

Corporación Cooperativa

COOPEAGRI R.L.
ALTERNATIVAS PARA EL DESARROLLO



GUÍA PARA EL MANEJO INTEGRAL DEL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR



 **Agrícola**
COOPEAGRI 

Corporación Cooperativa

COOPEAGRI R.L.
ALTERNATIVAS PARA EL DESARROLLO

GUÍA PARA EL MANEJO
INTEGRAL DEL CULTIVO DE
LA CAÑA DE AZÚCAR



PÉREZ ZELEDÓN Y
BUENOS AIRES,
COSTA RICA, 2010

 **Agrícola**
COOPEAGRI 

ÍNDICE

- Introducción	3
- Establecimiento del cultivo	4
1.1 Mecanización del suelo	4
1.2 Semilla	6
1.3 Encalado	7
1.3.1 ¿Cómo tomar la muestra?	8
1.3.2 Consideraciones básicas para realizar muestreos de suelo	9
1.3.3 Identificación de la muestra	9
1.4 Abono orgánico	10
1.5 Fertilización en la siembra	11
1.6 Riega, pica y tapa	11
1.7 Aplicación de herbicida pre-emergente	12
- Manejo de Plantaciones	13
2.1 Remanga	13
2.2 Aporca	13
2.3 Subsulado	14
2.4 Encalado en caña soca	14
2.5 Control de malezas	15
2.5.1 ¿Cuándo realizar el control de malezas?	15
2.5.2 Métodos del control de malezas	16
2.6 Utilización de coadyuvantes	17
2.7 Calibración de equipo	18
2.8 Fertilización	19
2.9 Manejo de plagas y enfermedades	21
2.9.1 Plagas	19
2.9.2 Enfermedades	22
2.9.3 Enfermedades causadas por virus	23
- Literatura consultada	24
- Comité editor	24

INTRODUCCIÓN

A partir del año 2006 CoopeAgri R.L. pone en marcha el programa de asistencia técnica en caña de azúcar con el objetivo de aumentar la productividad y rentabilidad de las fincas cañeras de la región y hacer de la actividad un negocio competitivo. Uno de los logros fue el desarrollo de un diagnóstico que reflejó la realidad en las fincas de caña desde el año 2000 y generó los ejes estratégicos para enfocar el plan de manejo del cultivo tratando de conseguir la productividad esperada, la cual se logra únicamente al establecer y aplicar un programa de manejo que integre las mejores prácticas del cultivo de una forma ordenada, tecnológica y económicamente viables en una perspectiva de tiempo, de tal forma que se maximice la producción.

La presente publicación pretende ofrecer a productores y técnicos de la zona una guía de manejo del cultivo en caña de azúcar en los cantones de Pérez Zeledón y Buenos Aires. La información contenida ha sido obtenida a través de los años en investigaciones, giras, días de campo, seminarios, opiniones de productores y experiencias de campo de un grupo de técnicos generadas en fincas propias y de productores que son importantes de documentar y ofrecer al sector. La guía para el manejo integral del cultivo de la caña de azúcar en Pérez Zeledón y Buenos Aires contribuye a la búsqueda de una necesaria competitividad de la labor agroindustrial en la región.

Esta guía se ha estructurado en forma sistemática describiendo las etapas desde el establecimiento hasta el desarrollo del cultivo, incluyendo en cada apartado las recomendaciones técnicas necesarias para producir adecuadamente y ofrecer a la industria materia prima de calidad y para el productor una actividad que sea un negocio.

Por último, quisiéramos dedicar esta guía a la gran empresa en la que laboramos, CoopeAgri R.L., la cual nos ha permitido tener la oportunidad de crecer como profesionales y como seres humanos. Y a todos aquellos productores luchadores y tenaces de la región que miran en el cultivo de caña de azúcar una oportunidad de prosperidad.

1. ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

El primer año de cultivo de caña de azúcar se denomina "caña planta", la cual se caracteriza por depender inicialmente de las reservas de carbohidratos presentes en el esqueje, acelerado crecimiento radical y aún no haber conformado la cepa. Para realizar un buen establecimiento del cultivo se recomienda el programa que se presenta a continuación.

1.1 Mecanización del suelo

Es una de las labores de mayor importancia en el establecimiento del cultivo de caña de azúcar, el objetivo principal es "descompactar" el suelo y eliminar malezas anuales y perennes.

En un suelo bien preparado el sistema radical tiene las condiciones adecuadas para desarrollarse y explorar la rizosfera generando en la planta su máxima capacidad para absorber los nutrientes y lograr un mejor crecimiento que se reflejará en mayor producción y por más tiempo, aunado a ello un buen sistema radical propicia



Imagen N°1 Labor de preparación de suelos
una correcta estructura de anclaje a la planta.

