



**Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)
Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de
Azúcar (DIECA)**

**Metodología Propuesta para la Valoración y Clasificación
del Nivel Tecnológico Aplicado al Cultivo de la Caña de
Azúcar en Costa Rica**

**Ing. Agr. Roberto Alfaro Portuguez
Programa Agronomía**

Enero 2012

Metodología Propuesta para la Valoración y Clasificación del Nivel Tecnológico Aplicado al Cultivo de la Caña de Azúcar en Costa Rica

Ing. Agr. Roberto A Alfaro Portuguez
Programa Agronomía LAICA - DIECA

La Producción de caña en Costa Rica se encuentra dispersa en diferentes regiones con diversos climas y suelos, que inducen a los productores a tener una amplia gama de variedades adaptadas a esas condiciones, así como un paquete de manejo también ligado a las exigencias de las mismas.

Sin embargo en cada una de las regiones existen una gran variabilidad de microclimas, que hacen difícil el poder homogenizar las labores de manejo y el uso de variedades mejor adaptadas. Por otro lado, el tamaño de las explotaciones se encuentran muy relacionadas con la solvencia económica de los productores, provocando que algunas labores importantes para el cultivo del todo no se cumplan o se cumplan a medias, aumentando con ello el sesgo, y haciendo más difícil la aplicación de criterios tecnológicos orientados a maximizar la productividad de las plantaciones en una misma región cañera. Para clasificar en forma objetiva el nivel tecnológico de los productores de caña de azúcar se deben valorar en forma minuciosa, los diferentes componentes del paquete tecnológico del cultivo, considerando los siguientes aspectos: 1) Las labores del paquete tecnológico del cultivo más relevantes e importantes se les llamarán variables y cada variable se la asignarán componentes, que serán acciones determinantes para cada variable y que en forma independiente determinarán el grado de cumplimiento total o parcial de la variable, de acuerdo a las necesidades del cultivo (Cuadro 1). 2) Cada componente incidirá directamente a corto y mediano plazo sobre los rendimientos del cultivo. 3) Algunas variables como son: semilla, preparación del suelo y la variedad son las más determinantes sobre la vida productiva del cultivo, por lo que deben valorarse con mayor consideración. 4) Algunas variables incidirán mayoritariamente en el periodo productivo en que se encuentra el cultivo y no van a trascender en la vida productiva del cultivo, tal es el caso de la remanga, aporca, desaporca y el riego. 5) Otras variables como: la fertilización, el encalado, y el control de malezas incidirán fuertemente sobre el periodo productivo del cultivo, pero a la vez influirán en alguna medida sobre las próximas cosechas. 6) Para determinar los límites bajo, medio y alto se analizaron distintos escenarios con información proveniente de algunos productores de diferentes localidades, y por su trayectoria de manejo y productividad podrían ubicarse en diversos niveles tecnológicos en cada una de las variables en estudio.

Ing. Agr. Roberto Alfaro Portuguez. Programa Agronomía. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar DIECA-LAICA. Teléfonos: 24-94-1129/24-94-7555, e-mail: ralfaro@laica.co.cr.

Con la información obtenida y los puntos asignados se logro determinar los rangos (límites) en puntos para cada nivel tecnológico. Los rangos obtenidos para tal fin fueron los siguientes: menos de 59 puntos se cataloga como tecnología baja, de 60 a 81 puntos tecnología media y de 82 a 113 tecnología alta.

Cuadro 1
Puntaje Total y Parcial Asignados a las Diferentes Variables y Componentes en Estudio

Variable	Puntuación	
	Parcial	Total
Variedades		25
1) idoneidad	-10	
2) Altitud	-5	
3) fertilidad suelo	-5	
4) Humedad suelo	-5	
Semilla		20
1) Origen	5	
2) Calidad	5	
3) Cantidad	10	
Preparación del Suelo		12
1) Subsolador	4	
2) Arado	4	
3) Rastra	4	
4) Labranza Mínima	4	
Fertilización		15
1) Cantidad	5	
2) Tipo Fertilizante	4	
3) Epoca	3	
4) Aplicaciones	3	
Encalado		12
1) Analisis Suelo	4	
2) Cantidad	4	
3) Epoca	4	
Control de Malezas		9
1) Tamaño	3	
2) Tipo Control	3	
3) Calibración Equipo	3	
Aporca , Desaporca		5
Riego		5
Cosecha		5
Remanga		5
Total		113

Fuente: Autor

Descripción de las Variables y Componentes Determinantes de los Niveles Tecnológicos del Cultivo

Como se menciona anteriormente se seleccionaron aquellas variables del paquete tecnológico del cultivo y algunas de ellas se fraccionaron en componentes que influyen significativamente sobre la producción sostenible del cultivo y sobre la longevidad del mismo, a continuación se analizarán cada una de ellas.

Variedad

La variedad de caña cultivada es una de las variables más importantes en una plantación de caña de azúcar, su correcta elección basada en su alta productividad, y adaptación a las condiciones de suelo y clima imperantes en la finca cañera es un aspecto que debe pesar en el puntaje obtenido por esta variable.

