

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum officinarum* L.) EN EL VALLE PATIVILCA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

DIRK STEVE FLORES CHAVEZ

LIMA – PERÚ

2023

La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación

(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)

Document Information

Analyzed document	FLORES CHAVEZ DIRK STEVE - TSP 2022 - CAÑA DE AZUCAR.docx (D157584881)
Submitted	2/1/2023 6:55:00 PM
Submitted by	HECTOR CANTARO SEGURA
Submitter email	hcantaro@lamolina.edu.pe
Similarity	2%
Analysis address	hcantaro.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	monografia Rene Vivar corregida..docx Document monografia Rene Vivar corregida..docx (D14788364)		1
W	URL: https://cincae.org/wp-content/uploads/2013/05/FISOLOGIA-Y-MEJORAMTO.pdf Fetched: 1/29/2020 5:10:43 AM		3
W	URL: https://www.eeaoc.gob.ar/wp-content/uploads/2021/08/04-ficha.pdf Fetched: 2/1/2023 6:55:00 PM		2
SA	TESIS URKUND.docx Document TESIS URKUND.docx (D59929303)		1
W	URL: https://cengicana.org/files/20170103101309141.pdf Fetched: 2/4/2020 3:56:05 PM		2
SA	Proyecto2 Caña de Azucar.docx Document Proyecto2 Caña de Azucar.docx (D15914110)		1
SA	15-05-19 Villashañay - Caña.docx Document 15-05-19 Villashañay - Caña.docx (D52230164)		1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE AGRONOMÍA

"MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) EN EL VALLE PATIVILCA"

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de: INGENIERO AGRÓNOMO

DIRK STEVE FLORES CHAVEZ

LIMA – PERÚ 2022 DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido estudiar esta carrera tan maravillosa y culminarla de la mejor manera.

A la memoria de mi Padre Segundo Flores Chinchay quien junto a mi Madre Juana Chavez Leyva hicieron posible que hoy sea un Profesional.

A mis hijos Alice y Thiago quienes son el Motor de mi Vida.

A mi Hermana Lizbeth Flores por siempre apoyarme incondicionalmente.

A mis Tíos Pedro Elías y Blanca Flores por su apoyo durante mis años de estudio, a mis primos Pedro, Jimmy y Miguel por esos años que pase con ellos día a día, todos siempre me hicieron sentir como en casa

AGRADECIMIENTOS

- A mi Asesor Ing. Mg. Sc. Hector Cantaro Segura por el acompañamiento durante el desarrollo del presente Trabajo.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

"MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum officinarum L.*) EN EL VALLE PATIVILCA"

DIRK STEVE FLORES CHAVEZ

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Dr. Federico Alexis Dueñas Dávila
PRESIDENTE

.....
Ing. Mg. Sc. Hector Baroni Cantaro Segura
ASESOR

.....
Ph. D. Elizabeth Consuelo Heros Aguilar
MIEMBRO

.....
Ing. M. Univ. Edgardo Vilcara Cárdenas
MIEMBRO

Lima – Perú

2023

DEDICATORIA

- A la memoria de mi Padre Segundo Flores Chinchay † quien me apoyó durante toda mi carrera.
- A mi Madre Juana Chavez Leyva quien siempre me ha apoyado durante cada etapa de mi vida.
 - A mis hijos Alice y Thiago quienes son el Motor de mi Vida.
- A mi Hermana y a mi Pareja por siempre apoyarme incondicionalmente.
- A mis Tíos Pedro Elías y Blanca Flores por su apoyo durante mis años de estudio, a mis primos Pedro, Jimmy y Miguel por esos años que pase con ellos día a día, todos siempre me hicieron sentir como en casa

