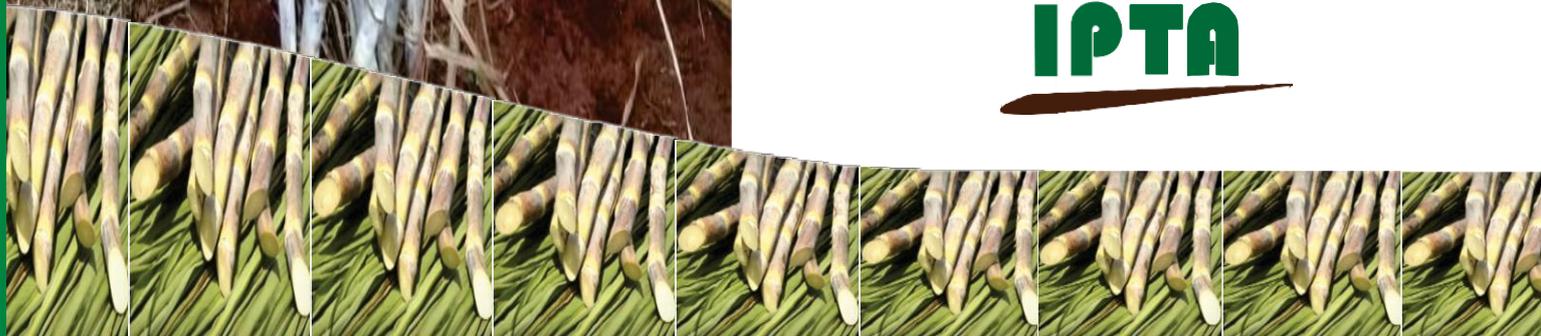


CAÑA DE AZÚCAR

INSTITUTO PARAGUAYO DE
TECNOLOGÍA AGRARIA

Campo Experimental Natalicio
Talavera

Programa de Investigación
de Caña de Azúcar



**INSTITUTO PARAGUAYO DE TECNOLOGÍA AGRARIA
CAMPO EXPERIMENTAL NATALICIO TALAVERA
PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN CAÑA DE AZÚCAR**

CAÑA DE AZÚCAR

MANUAL TÉCNICO



SAN LORENZO – PARAGUAY

2019

Espinoza, Fernando

Caña de azúcar: Manual Técnico / Fernando Espinoza. San Lorenzo, Py: Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), Campo Experimental Natalicio Talavera, Programa de Investigación Caña de Azúcar, 2019.

80 p: il Cuadros, figuras, 29,5 cm

ISBN (digital) 978-99967-951-0-7

1. Caña de Azúcar – cultivo. 2. Caña - Manejo. 3. Caña - Variedades. 4. Caña - Semillero. 5. Caña - Cosecha y Post Cosecha. 6. Resultados de Investigación I. Título. II. Bolfoni, Dalva, editora. III. IPTA. Dirección de Transferencia de Tecnología. IV. Campo Experimental Natalicio Talavera.

AGRIS
A 50

DEWEY
633.61

Ficha Catalográfica: Elaborado por Emilia Figueredo Rojas. Biblioteca del CICH

AUTOR: Ing. Agr. Fernando Espinoza

EQUIPO TÉCNICO: Campo Experimental Natalicio Talavera: Programa de Investigación de Caña de Azúcar.

Ing. Agr. Lourdes Cabrera
Ing. Agr. Fernando Espinoza
Ing. Agr. Santiago Manuel Paniagua
BTA. Rodrigo López
BTA. Valerio Espínola
BTA. Aníbal González

EDICIÓN, REVISIÓN Y DIAGRAMACIÓN: Dirección de Transferencia de Tecnología

Editor: Ing. Ftal. Dalva Bolfoni
Revisor: Ing. Agr. Crisanta Rodas
Diagramador: Ing. Agrop. Juan Carlos Ramírez

FOTOGRAFIA DE TAPA: BTA. Valerio Espínola, Caña de Azúcar Var. CTC 4

CONTACTO IPTA PARA INFORMACIONES

CAMPO EXPERIMENTAL NATALICIO TALAVERA Ramal 7 y 8 Dr. Juan R. Chavéz, Calle Pdte. Franco – Natalicio Talavera Teléfono corporativo: 0981 301 439 Correo electrónico: natalicio@ipta.gov.py	DIRECCION DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA Ruta Mcal. Estigarribia km 10,5. San Lorenzo Teléfono corporativo: 0981 250 959 Correo electrónico: transferencia@ipta.gov.py
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Este material es de distribución gratuita y fue desarrollado en el marco de apoyo a la ejecución del Programa de priorización de rubros del Ministerio de Agricultura y Ganadería de fomento al cultivo de la caña de azúcar, abril, 2019.

DERECHOS DE AUTOR: Es de propiedad intelectual del IPTA y para la publicación total o parcial de “Caña de Azúcar: Manual Técnico”, se deberá realizar la cita bibliográfica correspondiente.



Instituto
PARAGUAYO DE
TECNOLOGÍA
AGRARIA

■ GOBIERNO
■ NACIONAL

*Paraguay
de la gente*

PRESENTACIÓN

Este documento fue redactado y editado por investigadores y profesionales del IPTA, poniendo a disposición el material técnico para apoyo a la difusión de la tecnología de producción de Caña de Azúcar en el marco del programa de priorización de rubros impulsado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Este material bibliográfico sistematiza los resultados de investigación, validaciones tecnológicas y experiencias que se iniciaron en la década de los 80, en el Campo Experimental Natalicio Talavera sede del programa de investigación de caña azúcar y en fincas de productores cooperadores de las principales zonas productoras de caña de azúcar para uso industrial y forrajes.

Las áreas de investigación comprenden la introducción de materiales genéticos, los ensayos locales y regionales de las variedades, la evaluación de daños causados por plagas y enfermedades, el estudio de la dinámica poblacional de nematodos, la siembra con plantines provenientes de la aplicación de técnicas de biotecnología, el tratamiento térmico, los estudios de calidad industrial y rendimiento agrícola, entre otros, para este importante rubro de la agricultura.

Este acervo de conocimientos generados en el tiempo, nos permite hoy poner a disposición informaciones para los productores, técnicos, profesionales, gobiernos locales, departamentales, nacionales y ciudadanos en general interesados en el rubro de la caña de azúcar.

El desafío del IPTA en la próxima década, como ente autárquico vinculado al Ministerio de Agricultura y Ganadería, es la producción de semillas con alta pureza varietal, sanidad vegetal y con óptimo potencial de rendimiento agroindustrial; en este ámbito y bajo la orientación política del MAG, el IPTA afianza las alianzas con el sector productivo e industrial.

**Ing. Agr. Edgar Esteche A.
Presidente**

Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria

AGRADECIMIENTOS

A los Investigadores que con dedicación y trabajo tesonero durante sus funciones en el Campo Experimental Natalicio Talavera, realizaron trabajos de investigación y validación de tecnologías, que fueron presentados en informes anuales, boletines, dípticos, trípticos, nos permitió recopilar, editar y publicar este manual.

A los Ings. Agrs. Rodolfo Cantero (jubilado) y Hugo Ibáñez (in memoriam) el agradecimiento por su contribución a la generación de conocimiento y transferencia de tecnología del cultivo de la caña de azúcar.

INDICE

PRESENTACIÓN	5
AGRADECIMIENTOS	7
LISTA DE TABLAS	11
RESUMEN	13
1. INTRODUCCIÓN	15
2. GENERALIDADES	19
2.1 Campo Experimental Natalicio Talavera.....	19
2.2 Botánica y morfología	20
2.3 Factores climáticos	21
2.3.1 Temperatura	21
2.3.2 Precipitación	22
2.3.3 Luz solar	22
2.3.4 Humedad relativa	23
2.4 Factores edáficos	23
2.4.1 Suelo	23
3. MANEJO DEL CULTIVO	27
3.1 Material de propagación (variedades).....	27
3.2 Implantación del cultivo.....	45
3.2.1 Elección del terreno.....	45
3.2.2 Encalado	45
3.2.3 Preparación de suelo.....	47
3.2.4 Época de plantación	50
3.2.5 Sistema de plantación	51
3.2.6 Fertilización	53
3.2.7 Uso de abonos verdes.....	54
3.2.8 Fertilización orgánica.....	55
3.3 Obtención de semillas de caña.....	55
3.3.1 Producción de semilla de caña de azúcar	56
3.4 Protección vegetal	58
3.4.1 Plagas	58
3.4.2 Enfermedades	59

3.4.3 Estrategias de manejo para reducir pérdidas ocasionadas por enfermedades	65
3.4.4 Control de Malezas.....	66
4. COSECHA Y POS-COSECHA	72
4.1 Cosecha.....	72
4.2 Manejo pos cosecha	72
5. TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN	76
6. BIBLIOGRAFÍA	78

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Variedades de caña de azúcar según época de maduración CENT, 2019.	28
Tabla 2. Principales características de variedades cultivadas en el país. CENT, 2019	29
Tabla 3. Preparación convencional de suelo	49
Tabla 4. Plantación temprana, variedades y edad de cosecha.	51
Tabla 5. Plantación tradicional, variedades y edad de cosecha.	51
Tabla 6. Plagas que atacan al cultivo de la caña de azúcar.....	60
Tabla 7. Principales enfermedades que atacan a la caña de azúcar	61
Tabla 8. Herbicidas recomendados para control de malezas en el cultivo de caña de azúcar	69
Tabla 9. Rendimiento (t/ha) de Variedades en diferentes localidades, CENT, 2019	77

RESUMEN

Este Manual fue redactado a partir de un documento elaborado en el año 2.010, por los Ings. Agrs. Rodolfo Cantero, Fernando Espinoza, y Hugo Ibáñez, técnicos del Campo Experimental Natalicio Talavera - Programa de Investigación en Caña de Azúcar.