Existen en el país muchas variedades de caña de uso comercial, con diversas características agronómicas, fitosanitarias y productivas que las tipifican para ser cultivadas bajo ciertas condiciones de ambiente, donde se han desarrollado y adaptado por varios años, después de haber sido liberadas por los programas de investigación en cada región cañera del país.

Las alternativas varietales existen para la región, localidad, y hasta el lote de la finca que por sus características especiales principalmente de suelo, obliga a establecer una u otra variedad.

A continuación se presentan algunos de los componentes determinantes que incidirán sobre el buen desempeño de una variedad a sembrar.

Componentes de la variedad.

- a) ***Altitud***: La altitud (msnm) se refiere a la altitud en que se encuentra la localidad donde se ubica la finca del productor y está relacionada con dos factores climáticos determinantes para los buenos rendimientos del cultivo, como son: la temperatura (ambiente y suelo) y la luminosidad (Radiación solar) factores determinantes para la caña de azúcar para obtener buena germinación, desarrollo y mayor producción de azúcar y caña por ha. (1)
- b) ***Idoneidad***: Este concepto hace mención a que la variedad que dispone un productor en especial es la idónea o más bien se encuentra entre el grupo de variedades recomendadas por DIECA para esa región, y localidad. La idoneidad por lo tanto se fundamenta en los resultados originados a partir de diferentes estudios

que han permitido valorar a las mismas en aspectos como adaptación, sanidad y producción en una localidad o ambiente determinado.

- c) **Fertilidad del suelo.** La fertilidad natural del suelo, donde se ubica la variedad es un aspecto importante a considerar, porque si este cumple con ciertos parámetros es posible obtener un mayor aprovechamiento de los fertilizantes empleados y sus cantidades posiblemente sean menores reduciendo así los costos del cultivo. Ante la variabilidad genética de la caña de azúcar, existen variedades que por su grado de rusticidad se comportan productivamente bien en suelos de baja fertilidad y por el contrario hay variedades de alta producción que requieren de suelos de media alta fertilidad. La fertilidad natural del suelo dependerá en alto grado del contenido de materia orgánica y nutrientes esenciales que mantengan disponibles así como su grado de acidez, capacidad de intercambio catiónico (CIC) y textura entre otros. A continuación se hace referencia a algunos valores que ayudan a medir la fertilidad natural de un suelo: (1).

Materia Orgánica: La materia orgánica presente en el suelo es un factor importante para estimar la fertilidad de un suelo, por ser fuente de nitrógeno, fósforo, azufre y de algunos elementos menores. También presenta efectos positivos en las propiedades físicas del suelo y aumenta su capacidad de intercambio catiónico (7).

Investigaciones realizadas sobre la fertilización con nitrógeno en caña de azúcar en Colombia han permitido establecer tres categorías para el contenido de materia orgánica del suelo en: Bajo contenido de MO < 2 ; Contenido medio de MO $2 - 4$; y alto contenido de MO > 4 . Las categorías bajas, medias y altas en la misma proporción responderán a la respuesta en el aprovechamiento de un determinado nutrimento aplicado al cultivo (7).

La textura del suelo es un parámetro que influye en alguna medida sobre la fertilidad del suelo, ya que en términos generales entre más arenoso sea este mucho más infértil será el mismo y entre mayor contenido de arcilla en términos generales mayor será su fertilidad natural (7).

- d) **Humedad del suelo:** La Humedad del suelo es un factor variable que depende del clima o microclima del lugar pero sobre todo de la textura del suelo y en menor grado de las condiciones topográficas de la finca. La humedad del suelo en casos extremos (secos o sobresaturados), se podrían asociar con la producción de tallos al afectar, la germinación, el deterioro y desarrollo de la cepa, y la concentración de sacarosa.

Para lograr cuantificar el nivel tecnológico de un productor que siembre una determinada variedad en su finca se le asignaran un total para esta variable de 25 puntos a los cuales si incumple con algunos de los componentes mencionados anteriormente sea total o parcialmente se le castigará de acuerdo al puntaje emitido en el siguiente Cuadro 2.

Cuadro 2
Componentes de la Variable Variedad y el Puntaje Perdido en cada uno de los mismos

Componentes	Clasificación
Idoneidad	La variedad pierde 10 puntos si no es una variedad recomendada.
Altitud	La variedad pierde 5 puntos si la variedad no se ubica entre el rango de altitud recomendado para la misma.
Fertilidad del suelo	La variedad es castigada con 5 puntos si esta es exigente en suelos fértiles, 3 puntos si es medianamente exigente y no se castiga si es tolerante a suelos de baja fertilidad.
Humedad del suelo	En este componente la variedad pierde 5 puntos si el suelo presenta sobresaturación o características secas.

Cuadro 3
Ejemplo de la Pérdida de Puntos de Diferentes Variedades Hipotéticas Evaluadas de Acuerdo a sus Componentes

Variedades	Idoneidad	Altitud	fertilidad	Humedad	Puntos finales
A	-10 p		-5 p		10
B		-5 p		-5 p	15
C		-5 p	-5p		5
D				-5 p	20
E	-10 P		-3 p		12
F					25

En el cuadro 3 se presenta un ejemplo de la pérdida de puntos que podrían sufrir algunas variedades cultivadas en un ambiente específico de un total de 25 puntos. Si un productor dispone de una determinada variedad en algunos lotes de su finca que no cumplen con los requerimientos de la variedad se le castigarán los puntos aunque el resto de la variedad cultivada se encuentra bien ubicada.