Se recomienda iniciar las labores de mecanización en época seca tal como se muestra en la imagen N° 1, realizarlas con al menos un mes de anticipación a la siembra y que sean distribuidas en el tiempo para lograr un adecuado

Cuadro N° 1
Definición criterios de calidad
Preparación de suelos período 2010
CoopAgri R.L. 2010

Labor	Criterios de calidad	Accesorio	Capacidad del tractor (HP)
Rastrar-Plomero	Plomero en forma uniforme sobre el suelo para el fin de eliminar losas de caña y residuos vegetales	Rastras de 18-24 discos de 24"	100 - 120 HP
Cinceles	Facer adecuado en forma uniforme sobre el terreno a una profundidad entre 40-50 cm	Cinceles de 3 picos	≥ a 120 HP
Rastrar-Abraz	Plomero en forma uniforme sobre el suelo Mullir para aflojar tierra	Rastras de 18-24 discos de 24"	100 - 120 HP
Surcar	Trasado a doble surco a velocidad con una pendiente máxima del 2%	Surcador doble	≥ a 100 HP

Fuente: Operaciones agrícolas, CoopAgri R.L. 2010 / * HP: Horse power

control de malezas y plagas. En la mecanización es necesario considerar la potencia de los tractores(HP) según los accesorios a utilizar, tal como en el cuadro N° 1:

La mecanización del suelo incluye las siguientes labores:

a. **Primera rastrea:** Se utiliza principalmente para destruir las cepas viejas en el caso de las renovaciones, además de uniformar el terreno y controlar malezas perennes. Cuando se utiliza el arado de discos o veredera no se realiza esta labor.

b. **Arado:** Según la zona donde se establezca el cultivo se puede optar por el arado de cinceles, discos o verederas, los dos son recomendados en sectores donde históricamente han existido problemas con Jobotos (*Phyllophaga* sp) o condiciones de alta pedregosidad y troncos. En forma general se recomienda el uso de cinceles, los cuales cumplen con el objetivo de descompactar el suelo y minimizan la exposición de las capas inferiores del suelo a la escorrentía provocada por el desfogue de pluviales. El arado debe profundizarse entre 40-50 cm garantizando así condiciones de suelo adecuadas para el desarrollo del cultivo.

c. **Segunda Rastrea:** Utilizada para aflojar o "mullir" el terreno al destruir terrones grandes o agregados de suelo, facilitando la posterior labor de siembra y favoreciendo también la germinación de la caña. Esta labor también cumple una importante función en el control de malezas, se recomienda realizarla en un periodo cercano al surcado.

d. **Surcado:** Esta labor se realiza tratando de formar curvas a nivel en contorno a la topografía del terreno con una pendiente no mayor al 2%, para disminuir la escorrentía. En las zonas más secas o de suelos con menor fertilidad donde por naturaleza la caña presenta menor crecimiento se puede utilizar una distancia de siembra de 1.20 a 1.30 metros entre surco y en lugares donde se presenta mayor crecimiento o suelos de mayor fertilidad o en suelos de origen aluvial (playas) de 1.30 a 1.50 metros entre surco. El surcado es conveniente realizarlo unos pocos días antes de la siembra o bien en forma simultánea para reducir la erosión y deterioro de los surcos. La profundidad de los surcos debe ser entre 30 - 40 cm.

1.2 Semilla

Para establecer un proyecto exitoso en caña se debe utilizar semilla de buena calidad, tal como se muestra en la imagen N° 2, la semilla debe presentar las siguientes características:

1. Pureza genética y buen vigor
2. Libre de plagas y enfermedades, preferiblemente con trazabilidad en cultivo de tejidos "in vitro" o tratamiento hidrotérmico
3. Edad entre 8 y 10 meses
4. Erecta de buen tamaño y grosor
5. Que haya recibido un manejo agronómico óptimo

El tiempo entre corta y siembra debe ser máximo 4 días, el transporte debe ser cuidadoso de tal manera que no se dañen las yemas de la caña.

La semilla necesaria para la siembra esta en función de la distancia entre surcos, la cantidad de cañas o "chorros" a sembrar y la morfología de la variedad. En la región se recomienda sembrar de 1.3 a 1.5 m entre surco y a tres cañas, requiriendo una cantidad de 12 a 13 TM/ha. Dicho aspecto debe controlarse en el campo, dado que la semilla tiene un alto valor en la estructura de costos del establecimiento del cultivo.

Es importante considerar en la selección de la variedad las condiciones de fertilidad de la frica con que se cuenta, las nuevas variedades cultivadas han demostrado alto potencial productivo, pero a su vez presentan diferencias en su comportamiento principalmente en adaptación a las condiciones de suelos presentes en la región, por ejemplo en suelos que presentan mayor fertilidad de orden Inceptisoles (playas) se adaptan bien variedades como: Laica 03-805, CP 87-1248 o Laica 04-825 y en suelos más pobres del orden Ultisoles se pueden utilizar variedades como la Q-96 o B 89-1351. Se debe considerar independientemente del tipo de suelo, el uso de estas variedades tiene que cumplir con mayor exigencia el programa de fertilización recomendado para el cultivo.