Comprende los aspectos de introducción y evaluación de materiales genéticos; característica, comportamiento y adaptación de los cultivares en diferente agro ecosistemas del país, época de siembra; sistemas de producción; protección vegetal (plagas y enfermedades); calidad industrial y agrícola, utilización de plantines obtenidos por medios biotecnológicos.

Se presentan además los resultados de las investigaciones con énfasis en la calidad agronómica e industrial, que son transferidos aplicando mecanismos como días de campo, cursos, entrenamientos, provisión de semilla a asociaciones de productores y escuelas agrícolas con el seguimiento en el asesoramiento como mecanismo de difusión de la tecnología.

Por tanto, el objetivo del manual es compartir conocimientos y experiencias que han sido sistematizados en este documento.

1. INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es uno de los rubros de renta con un importante potencial de incremento en la producción del país. Aunque Paraguay presente condiciones favorables para su cultivo debido a su situación geográfica, tipos de suelos y características climáticas, el rendimiento sigue siendo bajo en comparación con otros países productores como el Brasil y la Argentina, siendo por tanto, una oportunidad para el país producir y satisfacer la demanda local.

Sumado a esta situación, la posibilidad de ampliar el mercado dentro del MERCOSUR, tanto para la producción de azúcar como la del alcohol carburante, nos indica la necesidad de incrementar y mejorar la producción cañera en el país. En este sentido, el aumento de la producción y la productividad puede ser alcanzado con la aplicación de tecnologías mejoradas en cuanto al manejo del cultivo, control integrado de plagas y enfermedades, y sobre todo la utilización de variedades más productivas que es fundamental para mejorar el ingreso del productor, incrementar la productividad agrícola e industrial de la caña de azúcar y así contribuir para la estabilidad de la producción y seguridad de la agroindustria.

Para garantizar dicha estabilidad es importante considerar que las variedades cultivadas por mucho tiempo pierden el vigor y la productividad, aumentando la susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades; de ahí la importancia de usar semillas sanas y de calidad genética, y acompañar las innovaciones requeridas a través de la investigación, experimentación, validación y difusión de los resultados promisorios, a fin de que el productor cañero disponga de mejores alternativas para su plan de producción y comercialización, utilizando variedades de maduración precoz, mediana y tardía. En este ámbito, el IPTA cuenta con una dependencia especializada en la investigación del cultivo, que es el **Campo Experimental Natalicio Talavera**.

GENERALIDADES





2. GENERALIDADES

2.1 Campo Experimental Natalicio Talavera

La creación del Campo Experimental Natalicio Talavera (CENT) su creación forma parte de la política de Ministerio de Agricultura y Ganadería, que en el año 1980, con fondos provenientes del Presupuesto General de la Nación realiza la compra de 132 hectáreas y con el Proyecto de Tecnificación Agropecuaria PIDAP II-Sub Proyecto de Investigación Agrícola, se construye el edificio, recibiendo la denominación de Campo Experimental de Caña de Azúcar por Resolución MAG N°209, el día 10 de noviembre de 1980. Con la cooperación de la JICA se dota de un laboratorio de calidad industrial y con el Proyecto Consolidación de Colonias Rurales se equipa el laboratorio de suelos, Benítez. L (comunicación personal, 9 de abril de 2.019).

En el año 2.010, con la creación del IPTA por Ley N° 3788, el campo experimental pasa a depender de esta autarquía del Sistema MAG, recibiendo la denominación de Campo Experimental Natalicio Talavera, siendo sede del programa de investigación de caña de azúcar y sub sede de programas de investigación de maíz, sorgo granífero, leguminosas alimenticias, maní, mandioca entre otros rubros de la agricultura familiar. Así mismo se desarrollan servicios tecnológicos como las pruebas de valor del cultivo (VCU) y cuenta con laboratorios para las determinaciones de calidad industrial. Por Resolución IPTA N°597 del 16 de agosto de 2017 se cambia la denominación de Campo Experimental de Caña de Azúcar (CECA), por el de Campo Experimental Natalicio Talavera.

Esta unidad de investigación de investigación está ubicada en el distrito de Natalicio Talavera, Departamento del Guairá, a 180 km al Sur-Este de Asunción, a los 25° 39' 48" de latitud Sur y 56° 18' 30" de longitud Este de Greenwich, en pleno centro del área cañera más importante del país, y en la zona de influencia directa de tres ingenios azucareros y una planta de alcohol absoluto. Está asentado en suelos de topografía suavemente

ondulada, clasificado como podzólico rojo-amarillo, con pendiente del 2 al 6% de buen drenaje superficial y susceptibilidad moderada a la erosión. Las lluvias se concentran en los meses de octubre y noviembre y de menor registro en los otros meses que presentan un promedio de 138 mm de precipitaciones, acumulando un régimen pluvial anual promedio de 1.600 mm.

En el CENT se realizan trabajos de investigación en las áreas de mejoramiento genético, agronomía, protección vegetal, manejo pos cosecha, multiplicación de variedades mejoradas y adaptadas, además de transferir las tecnologías generadas en dicho campo y poner estos materiales a disposición de los productores. Así, los resultados de investigación y validación se presentan por lo general en días de campo y parcelas demostrativas, y se documentan en diferentes tipos de materiales de divulgación como dípticos, trípticos, boletines, informes, exposiciones en cursos de capacitación, publicaciones en congresos, entre otros.

2.2 Botánica y morfología

La caña de azúcar es una monocotiledonea que pertenece a la familia Gramineae, siendo conocida cinco especies del género *Saccharum*. Hasta fines del siglo XVIII toda la producción de caña de azúcar en el mundo estaba basada en variedades de *Saccharum barberi* o *Saccharum sinensis*. Con la introducción de *Saccharum officinarum* y su difusión por los franceses y posteriormente por los británicos, las otras especies de caña desaparecieron de los cultivos comerciales. Actualmente, todas las variedades utilizadas comercialmente son híbridos de *Saccharum officinarum*

Las principales partes de la planta son:

Raíz: Es de consistencia fibrosa; el 70 % de las raíces, generalmente se encuentran en los primeros 40 cm del suelo.

Tallo: Es cilíndrico, alargado y sin ramificaciones; en las variedades que florecen, la yema apical de crecimiento se transforma en flor y después en espiga. Está dividido en nudos y entrenudos, siendo el entrenudo la parte más importante porque es allí donde se almacena el azúcar.

Hoja: Se divide en dos porciones bien diferenciadas: lámina y vaina. La lámina es la parte de mayor actividad fotosintética, con longitud variable de acuerdo a las condiciones y a la variedad.

Inflorescencia: La yema apical del tallo se transforma en yema floral por condiciones de fotoperiodo.

2.3 Factores climáticos

La caña de azúcar es considerada una planta de clima tropical. Las características climáticas ideales para lograr una máxima producción de azúcar de caña son:

2.3.1 Temperatura

La planta necesita de temperatura alta para su buen desarrollo, siendo que el rango óptimo está entre 30 a 34°C.

Entre 26 y 33°C: Favorece la germinación y crecimiento radicular.

Menor a 20°C: La germinación y el desarrollo radicular son lentos.

Menor a 15°C o mayor a 38°C: La caña paraliza su crecimiento.

En el periodo de maduración, temperaturas relativamente bajas resultan en aumento de producción y almacenaje de sacarosa, mientras que el crecimiento de la caña es reducido.

Marcadas diferencias de temperaturas entre el día y la noche (regiones subtropicales), favorecen el incremento de sacarosa en la caña. En las zonas marginales del trópico se verifica una armónica relación masa vegetal y contenido de sacarosa.

2.3.2 Precipitación

El requerimiento de agua varía según la etapa de desarrollo de la planta (ciclo vegetativo). La precipitación promedio ideal está entre 1200 a 1500 mm/año.

Las raíces solo se desarrollan si existe suficiente cantidad de agua y las raíces jóvenes llegan a morir en suelos secos.

La mayor parte de la biomasa es producida durante el periodo de crecimiento, etapa en la cual la caña planta necesita una gran cantidad de agua; cualquier deficiencia hídrica ocasiona disminución de rendimiento.