Semilla

La semilla es el material vegetativo utilizado en la siembra de las plantaciones de caña de azúcar, por lo que su calidad debe ser excepcional, ya que la buena germinación, la vigorosidad de la cepa su larga vida y sanidad de la plantación dependerá de este rubro.

Cuando el productor adquiere su semilla debe tener certeza de que es la variedad deseada, no debe estar contaminada con otras variedades y sobre todo debe tener una edad adecuada (7 – 8 meses) para poderla cultivar.

Componentes de la Semilla:

- a) **Origen:** El origen es un aspecto fundamental y hace referencia si el material vegetativo a sembrar proviene de plantaciones comerciales que fueron destinadas para semilla o de plantaciones de semilla cultivadas y manejadas para tal fin, cumpliendo con las exigencias descritas en el manual publicado por Dieca (2).
- b) **Calidad:** La calidad del material a sembrar independientemente de su origen puede ser clasificado por su calidad, considerando aspectos como pureza genética, diámetro del esqueje, la fitosanidad y la edad de la plantación (2).
- c) **Cantidad de semilla:** El número de tallos por surco de siembra varía por lo general entre 2 y 3 tallos según lo recomendado sin embargo algunos productores utilizan mayores cantidades de semilla para garantizarse una buena germinación cuando ha utilizado semilla de baja calidad.



Cuadro 4
Componentes de la Variable Semilla y su Asignación de Puntos

Variable Semilla		
Puntaje		
Componente	Parcial	Total
Origen		5
1) <i>Semillero</i>	5	
2) <i>No semillero</i>	0	
Calidad semilla		5
1) <i>Buena</i>	3	
2) <i>Regular</i>	2	
3) <i>Mala</i>	0	
Cantidad semilla		10
1) <i>dos a Tres Chorros</i>	10	
2) <i>cuatro chorros</i>	7	
3) <i>cinco Chorros</i>	3	
4) <i>seis o más chorros</i>	0	
Total		20

Fuente : Autor

Preparación del suelo

La preparación del suelo es una secuencia de labores orientadas a realizar una adecuación del suelo donde se va colocar la semilla con el objeto de que esta disponga de condiciones óptimas de aireación, enraizamiento, germinación, absorción de agua y nutrientes.

Esta práctica es muy variada por la diversidad de implementos que se utilizan en las diferentes regiones y fincas cañeras y por la topografía irregular en algunas de las fincas y zonas cultivadas con caña en el país.

Componentes de la preparación del suelo:

- a) **Subsolada:** Esta labor se realiza con la finalidad de romper capas profundas impermeables y compactas por acción continua del arado (piso de arada), provocando un impedimento físico al paso del agua en ambos sentidos en el perfil del suelo. Su aplicación se recomienda antes de la preparación de suelo y en condiciones secas, para obtener buenos resultados con este implemento.
- b) **Arada:** esta labor mecánica se realiza con un implemento que consta de uno o varios discos los cuales remueven el suelo a una profundidad determinada por el tamaño de los discos utilizados. También existen implementos con el arado de vertedera o rastra pesada, que cumplen con esta labor aunque no son los más recomendados.
- c) **Rastra:** La función de la rastra es fragmentar los terrones y porciones de cepas viejas que quedan dispersas en el campo y que impiden realizar las labores de siembra y otras actividades de manejo en las plantaciones nuevas de caña de azúcar. El implemento consta de una mayor cantidad de discos y de menor tamaño que ruedan sobre el terreno realizando una labor también importante de nivelación.
- d) **Labranza mínima:** Esta labor se realiza sustituyendo las labores tradicionales de preparación del suelo con el objetivo de reducir la erosión de aquellos suelos que por sus características son susceptibles a este fenómeno. Consiste en pasar en el entresurco de la caña a renovar una subsolada y luego aplicar a la caña algún herbicida gramínicida, sistémico no selectivo como glifosato que pierda la caña presente, posteriormente se surca en el entresurco para depositar la semilla.

Cuadro 5
Distribución de los Puntos en los Componentes de la Variable Preparación del Suelo

Variable Preparación del terreno		
Puntuación		
Componente	Parcial	Total
Subsolador	4	4
Arado	4	4
Rastra	4	4
Labranza mínima	4	4
total	16	16

Fuente : Autor

Los 4 puntos asignados a la Labranza Mínima se deben al uso del subsolador empleado en la labor.

En el cuadro anterior cualquier implemento que el productor asegure no utilizar los puntos asignados serán descontados al total de la variable.

