.
- b. Roturación del suelo: Para la preparación del suelo, se desarrollan las siguientes actividades.

Primera roturación. Esta se realiza a una profundidad de 20-25 cm, con el objetivo de incorporar rastrojos de la cosecha anterior y destruir la maleza presente. El momento de realizar esta labor es inmediatamente después de la cosecha.

Segunda rotura. Esta se realiza cuando el primer pase de arado no logra crear las condiciones adecuadas para iniciar las labores de afinamiento. El sentido de trabajo para realizar esta labor es perpendicular a la primera roturación, garantizando la destrucción de la vegetación presente y el tamaño de terrones adecuados para la labor gradeo.

- c. Afinamiento: El objetivo es desmenuzar al terreno y lograr agregados del suelo con un diámetro de 0.5-2 cm. Para esta labor se recomienda utilizar una grada liviana, realizando los pases que sean necesarios para lograr el tamaño de granulo adecuado. Cada pase se realizara en sentido perpendicular al anterior, el tiempo entre la roturación y el inicio del afinamiento es de 10-15 días.
- d. Nivelación: Para esta actividad se utiliza una Land-plane, realizándose normalmente dos pases, el primero en el sentido del último afinamiento y el segundo en sentido perpendicular al primero.
- e. Siembra en seco: Esta puede realizarse en hilera o al voleo, tapando la semilla con un pase superficial de una grada liviana. Es importante señalar que la calidad de la siembra en hilera es superior a la siembra al voleo ya que se garantiza: mejor distribución de la semilla en el terreno, profundidad de siembra uniforme y un mejor manejo agronómico del cultivo.
- f. Trazado y levante de diques: Se realiza sobre la curva de nivel ya marcada, utilizando una diqueadora integral realizando 4 a 6 pases hasta alcanzar la altura deseada.

2. Preparación en seco para sembrar en aguas claras

Este sistema se recomienda utilizarse en aquellos suelos que presentan una alta infestación de malezas, por lo que se somete el suelo a un proceso de desinfección. Las labores a desarrollar son similares se realizan las labores preliminares y luego se siembra a finales del verano. La diferencias con respecto al sistema anterior son:

- a. **Reparación de diques:** En este sistema no se eliminan, solamente se reparan en aquellos lugares en que fueron dañados durante el proceso de la cosecha anterior.
- b. **Riego de germinación:** Se realiza después de la nivelación del terreno, para provocar la germinación de las semillas de malezas y de arroz de cosechas anteriores.
- c. **Aplicación de un herbicida total:** Para eliminar la vegetación existente, se aplica con avión cuando la maleza tiene de 10 a 30 cm. El producto que se aplica es Paraquat (Gramoxone) o Glifosato (Round-up), en dosis de 2 a 3 litro/ manzana.
- d. **Riego de inundación:** Se realiza después de la aplicación del herbicida para complementar el efecto y acelerar la muerte de la vegetación existente. Además de crear condiciones para la labor de siembra.
- e. **Siembra:** La siembra se realiza utilizando semilla pregerminada, al voleo sobre una lámina de agua de 5 cm.
- f. **Drenaje del campo:** Este se realiza un día después de la siembra, lentamente para evitar el arrastre de la semilla.

3. Preparación en seco-fango para sembrar en agua turbia

Se utilizan en áreas donde se han respetado épocas de siembra, en zonas donde las lluvias rompen temprano. Consiste en preparar el suelo en seco y construir los diques, se prepara el suelo y se realiza el fanguero para realizar la siembra. Las labores son:

- a. **Roturación en seco:** Se realizan dos pases de arado o Rome-plome.
- b. **Reconstrucción de diques:** En los lugares en que se encuentran dañados por la labor de cosecha.
- c. **Fanguero:** Se realiza con el objetivo de incorporar rastrojos de cosecha, destruir la vegetación existente, y lograr un apelmamiento del suelo. Para esto se utilizan ruedas fangueras, pudiendo realizarse hasta dos pases.
- d. **Nivelación:** Se realiza con el objetivo de borrar las huellas dejadas por las llantas del tractor, creando las condiciones para realizar una labor de siembra adecuada.
- e. **Siembra:** Esta se realiza sobre una lámina de agua de 5 cm., utilizando semilla pregerminada la que se aplica al voleo.

4. Preparación en fango para sembrar en fango

Esta tecnología se utiliza en aquellas zonas donde hay altas precipitaciones y no se permite las labores en seco, o donde la cosecha coincide con periodo lluvioso y se debe de sembrar inmediatamente. Las labores a realizar son:

- a. Reparación de diques: Esta se realiza antes de la inundación del campo.
- b. Fangueo: Se realiza una vez que el campo esta inundado, con los mismos objetivos de la preparación seco-fango.