El requerimiento de agua durante el periodo de maduración es más reducido, debido a que el almacenamiento de la sacarosa solo ocurre cuando la caña detiene su crecimiento.

La planta utiliza entre 148 a 300 g de agua para producir 1 g de materia seca.

La presencia de una estación calurosa larga, con alta incidencia de radiación solar y una adecuada humedad, libre de heladas, es necesaria para la maduración y cosecha de la caña.

2.3.3 Luz solar

Las primeras seis hojas superiores del follaje de la caña interceptan el 70% de la radiación y la tasa fotosintética de las hojas inferiores disminuye debido al sombreado mutuo.

La velocidad de fotosíntesis de la caña es cerca de dos o tres veces superior a la de otras gramíneas. Realiza la fotosíntesis con los estomas prácticamente cerrados, razón por la cual utiliza el agua con mayor

eficiencia, manteniendo a su vez, una mayor adaptabilidad en condiciones de déficit de humedad o sequía (De Souza Rolim, 2008).

Se ha estimado que el 80% del agua es perdida por acción de la energía solar, un 14% se pierde por efecto del viento y un 6% se pierde por acción de la temperatura y la humedad.

2.3.4 Humedad relativa

Durante el período de crecimiento, las condiciones de alta humedad (80 - 85%) favorecen una rápida elongación de la caña. Valores moderados, de 45 - 65%, acompañados de una disponibilidad limitada de agua, son beneficiosos durante la fase de maduración (Inman-Bamber, 2005, Fogliata, 1995).

2.4 Factores edáficos

Las condiciones edáficas ideales para el cultivo de la caña de azúcar son: suelo bien drenado, profundo, franco, con un adecuado equilibrio entre los poros de distintos tamaños, con porosidad total superior al 50%; una capa freática debajo de 1.5 a 2 m de profundidad y una capacidad de retención de la humedad disponible del 15% o superior.

2.4.1 Suelo

Proporciona nutrientes, agua y anclaje a las plantas en crecimiento. Las propiedades del suelo a ser consideradas para el cultivo de la caña de azúcar son:

a) Textura: preferentemente los suelos de composición franco-areno-arcilloso, con una profundidad de 80 a 90 cm.

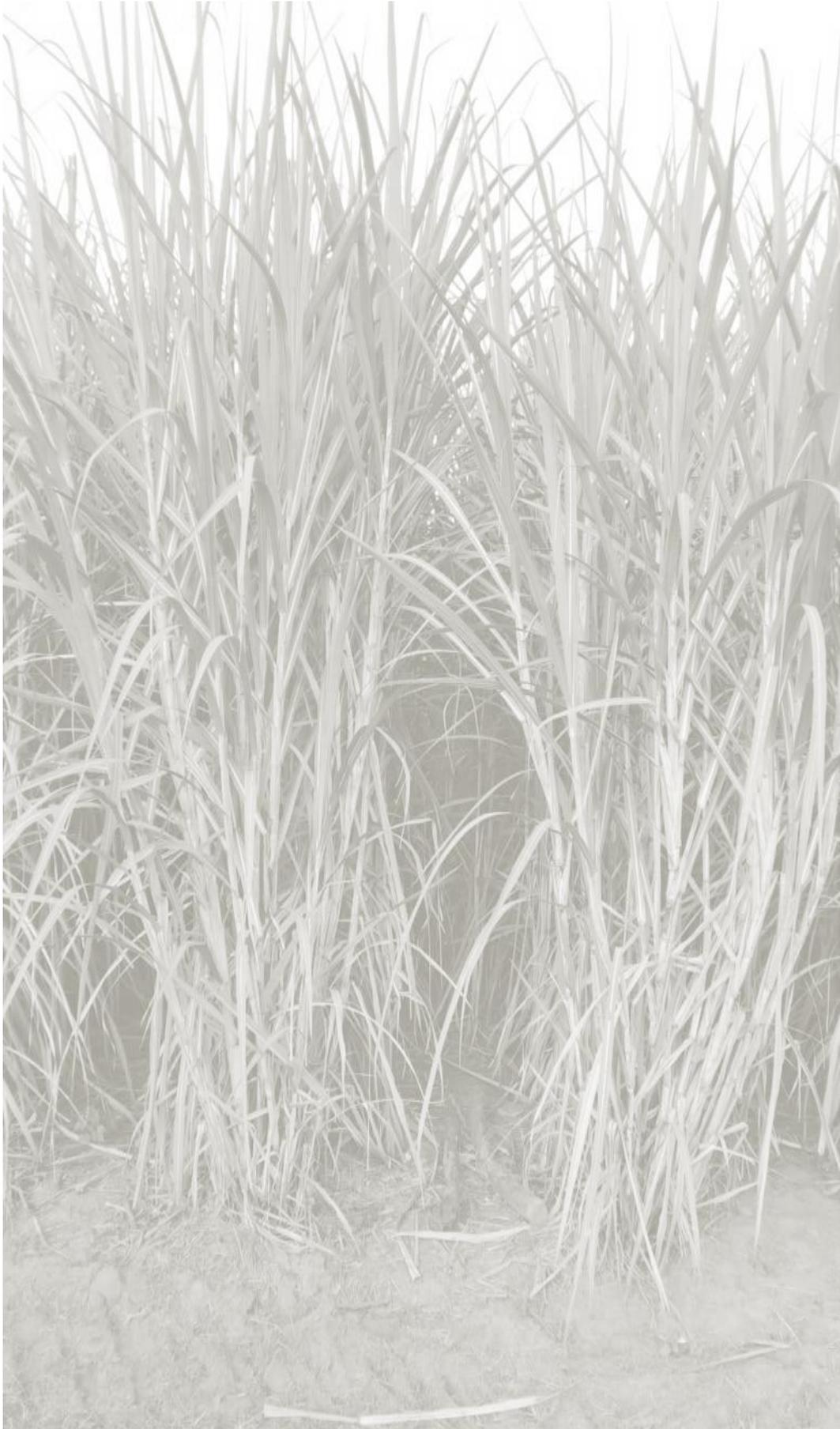
b) Estructura: granular, que facilite su laboreo; con capacidad de almacenar agua y un adecuado grado de infiltración; drenaje natural.

c) Composición mineral: suelos con cantidad suficiente de Nitrógeno (N); Fósforo (P); Potasio (K) y Calcio (Ca); además de materia orgánica.

d) Acidez o alcalinidad: el valor de pH óptimo del suelo para la caña es cercano a 6.5; pero la planta tolera valores de pH entre 5,5 a 8. Cuando el pH es inferior a 5.0 es necesario el encalado; y cuando sobrepasa 9.5 la aplicación de yeso.

MANEJO DEL CULTIVO





3. MANEJO DEL CULTIVO

3.1 Material de propagación (variedades)

Los cultivos de caña de azúcar existentes en el país son provenientes de cultivares introducidos por los productores cañicultores, principalmente de Brasil y Argentina. A partir de ahí, estos materiales genéticos fueron colectados, llevados al CENT y sometidos a ensayos de validación y adaptabilidad y también en diferentes condiciones agroecológicas de las principales zonas cañeras del país, antes de ser difundidas a nivel de productores. Estas variedades deben tener identidad genética, sanidad y vigor, con elevada capacidad de brotación y crecimiento, como así también alto rendimiento agronómico e industrial.

Para ampliar el periodo de zafra y lograr una cosecha continua es importante que el productor seleccione y cultive variedades de diferentes ciclos, es decir de maduración precoz, mediana y tardía. Se recomienda utilizar material propagativo que provenga de plantas con 9 a 12 meses de edad.

Las variedades de caña pueden ser de maduración temprana, media y tardía. En la tabla 1 se presentan las principales variedades cultivadas en el país.

Tabla 1. Variedades de caña de azúcar según época de maduración.
(CENT, 2019)

VARIETADES DE CAÑA		
Época de Maduración		
Temprana	Media	Tardía
RB 83 5486	RB 72 454	RB 72 5828
RB 96 69 28	RB 03 60 91	RB 86 7515
SP 80-1842	RB 93 57 44	SP 85-5077
SP 80-1816	SP 79-2233	SP 85-3877
SP 83-5073	SP 80-3280	
CTC 1	CTC 4	
	CTC 15	
	IACSP 95-5000	
	RB 85 5536	

SP: San Pablo **RB:** República de Brasil **CTC:** Centro Tecnológico de Canavieira
IAC: Instituto Agronômico de Campinas

En la tabla 2 se presentan las variedades de caña de azúcar más cultivadas en el país y sus principales características.

Tabla 2. Principales características de variedades cultivadas en el país. CENT, 2019

Variedad SP 80-1842

- Maduración temprana
- Variedad rustica
- Adaptada a suelos de baja y media fertilidad
- Alto tenor de sacarosa
- Resistente al carbón, roya y mosaico
- Tolerante a la escaldadura, el raquitismo de la soca y a la broca del tallo
- Excelente macollamiento en soca.