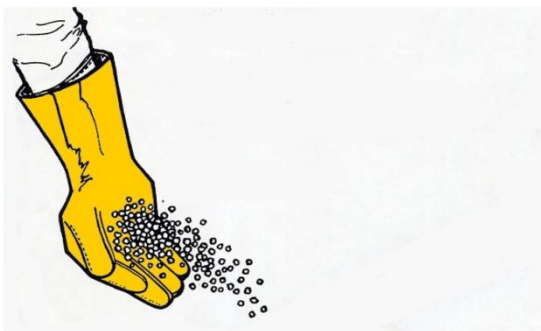
Fertilización

La fertilización adecuada del cultivo es una práctica importante dentro del manejo de la caña de azúcar, sobre todo si esta es determinante en la producción de tallos como en la cantidad azúcar que estos contengan.

Suministrar los nutrientes esenciales, en las cantidades adecuadas y en el momento preciso es una importante labor si se desea obtener altos rendimientos agroindustriales en la caña de azúcar, aspectos a valorar a continuación.

Componentes de la Fertilización:

- a) **Cantidad:** este componente se refiere a que se cumpla con las dosis del fertilizante recomendado por hectárea en cada etapa requerida por el cultivo.(ver cuadros 8,9,10)
- b) **Época:** este componente corresponde al periodo de tiempo en el que se recomienda hacer las aplicaciones de los fertilizantes químicos, lo cual depende principalmente del clima y el estado vegetativo de la planta. Por lo general en la caña planta la primera aplicación se realiza durante la siembra, la segunda entre los 2 y 3 meses después de la primera y la tercera a los 3.5 y 4 meses. En caña soca la primera aplicación se hace a inicios del invierno, o luego de la cosecha si se dispone de riego, la otra aplicación se realiza entre los 2 y 4 meses luego de la primera fertilización.
- c) **Aplicaciones:** en el cultivo de la caña de azúcar con la finalidad de fraccionar se recomienda técnicamente realizar tres aplicaciones en las plantaciones nuevas (caña planta) y dos en las ya establecidas (caña soca). En el Cuadro 6 se presentan la totalidad de puntos asignados para las fertilizaciones recomendadas como para los componentes valorados.



Cuadro 6
Análisis Detallado y Puntos Asignados a los Componentes de la Fertilización de la Caña de Azúcar

Componentes	Puntos Asignados				
	Cantidad	Tipo	Época	Aplicaciones	Total
Caña Planta					
Fertilización Siembra	1	0,8	0,6	0,6	3
Primera fertilización	1	0,8	0,6	0,6	3
Segunda fertilización	1	0,8	0,6	0,6	3
Caña Retoño					
Primera Fertilización	1	0,8	0,6	0,6	3
Segunda fertilización	1	0,8	0,6	0,6	3
Total	5	4	3	3	15

Fuente: Autor

- d) **Tipo fertilizante:** La caña de azúcar al igual que el resto de las plantas, requiere de la presencia de 16 elementos esenciales para su adecuada nutrición y desarrollo normal. La recomendación general para la aplicación de los nutrimentos básicos NPK en el ciclo del cultivo es un alto contenido de fósforo a la siembra, nitrógeno a la siembra y primeros meses de crecimiento, y posteriormente lo más tardíamente posible una aplicación alta con Potasio para el proceso de madurez. El cuadro 7 se presentan los diferentes tipos de fertilizantes (fórmulas) que se pueden aplicar para cumplir con las demandas del cultivo en las diferentes épocas de aplicación.



Cuadro 7
Alternativas de Fertilizantes utilizados en el Cultivo de la Caña de Azúcar en Costa Rica

Formulas Fuentes Fósforo	Formulas Nitrogenadas	Formulas Fuentes Potasio
18 – 46 -0 (DAP)	Nitramón	15 – 3 -31
10 – 50 – 0 (MAP)	Magnesamón	20-30-20
10 – 30 -10	Nitrato de Amonio	26 -0 -26
12 -24 -12	Urea	Cloruro Potasio
8- 40 – 12	Sulfato de Amonio	Nitrato Potasio
12- 30 -8		
12 – 36 – 12		
14.4 – 36.8 -12		

El Nitrógeno: El nitrógeno es el responsable principal generador de materia prima en la caña de azúcar y es el elemento más utilizado en el crecimiento y desarrollo del cultivo. Así lo expresan algunos autores “La caña en desarrollo ,así como las hojas 3,4,5 y 6, contienen las más altas concentraciones de nitrógeno ,lo cual indica una relación estrecha entre el nitrógeno y el desarrollo de la caña” (6).

“La mayor absorción del nitrógeno se da cuando las plantas están relativamente pequeñas y aunque su consumo es bajo en las primeras semanas de crecimiento, esta sobrealimentación es conveniente, debido a que las necesidades serán mayores después de que las plantas llegan al auge de su desarrollo” (6).

Es importante recalcar que por su importancia el nitrógeno es requerido en todas las etapas de desarrollo de la caña de azúcar, sin embargo es importante aplicar mayores cantidades en las primeras etapas del cultivo porque es cuando mayor requiere del almacenamiento de este elemento. Al respecto Humbert señala lo siguiente “La capacidad de las plantas de caña jóvenes para absorber y almacenar un exceso de nitrógeno para su futuro desarrollo, enfatiza la conveniencia de aplicar las dosis grandes en las primeras semanas de su vida” (6).