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por haberme permitido estudiar esta carrera tan maravillosa y culminarla de la mejor manera.
- A mi Asesor Ing. Mg. Sc. Héctor Cántaro Segura por el acompañamiento durante el desarrollo del presente Trabajo.
- A mi alma mater, la Universidad Nacional Agraria La Molina por esos años tan hermosos vividos en su campus.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	OBJETIVO	2
1.1.1.	Objetivo general	2
1.1.2.	Objetivos específicos.....	2
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.	GENERALIDADES DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	3
2.2.	TAXONOMÍA DE LA CAÑA DE AZÚCAR	3
2.3.	MORFOLOGÍA.....	4
2.3.1.	La raíz.....	5
2.3.2.	Tallo.....	6
2.3.3.	Hoja	7
2.3.4.	Flor.....	8
2.4.	REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS	9
2.5.	MANEJO AGRONÓMICO	9
2.5.1.	Preparación de suelos	9
2.5.2.	Siembra.....	11
2.5.3.	Riego.....	11
2.5.4.	Fertilización.....	12
2.5.5.	Control de malezas	12
2.5.6.	Plagas.....	13
2.5.7.	Enfermedades	14
III.	DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL.....	16
3.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ZONA DE EXPERIENCIA LABORAL	16
3.2.	DISEÑO, ADECUACIÓN, PREPARACIÓN Y SIEMBRA.....	17
3.2.1.	Diseño de campo	17
3.2.2.	Adecuación del terreno.....	20
3.2.3.	Preparación del terreno.....	20
3.2.4.	Siembra.....	23
3.3.	ELECCIÓN DE LA VARIEDAD A SEMBRAR	26
3.3.1.	Características deseables de una variedad.....	26
3.3.2.	Procedencia de las variedades	26

3.3.3.	Adaptación de variedades.....	26
3.3.4.	Multiplicación de una variedad nueva.....	27
3.3.5.	Campos semilleros.....	28
3.4.	ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO	29
3.4.1.	Brotamiento e inicio de macollo.....	29
3.4.2.	Macollamiento e inicio de crecimiento	29
3.4.3.	Crecimiento y desarrollo	30
3.4.4.	Pre-cosecha : Agoste	30
3.5.	LABORES CULTURALES	31
3.5.1.	Riegos	31
3.5.2.	Manejo de malezas	35
3.5.3.	Fertilización.....	38
3.5.4.	Manejo de plagas.....	41
3.5.5.	Manejo de enfermedades.....	45
3.5.6.	Otras labores culturales	46
3.6.	PROCESO DE MADURACIÓN Y COSECHA	51
3.6.1.	Proceso de maduración.....	51
3.6.2.	Cosecha.....	53
3.7.	PLANIFICACIÓN DE LABORES AGRÍCOLAS	58
3.7.1.	Programa o Rol de molienda	58
3.7.2.	Rol de renovación de campos.....	59
3.7.3.	Programa de maquinaria.....	59
3.7.4.	Programa de fertilización.....	59
3.8.	TECNOLOGÍAS MODERNAS PARA EL MONITOREO DEL CULTIVO	59
3.8.1.	Uso de imágenes satelitales	60
3.8.2.	Monitoreo con drones.....	60
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
4.1.	DISEÑO, ADECUACIÓN, PREPARACIÓN Y SIEMBRA.....	62
4.1.1.	Diseño de campo	62
4.1.2.	Adecuación del terreno.....	62
4.1.3.	Preparación del terreno.....	62
4.1.4.	Siembra.....	64
4.2.	ELECCIÓN DE LA VARIEDAD A SEMBRAR	65
4.3.	ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO	65