Variedad RB 966928

- Maduración temprana.
- Periodo útil de industrialización medio
- Alta productividad agrícola
- Apta para suelo de media a alta fertilidad.
- Presenta excelente germinación en plantación
- Buena brotación en caña soca
- Buen macollamiento en caña planta y soca
- Habito de crecimiento semi decumbente
- Tolerante a las principales enfermedades



Variedad CTC 1

- Maduración temprana
- Se destaca por su precocidad y alto tenor de sacarosa, medio potencial de producción
- Habito de crecimiento levemente decumbente
- Fácil deshoje
- Macollamiento medio
- Resistente a escaldadura, tolerante al carbón y broca del tallo
- Moderadamente susceptible a roya y mosaico



Variedad IACSP 95-5000

- Maduración media
- Muy buena producción agrícola
- Elevado tenor de sacarosa
- Exigente a suelo con mediana a alta fertilidad
- Hábito de crecimiento erecto
- Uniformidad en altura y grosor de caña, especial para la cosecha mecánica
- Muy buena brotación en soca y buen macollamiento; No presenta tumbamiento
- Resistente a las principales enfermedades
- Susceptible al ataque del pulgón



Variedad RB 036091

- Maduración media
- Muy buena productividad agrícola
- Nivel de sacarosa media alta.
- Exigente en suelo de media a alta fertilidad
- Óptimo macollamiento tanto en caña planta como en soca
- Hábito de crecimiento semi decumbente y de porte alto
- Elevada sanidad con tolerancia al carbón, roya, escaldadura y mosaico



Variedad CTC 15

- Maduración media
- Excelente productividad agrícola
- Resistente a la sequía y longevidad en la caña soca
- Exigente en fertilidad de suelo
- Habito de crecimiento levemente decumbente
- Macollamiento medio a alto
- Tenor de azúcar medio; y alto tenor de fibra
- Resistente a roya, escaldadura y broca del tallo;
- Moderadamente resistente al carbón y mosaico



Variedad SP 80-3280

- Maduración media
- Alto tenor de sacarosa y productividad en soca
- Macollamiento intermedio
- Crecimiento inicial vigoroso, cerrando rápidamente las entrelineas
- Medianamente exigente en fertilidad del suelo
- Resistente al carbón, roya y mosaico
- Tolerante a escaldadura



Variedad SP 79-2233

- Maduración media
- Buena productividad agrícola e industrial
- Buena germinación y macollamiento excelente
- Caña de porte erecto
- Media exigencia en fertilidad de suelo
- Buena sanidad
- Resistente a la broca del tallo
- Reacción intermedia a la roya, escaldadura, mosaico, carbón y raquitismo de caña soca



Variedad CTC 4

- Maduración media
- Recomendada por su largo periodo de cosecha
- Excelente productividad
- Alto tenor de sacarosa
- Exigente a suelo de media a alta fertilidad
- Porte erecto a levemente decumbente
- Fácil deshoje
- Macollamiento medio a alto
- Resistente a escaldadura, carbón y mosaico; reacción intermedia a broca del tallo y roya
- Susceptible al pulgón



Variedad RB 72 5828

- Maduración tardía
- Alto rendimiento agrícola
- Habito de crecimiento erecto
- Excelente macollamiento en caña planta y soca
- Rica en sacarosa
- Exigencia de media a alta fertilidad de suelo
- Excelente macollamiento
- Tallo erecto
- Alta capacidad de brotación en soca
- Tolerante a escaldadura y carbón
- Moderadamente susceptible al mosaico
- Susceptible a la roya marrón.



Variedad RB 867515

- Alta productividad agrícola y tenor de azúcar
- Hábito de crecimiento erecto, con eventual turbamiento
- Macollamiento medio en planta y soca
- Exige media a alta fertilidad de suelo
- Resistente a la roya
- Tolerante al carbón, escaldadura y mosaico



Variedad SP 85-5077

- Maduración tardía
- Alta productividad tanto en suelo de media a baja fertilidad
- Macollamiento medio a alto
- Habito de crecimiento semi erecto sin acamamiento
- Fácil deshoje
- Resistencia intermedia a escaldadura, roya y carbón
- Susceptible a la broca de la caña



Variedad SP 85-3877

- Buen potencial de rendimiento agrícola
- Alto tenor de sacarosa
- Exigente en suelo de media fertilidad;
- Porte recto
- Buen macollamiento en caña planta y soca
- Tallo uniforme y de buen grosor
- Resistente a la roya, carbón y mosaico
- Resistencia intermedia a escaldadura
- Susceptible a la broca
- Presenta sensibilidad a herbicidas



Variedad RB 935744

- Maduración media a tardía.
- Crecimiento rápido
- Porte alto y erecto
- Macollamiento medio en caña planta y soca
- Exigente en suelo
- Tenor de sacarosa medio
- Resistente al carbón, roya y escaldadura
- Tolerante al mosaico



Variedad SP 80-1816

- Maduración temprana.
- Buena productividad agrícola
- Exigente en suelos de mediana fertilidad
- Habito de crecimiento levemente decumbente
- Fácil deshoje buen macollamiento en caña soca.
- Resistencia intermedia a la broca del tallo, *Diatraea saccharalis*.
- Resistente a la roya, mosaico.
- Tolerante a carbón y escaldadura.



Variedad RB 72-454

- Maduración media – tardía.
- Excelente rendimiento agrícola;
- Buena adaptación a ambientes de bajo potencial de producción, principalmente en suelos de textura arenosa;
- Posee tallo grueso y pesado con cierta adherencia de las vainas
- Resistente a la roya
- Tolerante al carbón.



3.2 Implantación del cultivo

3.2.1 Elección del terreno

La buena elección del terreno para el cultivo es de suma importancia, ya que la caña de azúcar ocupará el suelo por un período de 4 a 6 años.

Por tanto, para que la planta desarrolle un buen sistema radicular es necesario que los suelos sean profundos, fértiles, bien aireados y que no exista retención de agua después de una lluvia; - que la pendiente no supere el 1 a 2%, y si la misma va en aumento, se debe aplicar técnicas de conservación de suelo como:

- surcar cortando la pendiente
- construir curvas de nivel y otras tareas necesarias según las condiciones de la parcela y,
- que la plantación se realice teniendo en cuenta la disposición de los caminos que permitan el laboreo y la extracción de la cosecha.

3.2.2 Encalado

La caña de azúcar pertenece a la familia de las Gramíneas, la cual presenta tolerancia a la acidez del suelo. La acidez se atribuye, básicamente a la presencia de los iones de Hidrógeno (H^+) y Aluminio (Al^{+3}). Se origina por el excesivo lavado y lixiviación (lluvia), por la absorción de nutrientes por los cultivos, sin la adecuada reposición y la utilización de fertilizantes de carácter ácido.

La aplicación de cal agrícola neutraliza los efectos del aluminio y manganeso, razón por la cual es necesario seleccionar un correctivo adecuado y aplicar en la dosis recomendada según el resultado del suelo

Análisis químico del suelo, basada en muestras representativas de la parcela a ser encalada.

El tipo de cal agrícola a ser utilizado (calcítica magnesiana o dolomítica) será determinado de acuerdo al análisis del suelo y criterios técnicos y costos.

El encalado favorece el desarrollo de las raíces, aumenta la disponibilidad de nutrientes para las plantas, mejora la permeabilidad y las condiciones físicas del suelo, aumenta la capacidad de infiltración, estimula la actividad microbiana del suelo y aumenta el rendimiento del cultivo.

La aplicación de la cal agrícola puede realizarse en cualquier época del año, aplicando al voleo con implementos manuales, a tracción animal o mecánica, por lo menos tres meses antes de la siembra. Sin embargo, se podrá incorporar en el momento de la preparación del suelo para plantación de caña de azúcar para disminuir los costos.

Otra época conveniente para realizar el encalado es luego después de la cosecha, que ofrece la ventaja de incorporar la cal al suelo junto con los rastrojos del cultivo anterior.

La acción correctiva de la cal agrícola se procesa lentamente, de manera que cuanto más tiempo de contacto hubiere entre la cal y el suelo, mejor será su acción neutralizadora de la acidez.

Cuando la dosis recomendada es de hasta 5 t/ha debe ser aplicada en una sola oportunidad, caso contrario, conviene aplicar la mitad de la dosis con la preparación del suelo y la otra mitad luego de un año.



3.2.3 Preparación de suelo

Una adecuada preparación del terreno es fundamental para establecer un cultivo comercial de caña de azúcar, porque la roturación del suelo es importante para un buen desarrollo radicular, aireación del suelo y subsuelo, mejor distribución de agua y nutrientes y mejor drenaje interno. Los métodos más utilizados son: - **Convencional**; - **Labranza mínima**; - **Siembra directa**.