En lo referente a las dosis recomendadas para el nitrógeno, Cuadro 8 y para los fines de este documento de puntuar las actividades mejor realizadas para el cultivo se sugiere utilizar como el 100 % de la dosis de fertilizante el valor promedio del rango sugerido en este cuadro.

Cuadro 8
Dosis de Nitrógeno por Hectárea Recomendada por Región Cañera en ambos Ciclos del Cultivo

Región	Kg/ha Nitrógeno	
	PLANTA	RETOÑOS
Guanacaste y Puntarenas	80 - 150	100 - 150
Valle Central	120 - 180	130 - 180
Turrialba y Juan Viñas	120 - 180	130 - 180
San Carlos	110 - 150	120 - 150
Pérez Zeledón	120 - 150	120 - 150
Regiones Altas (+ 1000 msnm)	140 - 200	100 - 200
Amplitud	80 - 200	100 - 200

Tomado de: Chaves 1999 (5)

El Fósforo: Este nutrimento es esencial para la generación de raíces entre otras funciones y por tal motivo su aplicación, debe hacerse en el momento de la siembra al fondo del surco cerca de la semilla, donde van a proliferar las primeras raíces y la conformación de la cepa. El disponer de una buena cepa y con un sistema radicular extenso es esencial para lograr una mayor productividad y longevidad de la plantación.

Al igual que el nitrógeno las dosis del 100 % en este nutriente, serán el promedio del rango expuestos en el Cuadro 9 para la medición del nivel tecnológico de esta variable.

El Potasio: Este elemento es requerido por la caña de azúcar en cantidades mayores que cualquier otro nutrimento. Las funciones del potasio en la planta son múltiples, sin embargo su aporte en el transporte y almacenamiento de la sacarosa lo hace un elemento indispensable para la obtención de altos rendimientos de azúcar en la caña. Por este motivo su aplicación debe ser lo más tardía posible para ser aprovechada en la etapa de maduración.

Las dosis recomendadas para este elemento en el siguiente Cuadro 10 se recomienda el uso de la dosis promedio del rango para estimar como el 100 %.

Cuadro 9
Dosis por Hectárea de Fósforo Recomendado en las Diferentes Regiones Cañeras del País en el Ciclo Planta

Región	Kg/ha fósforo (P ₂ O ₅)
	Planta
Guanacaste y Puntarenas	60 - 100
Valle Central	130 - 160
Turrialba y Juan Viñas	130 - 160
San Carlos	120 - 200
Pérez Zeledón	150 - 200
Regiones Altas (+ 1000 msnm)	160 - 200
Amplitud	60 - 200

Tomado de: Chávez 1999 (5)

Cuadro 10
Dosis por Hectárea de Potasio Recomendadas en Ciclo Planta y Soca en las Diferentes Regiones Cañeras

Región	Kg/ha Potasio (K ₂ O)	
	Planta	Retoños
Guanacaste y Puntarenas	80 - 100	80 - 140
Valle Central	120 - 180	130 - 180
Turrialba y Juan Viñas	120 - 160	150 - 200
San Carlos	130 - 180	130 - 160
Pérez Zeledón	130 - 180	150 - 180
Regiones Altas (+ 1000 msnm)	160 - 200	160 - 250
Amplitud	80 - 200	80 - 250

Tomado de: Chávez 1999 (5)

En el Cuadro 11 se presenta la cantidad total de puntos alcanzados si se realiza cada una de las fertilizaciones requeridas por el cultivo en cada ciclo del cultivo. El total de puntos para esta variable será de 15 puntos y cada fertilización si se cumple a cabalidad aportara 3 puntos.

Cuadro 11
Puntaje Obtenido por la Realización de las Diferentes Fertilizaciones en el Cultivo de la Caña de Azúcar

Variable	Componente	Ciclo vegetativo	Opciones	Puntos
Fertilización	Aplicación	Planta	Fertilización siembra	3
			Primera fertilización	3
			Segunda fertilización	3
		Socas	Primera fertilización	3
			Segunda fertilización	3

Fuente: Autor

Fertilización a la Siembra: En el Cuadro 12, se presentan los puntos asignados a cada uno de los componentes que forman parte de la variable fertilización y más específicamente en la ejecutada al momento de la siembra. Si se cumple con el 100 % de la dosis recomendada (kg / ha P2O5) en la región cañera donde se realice el estudio, con una formula alta en fosforo se garantizara tener 1 punto de los 5 asignados al componente **cantidad** (total aplicaciones cultivo). En cuanto al **tipo** (formula recomendada alta en fósforo) por lo general se cumple y se asegura por tanto 0.8 puntos. Respecto a la **época** (momento de la siembra) se obtiene 0.6 puntos, si esta aplicación se realiza posterior a la siembra dichos 0.6 puntos se pierden, igualmente si la aplicación no se realiza.