4.4.	LABORES CULTURALES	66
4.4.1.	Riegos	66
4.4.2.	Manejo de malezas	66
4.4.3.	Fertilización	67
4.4.4.	Manejo de plagas	67
4.4.5.	Manejo de enfermedades	67
4.4.6.	Otras labores culturales	67
4.5.	PROCESO DE MADURACIÓN Y COSECHA	68
4.5.1.	Proceso de maduración.....	68
4.5.2.	Cosecha.....	69
4.6.	PLANIFICACIÓN DE LABORES AGRÍCOLAS	70
4.7.	TECNOLOGÍAS MODERNAS PARA EL MONITOREO DEL CULTIVO	70
4.7.1.	Uso de imágenes satelitales	70
4.7.2.	Monitoreo con drones.....	71
V.	CONCLUSIONES	72
VI.	RECOMENDACIONES	73
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
VIII.	ANEXOS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Partes de una planta de caña de azúcar	4
Figura 2: Sistema radicular de la caña de azúcar.....	5
Figura 3: Tallos de caña de azúcar	7
Figura 4: Partes estructurales de la hoja de caña de azúcar.....	8
Figura 5: Plantas de caña de azúcar en floración.....	9
Figura 6: Labores durante la preparación de terreno.....	10
Figura 7: Ubicación de los campos de la Administración 2 de AIPSA.....	16
Figura 8: Plano de diseño tentativo de un campo con curvas de nivel.....	18
Figura 9: Plano final de un campo de caña de azúcar	19
Figura 10: Nivelación de campo con tractor oruga	20
Figura 11: Primer pase de grada.....	21
Figura 12: Subsuelo de preparación	21
Figura 13: Tractor realizando el segundo pase de grada	22
Figura 14: Surcado de campo	22
Figura 15: Corte de semilla de caña	23
Figura 16: Distribución de semillas de caña para la siembra	24
Figura 17: Siembra de caña de azúcar.....	24
Figura 18: Tractor haciendo la apertura de acequias.....	25
Figura 19: Programa de adaptación de variedades	27
Figura 20: Propagación de variedades nuevas a campo abierto	28
Figura 21: Planta de caña en etapa de brotamiento	29
Figura 22: Caña en etapa de macollamiento.....	30
Figura 23: Caña en etapa de crecimiento mostrando entrenudos desarrollados.....	30
Figura 24: Caña en etapa de agoste	31
Figura 25: Riego de remojo en un campo recientemente cosechado	32
Figura 26: Riego de enseño después de la aplicación de Ajinofer	33
Figura 27: Conexión de tierra hecha para el aprovechamiento del agua que sale de un cuartel	34
Figura 28: Riego general de un campo.....	34
Figura 29: Campo de caña de 2 meses de edad infestado con grama china y caminadora .	35
Figura 30: Campo escarificado donde se han controlado las malezas del lomo de surco...	36
Figura 31: Control manual de malezas	37
Figura 32: Tipos de control químico de malezas.....	38

Figura 33: Pulverizadora realizando la aplicación de un pre-emergente.....	38
Figura 34: Aplicación de urea y cloruro de potasio con tractor	41
Figura 35: Aplicación de Ajinofer.....	41
Figura 36: Perforación de entrenudos por cañero.....	42
Figura 37: Galería de cañero infectada con hongos	42
Figura 38: Huevos de avispas en pulgadas cuadradas y su colocación en el campo.....	43
Figura 39: Liberación de moscas.....	43
Figura 40: Daño por mordedura de ratas	44
Figura 41: Colocación de cebos tóxicos para el control de roedores	45
Figura 42: Roya marrón en hojas de caña	46
Figura 43: Mancha de ojo y anillo.....	46
Figura 44: Hilerado de broza	47
Figura 45: Subsulado de socas.....	48
Figura 46: Champería realizada con excavadora de oruga.....	48
Figura 47: Limpieza de dren abierto con excavadora.....	49
Figura 48: Resiembro de un campo	50
Figura 49: Zona focalizada de un campo en donde se ha realizado en trasplante de caña..	50
Figura 50: Aplicación de madurante con dron	51
Figura 51: Curva de maduración de un campo de caña.....	52
Figura 52: Campo listo para la cosecha.....	53
Figura 53: Apertura de camino antes de la cosecha	54
Figura 54: Corte de caña en verde	55
Figura 55: Alce de caña cortada en verde, con alzadora	55
Figura 56: Cosecha mecánica en verde	56
Figura 57: Restos de caña que se pierde cuando la variedad tiene un crecimiento postrado	57
Figura 58: Transporte de caña con carreta de 30 toneladas.....	57
Figura 59: Modelo de rol de molienda	58
Figura 60: Imagen satelital de un campo de caña mostrando el vigor vegetativo.....	60
Figura 61: Imagen de un vuelo de dron que ha sido procesada y muestra las líneas de surco (celeste) y la ubicación de las zonas despobladas (rojo).....	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Datos meteorológicos de la zona de experiencia profesional	77
Anexo 2: Fertilizante líquido Ajinofer	78
Anexo 3: Fertilizante líquido Ajinofer NK.....	81