3.2.3.1 Sistema Convencional

Este es un método tradicional que fue y sigue siendo utilizado por muchos productores y comprende las siguientes operaciones: - subsolado; - arada; - pase de rastra pesada o liviana; - pase de rastra niveladora. La combinación de



estas operaciones se realiza según los medios con que cuenta el productor, a su criterio, o del técnico que lo asesora.

a) Subsolado: la finalidad es romper las capas impermeables del suelo ubicadas por debajo de la profundidad normal del cultivo (pie de arado); esto ayuda a mejorar la infiltración de agua, el drenaje y la penetración de las raíces y



consecuentemente el aumento en rendimiento del cultivo. Esta operación es de alto costo y su aplicación depende de una evaluación técnica.

b) Arada: el arado corta levanta y remueve la capa superficial del suelo, enterrando el rastrojo y residuos de cosecha; airea el suelo, incrementa la porosidad del mismo y permite un beneficioso control de malezas, enfermedades e insectos. Para esta operación se utilizan arados de discos que penetran a una profundidad de hasta 40 cm, preferentemente con tractor.

c) Rastreada pesada y liviana: la rastreada pesada se utiliza para substituir al arado y la liviana para nivelar el suelo antes del surcado. El objetivo de la arada es roturar y desmenuzar los terrones que quedan después de las actividades anteriores, destruir e incorporar residuos vegetales, ayudar en el control de plagas del suelo y asegurar un mejor contacto entre el suelo y la semilla, lo que garantiza una buena germinación, y también una alta efectividad de los herbicidas.

d) Surcado: Se realiza con el “suscador”, luego de la arada y rastreada. Consiste en abrir surcos paralelos, distribuidos en línea recta o siguiendo las curvas de nivel previamente trazadas, a una profundidad de 30 a 35 cm. El objetivo del surcado es preparar un lecho de tal manera que la semilla pueda acomodarse, germinar, crecer y desarrollar el cultivo. Durante el surcado también se puede aplicar fertilizantes granulados e insecticidas para controlar plagas del suelo.

A nivel comercial, en plantaciones tradicionales la distancia entre surcos es de 1,30 m a 1,40 m; aunque a menor distancia se obtiene mayor rendimiento por ha, pero manejando a tracción animal o algunas maquinarias pequeñas.

En cultivos con cosecha mecanizada, la distancia recomendada entre surcos es de 1,60 a 1,70 m; inclusive se sugiere realizar plantaciones con base ancha espaciada a 0,40 m y 1,40 m de separación entre surcos y 1,80 de centro a centro. Con esta distancia de plantación se logra que las rueda de la cosechadora y del tractor pase por el centro de la melga evitando daños en la cepa de la caña.

Tabla 3. Preparación convencional de suelo

Ventajas	Desventajas
Menor cantidad de herbicida usado para el control de malezas.	Suelo queda muy pulverizado con mucha exposición de las gotas de lluvia.
Alto porcentaje de control de plagas subterráneas.	Necesidad de mayor espacio para operar las maquinarias, incidiendo en mayor costo de producción.



Apertura de surcos con tractor

3.2.3.2 Labranza mínima

Por definición, este sistema de producción consiste en la disminución de operaciones de remoción de suelo. Este método logró importancia gracias al desarrollo de productos químicos (herbicidas) que ayudan bastante en la preparación del suelo, minimizando el laboreo. Por ejemplo:

- Subsulado: se realiza solamente cuando el suelo esté compactado.
- Pasada de rastrón: con dos pases cruzados; o una de rastrón y una de rastra liviana para realizar el surcado.



Labranza mínima

3.2.3.3 Siembra directa (Inserta fotos de siembra directa)

En este sistema, la plantación de caña de azúcar se realiza con la mínima roturación de suelo, es decir, solamente abriendo los surcos. Las ventajas de este método son mayores que las desventajas, aunque en las zonas de producción no es muy adoptado.

En conclusión: el sistema de labranza mínima es el más utilizado y cada vez más suma adeptos.

3.2.4 Época de plantación

La época de plantación es muy importante y tiene una gran incidencia sobre el rendimiento de la caña.

Básicamente, se recomiendan dos épocas de plantación:

Temprana: de febrero a marzo y las tardías entre julio y septiembre.

Tradicional (tardía): de julio a setiembre, que es la más utilizada por la mayoría de los productores.

Tabla 4. Plantación temprana, variedades y edad de cosecha.

Época de plantación	Variedad (Maduración)	Cosecha - Edad de la caña (Meses)
Febrero - Marzo	Temprana	14 - 15
Febrero - Marzo	Media	16 - 18
Febrero - Marzo	Tardía	18 - 20

Tabla 5. Plantación tradicional, variedades y edad de cosecha.

Época de plantación	Variedad (Maduración)	Cosecha - Edad de la caña (Meses)
Julio - Setiembre	Temprana	10 - 11
Julio - Setiembre	Media	11 - 14
Julio - Setiembre	Tardía	14 - 16

El retraso en la plantación, además de acortar el periodo de crecimiento, reduce el rendimiento, como consecuencia de las temperaturas bajas (heladas), en el caso de plantaciones tempranas. En las plantaciones tardías se generan dificultades para conseguir buenas semillas.

Las ventajas de la plantación temprana consiste en que se obtiene mayor rendimiento agrícola e industrial en el primer año, cuenta con abundante mano de obra y se cosecha la caña con 14 a 18 meses de edad; la desventaja es la no disponibilidad de semilla de buena calidad y el peligro de heladas fuertes que pueden afectar la plantación.

3.2.5 Sistema de plantación

El sistema de plantación manual es el más frecuente realizada en el país y de reciente difusión y aplicación el sistema mecanizado, ambos sistemas aplican estrategias de fertilización

a) Plantación Manual

El sistema chorro doble corrido es el más utilizado para la plantación de la caña de azúcar y consiste en depositar en el surco, en forma corrida y de

manera yuxtapuesta (base con ápice) dos cañas, es importante que se entrecrucen las cañas de manera a evitar que quede un espacios vacíos que permita una brotación uniforme y buena población de plantas; posteriormente son troceadas (cortadas) en estacas cada dos a tres yemas

El sistema de plantación manual evita ocasionar mayores daños, sobre todo en las yemas del material de propagación, por ello es también importante que la caña sea transportada y manipulada con toda la cobertura de su hoja la cual le sirve de protección contra daños que puedan sufrir en el proceso de plantación.

Posterior a disposición y corte en el surco los esquejes de cañas se los pondrán una cobertura de tierra de unos 5 cm de espesor usando para el efecto azada, rastra liviana o tapadora especializada para esa labor.



b) Plantación mecanizada

La plantación mecanizada de la caña de azúcar es una práctica reciente e innovadora en nuestro país, habiendo poca experiencia sobre la misma.

Ante la necesidad de incrementar el área de cultivo en gran escala, la poca disponibilidad de mano de obra y buscando reducir los costos de producción, los ingenios azucareros y alcoholeros son los impulsores en la utilización de esta tecnología. Con este sistema de siembra todas las operaciones de surcado, fertilización, distribución de semilla, aplicación de productos químicos y tapado son mecanizados.

Según el tipo de plantadora pueden utilizarse cañas enteras, en cuyo caso el corte de la semilla es manual o se usan cañas picadas.

En las plantadoras de cañas enteras la semilla es alimentada en forma manual por operarios, en algunos casos llevan una carreta adicional donde van los tallos enteros; los cuales son fraccionados momentos antes de ser depositados en los surcos.

La tendencia actual es el desarrollo de plantadoras mecanizadas que utilizan caña picada que son arrastradas por tractores de gran potencia y de acuerdo a su modelo y capacidad pueden abrir uno o dos surcos a la vez. La alimentación de semilla se realiza a través de equipos de cosechadoras (cosechadora misma, jaula transportadora con volquete y tractor) adaptadas para el efecto, pudiendo llegar a plantar 1 ha por hora. En este sistema de plantación la cantidad de caña semilla necesaria se duplica en relación a la manual, llegando a utilizar entre 18 a 20 t/ha.

3.2.6 Fertilización

La caña es una planta de crecimiento muy vigoroso, por tanto necesita de suficiente cantidad de nutrientes para obtener buenos rendimientos. La fertilización química se realiza fundamentalmente de acuerdo al análisis químico del suelo. En la producción convencional en el primer año se realiza en dos etapas:

a) Fertilización Básica: se aplica en el fondo del surco mezclado con el suelo antes de la plantación. Se recomienda aplicar 300kg/ha de NPK 10-30-10; o 4-30-10.

b) Fertilización de cobertura: se realiza a los 90 – 120 días después de la plantación, a 15 cm de la hilera, y luego se cubre con el suelo usando azada o cultivadora. Se recomienda aplicar 100 kg/ha de urea y 80kg/ha de muriato de potasio.

Luego de la cosecha se realiza la fertilización en caña soca o tronco aproximadamente dos meses después de la cosecha, aplicando de la misma forma que la fertilización de cobertura. Se recomienda aplicar 400 kg/ha de 20-05-20 o 300kg/ha de 26-00-26.