Imagen N° 2 Semillero de caña

1.3 Encalado

La naturaleza predominante de los suelos Ultisoles de la región de Pérez Zeledón y Buenos Aires hace necesario el encalado debido principalmente a los altos niveles de acidez que éstos presentan, dicho aspecto afecta algunas características químicas y biológicas del suelo, disminuyendo la disponibilidad de nutrientes esenciales como calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y fósforo (P). Además suelos con mucha acidez permiten que elementos tóxicos como el aluminio (Al) y el manganeso (Mn) se vuelvan solubles afectando el desarrollo de raíces y por ende el crecimiento de las plantas.

El cuadro N°2 presenta un resumen de los principales indicadores de acidez de los suelos de Pérez Zeledón y Buenos Aires en 250 análisis realizados en fincas cañeras de la región desde el año 2006 al 2010. En el 99% de los análisis el pH es inferior a 5.5, en un 92% la acidez intercambiable es mayor o igual a 1.5 meq/100 ml y un 85% presenta una saturación de acidez mayor al 20%, lo cual reafirma la condición crítica de la acidez de los suelos de la región.

Cuadro N° 2
Indicadores de acidez de los suelos
de Pérez Zeledón y Buenos Aires
CoopeAgri S.L. 2010

Parámetro	pH	Acidez intercambiable (meq/100 ml)	Saturación (meq/100 ml)	Saturación (%)
Nivel Crítico	< 5.5	> 0.5		> 20
Mínimo	4.01	0.16	0.34	3.82
Medio	4.63	1.23	1.18	35.87
Máximo	5.6	8.35	12	76.22
% muestras con problemas	< 5.5 (99 %)	> 1.5 (92 %)	< 3 (86 %)	> 20 (85 %)

Fuente: Agrícola, CoopeAgri S.L. Base datos análisis de suelos áreas de caña de azúcar, 2010.

Los materiales más usados en la región para corregir la acidez son el carbonato de calcio (CaCO_3) y cal dolomítica ($\text{CaCO}_3\text{-MgCO}_3$). Es necesario al elegir el material de encalado determinar la eficiencia agronómica del material, la cual se fundamenta en los siguientes factores:

- Pureza química o equivalente químico y poder neutralizante
- Forma química: origen de óxidos, silicatos o carbonatos
- Granulometría de las partículas: a menor tamaño mayor reacción
- Poder relativo de neutralización total (PRNT): multiplicación de la eficiencia granulométrica por el equivalente químico.

Para determinar los resultados de las características anteriores se puede enviar una muestra del material encañante de interés al laboratorio de suelos para sustentar una buena toma de decisión sobre el material a elegir.

La aplicación del encañado se recomienda realizarlo durante la preparación del suelo (imagen N° 3) para facilitar su incorporación. La forma de aplicación puede ser manual al voleo o en forma mecánica con una voleadora accionada por un tractor de llantas.



El análisis químico de suelo es un método que permite señalar entre otras variables el nivel de acidez y la cantidad de nutrientes disponibles para las plantas, información necesaria para realizar los programas de fertilización y encañado del cultivo. Sin embargo, si no fuera posible realizar el análisis de suelo, según estudios llevados a cabo en la zona se puede aplicar una dosis de carbonato de calcio que oscila entre 1,5 a 2 tn./hectárea (30-40 quintales).

1.3.1 ¿Cómo tomar la muestra?

- Hacer un croquis o mapa de la finca
- Efectuar el muestreo 1 o 2 meses antes de sembrar, o después del corte del cultivo
- Realizar el muestreo siguiendo una trayectoria en ZIG-ZAG.
- Se debe eliminar de la superficie del suelo cualquier impureza (hojas, palos, malezas, raíces, etc.)
- El muestreo debe corresponder con la profundidad en que se encuentre la mayor cantidad de raíces absorbentes (hasta los 30 cm para la caña de azúcar)
- Recordar que entre más submuestras, más representativa y precisa será la muestra final, en lotes de 1 a 5 ha tomar al menos 10 submuestras.
- Se deben mezclar las submuestras suficientemente para lograr una muestra final lo más homogénea posible.

1.3.2 Consideraciones básicas para realizar muestreos de suelo

Se debe dividir la finca en lotes o unidades de muestreo que presenten características similares u homogéneas, en la secuencia numérica de la imagen N° 4 algunos criterios importantes para separar los lotes son:

- Topografía o relieve (plano o ladera)
- Presencia de límites (ríos o caminos)
- Tipo de vegetación (edad)
- Aspecto nutricional de las plantas
- Color y textura del suelo



Imagen N° 4 Separación de lotes homogéneos en la finca

1.3.3 Identificación de la muestra

Es importante efectuar una identificación adecuada de la muestra la cual debe colocarse de manera visible y que no se desprenda ni se deteriore, tal como se observa en la imagen N° 5. La muestra de suelo debe tomarse antes del encañado y preferiblemente en época seca para planear el manejo del encañado y programa de fertilización anual.