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional es un resumen de la experiencia en el manejo agronómico del cultivo de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.) bajo condiciones del valle Pativilca. El objetivo fue presentar a detalle todas las labores del proceso productivo desde el diseño de campo, pasando por las distintas labores culturales propias del cultivo, hasta la cosecha, se hace énfasis en la importancia de la ejecución oportuna de cada labor. Se llegó a la conclusión de que las claves para un cultivo de caña de azúcar son diversas. Entre las cuales se encuentran: un correcto diseño de campo, una buena preparación de terreno, la elección de la variedad más productiva y mejor adaptada a la zona. Además, es necesario un adecuado suministro de agua acorde a la etapa fenológica del cultivo, lo que garantizará un desarrollo adecuado que permitirá obtener un mayor rendimiento en peso. Por otro lado, el rendimiento en sacarosa estará determinado por los días de agoste y semanas de madurante, teniendo en cuenta el suelo y la época del año en donde esté madurando la caña.

Palabras clave: Caña de azúcar, manejo agronómico, variedad, sacarosa, agoste.

ABSTRACT

This work professional sufficiency is a summary of the experience in the agronomic management of the sugarcane crop (*Saccharum officinarum* L.) in the Pativilca valley, Lima. The objective was to present in great detail all the tasks of the production process starting with the field design, the different cultural activities of the crop and the harvest, with emphasis in the timely execution of each activity. In this work we show that key points in a successful comercial sugarcane crop are the correct field design, an excellent soil preparation, the election of the most productive and better adapted variety, as well as an adequate water supply in each phenological stage will guaranteed an adequate growth and development that will allow to obtain a higher sugarcane yield., sucrose yield is related to the number of days of agoste (water withdrawal) and the number of weeks after the application of a ripener, in relation to the soil type and the time of the year during the sugarcane ripening.

Keywords: sugarcane, agronomic management, variety, sucrose, wáter whithdrawal

I. INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar es uno de los principales cultivos agroindustriales del Perú. Su cultivo se desarrolla en los valles de la Costa debido a las condiciones climáticas de esta zona. El Perú es uno de los pocos países en el mundo donde se puede cosechar caña durante todos los meses del año. Según el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI, 2022), el comportamiento de la producción de caña en el Perú durante el año 2021 fue el siguiente: El volumen de producción fue de 9.8 millones de toneladas, lo cual significó una caída de 6.1% respecto al registrado en el 2020. Este descenso en la producción por segundo año consecutivo se explica por la crisis sanitaria de la COVID-19 durante el 2020, que inicialmente limitó la disponibilidad de mano de obra para las cosechas de caña de azúcar y las operaciones industriales a su plena capacidad. Así también, la caída de la producción del año 2021 estuvo determinada por menores rendimientos (- 6.4%), pues cayó de 123.8 toneladas por hectárea en el 2020 a 115.8 toneladas por hectárea en el año 2021, pese al ligero aumento de la superficie cosechada (0.3%) (p. 11). En el 2021, el Perú obtuvo el rendimiento más alto de caña de la región, 115.80 toneladas de caña por hectárea, por encima de potencias mundiales productoras de caña de azúcar como Brasil e India (Asociación Peruana de Agroindustriales del Azúcar y Derivados [PERUCAÑA], 2021, p. 32).