Cuadro 33 Labores de preparación según el tipo de siembra

Labor	Seco/Seco	Seco/Agua clara	Seco/Fango	Fango/Fango
Quema de rastrojos	1	1	1	1
Limpieza Sist. de riego	2	2	2	2
Elimin./reconstruc. de diques	Obligatorio	Obligatorio	3	3
Rotura 1 y 2	3	3	4	4
Afinamiento	4	4	Optativo	-
Nivelación	5	5	-	-
Trazado/levante de diques	Optativo	6	-	-
Aplicación de herbicida	-	7	5	-
Fangueo	-	-	6	5
Banqueo	-	-	7	6
Siembra	6	8	8	7

Siembra

Pregerminación

Es una operación que se hace antes de la siembra y consiste en remojar la semilla durante 24 horas, luego se pone a escurrir bajo sombra otras 24 horas. La pregerminación aumenta el crecimiento del embrión y permite una germinación uniforme.

Cantidad de semilla por manzana

Espeque: Tratar de aumentar el número de golpes reduciendo el espacio entre ellos y el número de semillas por golpe.

Bueyes: Surcos espaciado lo más cerca que permita el arado de bueyes, no sembrar menos de 150 lbs de semilla/Mz ajustando el cálculo de la germinación al 100%.

Tractor: Siembra en surco o al voleo depositando no menos de 150 lbs/Mz y no más de 220 lbs/Mz.

Densidad de siembra

El objetivo de esta labor es asegurar, la población de plantas requeridas por unidad de área para obtener los mejores rendimientos, de acuerdo al potencial de cada una de las variedades. En Nicaragua es necesario garantizar más de 150 plantas por metro cuadrado de suelo. En todo caso la densidad de siembra a utilizar esta en función de la variedad y el método de siembra , presentando a continuación los resultados para algunas variedades (Cuadro 34).

Cuadro 34 Densidad de siembra por variedad y modalidad de siembra(qq/mz).

Variedades	Seco/Seco	Seco/Agua clara	Seco/Fango	Fango/Fango
Altamira-7	2.2	2.6	2.4	2.4
Cica 8	1.6	2.0	1.0	2.0
IR-100	1.8	2.2	2.0	2.0
Caribe-7	2.0	2.2	2.0	2.0
Lineas				
Jalapa-1	1.8	2.2	2.0	2.0
Altamira-9	1.6	2.2	2.0	2.0
P 4382	1.8	2.0	2.0	2.0
ANAR-89	1.8	2.2	2.0	2.0
ANAR-90	1.8	2.0	2.0	2.0

SANIDAD

Malezas

Las malezas en el cultivo son uno de los principales limitantes para la obtención de mayores rendimientos. Las competencia de la maleza por el arroz es por agua, luz, nutriente, espacio, y tiene lugar en todo el ciclo biológico. Además sirven de hospederos a insectos plagas y patógenos de enfermedades que atacan al arroz, dificultan la recolección y el secado, así como el manejo eficiente del agua. En general aumentan considerablemente los costos de producción.

El problema de controlar las malezas en el arroz no difiere esencialmente del control de la maleza en otros cultivos de cereales. Las condiciones de alta temperatura y humedad, bajo las que normalmente se cultiva el arroz, son ideales para un desarrollo vigoroso de las malezas.

En la agricultura moderna, la habilidad para asegurar condiciones libres de malezas permitirá abandonar las prácticas tradicionales de labranza y llegar a nuevos niveles de eficiencia en la producción. Para el cultivo del arroz, el período crítico de la competencia de las malezas varía de 30 a 45 días después de la siembra, por eso, sobre todo lo largo de este período, el cultivo se debe mantener libre de malezas.

Malezas principales

En los arrozales de Nicaragua se presenta un complejo de malezas formado por especies de hoja ancha, gramíneas, cyperáceas y malezas acuáticas que tienen diferentes hábitos y ciclos de crecimiento. Las malezas además de competir con agua, luz, nutrientes y espacio sirven de albergue de insectos y gérmenes causantes de enfermedades, afectando también al crecimiento del arroz por causa alelopáticas.

Alemán (1989), realizó estudios con el objetivo de determinar los diferentes complejos de malezas predominantes en los diferentes complejos arroceros, determinando que existen malezas acuáticas, semiacuáticas, poaceas y cyperaceas (Cuadro 35 y 36)

Cuadro 35 Malezas de hoja ancha reportadas en el cultivo del arroz en Nicaragua.