3.2.7 Uso de abonos verdes

Abonos verdes: el cultivo de abonos verdes asociado a caña es muy importante por los beneficios que aporta tales como: - protege el suelo contra la erosión; - aumenta la infiltración y retención de agua en el suelo; - reduce su



temperatura; - evita el encostramiento de la superficie del suelo y reduce el crecimiento de malezas; - disminuye la infestación de plagas y enfermedades y además incrementa la cantidad de materia orgánica que se puede incorporar al suelo y beneficiar al cultivo. Por tales motivos se recomienda el cultivo de abonos verdes como la mucuna, la crotalaria, la canavalia, el lupino, entre otros.

Por tales motivos se recomienda para plantaciones temprana de caña (febrero-abril) el cultivo de abonos verdes de invierno, como nabo, lupino,

avena; siendo más recomendado la mezcla de las tres especies de abonos, y sembrarlos a los 60 días después de la plantación de la caña para evitar competencia.

En plantaciones de julio a setiembre se recomienda la siembra de abonos verdes de verano, como crotalaria, canavalia, entre otros, así mismo sembrarlos a los 60 días después de la plantación de la caña de azúcar.

3.2.8 Fertilización orgánica

Durante las tareas de laboreo se puede distribuir e incorporar al suelo la materia orgánica como estiércol, compost o residuos industriales (torta de filtro), según la disponibilidad y el costo.

3.3 Obtención de semillas de caña

La caña de azúcar es una planta que se debe propagar vegetativamente, por trozos de tallos para mantener las características de la planta madre y asegurar buena producción. Cada trozo o estaca debe tener de dos a cinco yemas. Se recomienda usar semillas de semilleros especializados que garanticen la calidad de las mismas.

En este contexto se presentan prácticas de obtención de semilla propia y situaciones como: a) los cañicultores que disponen de semillas de su propio cultivo comercial, b) los que obtienen de otros productores que cuentan con excedentes de semilla c) los ingenios azucareros-alcoholeros que cuentan con cultivos y forman sus propios semilleros de manera a disponer de semillas que reúnan las condiciones mínimas de una caña semilla, así mismo en algunos casos facilitan el material de propagación a productores que son proveedores de la materia prima para la industria. Estos cañicultores forman sus semilleros y cuentan con caña semilla para la renovación o nuevas plantaciones.

En ambos contextos se debe tener presente las siguientes consideraciones:

- Obtener semillas de plantaciones nuevas, es decir, de primer año del cultivo, excepcionalmente de caña del segundo corte (soca 1)
- Tener identificado a que variedad corresponde y evitar que haya mezclas de variedades en la parcela destinada para semilla.
- Conocer época de maduración de la variedad seleccionada.
- Evitar la extracción de semillas de plantaciones viejas (caña soca), cañas con yemas golpeadas o brotadas, ya que éstas tendrán pérdidas y germinación desuniforme, deficiente enraizamiento, retraso en el macollamiento, entre otros.
- Plantar los esquejes inmediatamente después del corte, para evitar deshidratación y retraso en la plantación.
- Elegir semillas provenientes de lotes sanos, libre de enfermedades y plagas, como el carbón, el mosaico, la escaldadura, la roya y el raquitismo de la soca, u otros contaminantes, y que haya tenido los cuidados culturales correctos y oportunamente realizados.

3.3.1 Producción de semilla de caña de azúcar

El Campo Experimental Natalicio Talavera cuenta con un plan de producción de semilla, en áreas destinadas específicamente a la producción de caña semilla de alta calidad, las cuales reciben un manejo y control especial. El esquema de trabajo consta de las siguientes etapas:

a) Semilla propia: cuando el productor decide usar su propia semilla debe considerar lo siguiente:

- Obtener semillas de plantaciones nuevas, es decir, de primer año.
- Evitar la extracción de semillas de plantaciones viejas (caña soca), cañas con yemas golpeadas o brotadas, ya que éstas tendrán germinación desuniforme, deficiente enraizamiento, retraso en el macollamiento, entre otros.

- Sembrar los esquejes luego después del corte, para evitar deshidratación y retraso en la plantación.

- Elegir semillas provenientes de lotes sanos, libre de enfermedades como el carbón, el mosaico, la escaldadura, la roya y el raquitismo de la soca, u otros contaminantes, y que haya sido fertilizado correctamente.

b) Semilla producida *in vitro* (biotecnología): son materiales multiplicados a través de cultivo de meristemas en laboratorio, lo que les garantiza elevada pureza varietal y alta calidad sanitaria y permite renovar los cañaverales con variedades seleccionadas y productivas.

En comparación a la multiplicación en condiciones de campo, la micropropagación presenta ventajas como: mayor tasa de multiplicación, requiere de menor área, menos tiempo y



un control fitosanitario más adecuado; por otro lado, la desventaja es que requiere de inversiones en instalaciones, equipos y mano de obra especializada.

c) Semilla sometida a tratamiento térmico: Este método minimiza el riesgo de diseminación de enfermedades en plantaciones de caña de azúcar, y se utiliza para el control de patógenos sistémicos causantes del raquitismo de la soca (*Leifsonia xyli* subsp. *xyli*); Escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans*); y el carbón. La eficiencia de este tratamiento se ha demostrado por los incrementos en la producción de azúcar por unidad de área que ocurren al eliminar esos patógenos. Los toletes de caña seleccionados son sometidos a la inmersión en agua caliente + fungicida a una temperatura del agua de 50,5° C, durante dos horas.



3.4 Protección vegetal

A nivel mundial, la producción de caña de azúcar ha sufrido grandes pérdidas a consecuencia del ataque de plagas y enfermedades, lo que ha motivado a los investigadores a intensificar los estudios en la búsqueda de tecnologías para solucionar o por lo menos minimizar el problema.

Las plantaciones de caña de azúcar son atacadas por las plagas y enfermedades a nivel del suelo, tallo y follaje, desde la siembra hasta la cosecha; y en el Paraguay los cultivos no están inmunes al ataque de patógenos que inciden en la producción de la caña provocando grandes pérdidas económicas.

3.4.1 Plagas

A nivel país, el cultivo se ve afectado por el ataque de diversas plagas, siendo la broca del tallo (*Diatraea saccharalis*) y el Salivazo o mosca pinta (*Aeneolamia* sp.) las más importantes, porque afectan la calidad y el

rendimiento industrial de la caña de azúcar. En la tabla 6 se presentan las principales plagas que atacan al cultivo de la caña de azúcar.

3.4.2 Enfermedades

Son numerosas las enfermedades que atacan al cultivo de caña de azúcar y que revisten gran importancia por las pérdidas económicas que ocasionan. Pueden ser causadas por virus, bacterias, hongos y nematodos. En la tabla 7 se presentan las principales enfermedades que atacan al cultivo de la caña de azúcar.

Tabla 6. Plagas que atacan al cultivo de la caña de azúcar

Plagas	Síntomas	Control
<p>Broca del tallo (<i>D. saccharalis</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Larvas de este lepidóptero atacan los brotes jóvenes causando la muerte de la yema apical. ▪ Dañan los tallos abriendo galerías, facilitando la entrada de microorganismos como <i>Fusarium</i> y <i>Collectotrichum</i> que causan la pudrición de los mismos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manejo Integrado de Plagas (MIP) - método más indicado para reducir las poblaciones a niveles que no causen daños económicos al cultivo. ▪ Control biológico - el más efectivo: Ej: - liberación a campo de insectos benéficos como: - mosca amazónica y mosca cubana (<i>Diatraea</i>), parásitos de larvas de la broca.
<p>Salivazo o mosca pinta (<i>Aeneolamia sp.</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aparece en forma ocasional; ▪ Las ninfas secretan un líquido viscoso en forma de espuma que recubre su cuerpo (saliva) y las protege contra ataque de predadores. ▪ Los adultos succionan la savia y excretan una sustancia tóxica que causa una quemazón en el follaje de la planta (bandas necróticas), reduciendo así su actividad fotosintética, y por ende la síntesis de sacarosa y los rendimientos finales de producción de azúcar en la industria. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicación de rastra fitosanitaria; ▪ Eliminación de hospederos (control de malezas); ▪ Control etológico: uso de trampas verdes con pegamento; ▪ Aplicación de hongo entomopatógeno (<i>Metarrizhium anisopliae</i>) para el control de adultos de mosca pinta.