1.7 Aplicación de herbicida pre-emergente

Una vez finalizadas las labores de siembra de caña se recomienda efectuar una aplicación de herbicida en pre-emergencia total, o sea que no haya presencia de malezas con la finalidad de mantener el cultivo libre de éstas durante el mayor tiempo posible (45-60 días). Es una práctica muy eficaz y rentable que facilita el manejo de malezas, principalmente gramíneas.

Cuadro N° 4
Herbicidas pre emergentes más usados, dosis y mezcla a controlar
Finca Zuleón y Bomas Arca
CoopaAgri R.L. 2010

Ingredientes activos	Producto Comercial	Dosis L / Ha	Control eficaz
Pendimetalina	Proval 50 EC, Taro 50 EC	2 + 3	Alta incidencia de gramíneas y hoja de boja ancha.
Terbutilazina	Chapeador 50 SC	3 + 4	Alta incidencia de hoja ancha y hoja de gramíneas
Pendimetalina + Terbutilazina	Proval 50 EC, Taro 50 EC + Chapeador 50 SC	2 + 1	Se puede utilizar en mezcla para control de gramíneas y hojas anchas



Finca La Viuda, Agrícola, CoopaAgri R.L.

2. MANEJO DE PLANTACIONES

Una vez que la caña de azúcar ha tenido el primer corte se le denomina "caña soca", la cual se caracteriza por el desarrollo de rebrotes y posterior conformación de cepa, se le conoce así hasta que cumpla su ciclo de vida útil, plazo que puede ser de 5-6 años, según el manejo aplicado.

A continuación se describen las mejores prácticas de manejo para caña soca.

2.1 Remanga

Consiste en recoger los residuos de la cosecha para acordonarlos a lo largo de los entresurcos, se debe realizar después de la cosecha en verde o después de la quema cuando la cantidad de residuos puedan ocasionar problemas al rebrote, esta práctica contribuye en el control de malezas y además incorpora material orgánico al suelo, tal como se muestra en la imagen N° 8.



Imagen N° 8 Biomasa en el campo después de cosecha

2.2 Aporca

Labor importante para dar mayor superficie de anclaje al sistema radical del cultivo, además sirve como medio de incorporación del fertilizante evitando su pérdida por escorrentía y acelera el proceso de absorción por la planta; es una eficiente práctica en el control de malezas. Áreas con pendiente o que hayan sido cosechadas en crudo limitan el empleo de esta labor. Esta se realiza en forma mecánica con cultivadores, los cuales a su vez controlan malezas en el entresurco.

2.3 Subsolado

El subsolado debe realizarse luego de la tercera cosecha y sobre todo en suelos muy compactados, se hace con la finalidad de podar las raíces viejas, estimular el crecimiento de las nuevas y dar oxigenación, suavizar y descompactar el terreno, tal como se muestra en la imagen N°9. Para esta labor se utiliza el arado de cincelos a una profundidad de 30 – 40 cm.



Imagen N° 9 Subsolado en caña soca

La mejor condición para realizar el subsolado es cuando el suelo se encuentra ligeramente húmedo, y el rebrote está pequeño. Con esta labor se mejora la infiltración del agua de lluvia, reduciendo la erosión y desfogue de pluviales principalmente en suelos arcillosos y con pendientes pronunciadas. Esta labor propicia un aumento de productividad y mayor vida útil del cultivo.

2.4 Encalado en caña soca

Luego de la tercera corta se recomienda hacer un análisis de suelo para determinar si es necesario aplicar el encalado, esta práctica debe realizarse en un rango de 30 días antes de la fertilización, tal como se muestra en la imagen N° 10.



Imagen N° 10 Encalado en caña soca

El encalado en caña soca se recomienda sobre todo en suelos limitantes en fertilidad y altos contenidos de acidez.

2.5 Control de malezas

Las malezas interfieren con el cultivo por agua, luz y nutrientes, dependiendo de la cantidad y su estado fisiológico causan importante daño económico al reducir los rendimientos de campo.

Según diagnóstico realizado en la región de Pérez Zeledón y Buenos Aires las malezas predominantes en las áreas cañeras son *Rottboellia sp* (Arrocillo, Zacate Fuego, Cholo) y *Digitaria sp* (Digitaria).

(*Rottboellia sp*)



(*Digitaria sp*)



Imagen N° 11 Principales malezas de la región

2.5.1 ¿Cuándo realizar el control de malezas?

El control de malezas debe realizarse antes que estas alcancen 20 cm de altura; con el fin de bajar costos y aumentar la eficiencia de los herbicidas.

La atención debe prevalecer sobre todo con las gramíneas, las cuales tienen una alta tasa de crecimiento diario y rápidamente interfieren con el cultivo. En la imagen N° 12 se observa un adecuado control de malezas en caña.