La producción de caña depende de una compleja interacción de factores. Así pues, la presencia inoportuna y un déficit o exceso de algún factor, sumado a un mal manejo, puede tener un efecto drástico en el comportamiento del cultivo en campo (Helfgott, 2016). A excepción de otras variables ambientales, la disponibilidad de agua, es quizás la única sobre la que mayor control se tiene, el exceso o déficit puede tener efectos negativos en el desarrollo del cultivo de caña de azúcar (Cassalett *et al.*, 1995).

Por lo general, los agricultores ven a la caña de azúcar como una planta relativamente fácil de cultivar; sin embargo, para obtener rendimientos altos en cuanto a toneladas de caña y sacarosa, se requiere de la ejecución de labores agronómicas en los momentos oportunos y con las cantidades de insumos necesarias para el desarrollo normal de la plantación.

1.1. OBJETIVO

1.1.1. Objetivo general

Describir los diferentes procesos en el manejo agronómico del cultivo de Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum* L.) bajo condiciones del valle Pativilca, con el fin de tener una guía para una mejor toma de decisiones.

1.1.2. Objetivos específicos

- Describir los procesos de diseño, adecuación, preparación de suelos y siembra de una plantación de caña de azúcar en el Valle de Pativilca.
- Establecer los criterios para la elección de la variedad a sembrar en una plantación de caña de azúcar.
- Describir las labores culturales para un manejo eficiente de una plantación de caña de azúcar.
- Describir el proceso de maduración y cosecha de la caña de azúcar.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR

No se conoce con exactitud el origen de la caña de azúcar. Se han propuesto muchas teorías al respecto, sin embargo, se considera el centro de origen del complejo *Saccharum*, la región que comprende parte de la India, China, Nueva Guinea y zonas aledañas. Esto debido a que se han encontrado un mayor número de especies (Subiros, 1995).

La caña de azúcar cultivada actualmente, es un híbrido complejo que se originó como resultado de la hibridación de dos o más de las cinco especies del género *Saccharum*: *S. barberi* Jeswiet, *S. officinarum* L., *S. robustum* Brandes & Jesw. Ex Grassl, *S. sinense* Roxb. y *S. spontaneum* L. (Irvine, 1991). De acuerdo con Alexander (1973), Fauconnier y Bassereau (1970) e Irvine (1991), la información registrada más antigua para el cultivo de caña se encuentra en la literatura india y data de hace aproximadamente 3000 años. Por otro lado, la literatura China, cuenta con registros del cultivo de la caña de azúcar, los cuales se remontan hacia el año 457 A.C.

En cuanto al Perú, el cultivo de la caña de azúcar fue introducido por los españoles en los primeros años posteriores a la conquista del Imperio Incaico. Pronto se arraigó y se extendió gracias a las condiciones favorables de la costa peruana (Helfgott, 2016).

2.2. TAXONOMÍA DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Según Botta (1978), el esquema de clasificación taxonómica de la caña de azúcar es el siguiente:

Reino: Eukaryota

Subreino: Cormobionta

División: Magnoliophytina

Clase: Liliatae

Orden: Poale

Familia: Poaceae (Graminae)

Tribu: Andropogonidea

Género: *Saccharum*

Especie: *S. officinarum* L.

2.3. MORFOLOGÍA

Es una disciplina que se ocupa del estudio y la descripción de las formas externas de un objeto, en este caso se pasará a detallar las partes de la caña de azúcar (Ver Figura 1).