Tabla 7. Principales enfermedades que atacan a la caña de azúcar

Agente causal: VIRUS		
Enfermedad	Síntomas	Control
Mosaico de la caña (SCMV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hojas nuevas con manchas de color amarillo o verde pálido mezcladas con verde normal; ▪ Retraso en el desarrollo y reducción en altura en relación a plantas sanas; ▪ Reducción en la producción, dependiendo de la variedad, de la raza del virus y de las condiciones ecológicas. ▪ Los pulgones son los principales transmisores del virus. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eliminación de cepas enfermas; ▪ Uso de semilla certificada en cultivos nuevos; ▪ Plantación con variedades resistentes; ▪ Composición balanceada de cultivares; ▪ Aplicación de tratamiento térmico a las estacas - hidrotermoterapia (HTT) ▪ Cultivo de meristema combinado con HTT.
Hoja amarilla (SCYLV)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coloración amarilla del raquis o nervadura central por el envés y de la hoja que se abre hacia los limbos foliares; ▪ Amarillamiento generalizado del follaje; ▪ Necrosis desde el ápice de la hoja, inclusive raíces; ▪ Algunos cultivares presentan coloración violácea de la nervadura por el haz de la nervadura central; ▪ Disminución de concentración de sacarosa y rendimiento de caña. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Plantar variedades resistentes ▪ Usar semilla certificada en plantaciones nuevas; ▪ Composición balanceada de cultivares; ▪ Realizar labores culturales en tiempo y forma; riego, fertilización eliminación de malezas; ▪ Adelantar la cosecha de plantaciones enfermas para evitar el deterioro que se produce por el ataque de insectos y microorganismos oportunistas.

Agente causal: BACTERIA

Enfermedad	Síntomas	Control
Escaldadura de la hoja <i>(Xanthomonas albilineans)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fase crónica: estrías blancas finas y definidas, paralelas a la nervadura principal; ▪ Fase aguda: muerte súbita de la planta que ocurre en variedades altamente susceptibles. ▪ Clorosis en plantas jóvenes, “encrespamiento” hacia el interior; ▪ Escaldado de la hoja, decoloraciones rojizas en el interior del tallo a la altura del nudo o en la base de los brotes; ▪ Brotación lateral que se inicia en las yemas basales. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de variedades resistentes o tolerantes al patógeno; ▪ Selección de material sano de siembra; ▪ Entresaque de material enfermo de los semilleros; ▪ Desinfección frecuente de la herramienta usada para el corte.
Raquitismo de la soca <i>(Leifsonia xyli subsp. xyli)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Retraso en el crecimiento; ▪ Plantas raquíticas, tallos finos, pocos macollos ▪ Disminución del número de tallos por cepa; ▪ Tallos más cortos y finos; ▪ Reduce gradualmente el rendimiento a medida que aumenta el número de socas. ▪ Disminución de rendimiento entre 15 a 30%. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Termoterapia: sumergir las estacas en agua a 50,5°C por 2 horas para eliminar la bacteria; ▪ Limpieza de herramientas e implementos agrícolas; ▪ Plantar cultivares tolerantes; ▪ Usar semillas de calidad y origen conocida; ▪ Obs: Ampliamente propagado porque los síntomas no son detectados prontamente por el productor.
Estría roja <i>(Pseudomonas rubrilineans)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Presenta estrías largas y finas en las hojas; ▪ Pudrición de la punta de la planta; ▪ En condiciones favorables la pudrición se extiende por el tallo, causando tachaduras por donde escurre un líquido fétido, perceptible a 20 m de distancia. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de variedades resistentes; ▪ Evitar la utilización de mudas obtenidas de áreas contaminadas por la bacteria, porque esta sobrevive en las pajas y restos del cultivo.

Agente causal: HONGO		
Enfermedad	Síntomas	Control
Carbón <i>(Ustilago scitaminea)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formación de apéndices en forma látigo o chicote en la parte terminal de de los tallos afectados; ▪ Afinamiento de los tallos y súper brotación en las cepas que no se desarrollan en altura. ▪ Pérdidas de hasta 70% en socas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Siembra de variedades resistentes ▪ Rastreo y saneamiento sistemático ▪ Composición balanceada de cultivares; ▪ Empleo de semilla certificada; ▪ Viveros de mudas aislados de los cañaverales comerciales; ▪ Aplicación de tratamiento térmico; ▪ Quema de cañaverales severamente infectados antes de la cosecha.
Roya <i>(Puccinia melanocephala)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manchas cloróticas y necróticas cubriendo parte de la lámina foliar; ▪ Pústulas siempre presentes y visibles; ▪ En ataques severos se observa áreas con coalescencia de manchas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de variedades resistentes; ▪ Combinación balanceada de variedades; ▪ Eliminar plantaciones muy infectadas; ▪ Aplicar mecanismos de escape en el tiempo y en el espacio.
Mancha parda <i>(Cercospora longipes)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manchas elípticas de coloración rojiza a pardo rojiza, con o sin márgenes más oscuras; ▪ Las manchas, generalmente poseen un halo central clorótico de diámetro variable. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eliminación de las variedades susceptibles durante el proceso de selección.
Pudrición roja <i>(Colletotrichum falcatum)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Periodo de germinación: causa muerte de las yemas; ▪ Plantas de 3 a 4 meses: primeras lesiones en las hojas, culminando con su muerte prematura; ▪ En las hojas: ataca la nervadura central produciendo lesiones de coloración rojiza; ▪ Tallo: lesión en la región del nudo formando áreas necrosadas que se expanden rápidamente hasta la necrosis completa del entrenudo, presentando una coloración parda oscura. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de variedades resistentes es el único método de control viable.



Broca del tallo
(*D. saccharalis*)



Carbón
(*Ustilago scitaminea*)



Pudrición roja
(*Colletotrichum falcatum*)

3.4.3 Estrategias de manejo para reducir pérdidas ocasionadas por enfermedades

Las estrategias de manejo para paliar o reducir pérdidas ocasionadas por plagas y principalmente enfermedades debe conjugar la aplicación de métodos tradicionales con técnicas sustentadas en la biotecnología, ingeniería genética, biología molecular, etc. En este sentido, se puede mencionar algunos elementos importantes a considerar como: - Uso de variedades resistentes; - Plantar variedades de diferentes épocas de maduración; - Buena selección de semillas; - Tratamiento térmico de semillas; - Cultivo de meristemas - obtención de plantas “in vitro”.

Además, para minimizar los efectos de la incidencia de plagas y enfermedades, se debe implementar el manejo fitosanitario durante todo el desarrollo del cultivo, considerando tres etapas fundamentales:

“Prevención” (manejo agronómico del cultivo, identificación y conocimiento del insecto plaga-benéfico y agente causal de las enfermedades);

“Monitoreo-Diagnóstico” (muestreo sistemático - niveles de infestación-distribución de las plagas; y niveles de propagación e intensidad de las enfermedades); y

“Combate” (medidas de control – MIP y verificación de efectividad de las mismas).

Por tanto, el éxito de una inversión en el cultivo de caña de azúcar expresado en alto rendimiento agrícola y calidad industrial no depende de la aplicación de medidas aisladas, sino de un conjunto de actividades y procedimientos que abarca una adecuada preparación de suelo, acertada selección de variedades, buen manejo del cultivo, oportuno control de plagas, enfermedades y malezas, eficiente manejo de cosecha y pos cosecha y un mercado asegurado para el producto.

3.4.4 Control de Malezas

Las malezas tienen la capacidad de competir con el cultivo por agua, nutrientes, luz y espacio, y si a estos se agregan los efectos alelopáticos de las malezas sobre el mismo se denomina “interferencia”, que se refiere a la sumatoria de presiones que sufre un cultivo por la presencia de malezas en un ambiente común. El grado de interferencia depende de la duración del periodo de competencia, de la época de ocurrencia, (modificados por factores edáficos y climáticos) y por técnicas de manejo; aunque es importante mencionar que el propio cultivo tiene la capacidad de limitar el desarrollo de las malezas, principalmente por medio del sombreado. Las pérdidas por interferencia pueden llegar hasta a 85%, cifra muy significativa para el productor.

El periodo crítico de interferencia de las malezas en la producción de caña de azúcar ocurre en los primeros 120 días después de la siembra o del corte. Por esta razón se aplican herbicidas preemergentes y posembrados, o se combinan métodos mecánicos y químicos.

Para fines prácticos, se consideran dos grupos de malezas:

Malezas de hoja ancha (dicotiledóneas) y malezas de hoja angosta (monocotiledóneas); la caña de azúcar se encuentra en el grupo de las monocotiledóneas o de hoja angosta.

Las malezas pueden ser controladas en forma manual, tracción animal o mecánica y química.

a) Manual: La carpida se realiza con azada. Requiere de mucha mano de obra y el costo es elevado.

b) Mecánico: se refiere al uso de diferentes implementos como parte de las diferentes labores mecánicas que se realizan en el cultivo; se utiliza rastra cañera con tractor de porte pequeño a mediano; su desventaja

consiste que en plantaciones con pendiente con más de 3% puede causar erosión.

c) Químico: Este método consiste en la aplicación de **herbicidas** (mata yuyo); es de amplio y fácil uso en caña de azúcar, lográndose buenos resultados de control. La aplicación de herbicidas puede ser manual, mecanizada o aérea.

A continuación se mencionan factores importantes a tener en cuenta en el momento de la aplicación de los herbicidas y que afectan la eficiencia de los mismos.



- **Radiación solar:** las moléculas de herbicidas sensibles a radiación solar (ultravioleta) sufren foto descomposición y tienen altas pérdidas por evaporación, disminuyendo así su eficiencia en el control de malezas. No se debe aplicar cuando el suelo esté seco porque se degrada fácilmente; esta operación puede ser realizada con irrigación o con agua de lluvia para garantizar la eficiencia del producto.