Acuáticas	Nombre común	Semi-acuáticas	Nombre común
<i>Heteranthera limosa</i>	Lechugilla	<i>Commelina diffusa</i>	Siempre viva
<i>Heteranthera reniformis</i>	Hoja de riñón	<i>Eclipta prostrata</i>	Eclipta
<i>Limnocharis flava</i>	Pelotitas	<i>Cyperonella pallustris</i>	Botoncito
<i>Monochoria vaginalis</i>	Monocoria	<i>Ammania coccinea</i>	Pelo de agua
<i>Echinodorus andrieuxii</i>	Llanten	<i>Ludwigia octovalvis</i>	Clavito
<i>Thalia geniculata</i>	Platanillo	<i>Ludwigia erecta</i>	Palisandro
<i>Leuma paucicostata</i>	Grana de agua	<i>Rotala ramosior</i>	
<i>Sagittaria trifolia</i>	Oreja de burro	<i>Lindernia angallidea</i>	
<i>Ninphaea sp</i>	Mondongo de agua	<i>Sphenocleazeylanica</i>	
<i>Eichornia crassipes</i>	Jacinto de agua	<i>Aschynomene americana</i>	Huevo de rana
<i>Anabaena sp</i>	alga	<i>Sesbania axillata</i>	Tamarindillo
		<i>Vigna vexillata</i>	Frijol de agua
		<i>Phaseolus atropurpureo</i>	Siratiro

Cuadro 36 Malezas de hoja fina reportadas en el cultivo de arroz en Nicaragua.

Poaceas	Nombre común	Cyperaceas	Nombre común
<i>Hymenachne amplexicallis</i>	Trompetilla	<i>Cyperus iria</i>	Cortadera
<i>Brachyaria mutica</i>	Paró	<i>Cyperus tenuis</i>	
<i>Echy nocioa colonum</i>	Gramma de agua	<i>Cyperus odoratus</i>	Navajuela
<i>Echynocloa cruz-pavonis</i>	Moco de pavo	<i>Cyperus rotundus</i>	Coyolillo
<i>Digitaria ciliaris</i>	Pendejuelo	<i>Cyperus sculentus</i>	Coquito
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Manga larga	<i>Cyperus difformis</i>	
<i>Leptochloa filiformis</i>	Hierba de hilo	<i>Scyrpus validus</i>	
<i>Leptochloa uninervia</i>	Plumilla	<i>Scleria therota</i>	Navajuela
<i>Ischaemun rugosum</i>	Falsa caminadora	<i>Fimbristylis annua</i>	Junquillo
<i>Rottboelia colchinchinensis</i>	Caminadora	<i>Fimbristylis miliacea</i>	Arrocillo
<i>Oryza sativa</i>	Arroz rojo	<i>Eleocharis filiculmis</i>	Junco
<i>Oriza latifolia</i>	Arrocillo	<i>Eleocharis geniculata</i>	Cebolleta
<i>Sorghum halapense</i>	Invasor		

Alemán (1993) señala que existen malezas que causan problemas al cultivo del arroz, y su distribución esta definida a nivel regional, por los problemas que causan al cultivo (Cuadro 37)

Cuadro 37 Malezas de importancia regional para el cultivo del arroz en Nicaragua

Región	Nombre científico	Nombre común
Boaco y Chontales	<i>Echinocloa colonum</i>	Gramma colorada
	<i>Oriza sativa</i>	Arroz rojo
	<i>Ischaemun rugosum</i>	Falsa caminadora
Rio San Juan	Cyperaceas	
	Hojas anchas	
León	<i>Cyperus rotundus</i>	Coyolillo
Managua	<i>Echinocloa colonum</i>	Gramma colorada
	<i>Sagitaria sagitifolia</i>	Oreja de burro

Métodos de control

Para el control de las malezas se requiere tomar en cuenta sus características botánicas, ciclo de vida y hábito de crecimiento, para así aplicar el método o la combinación de métodos más apropiados. Para el control de la maleza se utilizan métodos culturales, mecánicos y químicos.

Control cultural

Las prácticas culturales de control tienen como objetivo destruir o poner en condiciones desfavorables para germinar o crecer todas las malezas del campo y de esa manera dar al arroz las condiciones favorables para su buen desarrollo. Entre las principales labores culturales se pueden mencionar: Uso de semillas libre de semillas

de malezas, buena y oportuna preparación de suelo, fertilización correcta en forma de aplicación y dosis, densidad de siembra correcta y limpieza general del ambiente incluyendo rondas y caminos.

Control mecánico

El arranque de las malezas, por cualquier medio, presenta la ventaja de su alta selectividad, aunque tiene la desventaja de que es difícil de extraer las malezas en el momento de mayor competencia por el peligro de daño a las plantas de arroz. Además en siembras al voleo en grandes áreas es difícil y costoso aplicar el control mecánico.

Control químico

La destrucción química de las malezas ha sido practicada durante muchos años, sin embargo la aparición de un grupo de herbicidas de alta eficacia ha vuelto este último método más practicable, lo que merece una mayor atención. Se considera que la lucha química de las malezas es con frecuencia inferior al control manual de las mismas, sin embargo se considera que existen situaciones en las que igualmente costoso y no más eficaz.

Durante los últimos años, el progreso en el uso de herbicidas para el control efectivo de las malezas en el arroz ha sido considerable. Actualmente no queda duda de la utilización de los productos químicos como medio eficaz para controlar las malezas, conducirá a futuros progresos y los productos disponibles para el agricultor se harán más eficientes. En la actualidad se dispone de diferentes compuestos químicos que ayudan en el control de malezas y la escogencia se hace según el tipo de malezas que predominen.