Cuadro 12
Fertilización recomendada para la siembra y puntaje obtenido por el cumplimiento de la labor

Formulas	kg P ₂ O ₅ / ha	Puntos Asignados				
		Cantidad	Tipo	Época	Aplicaciones	Total
Formula Recomendada	100%	1	0,8	0,6	0,6	3
Formula Recomendada	75%	0,6	0,8	0,6	0,6	2,6
Formula Recomendada	50%	0,4	0,8	0,6	0,6	2,4
Formula Recomendada	< 50 %	0,2	0,8	0,6	0,6	2,2

Fuente: Autor

Puntos asignados Fertilización

Cantidad: En este caso se refiere a los kg /ha del nutriente (N,P,K) que requiere el cultivo y que se recomienda en esta fertilización después de fraccionar las aplicaciones de este nutriente requerida para cumplir con la cantidad total del nutriente (cuadros 8,9,10), cumpliendo así, las exigencias anuales del mismo en cada una de las regiones en estudio.

Tipo: Se refiere a la fórmula del fertilizante recomendado, que aporte la mayor cantidad del principal nutriente requerido en la época o momento, también requerido por el cultivo. Si bien es cierto que se puede suplir el nutriente con alguna fórmula no recomendada, (baja cantidad del nutriente requerido) por lo general inducirá a un gasto mayor al aportar otros nutrientes en mayores cantidades al suelo.

Época: Se refiere al momento adecuado y recomendado para realizar esta aplicación.

Aplicaciones: Corresponde al puntaje asignado si se cumple con la fertilización recomendada, en este caso por cada fertilización que se realice suma 0.6 puntos.

Primera Fertilización de Mantenimiento en ciclo planta y soca: En esta fertilización por ejemplo (Cuadro 13) es recomendable aplicar principalmente nitrógeno como complemento al aplicado en el momento de la siembra y al aplicado posteriormente con la segunda y ultima fertilización. En el caso de que se considere en alguna región variar el criterio del tipo de fertilizante a utilizar de primero o de segundo lo puede hacer y en este caso se le denomina fertilizante recomendado y el contrario como fertilizante no recomendado.

La *cantidad* del fertilizante a aplicar puede variar y la asignación de puntos también variará en la misma proporción. Algunos productores no aplican esta fertilización y

realizan una sola con una fórmula completa alta de potasio, en este caso se debe verificar siempre la cantidad total de nitrógeno aplicada (siembra y mantenimiento) y asignar los puntos requeridos en el componente *cantidad*.

Si no utiliza el tipo de fertilizante mas recomendado pierde algunos puntos en el *tipo* de fórmula o fertilizante utilizado, y perdería los puntos asignados a la *aplicación* al no realizar esta fertilización (importancia del fraccionamiento). También se perderán los puntos correspondientes a la *época* al no realizarse esta labor en el momento indicado.

Cuadro 13
Primera Fertilización de Mantenimiento Recomendada para la caña de azúcar en ciclo planta y soca

Formulas	Dosis kg N /ha	Puntos Asignados				
		Cantidad	Tipo	Época	Aplicaciones	Total
Formula recomendada	100%	1	0,8	0,6	0,6	3
Formula no recomendada	100%	1	0,4	0,6	0,6	2,6
Formula recomendada	75%	0,75	0,8	0,6	0,6	2,75
Formula no recomendada	75%	0,75	0,4	0,6	0,6	2,35
Formula recomendada	50%	0,5	0,8	0,6	0,6	2,5
Formula no recomendada	50%	0,5	0,4	0,6	0,6	2,1
Formula recomendada	< 25%	0,25	0,8	0,6	0,6	2,25
Formula no recomendada	< 25%	0,25	0,4	0,6	0,6	1,85

Fuente: Autor

Segunda Fertilización de mantenimiento en ciclo planta y soca:

Esta fertilización es muy importante para suministrar potasio al cultivo para la época de maduración que inicia después de los nueve meses aproximadamente, pero por la imposibilidad de la aplicación se debe realizar aproximadamente a los 4 meses de edad del cultivo en caña nueva y unos 3-4 meses después de la primera fertilización de mantenimiento o iniciadas las lluvias en caña de retoño.

Cuadro 14
Asignación de puntos para la segunda fertilización de mantenimiento en el cultivo de la caña de azúcar en ciclo planta y soca

Formulas	Dosis kg / ha	Puntos Asignados				
		Cantidad	Tipo	Época	Aplicaciones	Total Puntos
Formula recomendada	100%	1	0,8	0,6	0,6	3
Formula no recomendada	100%	1	0,4	0,6	0,6	2,6
Formula recomendada	75%	0,75	0,8	0,6	0,6	2,75
Formula no recomendada	75%	0,75	0,4	0,6	0,6	2,35
Formula recomendada	50%	0,5	0,8	0,6	0,6	2,5
Formula no recomendada	50%	0,5	0,4	0,6	0,6	2,1
Formula recomendada	< 25%	0,25	0,8	0,6	0,6	2,25
Formula no recomendada	< 25%	0,25	0,4	0,6	0,6	1,85

Fuente : Autor

Aplicación de enmiendas

Debido a la condición generalizada de los suelos donde se cultiva la caña, la aplicación de de cal es necesaria para regular la condición de acidez mejorar la capacidad de intercambio catiónico de los elementos del suelo y hacerlos más accesibles a las necesidades del cultivo.