Imagen N° 12 Adecuado control de malezas

Se debe realizar el control, tomando en cuenta lo siguiente:

- Actuar a tiempo
- Realizar un control integrado (mecánico, manual y químico)
- Identificar las malezas predominantes para enfocar control
- Buscar ingredientes activos adecuados y realizar mezclas efectivas y económicas.
- Utilizar agua limpia, realizar dosificaciones y equipo adecuado.
- Utilizar aplicadores con experiencia.

2.5.2 Métodos de control de malezas.

- **Control mecánico:** Se emplea principalmente durante los primeros meses del cultivo y antes de realizar el control químico, este método implica labores como la aporca para lo cual se utilizan algunos implementos conformados por discos o cincelos, como por ejemplo los cultivadores.

- **Control manual:** Consiste en realizar descepas. Es una práctica importante porque permite eliminar gramíneas perennes y otras malezas leñosas; tales como: la cebollana (*Panicum sp.*), brachiarias (*Bracharia sp.*), arrocillo (*Rottboellia sp.*), especies de bejucos, chumistales (*Ipomea sp.*), sorosi (*Momordica charantia L.*) y árboles de sucesión primaria, guarumos (*Cecropia sp.*) que muchas veces aparecen en las áreas de cultivo.

- **Control químico:** se refiere al uso de herbicidas, ya sea pre-emergentes, post-emergentes o mezcla de ambos, en el cuadro N° 5 se realiza una descripción de las mezclas más comunes.

Cuadro N° 5
Herbicidas post emergentes más usados, dosis, época de aplicación y malezas a controlar
Pinar Zaldívar y Buenos Aires
CooAgri R.L. 2010

Mezcla	Dosis / Ha l + 8g.	Época de aplicación	Malezas que controla
Glifosato* + (Diuron, Atraz, Dinat) + Trietanol (Trippar, Gerbax)	2 0.5	Post emergencia*	Hojas anchas, Rottboellia en gran temperatura, para control de Digitaria
Terbutolinas (Terbutol, Agron) + Terbutolinas (Chimaster, Terbutolp) Trietanol (Trippar, Gerbax)	2 2 0.5	Post emergencia	Hojas anchas, Rottboellia, para control de Digitaria
Hexazinone (Vidax, Hexato) + Trietanol (Trippar, Gerbax)	0.5 0.5	Post emergencia	Hojas anchas, Digitaria y Rottboellia
Strobel-Hexazinone (Strobel + 66) + Trietanol (Trippar, Gerbax)	2 0.5	Post emergencia	Hojas anchas, Digitaria y Rottboellia
Amdisco (Amdisco) Atrazina (Atraz, Gesapron) + Trietanol (Trippar, Gerbax)	4 4 0.5	Post emergencia	Hojas anchas Rottboellia en gran tem- peratura, para control de Digitaria.
Glifosato* + (Diuron, Atraz)+ Trietanol (Trippar, Gerbax)+ Permetolinas (Prowal, Tera)	2 0.5 2-3	Post emergencia	Problemas serios de control de semilla Rottboellia

*Post emergencia temprana: malezas menores 20 cm de altura.

Además, para minimizar los bancos de semillas en áreas de cultivo cercanas son necesarias las siguientes recomendaciones:

- Mantener limpieza de rondas y callejones, principalmente de malezas muy persistentes como cebollanas (*Panicum sp.*) y arrocillo (*Rottboellia sp.*).
- Realizar limpieza de equipos de transporte y mecanización antes de ingresar al campo.

2.6 Utilización de coadyuvantes

Es de suma importancia la utilización de coadyuvantes como penetrantes y reguladores de pH en las mezclas de herbicidas, pues proporcionan condiciones adecuadas para obtener una mezcla con características químicas y físicas que mejora la acción y la efectividad del ingrediente activo.

Entre sus funciones está mejorar la solubilidad y cobertura del herbicida, reducir la volatilización y la tensión superficial del agua, aumentar la permeabilidad de la cutícula de la hoja, ser antiespumante y facilitar el desplazamiento del herbicida en la maleza.

2.7 Calibración de equipo

Este es un aspecto importante en el control de malezas al cual no se le ha dado la atención requerida, siendo muy común encontrar casos de aplicaciones de herbicidas que no producen los resultados esperados debido a errores que se cometen por el desconocimiento, o poco interés que se le da a una correcta dosificación y aplicación de los herbicidas.

Para realizar una adecuada calibración y aplicación de herbicidas se deben considerar aspectos como los siguientes:

- **Área a aplicar:** Es importante conocer el área que se desea aplicar para definir la cantidad de ingrediente activo del herbicida que se debe distribuir.

- **Dosis de producto:** La dosificación en la mayoría de herbicidas está dada por hectárea por lo que se debe considerar este aspecto para definir una dosis adecuada del producto a utilizar de acuerdo con el volumen de agua.

- **Volumen de agua:** Se refiere al consumo de agua utilizado en determinada área, generalmente se estima en litros o estañones por hectárea, donde cada estañón contiene aproximadamente 200 litros. El volumen de agua depende de las condiciones de la finca, equipo y velocidad de la aplicación, por lo tanto es necesario ajustar la dosis del herbicida según el volumen de agua que se consume en cada caso.