Herbicidas Post-Emergente

Malezas	Producto	Dosis
Gramineas	Propanil	6 lts/Mz
	Fusilade	500 cc/Mz
	Furore	700 cc/Mz
	Nabu-S	500 cc/Ms
Hoja Ancha	2,4-D	300 a 500 cc/Mz
	Garlone	500 cc/Mz
	Londax	60 grs/Mz
	Ally	5 a 8 grs/Mz
Cyperaceas	Londax	60 grs/Mz
	Garlone	500 cc/Mz
	Basagrán	2 Lts/Mz

Acuáticas	Londax Ally	60 grs/Mz 5 a 8 grs/Mz
Mezclas	Propanil +2,4-D Propanil+Ally Propanil+Basagrán	No disminuir la dosis que se recomiendan cuando se usan solos.

El propanil se puede mezclar únicamente con insecticida piretroides, el Fusilade, Furore y Nabu-S se pueden mezclar con insecticida en general, los gramínicos, Fusilade, Furore y Nabu-S no se recomiendan mezclarlos con otros herbicidas por que su efectividad se reduce.

Las aplicaciones de Propanil y el control de hojas anchas y cyperáceas debe hacerse cuando las malezas tengan de 2 a 4 hojas, los otros gramínicos se aplican de 20 a 25 días después de germinado el arroz. No hacer aplicaciones de herbicidas post-emergente después de los 50 días después de germinado. La última aplicación para control de malezas acuáticas hacerlo después de establecer la lámina de agua permanente.

Herbicidas pre-emergentes

Ronstar 25 Ec	2.5 a 3 Lts/Mz
Prowl	2 lts/Mz

Se pueden mezclar con Propanil para su uso en Post-emergencia muy temprana, con malezas de una a dos hojas. Las aplicaciones de pre-emergentes exigen una buena preparación del suelo y humedad adecuada del terreno.

Plagas

El daño de los insectos plagas en el arroz afecta la producción en grado variable; y depende de las condiciones climáticas, variedades, estado de desarrollo y vigor del cultivo, de la composición y tamaño de la población de las plagas, enfermedades y malezas, así como de la presencia o ausencia de insectos benéficos.

Luchar contra las plagas no pretende su erradicación sino bajar sus poblaciones a niveles tolerables; en cierta forma, se trata de convivir con ellas. Para ese se debe hacer una combinación inteligente y un manejo eficiente de los recursos disponibles, razonando no solo en función económica sino también en función social y ecológica.

En el cultivo del arroz existe, hasta hoy un excelente equilibrio biológico para muchas plagas debido en parte a la presencia de numerosos agentes benéficos que regulan sus poblaciones. Este equilibrio biológico debe tratarse de conservar indefinidamente y una vía para hacerlo es seguir los principios del Manejo Integrado de Plagas.

Basados en estos principios, el primer paso es evitar en lo posible aplicar insecticida de alta toxicidad para los insectos benéficos. Estos insecticida pueden producir graves alteraciones sobre la fauna benéfica del cultivo con consecuencias impredecibles. El siguiente paso, es aplicar integrada y oportunamente otros métodos y técnicas del control de plagas.

Plagas principales

Los principales insectos plagas que afectan al arroz en Nicaragua se pueden agrupar de la siguiente manera:

Plagas del suelo y de la raíz

Barrenadores

Plagas del follaje

Plagas de la panícula

Plaga del suelo y de la raíz

Estas plagas se presentan desde la siembra hasta el estado de plántula. El efecto de su ataque es la reducción de población de plantas, al alimentarse de sus raíces el cortar el tallo a ras del suelo. La presencia de estos insectos esta determinada por el sistema de cultivo (secano o riego), el método y calidad de la preparación del suelo, la rotación de cultivos y el manejo del cultivo anterior.

En arroz de secano, las principales plagas de este grupo que se encuentran en el suelo son: Gryllotopo de la raíz (*Grillotalpa hexadactyla*); Gallina ciega (*Phyllophaga spp*); coralillo o barrenador del tallo (*Elasmopalpus lignosellus*); gusano cortador (*Agriotis sp*).

En arroz de riego, las principales son: Picudo del agua (*Lissorhoptus orizopolyhus*), y el Picudo del tallo (*Sphenohorus spp*). Los daños que causan estas plagas a la planta son, alimentarse de la semilla próximas a germinar o, a las que están en germinación cortan los tallos de las plántulas y como consecuencia causan la muerte de las mismas, se alimentan de las hojas de las plantas pequeñas, pero también pueden causar daño al tallo y raíces. Para su control se recomienda aplicar insecticidas granulados al suelo, ocho días antes de la siembra, utilizando productos como: Furadan y Volatón. Para cortadores se pueden realizar aplicaciones de insecticidas como: Tamaron 600, Lannate 90 %, Dipterex 95 %.