Cuadro 15
Componentes de la variable encalado y su respectiva asignación de puntos

Variable Encalado		
	Puntuación	
Componente	Parcial	Total
<i>Análisis de suelo</i>	4	4
<i>Cantidad</i>		4
cantidad 1 - 2 Tm	4	
cantidad < 1 Tm	0	
<i>Época</i>		4
Antes preparación suelo	4	
Siembra	2	
Después de la siembra	1	
Total		12

Fuente : Autor

Componentes del Encalado

- a) **Análisis de suelo:** Esta práctica permite conocer y diagnosticar el estado químico y nutricional del suelo, su grado de acidez y sobre todo los contenidos y las relaciones de las bases cambiables (Ca, K, Mg), factor determinante para dosificar más precisamente las cantidades de cal en el cultivo a largo plazo.

- b) **Cantidad:** este término se refiere a la cantidad (Kg / ha) del material encalante a aplicar por hectárea .La dosis correcta debe estar basada en un análisis de suelo pero en términos generales si dosifica entre 1 – 2 tm / ha dependiendo de aplicaciones anteriores y su frecuencia, con esta cantidad se asegura un buen acondicionamiento del suelo.

- c) **Época:** en el ciclo de caña planta la cal debe aplicarse de 3 - 4 semanas antes de la siembra y antes de la preparación del suelo. También es factible aplicarla después de la arada y antes de la rastra para que esta sea incorporada con la misma.

Control de Malezas

Esta comprobado que la presencia de malezas en los campos cañeros ocasionan pérdidas significativas (hasta un 60 %) en los rendimientos, sobre todo si estas permanecen por mucho tiempo en clara competencia con el cultivo ,así mismo un mal control Químico basado en Herbicidas y dosis inadecuadas podrían producir eventualmente perdidas mayores a los provocados por las malezas. Por este motivo es indudable la importancia de realizar esta labor al cultivo pero también es importante ejecutarla correctamente y en el momento preciso.

Componentes del Control de Malezas

- a) **Tamaño de Malezas:** Este componente es sumamente importante de valorar, debido a que las malezas deben controlarse pequeñas, cuando aún no han competido con el cultivo, no han florecido, no han producido semillas y su control químico es económico. Sin embargo el control tradicionalmente se realiza en forma tardía cuando las malezas ya han provocado daño al cultivo. Por tal motivo las malezas deben controlarse cuando estas alcancen una altura promedio de no más de 25 cm lo que llama control oportuno.
- b) **Tipo de Control:** Generalmente se utilizan Herbicidas selectivos en mezcla para las aplicaciones post emergentes de las malezas, también aunque menos utilizados se aplican herbicidas selectivos Pre emergentes, utilizados cuando la caña se siembras. Algunos productores también utilizan herbicidas no selectivos, cuando la caña está suficientemente grande creyendo que no se produce ningún daño al cultivo. También se utilizan las chapias cuando la maleza sobrepasa al cultivo.
- c) **Calibración del Equipo (dosificación exacta):** Este componente a considerar es muy importante porque mediante un simple procedimiento se garantiza una dosificación exacta de los herbicidas a aplicar y con ello un mejor control, baja fitotoxicidad del cultivo y un beneficio económico.



Cuadro 16
Valor en puntos para los Diferentes Componentes del Control de Malezas

Variable Control de Malezas		
	Puntuación	
Componente	Parcial	Total
<i>Tamaño de malezas</i>		3
De 0 - 25 cm	3	
Más de 25 cm	0	
<i>Tipo de Control</i>		3
Herbicida selectivo	3	
Herbicida no selectivo	0	
Chapias	0	
<i>Calibración equipo (dosis)</i>	3	3
Total		9

Fuente : Autor

Desaporca

Esta práctica consiste en tomar el suelo del lomo en forma manual o mecánica (empleo de arado con disco invertido) , y colocarla en el entresurco , de esta manera al romper parcialmente el sistema radicular del cultivo se promueve el desarrollo de nuevas raíces y se controla en forma mecánica algunas malezas en plantaciones establecidas.

Aporca

La práctica de la aporca es más generalizada por parte de los productores y se realiza comúnmente con la segunda fertilización de mantenimiento en caña planta. Esta consiste a la vez en retirar suelo del entresurco en el surco de la caña y formar lomillo, para ello se puede realizar también en forma manual o mecanizada.

Cosecha

En esta práctica culmina el esfuerzo económico y de manejo realizado al cultivo durante todo el año por lo que es una labor muy importante y se debe realizar bien para evitar tener grandes pérdidas de azúcar en el campo y la fabrica. El control de la madurez es indispensable, para lograr extraer del campo la mayor cantidad de sacarosa.

Componentes de la cosecha:

- a) **Análisis de Madurez** : Esta se realiza con el objetivo de determinar el momento apropiado para la corta del Cañal, basado en un criterio técnico que indicara el punto máximo de concentración de la sacarosa en los tallos .Para ello se utiliza un refractómetro de mano, el cual con muestreos representativos de la plantación se medirá el Brix (sólidos totales en muestra de jugo) en la base del tallo y cerca del cogollo, y cuando el cociente de ambas lecturas se aproximen a 1 el Cañal esta de cosecha. También se pueden enviar muestra de tallos al laboratorio del ingenio para determinar su grado de madurez.
- b) **Edad**: Este criterio es utilizado por los productores para estimar el momento óptimo de cosecha tomando en cuenta una edad aproximada de 12 meses después de la cosecha anterior.
- c) **Otros**: La presencias de tallos caídos bien desarrollados, hojas amarillentas y secas y en muchas ocasiones la necesidad económica son aspectos a considerar por el productor para cosechar su caña.