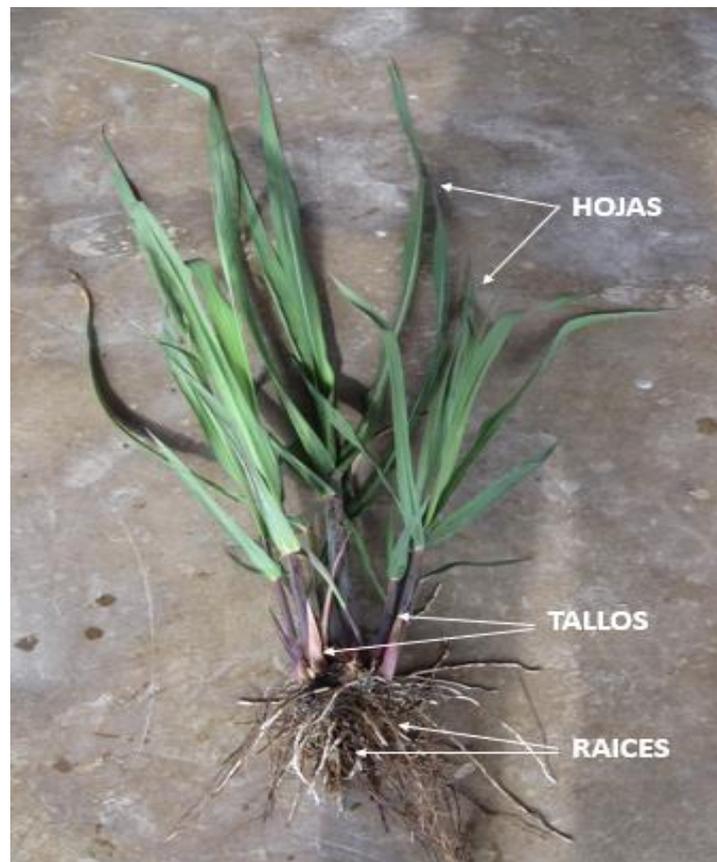


Figura 1: Partes de una planta de caña de azúcar

2.3.1. La raíz

En la Figura 2 se puede observar el sistema radicular de una planta de caña de azúcar.

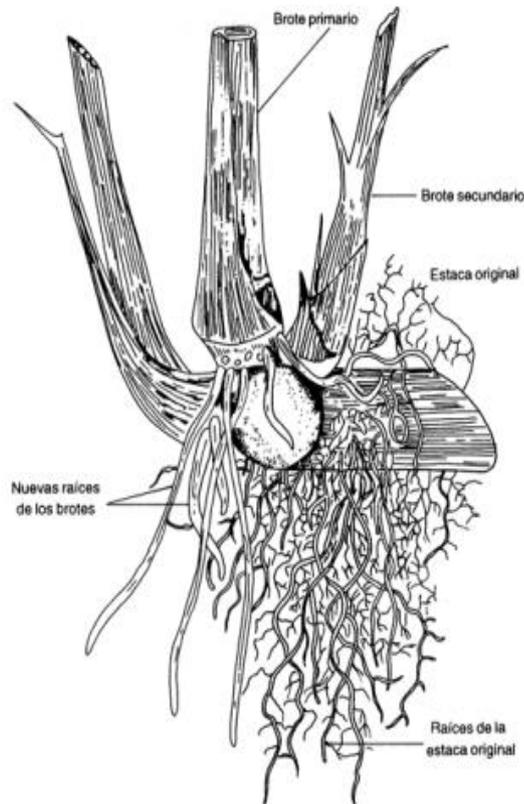


Figura 2: Sistema radicular de la caña de azúcar

FUENTE: Humbert (1974).

La raíz tiene como funciones dar anclaje a la planta de caña, absorber agua y nutrientes. De esta manera, el agua dentro de la planta sirve como un medio donde se llevan a cabo los procesos químicos (Vejarano, 1974).

La caña de azúcar tiene dos tipos de sistema radicular: El primero es temporal, se conoce como adventicio y se forma a partir de la banda radicular de la estaca. Son raíces delgadas, muy ramificadas y su periodo de vida dura hasta el momento en que aparecen las raíces en los nuevos brotes o tallos. Tienen como función absorber agua para facilitar la hidrólisis de los carbohidratos contenidos en el entrenudo. El segundo tipo, que es definitivo, se denomina permanente y se origina a partir de la banda radicular de los brotes o tallos. Sirve de sostén a la planta y permite la absorción de agua y nutrientes (Helfgott, 2016).

En Paramonga se encontró que las raíces se desarrollan hasta 120 centímetros de profundidad del suelo y en los primeros 30 centímetros se encuentra un 55 % en cañas regadas con el sistema de riego por gravedad (Bendezú, 2014).