Barrenadores.

Constituye un grupo de insectos plagas que pueden causar altas pérdidas de producción. Hacen agujeros en el tallo y galerías en los entrenudos de la planta. Las principales especies son: Taladrador de la caña de azúcar (*Diatrea saccharalis*); Novia del arroz (*Rupella albinela*); Barrenador (*Elasmopalpus lignosellus*). Estos insectos

barrenan y cortan el tallo, pudiendo causar en plantas desarrolladas se producen espigas blancas y vanas. Para su control se recomienda la aplicación de insecticidas como: Dipterex 95 %, Folidol M-48, Sevin 5%.

Plagas del follaje

Las plagas del follaje incluyen los insectos que comen directamente el follaje, los insectos y ácaros chupadores de savia y los que hacen minas o galerías en las hojas. Estas plagas se presentan desde el estado de plántula hasta las últimas etapas del cultivo. A este grupo pertenecen la Sogata, (*Sogatodes oryzicola*), el Cogollero (*Spodoptera frugiperda*), Medidor de las gramíneas (*Mocis repanda*), enrolladores de la hoja como las moscas (*Hydrellia sp*), los ácaros.

Los daños que causan a la planta son: alimentarse del follaje pudiendo desfoliar completamente la planta, susccionar savia de las hojas y tallos como el caso de la sogata y transmiten la enfermedad virosa conocida como la "hoja blanca". Pueden causar daño a la parte carnosa de la hoja y deja grandes porciones destruidas, causando su mayor daño al cogollo.

Para el cogollero se debe combatir la plaga cuando la larva esta pequeña, con aplicaciones directas al cogollo utilizando insecticidas como, Tamaron 600 en dosis de 0.75 - 1 litro por manzana. Para control de sogata se recomienda utilizar insecticidas como Azodrin 60% en dosis de 0.75 litros por manzana.

Plagas de la panícula

Las plagas de la panícula, conocida como chinches, dañan el pedúnculo de la panícula y chupan los jugos de los granos en estado lechoso. El resultado es vaneo de la panícula y secamiento de los granos. Estas plagas normalmente se presentan de 10 a 15 días antes y durante el espigamiento y en los períodos de formación del grano.

Las especies comunes son: *Oebbalus spp*, *Tibraca limbativentris*, *Nezara viridula* y *Alkindus atratus*. Estos insectos se alimentan de los granos en formación (en estado lechoso), y en consecuencia se producen granos vanos y de poco peso, y se disminuye la producción.

Enfermedades

En Nicaragua se han identificado un grupo de enfermedades que afectan al arroz, desde la semilla hasta los granos en etapa de maduración. Atendiendo al tipo de patógenos que originan la enfermedad estas se clasifican en tres grandes grupos a saber: Hongos, bacterias y virus. En la década de los 60 el problema más grave que tuvo la producción arrocera en Nicaragua lo constituyó el virus de la Hoja Blanca, enfermedad transmitida por el insecto sagatodes, esta situación se superó con la producción de variedades resistentes.

A mediados de la década de los 70 el problema agudo fue el hongo piricularia, al igual que en la década anterior el problema se resolvió en un alto porcentaje por la misma vía, apoyado con el desarrollo de químicos que controlan el hongo. En la actualidad la amenaza que se cierne sobre la producción arroceras se encuentra en la renovación de la virulencia del insecto sagatodes, la diseminación de la enfermedad provocada por la bacteria *Xanthomonas* y el síndrome compuesto por los chinches que atacan la espiga y el complejo de hongos que manchan y vanean el grano.

Hasta la fecha no podemos decir que tenemos materiales genéticos verdaderamente resistentes a los problemas actuales, sin embargo podemos auxiliarnos con el uso de productos químicos para el tratamiento de semilla y aplicaciones para controlar el vector de la hoja blanca, combatir los chinches y disminuir el riesgo del manchado del grano (Cuadro 38).

Cuadro 38 Recomendaciones para el control químico de enfermedades.

Enfermedad	Momento de aplicación	Producto y dosis
Piricularia	Curativo y/o preventivo	Hinosan 1 lt/mz
		Kasumin 1 lt/mz
		Benlate 1 lb/mz
Manchado de grano	Antes y durante la floración	Mancozeb 2 kg/mz
	Control del vector	MTD 1 lt/mz
Hoja blanca		Furadan 5% 30 lb/mz
Bacterias	Antes de espigar o al primer síntoma	Kasumin 1 lt/mz

Las enfermedades que atacan al cultivo del arroz se pueden agrupar en enfermedades en: Enfermedades Primarias y Enfermedades Secundarias.