Remanga

Esta práctica consiste, en apartar los residuos de la cosecha (hojas y cogollos) que quedan en el campo luego de la cosecha ,y ubicarlos en forma acordonada en el entresurco, con el fin de facilitar a los nuevos hijos de caña su rebrote . Esta labor es realizada por algunos productores y se puede ejecutar en forma manual o mecánica, aunque de esta forma es aun menos común.

Riego

Este tiene con objetivo de suplir el agua que requiere el cultivo para crecer normalmente cuando no llueve. Aunque es una labor muy importante si se desea ganar crecimiento y desarrollo del cultivo, es poco utilizada por pequeños y medianos productores por su costo y poca disponibilidad del preciado líquido.

Cuadro 17
Valor de Otras Opciones de Manejo del cultivo

Variable	Componente	Puntuación	
		Parcial	Total
Aporca, Desaporca	1) Ejecuta	5	5
	2) No Ejecuta	0	
Cosecha	<i>Criterio</i>		
	1) Madurez	5	5
	2) Edad	0	
	3) Otro	0	
Remanga	1) Ejecuta	5	5
	2) No Ejecuta	0	
Riego	1) Ejecuta	5	5
	2) No Ejecuta	0	
Total			20

Conclusión

El productor cañero es el objetivo primordial a donde se dirige el proceso de investigación y transferencia tecnológica que brinda Dieca, por lo tanto ,la generación ,desarrollo y transferencia de nuevas tecnologías deben ir bien planificadas y orientadas a resolver sus problemas y necesidades de tipo tecnológico.

El disponer de esta metodología de evaluación de fácil aplicación permitirá:

- 1) Ubicar y agrupar tecnológicamente a los productores de caña de azúcar.
- 2) Conocer el avance tecnológico alcanzado por los mismos en el tiempo.
- 3) Poder planificar y orientar futuros esfuerzos en investigación y transferencia tecnológica hacia aquellos productores más necesitados en las diferentes regiones del país.

La designación de variables y componentes se basaron primordialmente en las experiencias por muchos años que han tenido los técnicos de DIECA con los productores de diversas localidades del país.

Este modelo, ha sido estructurado en términos amplios para facilitar su adaptación a la pluralidad de ambientes en que se desarrolla el cultivo, por lo que permite flexibilizar algunas de las variables y sus componentes. También es posible variar los rangos del puntaje que definen los niveles tecnológicos y adaptarlos a las condiciones prevalecientes de una región en especial, siempre y cuando prive el criterio técnico.

Es importante señalar y recordar que el principal objetivo de esta propuesta, es proporcionar una herramienta segura para definir los niveles tecnológicos en una forma objetiva y que asegure que los resultados obtenidos son totalmente confiables.

Revisión Bibliográfica

- 1) ALFARO, BARRANTES Y. 2000. Evaluación del Grado de Desarrollo Tecnológico y Económico en el Cultivo de la Caña de Azúcar (*Sacharum spp*) En tres Localidades del Valle Central Occidental de Costa Rica (Grecia, Atenas y San Ramón) Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela de Economía Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San Jose Costa Rica.143 p.
- 2) ALFARO, R.; CHAVARRIA,E.; CHAVES,M. 2007.Protocolo Recomendaciones Técnicas para el Establecimiento y Manejo de Semilleros Básicos de Caña de Azúcar en Costa Rica. Grecia ,Costa Rica, Noviembre .LAICA – DIECA.22 p
- 3) ALFARO, R.1999.Metodología Propuesta para la Valoración y Clasificación del Nivel Tecnológico Aplicado al Cultivo de la Caña de Azúcar por Algunos Productores del Valle Central. In: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José , Costa Rica , DIECA. P 249.
- 4) QUINTERO D, R. 1993 Interpretación del Análisis de Suelo y recomendaciones de Fertilizantes para la Caña de Azúcar. CENICAÑA Serie técnica # 14. Cali, Colombia.18 p.
- 5) CHAVES .M 1999. Nutrición y Fertilización de la Caña de Azúcar en Costa Rica. In : Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales ,11, San

Jose , Costa Rica,1999.Memoria : Recursos Naturales y Producción Animal. San Jose, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED. Volumen 3. P: 193 - 214.

- 6) HUMBERT, R. P . 1974. El Cultivo de la Caña de Azúcar. México, Compañía Editorial Continental. 719 p.
- 7) MARTIN ORIA, JR; GALVEZ R, G; ARMAUS U. R; ESPINOZA O, R; VIGOA. H ; LEON M,A . 1987 La Caña de Azúcar en Cuba. Editorial Científico – Técnica, Ministerio de Cultura. La Habana 672 p.
- 8) SUBIROS, F 1985 .El Cultivo de la Caña de Azúcar .EUNED. San José, Costa Rica.441p.