- **Equipo de aplicación:** Para la calibración se debe tener cuidado con el equipo que se planea utilizar durante la aplicación, ya que el consumo de agua puede variar significativamente entre diferentes equipos. En este aspecto es importante revisar el tipo de boquillas y vida útil de las mismas para garantizar adecuadas descargas de volumen por área.

Ejemplo práctico de una calibración:

Para iniciar la calibración se debe estimar o calcular el volumen de agua que se gastaría en una hectárea, esto se hace colocando en el equipo un volumen conocido de agua, luego se aplica una área conocida, por ejemplo 50 metros de un surco con una distancia entre estos de 1.4 metros equivale a 70 m², posteriormente se mide el agua sobrante, con un volumen inicial de 5 litros y suponiendo un sobrante de 2.9 litros el consumo es de 2.1 litros en 70 m², con estos datos se puede estimar el consumo de agua por hectárea.

$$\text{Fórmula} = \frac{\text{volumen aplicado (2,1 litros)} \times 10\,000 \text{ (1 hectárea)}}{\text{Área aplicada (70 m}^2\text{)}}$$

$$= 2,1 \times 10\,000 = 21\,000$$

$$= 21\,000 \div 70 = 300 \text{ L/Ha}$$

Para dosificar un producto como el Diurón por recipiente (bomba o estañón) a una dosis de 2 litros por hectárea se puede hacer de la siguiente forma:

Consumo de agua: 300 l / Ha (1½ estañón/ha)

Dosis producto = 2 l Diurón / Ha

En el cuadro N° 6 se describe un ejemplo práctico.

Cuadro N° 6
Cálculo de dosis de ingrediente activo según recipiente
Pérez Zeledón y Buenos Aires
Crispólogo S.L., 2010

	Bomba o Estañón de capacidad 12 l	Estañón 200 l
Fórmula	$\frac{\text{Volumen de Bomba} \times \text{Dosis producto}}{\text{Área aplicada por hectárea}}$	$\frac{\text{Volumen de Bomba} \times \text{Dosis producto}}{\text{Área aplicada por hectárea}}$
Valores	$\frac{12 \text{ (x) } 2}{200 \div 300} = 0,12 \text{ l}$ 0,12 l x 1000 ml = 120 ml bomba	$\frac{200 \text{ (x) } 2}{200 \div 300} = 1,2 \text{ l}$
Dosis del producto	120 ml por bomba	1,2 l por estañón

2.8 Fertilización

La fertilización es una práctica agrícola utilizada para proporcionarle a la planta los requerimientos nutricionales en niveles óptimos que garanticen la productividad de un cultivo. La caña requiere gran cantidad de nutrientes que deben ser reintegrados al suelo por medio de fertilizantes químicos y orgánicos.

La efectividad de la fertilización dependerá de una buena corrección de acidez, de la preparación del suelo e incorporación de materia orgánica, temas vistos con anterioridad, sumados a un buen balance de nutrientes incluidos en la formulación química y aplicada en un momento oportuno, lo cual generará una buena productividad.

Según la naturaleza de los suelos cañeros de Pérez Zeledón y Buenos Aires éstos presentan bajos contenidos de nutrientes: potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg), tal como se muestra en el cuadro N° 7 donde se presentan los contenidos mínimos, medios y máximos de estos elementos, evidenciándose

el principal problema en el calcio que presenta limitaciones en un 93% y magnesio en 94% del total de muestras tomadas. Por tal razón un programa de fertilización debe considerar dicha situación para minimizar los problemas.

Cuadro N° 7
Contenido de bases en los suelos de
Pérez Zeledón y Buenos Aires
CoopeAgri R.L. 2010

Parámetro	K (mg/100 ml)	Ca (mg/100 ml)	Mg (mg/100 ml)
Mínimo	0,02	0,17	0,34
Meta	0,13	1,22	0,25
Máximo	1,39	11,7	3,80
% muestras con problemas	< 0,2 (73 %)	< 4 (80 %)	< 1 (84 %)

Fuente: Agrícola, CoopeAgri R.L. Base datos análisis de suelos áreas de café de azúcar, 2010.

Según los estudios realizados por CoopeAgri R.L y DIECA sobre nutrición de café en la zona se ha encontrado que los mejores niveles de respuesta a la fertilización se obtienen con las dosis descritas en el cuadro N° 8.

Cuadro N° 8
Niveles de nutrientes requeridos en el cultivo de café de azúcar
Pérez Zeledón y Buenos Aires
CoopeAgri R.L. 2010

Cóla	Nitrógeno	Fósforo (P2 O5)	Potasio (K2O)	Magnesio (MgO)	Zinc (ZnO)	Azufre (S04)
Planta	150	150	100	40	20	50
Saca	150	0	100-205	40	20	50

Fuente: DIECA, Plan de nutrición café, 2004

En el Cuadro N° 9 se describen algunas fórmulas comerciales, dosis y época de aplicación utilizadas en la región. La dosis recomendada se hace considerando indicadores de productividad cercanos a 80 tm, variedades y tipos de suelo, aspectos que son importantes para técnicos y productores de la región, a medida que estas variables cambien se deben ajustar los requerimientos necesarios exigidos por el cultivo.