En el grupo de las **Enfermedades Primarias** se incluyen las enfermedades de mayor peligro e importancia económica para el cultivo. Algunas enfermedades que se pueden señalar son:

Tizón de la hoja o Quemazón, Añubulo del arroz (*Pyricularia oryzae*)

Los síntomas que presenta la enfermedad se manifiestan en hojas tallos y granos. En las hojas aparecen manchas alargadas, que al unirse dan el aspecto de requemo. Cuando ataca el cuello o la base de la panícula, esta se ennegrece, se estrangula y termina por quebrarse, y en consecuencia ocasiona el vaneo de los granos. La incidencia de esta enfermedad es más frecuente, cuando se realizan aplicaciones de fertilizantes, especialmente nitrogenados.

Para el control curativo al haber 20 % de hojas con síntomas, se recomienda aplicar los siguientes productos: mezclas de dos gramos de benlate y doce gramos de manzate D por galón de agua, agregando además un agente surfactante

Control de enfermedades:

1. Obtención de variedades resistentes.
2. Prácticas de manejo: Control de malezas hospederas, nutrición adecuada de la planta, uso de semilla sana etc.
- 3 Control químico .

Mancha parda (*Helminthosporium oryzae*)

Ataca las plántulas, hojas, tallos y granos en formación. El mayor daño lo produce cuando son atacadas las hojas, las que presentan lesiones ovaladas o circulares de tamaño y distribución uniforme, las que presentan una color café oscuro. El ataque al grano se puede manifestar por un ennegrecimiento en zonas pequeñas o de todas las glumas. El control recomendado es el químico con aplicaciones de Dithane M-45 o Manzate-D en dosis de 2 a 3 libras por manzana .

Escalado de la hoja (*Rhynchosporium oryzae*)

El daño lo causa en las hojas más viejas, iniciando el daño por lo general en la punta de las hojas o en los bordes y se desarrolla progresivamente en la lámina foliar de las plantas florecidas. Al inicio se observan manchas irregulares en zig-zag llenas de agua , que luego se fusionan formando áreas grandes rodeadas por bordes café oscuro. El control se realiza del mismo modo que para piricularia.

Manchado del grano de arroz

En algunas regiones de nuestro país representa una limitante seria para la producción del grano de arroz, ya que afecta la calidad industrial porque baja drásticamente el porcentaje de granos enteros. El agente causal de esta enfermedad vería de una región a otra. Los síntomas de la enfermedad van desde puntos hasta manchado total del grano, cuyo color puede pasar de café a negro. Las siembras de variedades resistentes es el único método de control de manchado del grano. Algunos agricultores hacen uso de químicos mezclando fungicidas específicos contra piricularia con otros de mayor espectro, sin embargo los resultados son poco convincentes.

Hoja blanca (VHB)

Es la única enfermedad viral del arroz en América Latina. el virus causante de la enfermedad es transmitido por la sogata. Los síntomas de la enfermedad varían según la variedad y la edad de la planta. Los síntomas de la enfermedad se observan una semana después de la inoculación, presentándose en las hojas nuevas, obsevandose áreas cloróticas que luego se presentan como mosaico. Algunas veces la hoja completa se pone clorótica pudiendo confundirse con un desorden fisiológico.

Entre las medidas de control se recomiendan:

- ◆ Siembra de variedades resistentes a la sogata o bien al virus (VHB).
- ◆ Uso de la lucha biológica natural contra la sogata.
- ◆ Control químico del insecto vector con productos como Metil paration en dosis de 1 lt/mz o Azodrin, Tamaron o Filitox en dosis de 0,7 lt/mz.

Entre las **Enfermedades Secundarias** que atacan al cultivo podemos mencionar: Pudrición del tallo (*Leptosphaeras galvini*), Cercosporiosis (*Cercospora oryzae*), Pudrición de la vaina (*Theanatephorus cucumeris*), Falso carbón (*Ustilaginoidea virens*) y Añubulo bacterial (*Xanthonomus spp*).

Otras enfermedades

Se han identificado una serie de hongos que en algún grado afectan la producción y calidad del grano, entre ellas podemos citar: *Phoma*, *Nigrospora*, *Alternaria*, *Helminthosporium*, *Rinchosporium*, *Acrocilindrum*, *Leptosphaerias*, etc.

La aparición de ellos podemos asociarla en el cultivo del arroz de secano principalmente a las condiciones de nutrición de la planta derivados de la fertilidad del suelo o una inadecuada nutrición de la planta especialmente en lo que se refiere a nitrógeno.

Otras plagas

Roedores, como ratas y ratones, causan graves daños en el cultivo del arroz y en ocasiones lo destruyen completamente. Atacan a la planta en todas las etapas de crecimiento, pero el daño tiene consecuencia más severa en la siembra, primera etapa de crecimiento y cuando las panículas están comenzando a formarse.

Para su control se recomienda limpieza general del cultivo y sus alrededores, rápida preparación del suelo evitando dejar terrones y residuos de cosecha. Es recomendable el uso de cebos envenenados prefiriendo emplear anticuagulantes en lugar de venenos agudos. Por ejemplo uso de Racumin que se usa en la proporción de 19 a 1 en comparación con los anticuagulantes.