2.3.2. Tallo

La caña de azúcar desarrolla dos tipos de tallos:

El subterráneo que es de tipo determinado y el aéreo, que es el que almacena los azúcares. En la caña-planta, el tallo se desarrolla a partir de las yemas de otro tallo mediante propagación asexual. Esta se realiza por medio de trozos de tallo llamados estacas, que tienen una o más yemas cada una. Las yemas se desarrollan y dan origen a un tallo primario cuyas yemas a su vez producirán tallos secundarios. Este proceso se repite para formar nuevas generaciones de tallos (terciarios, cuaternarios, etc.) hasta que las condiciones del medio lo impidan (Helfgott, 2016, p. 150).

Por otro lado, se tiene que:

En la caña-soca, la cual se inicia después de cada corte, los tallos primarios se originan a partir de las yemas de los tallos subterráneos que se encuentran aglomerados en lo que se denomina cepa, término que también incluye a las raíces (Helfgott, 2016, p. 150).

Cada tallo que emerge del suelo también es conocido como brote. Así pues, al proceso de emisión de tallos por una cepa se le conoce como macollamiento, el cual es una característica que se utiliza para la selección de variedades, debido a que a mayor número de brotes, mayores serán las posibilidades de tener rendimientos altos. Por su parte, el número, diámetro, color y hábito de crecimiento del tallo está en función a la variedad que se siembra, mientras que la longitud depende de las condiciones climáticas y el manejo agronómico (Cassalett *et al.*, 1995) (Ver Figura 3).



Figura 3: Tallos de caña de azúcar

Los tallos están formados por nudos y entrenudos, según Holguín (2017):

Los tallos con sus entrenudos o canutos están en línea recta y en algunas variedades están en forma irregular o en zig-zag. Cada entrenudo es una unidad separada, cuya longitud está determinada por factores internos o externos. Aumentando la edad, el ritmo de crecimiento aumenta hasta un máximo, después empieza a declinar. En condiciones adversas, la longitud de los entrenudos puede quedar restringida; por ejemplo, en los periodos de sequía o de bajas temperaturas. De la misma forma, ocurre cuando se dañan las hojas activas. Si se produce un daño severo puede afectar el aporte asimilable a los entrenudos (p. 77).

2.3.3. Hoja

Respecto a las hojas se puede mencionar que:

La hoja es la parte de la planta donde ocurre la transformación del agua, CO₂ y nutrientes en carbohidratos, en presencia de la luz solar, mediante el conocido proceso de la fotosíntesis. Además, en la hoja ocurren otras funciones fundamentales: la translocación de fotosintatos, la respiración y la transpiración (Helfgott, 2016).

Las hojas de la caña de azúcar, según Cassalett *et al.* (1995), poseen las siguientes características:

Las hojas de la caña de azúcar se originan en los nudos y se distribuyen en posiciones alternas a lo largo del tallo a medida que este crece. Cada hoja está formada por la lámina foliar y por la vaina o yagua. La unión entre estas dos partes se denomina lígula y en cada extremo de esta existe una aurícula con pubescencia variable. La forma y el color de la lígula, así como la forma de la aurícula, son características importantes en la diferenciación de variedades de la caña de azúcar (p. 109).

En la Figura 4 se muestran las partes de una hoja de caña.

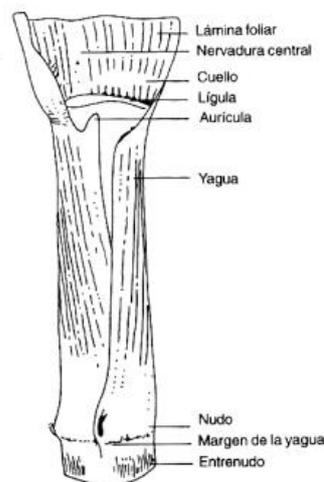


Figura 4: Partes estructurales de la hoja de caña de azúcar

FUENTE: Humbert (1974)

2.3.4. Flor

La inflorescencia de la caña de azúcar es una panícula abierta y ramificada con forma de espiga o flecha en la que se encuentran miles de flores, el periodo de floración oscila entre los 5 a 12 días (Helfgott, 2016). Por otro lado, bajo ciertas condiciones y en cierta etapa de desarrollo, la planta puede cambiar de un estado vegetativo a reproductivo por lo que deja de crecer y emite la flor (Van Dillewijn, 1951).