Un detalle técnico importante de considerar en la formulación de fertilizantes es ¿Cuál es el balance de nutrientes en el suelo?, ¿Cuáles son los niveles críticos? y como afectan estos la productividad. Para efectos de la zona de Pérez Zeledón y Buenos Aires por los altos contenidos de acidez es necesario incluir en los fertilizantes elementos neutros a base de calcio (Ca) y magnesio (Mg) que no incrementan la acidez del suelo.

Cuadro N° 9
Fórmulas comerciales, dosis y épocas de aplicación en el cultivo de café de azúcar
Pérez Zeledón y Buenos Aires
CoopeAgri R.L. 2010

N° de aplicación	Época de aplicación	Fórmula comercial	Saca 80 Kg / ha Kg / PC*
I fertilización	45 días o ddc*	11-9-20-3-0-0-10-1-0-0 17-0-20-5-0-0-0-0-0-0 18-0-20-4-0-0-0-0-0-0 11-0-15-1-0-1-0-1-0-0 14-0-0-0-0-0-0-0-0	9-7 (300-500 Kg/ha)
II fertilización	90 días o ddc	11-9-20-3-0-0-10-1-0-0 17-0-20-5-0-0-0-0-0-0 18-0-20-4-0-0-0-0-0-0 11-0-15-1-0-1-0-1-0-0 14-0-0-0-0-0-0-0-0	9-7 (300-500 Kg/ha)

Fuente: Agrícola, CoopeAgri R.L. Plan de manejo nutrición plantaciones 2010.

*dca: días después de sembrar; ddc: días después de cortar; PC: Arveja completa

2.9 Manejo de plagas y enfermedades

- **2.9.1 Plagas:** Existen diferentes métodos de control de plagas que disminuyan las pérdidas económicas; actualmente destaca el control biológico, el cual se basa en el uso de hongos entomopatógenos (microorganismos) o insectos utilizados en el control de las plagas. El control biológico es el más utilizado, debido a su eficacia, bajo costo y mínimo impacto ambiental.

Las plagas de mayor impacto económico en la región son:

Cuadro N° 10
Principales plagas del cultivo de café de azúcar
Pérez Zeledón y Buenos Aires
CoopeAgri R.L. 2010

Nombre científico	Síntoma o daño	Método de control
	Mancha de coque y gusano de café	Control biológico, mediante liberación de la avicula (Coffea arabica)
	Promueve la formación de los frutos negro en la zona que forma la banda de los frutos	Control biológico: Aplicación de hongos (Metarhizium anisopliae)
	Defoliado Las ramas se ablandan de los frutos	Control biológico: Aplicación de productos de origen natural (Bt) y avicula (Coffea arabica)



Acumulación y crecimiento de coque.
Para evitar el coque, vacíe de agua el café lo pronto de forma de poder lavar la caña.

Realice procesamiento de café de agua fría, especialmente cuando el café está húmedo de la lluvia. Evite el agua caliente (jabón de lavar). Evite cultivos trampa y evitar adiciones químicas dañadas en otros cultivos trampa.

Daños de folaje

Realice control biológico con hongos beneficiosos en las cañas.

Subidas en el tallo, parte baja

El viento disminuye con el uso de las cañas.

- 2.9.2 Enfermedades: El manejo de enfermedades en el cultivo de la caña de azúcar tradicionalmente se ha contrareastado con el uso de variedades tolerantes o resistentes a los diferentes patógenos que las causan. Recientemente con la presencia de la roya raránja (*Puccinia kuehni*) se ha hecho necesario el uso de control químico como una medida paliativa (mitigar, atenuar) mientras se desarrolla en la zona el cambio a nuevas variedades. A continuación se describen algunas enfermedades que son de importancia económica para el cultivo:

Cuadro N° 11
Principales enfermedades del cultivo de caña de azúcar.
Pérez Zeledón y Buenos Aires
Campesini J.L., 2016

Nombre científico	Síntoma e identificación	Métodos de control
Pinta amarilla (<i>Ascochyta blight</i>)	Desde la base se observan los síntomas de color café oscuro asociados con un hongo oscuro, cuando hay humedad una hongo blanco fino se observan los síntomas de un rotación pronto. En el pasado se consideró como una enfermedad que se iba a erradicar en Uruguay en la década del '70-80. La presencia de roya amarilla a una intensidad que se que de la zona se lo observó desde la cosecha de 2016.	Uso de variedades tolerantes. Buen manejo de riego del cultivo.
Hoja amarilla (<i>Yellowing</i>)	Los síntomas se caracterizan por la formación de un mosaico de colores amarillos. Los síntomas aparecen más de cinco meses y un crecimiento puede llegar al máximo cuando comienza el desarrollo de la hoja siguiente una intensidad alta. Debido a la alta humedad, una especie de hongo que se desarrolla produce la formación de la hoja que comienza a amarillear en forma de "V" que comienza a amarillear en forma de "V" que comienza a amarillear, y por lo tanto el crecimiento y desarrollo de la hoja se reduce.	Uso de variedades tolerantes. Buen manejo de riego del cultivo. Uso de variedades tolerantes. Buen manejo de riego del cultivo.