Los pájaros y aves en general causan pérdidas considerables al alimentarse de la semilla sembrada y de los granos en estado lechoso y maduro. Se pueden considerar dos clases de aves, las propias del lugar que siempre están presentes y las migratorias que en el arroz de secano amenazan en Septiembre y Octubre fechas en las cuales pasan por Nicaragua especialmente en la cuenca de los lagos. El principal método para evitar el daño es el uso de pajarero que espantan las aves con diferentes medios.

COSECHA

Es una labor donde el arrocero recupera en gran parte su inversión de tiempo, esfuerzo y dinero. Por eso debe realizarse con la misma eficiencia que todas las labores anteriores, ya que descuidos o negligencias en el momento de cosecha puede traer como resultado, grandes pérdidas en la ganancia esperada.

Para realizar la cosecha se deben hacer los arreglos materiales y organizativos, y tomar en cuenta factores agronómicos y fisiológicos del grano. Con respecto a los medios materiales debe tenerse la suficiente capacidad en equipo de cosecha y medios de acarreo, así como una programación de la labor de cosecha que garantice el cumplimiento de la labor evitando que factores puedan afectar en cantidad y calidad el producto cosechado.

Como factores agronómicos y fisiológicos se deben considerar: El momento óptimo de la cosecha el cual está relacionado con la madurez del grano, la que se determina tomando en cuenta el color del grano, ciclo vegetativo de la variedad, coloración del follaje que cambia de verde a amarillo y porcentaje de humedad del grano.

La humedad del grano se considera como el principal indicador para precisar el inicio de la cosecha. La relación entre la humedad del grano y el mejor rendimiento industrial lo podemos resumir de la manera siguiente: Cosechar con porcentajes de humedad mayores de 27 dan como resultado menores rendimientos y granos de menor consistencia. Porcentajes de humedad de 20 a 25, darán menor pérdida de grano y buena calidad del mismo.

Los pequeños productores que no disponen de probadores de humedad lo hacen de una forma práctica, la cual es mordiendo el último grano de la parte inferior de la espiga el cual producirá un sonido típico de quiebre indicando que el grano tiene la humedad adecuada.

Las condiciones en el campo para el momento de la cosecha, estos deben dejarse drenar diez a veinte días antes de la cosecha para facilitar el trabajo de la cosechadora, pudiendo evitar así un excesivo zanjeo y desnivelación del suelo con las ruedas del equipo de corte y acarreo del grano.

El momento de corte debe iniciarse cuando el grano a perdido la humedad del rocío acumulado por la noche, pudiendo realizarse la labor de corte entre las nueve de la mañana y las ocho de la noche. Un aspecto que se debe considerar, siempre es que la cosecha debe realizarse con la mayor rapidez par evitar las pérdidas de producto por efecto de los enemigos que se encuentran en el ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

ALEMÁN, F. 1996. Manejo de malezas (Texto básico) Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Managua. pp. 121 - 179.

ALEMÁN, F. & Tercero I, 1991, Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica sobre Granos Básicos, Universidad Nacional Agraria Managua, Nicaragua. 72 p.

ALDRICH, S. R, LENG, E.R. 1982. Producción Moderna de Maíz. Ed Limusa. México. 250 p.

ALGABA, R. 1991. Guía Tecnológica para la producción de Maíz. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Centro Nacional de Investigación en Granos Básicos (CNIGB). Managua, Nicaragua. 36 p.

BETANCO J, et al. 1988. Informe preliminar del PATD de la Campaña Agrícola 97- 88 en Granos Básicos en la Región IV: Presentación y análisis de los resultados, perspectivas DGA / DATDD Granada y Managua. Nicaragua 120 p.

CRISTIANI, J. A. 1991. Instructivo II, Cultivo del Maíz Cristiani Burkard, S.A. Guatemala. 78 p.

CRISTIANI, J.A. 1987. Instructivo Cultivo del Sorgo Granero Editorial Venegrafica. Caracas, Venezuela. 132. p.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. 1990. Guía para el Manejo integrado de plagas del cultivo de maíz.

CIMMYT - PURDUE. 1991. Maíz de Alta Calidad Proteínica. 4ta. reimpresión. Edd. Limusa. S.A. México. 166 - 179 pp.

CIBA - GEIGY AGRO CHEMICALS. 1979. Maize. Switzerland. 1-85 pp

DEBOUCK D. y HIDALGOR. 1985. Frijol: Investigación y Producción. Morfología de la planta de frijol común Centro de Investigación de Agricultura (CIAT) Colombia 7-42 pp.

DULCIRE, M, 1988. Un primer Diagnóstico del Cultivo de Maíz en la Región IV de Nicaragua Ciclo primera 1987. Programa de Asistencia Técnica Dirigida . 49 p.