- **Temperatura:** La temperatura del aire influye en la acción de los herbicidas, pues puede modificar las propiedades físicas como solubilidad, presión de vapor y alterar los procesos fisiológicos de las plantas. El rango adecuado para la aplicación oscila entre 24°C a 28°C.

No debe sobrepasar los 35°C porque el herbicida se pierde por volatilización.

- **Humedad:** el herbicida debe ser aplicado cuando el suelo esté húmedo para acelerar la movilidad del producto. La ocurrencia de lluvias días antes de la aplicación aumenta el contenido de agua en el suelo e hidrata la superficie de las hojas de las malezas, esto aumenta la susceptibilidad de la planta a los herbicidas mejorando el grado de control. Los herbicidas formulados en agua son más afectados por las lluvias que los formulados en aceite. En caso de herbicidas preemergentes, la humedad del suelo es importante porque facilita su dispersión en el suelo alcanzando, así las semillas o raíces de las malezas.

- **Variedad:** Se debe tener cuidado en la dosis a ser aplicada porque algunas variedades de caña son más sensibles que otras a los herbicidas.

- **Momento de aplicación:** Los herbicidas pueden ser absorbidos a través de hojas, tallos, flores, frutos, raíces, rizomas, estolones, tubérculos y semillas.

Se recomienda que el producto sea aplicado antes de la emergencia de las malezas o hasta que tengan de 2 a 3 hojas, porque cuanto más próximo al periodo de madurez sus estructuras se vuelven más resistentes, dificultando la absorción del herbicida y disminuyendo su eficacia.

La caña es una gramínea y cuando se va combatir malezas de la misma familia de la caña como cebadilla, capi'i pororó, etc., el herbicida debe ser aplicado en forma dirigida; y al pulverizador manual se debe adaptar un protector (sombrero de Napoleón).

Prácticas a ser observadas para disminuir el efecto negativo de las condiciones ambientales adversas, en el momento de aplicación de herbicidas:

1. **NO** aplicar cuando:

- La humedad relativa sea menor a 60%;
- La temperatura sea mayor a 35°C;
- La velocidad del viento sea mayor a 10 km/hora;
- Las plantas estén bajo estrés.

2 -Aplicar formulaciones menos sensibles a las condiciones ambientales.

3 - Aplicar en las primeras horas de la mañana, finales de la tarde o por la noche.

Los herbicidas recomendados para el cultivo de caña de azúcar se presentan en la tabla 2.

Tabla 8. Herbicidas recomendados para control de malezas en el cultivo de caña de azúcar.

Nombre comercial	Forma química	Dosis/ha	Momento de aplicación
Atrazin Plus	Atrazina + Simazina	5 – 6 litros	Pre y pos emergente
AtrameX Combi Gesapax Combi	Ametrina + Atrazina	4 – 8 litros	Pre y pos emergente
Velpar K	Diuron + Hexazinone	2,5 – 3,0 kg	Pre y pos emergente
Herbadox 500	Pendimethalin	3,0 – 3,5 litros	Pre emergente
Velpar K + Herbadox	Diuron + Hexazinone + Pendimethalin	2 kg + 2 litros	Pre y pos emergente
Plateau	Imazapic	200 – 230 g	Antes que la caña brote
Plateau	Imazapic	350 – 400 g	30 días antes de plantar



COSECHA Y POS-COSECHA



4. COSECHA Y POS-COSECHA

4.1 Cosecha

La cosecha se realiza cuando la caña esté madura. La madurez se puede reconocer de dos maneras:

- 1) cuando las hojas medias e inferiores se secan;
- 2) utilizando el Refractómetro de Campo que cuantifica en grado Brix la evolución del proceso de maduración.

Como la mayor parte de la cosecha se realiza manualmente, el corte de la caña debe ser al ras del suelo.

4.2 Manejo pos cosecha

Un buen manejo de caña soca (tronco) es importante para mantener la productividad del cultivo.



El despeje, consiste en remover la paja de la cosecha,

y la *acomodada* en las melgas se realiza cuando la caña inicia su germinación.

El sistema más utilizado es el manual, que se realiza mediante ganchos u horquillas para acomodar los residuos en las melgas . La función principal de la distribución de pajas (chalias) o residuos consiste en que ayuda a controlar la erosión y mantener húmedo el suelo.

De acuerdo a la distribución de las chalias, existen tres formas de acomodada.

- **Acomodada dejando una melga libre:** este método es utilizado por pequeños productores para facilitar las labores culturales a tracción animal.

- **Acomodada con dos melgas libres:** se utiliza cuando los cuidados culturales se realizan con tractor con rastra cañera.
- **Acomodada total:** cuando se esparce la paja sobre toda la superficie cosechada, dejando libres los surcos donde van a emerger os retoños.





TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN



5. TRANSFERENCIA DE RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

Los resultados de las investigaciones generados por el Programa de Investigación en Caña de Azúcar, son presentados a productores, técnicos y referentes profesionales de las organizaciones industriales, departamentales y distritales en cursos de capacitación, giras técnicas, reuniones en el Campo Experimental, días de campo y otros medios de difusión masiva.

Los resultados de estudios de calidad agronómica e industrial, son muy valorados por los grupos de productores y se cuenta con un histórico de resultados por variedades. Como así también la provisión de semilla a asociaciones de productores y escuelas agrícolas con el seguimiento en el asesoramiento como mecanismo de difusión de la tecnología.



En la tabla 9 se presentan resultados de rendimiento de las variedades evaluadas en distintas localidades, que nos indican la existencia de un potencial de incremento a ser logrado aplicando las recomendaciones técnicas indicadas con anterioridad en este manual.

Tabla 9. Rendimiento (t/ha) de Variedades en diferentes localidades, CENT, 2019

N°	VARIETADES	LOCALIDAD								
		Rendimiento (t/ha)								
		NATALICIO TALAVERA	PIRIBEBUY	GUARAMBARÉ	LA PASTORA	SANTA ROSA DEL MBUTUY	RI 3 CORRALES Y ESTEROS	ARROYOS	CHORÉ	SAN JUAN BAUTISTA
1	RB 96 6928	98	-	-	-	-	-	135	-	-
2	SP 80-1842	116	141	-	113	121	102	-	-	-
3	RB 72 454	114	128	101	113	141	103	-	160	-
4	SP 80-1816	101	142	87	-	-	-	-	-	-
5	RB 03 6091	115	-	-	-	-	-	-	-	-
6	CTC 1	86	-	-	-	-	-	112	-	124
7	RB 93 5744	111	-	-	-	-	-	122	-	-
8	SP 80-3280	131	168	95	135	163	115	-	-	-
9	SP 79-2233	105	-	-	145	142	138	-	-	-
10	IAC SP 95 500	110	-	-	-	-	-	140	-	-
11	CTC 15	95	-	-	-	-	-	137	-	-
12	CTC 4	122	-	-	-	-	-	94	-	177
13	RB 72 5828	122	-	-	-	-	-	-	127	-
14	RB 86 7515	-	-	-	105	119	106	-	148	102
15	SP 85-5077	122	160	91	160	110	110	-	-	-
16	SP 85- 3877	116	148	98	147	118	118	-	-	-



6. BIBLIOGRAFÍA

Duarte, O.J. 2004. Factores a considerar para el cultivo de la Caña de Azúcar en Primer Seminario de Producción de Caña de Azúcar. UNA-FCA. Sede Caazapá, Paraguay. 44p

MAG-DIA. 2010. Resultados de Investigación: Variedades de Caña de Azúcar. Campo Experimental de Caña de Azúcar. Natalicio Talavera, Paraguay.15p.

MAG-DIA. 2007. Informe Anual. Caña de Azúcar. Editado: Coordinación de Transferencia de Tecnología. Campo Experimental de Caña de Azúcar. Natalicio Talavera, Paraguay.19 p.

MAG-SEAG. 1981. Proyecto de Tecnología para Pequeños Agricultores (PTPA) La Caña de Azúcar. Impreso Unidad de Comunicaciones SEAG. San Lorenzo, Paraguay.16 p.

Rodríguez Daniel. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades de la Caña de Azúcar [en línea], consultado 12 de abril de 2019. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-de-plagas-y-enfermedades-de-la-cania>

MANUAL TÉCNICO

CAÑA DE AZÚCAR

Este documento fue redactado y editado por investigadores y profesionales del IPTA, conteniendo los resultados de investigación, validaciones tecnológicas y experiencias que se iniciaron en la década de los 80, en el Campo Experimental Natalicio Talavera sede del programa de investigación de caña azúcar y en fincas de productores cooperadores de las principales zonas productoras de caña de azúcar

El objetivo de esta publicación es poner a disposición de productores, técnicos, profesionales e interesados en el cultivo un manual técnico para apoyo a la difusión de la tecnología de producción de Caña de Azúcar en el marco del programa de priorización de rubros impulsado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.



ISBN: 978-99967-951-0-7