Enferm. en la base de las cañas, amarillamiento o muerte del tejido del tallo, deterioración en el tallo.

La mayoría de variedades resistentes toleran una contaminación, solo en la primera forma de infección.

La planta en floración presenta síntomas similares, así lo general de la planta así como el momento de la cosecha y la longitud de las cañas y en algunos casos (solo en la zona de la zona de la zona) se observan síntomas de la planta en floración al momento de la cosecha. Por lo general, los síntomas son más débiles que en las cañas jóvenes.

Uso de variedades tolerantes, el cambio de la intensidad de la base por medio del tratamiento de la semilla con fungicidas antes a una intensidad de 20-30 grados por hora, con una concentración de 0.5-1.0 gramos de la enfermedad en las cañas, el momento de la cosecha y la longitud de las cañas, el momento de la cosecha y la longitud de las cañas, el momento de la cosecha y la longitud de las cañas.

Ascochyta blight
(*Ascochyta blight*)

Yellowing
(*Yellowing*)

Hoja amarilla en la base de la caña de azúcar, amarillamiento o muerte del tejido del tallo, deterioración en el tallo.

Uso de variedades tolerantes y de variedades resistentes a la contaminación, solo en la primera forma de infección.

- 2.9.3 Enfermedades causadas por virus: En el país las principales enfermedades son el Virus del Mosaico (SCMV) y el Virus de la Hoja Amarilla (SCYLC). Una característica en común de estas enfermedades es su transmisión por medio de semilla contaminada, por lo que su incidencia puede incrementarse significativamente al término de varios ciclos de cosecha o reproducción de semilleros, provocando así un deterioro de las plantaciones comerciales en el corto y mediano plazo. De ahí la importancia de contar con semilla de origen conocido para evitar posibles daños ocasionados por este tipo de patógenos.

Por su parte los insectos también son importantes diseminadores de este tipo de enfermedades al alimentarse de plantas contaminadas y luego de plantas sanas a las cuales llevan los virus.

El combate de estas enfermedades se basa en uso de variedades tolerantes, no transportar material vegetativo de una zona afectada con virus a otras libres de éstos, garantizándose el uso de semilla libre de la enfermedad.

En la región de Pérez Zeledón y Buenos Aires cuando se han detectado áreas o parches infectados y cuyos síntomas son dudosos se ha decidido erradicar la plantación y ponerla en observación.

LITERATURA CONSULTADA

ALAN, E. BARRANTES, V. SOTO, A. AGÜERO, R. 1995. Elementos para el manejo de malezas en Agroecosistemas tropicales. Editorial Tecnológica de Costa Rica

BARRANTES M. JULIO CESAR. 2004. Justificación Técnica Para la Aplicación de la Fórmula 17-0-25-1.4-7 en los Programas de Fertilización de la Caña de Azúcar. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). Región Sur. 2004

CHAVES S., M.; BARRANTES. M., J. C. 2007. Nutrición de la Caña de Azúcar en la Zona Sur de Costa Rica: Experiencias Continuas Durante el Periodo 1986-2006. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica. 2007

DURÁN, J.R.; OVIEDO, M.; BARRANTES. M., J. C. 2009. Variedades de Caña, Región Sur. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica. 2009.

MURILLO, J.P.; OCAMPO., R.; BENAVIDES., R.; 2007. Diagnóstico del Sector Azucarero, Basado en 100 Unidades Productivas Participantes en el Programa de Asistencia Técnica Desarrollado por CoopeAgri R.L., Región Sur. 2007.

SUBIRÓS RUIZ FERMÍN., 2000. El Cultivo de la Caña de Azúcar., 1 reimp. de la 1. ed., San José., Costa Rica. : EUNED, 2000.

VALVERDE., W.; NAVARRO., O.; SOLÍS., V.; MURILLO., J.P.; OCAMPO., R.; BARRANTES. M., J. C.; ALFARO., R.; 2009. Guía Para el Manejo de Semilleros en Caña de Azúcar., Región Sur. 2009.

COMITÉ EDITOR

Ing. José Patricio Murillo Murillo
Ing. Willy Valverde Araya
Ing. Oldemar Navarro Acuña
Operaciones Agrícolas CoopeAgri R.L.
Mayo, 2010

Agradecimiento especial a los ingenieros:
Randall Ocampo Chinchilla,
Rolando Benavides Garro
y Vanessa Solís Castillo
quienes siendo funcionarios de CoopeAgri R.L.
contribuyeron en la elaboración de este documento.