DATTA, 1986. Producción de Arroz, Fundamento y prácticas Editorial Limusa. México. ISBN 968 - 18 - 1987-X. pp 29-62, pp 175-204; pp 257 - 609.

FERNÁNDEZ, F. et al 1985. Frijol; Investigación y producción: Etapas de desarrollo de la planta de frijol. Centro de Investigación de Agricultura Tropical (CIAT) Colombia. 61 - 80 pp.

GÓMEZ, F. & Rosas, J. 1996. Producción de Granos Básicos. Guías de Estudio. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Tegucigalpa, Honduras 120 p.

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE REFORMA AGRARIA. 1994. Folleto Técnico de "Abonos Verdes" Proyecto Desarrollo de la Producción Agrícola en la zona de la Meseta INRA - CEE. San Marcos, Carazo, Nicaragua. 31 p.

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA 1995. Guías Tecnológicas - (Granos Básicos) Managua, Nicaragua.

KEITH, L.A. & QUEZADA, J.R. 1989. Manejo Integrado de plagas Insectiles en la Agricultura. Escuela Agrícola Panamericana. 547 - 566 pp.

LEANDR, H. 1982. El Sorgo Universidad Autónoma Chapingo. Editorial Gaceta, México. 1-176 pp. Manuales para Educación Agropecuaria. 1983. Arroz Editorial Trillas. México 62 p.

LIZARRAGA, H. 1985. Apuntes de Asignatura de Granos Básicos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua. 40 p. (no publicado).

MIDINRA. 1978 Cultivo del maíz (Guía No.1) Managua.

MIDINRA. 1984. Guía Técnica para la producción de maíz con riego. Dirección General de Agricultura MIDINRA. Managua.

MIDINRA. 1979, El Cultivo del maíz (Guía No. 2) Programa de Producción Agropecuaria. Managua, Nicaragua. 93 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. 1993. Variedades e híbridos recomendados en los cultivos de Granos Básicos, Oleaginosas, Café, hortalizas para el ciclo agrícola 1993/1994. Dirección General de Protección y Sanidad Agropecuaria. Dirección de Semillas Managua, Nicaragua.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. 1991. El Arroz (Guía Técnica). Centro Nacional de Investigación en Granos Básicos. Managua, Nicaragua. 46 p.

MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO. 1985. Guía para la Producción de Sorgo Granifero. Dirección de Granos Básicos. Managua, Nicaragua. 21 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. (MAG). 1992 Conozcamos la Cabeza Loca o Mildiu Velloso en el maíz. Editorial "El amanecer", S.A. Managua 20 p.

OCITSE, J.J. 1995. Cultivo y Mejoramiento de plantas Tropicales y Subtropicales México. 1366-1377 pp.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. 1992. Guía Técnica para la Producción de frijol común. Centro Nacional de Investigación en Granos Básicos (GNIGB) Managua, Nicaragua. 59 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA. 1983. Instrucciones Técnicas del cultivo del arroz. Dirección de Arroz. Habana Cuba. 82 p.

PINEDA L. 1985. Resumen del origen, clasificación Botánica Morfología, Reproducción y parámetros fisiológico del cultivo del Sorgo Granifero 10 p.

PURSELOVE J.W. 1985. Tropical Crops Monocotiledons. Fifth impresión. Lony man. England ISBN 0582466067.

POEHLMAN J. 1973. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Edición Revolucionaria. Pueblo y Educación. LA Habana Cuba. 267 - 298 pp; 301-325 pp.

PETER GLANZE. 1973. El Maíz de Grano. Editorial Leipzig. República Democrática de Alemania. 195 p.

RAVA, C.A. 1991. Producción Artesanal de Semilla Mejorada de Frijol. Proyecto FAO - TCP. Nicaragua 118 p.

TAPIA, H.B. & CAMACHO, H.A. 1988. Manejo integrado de la Producción del frijol en labranza Cero. Alemania Federal GTZ. 181. p.

TAPIA, H. 1987. Variedades Mejoradas de Frijol con Granos Rojo para Nicaragua. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias Dirección de Investigación y postgrado. Managua, Nicaragua. 26 p.

USTIMENKO, G.V. 1982. El Cultivo de Plantas Tropicales y Sub-Tropicales. Editorial Mir, Moscú. URSS. 427 p.

Ministerio de Desarrollo Agropecuario. 1985. Manual sobre el Sorgo Granifero. Dirección de Agricultura. Dirección de Educación e Investigación Agropecuaria. Managua, Nicaragua. 20 p.

SERRANO, J.M. 1968. El cultivo del Sorgo Granero. Editorial Venográfica. Caracas Venezuela. 132 p.

VANDER (IP, R.L. 1972. HOWA Sorhum plant Develops. Cooperative Extensión Service. Kansas State University Manhatlan 19 p.

WHITE, J. 1985. Frijol: Investigación y producción: Concepto Básicos de Fisiología del frijol. Centro de Investigación de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia. 43 - 60 pp.