La floración, para el caso de un cultivo de caña, solo es favorable cuando se busca crear nuevas variedades. Mientras que, cuando se tiene una plantación cuyo fin es producir azúcar, la floración es vista como negativa, ya que los tallos pierden peso durante este proceso (Ver Figura 5).



Figura 5: Plantas de caña de azúcar en floración

2.4. REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

Según Mangelsdorf (1950) el clima ideal para la caña de azúcar es aquel que:

Presentará un verano largo, caluroso y con abundantes lluvias. Asimismo, señaló que durante las etapas de maduración y cosecha, el clima debería ser seco y caluroso durante el día, con temperaturas bajas durante la noche y siempre libre de heladas.

2.5. MANEJO AGRONÓMICO

2.5.1. Preparación de suelos

Es imposible obtener rendimientos altos, si es que el sistema radicular no encuentra las condiciones favorables para su desarrollo óptimo. Esto se verá influenciado por una buena preparación de suelos que permitirá una adecuada absorción de nutrientes y humedad (Helfgott, 2016).

Según Cassalet *et al.* (1995), la preparación de suelos tiene como objetivo:

La destrucción de malezas y residuos de cultivos anteriores, el aumento de la capacidad de infiltración y retención de agua en el suelo, una mejor aireación e intercambio de aire entre el suelo y la atmósfera, la penetración de las raíces, el aumento en la disponibilidad de los nutrientes y de la actividad microbiana en el suelo, y la destrucción de capas compactadas resultantes de la de la deficiente preparación de los suelos y del tráfico de la maquinaria (p. 109).

Por su parte, Holguín (2017) afirma que:

La preparación de tierra como elemento o factor de producción tiene una enorme importancia agronómica y económica, no solo por el alto costo que significa su realización, sino por el enorme peso que tiene en la producción; convencionalmente al costo de preparación y también al costo de la siembra se les denomina “valor raíces” y su amortización se da en las cuatro primeras cosechas con el 40, 30 20 y 105 respectivamente (p.105).

En la Figura 6, se puede observar una secuencia de labores durante la preparación del terreno.



Figura 6: Labores durante la preparación de terreno

FUENTE: Rodríguez. y Valencia (2015).

2.5.2. Siembra

La siembra es una de las labores más importantes para el cultivo de caña de azúcar, el cual es un cultivo de larga duración. La semilla se corta de los campos semilleros y es trasladada al campo en camiones, ya allí se hace la distribución de los paquetes en los surcos. Por su parte, las variedades de caña son altamente heterocigotos por lo que se propagan vegetativamente mediante trozos denominados estacas, la calidad de la semilla juega un rol trascendental en el desarrollo de una plantación y su producción final (Helfgott, 2016).

Al respecto, Holguín (2017) comenta que:

Para el caso de riego por gravedad, los surcos se realizan a una distancia de 1.50 metros y a una profundidad de 40 cm, con un largo de 100 a 120 m y una pendiente de 2.0 a 2.5 ‰. Durante la siembra se coloca la semilla sobre el fondo del surco y se la tapa con una capa de tierra de 8 a 10 cm (p. 119).

2.5.3. Riego

Los rendimientos de caña y azúcar son más altos donde se da atención a las necesidades de agua (Holguín, 2017). Por ello, la mayor parte de las áreas con caña de azúcar en la costa del Perú se riegan por gravedad en surcos con una eficiencia de aplicación estimada de 30 a 40 por ciento debido a las pérdidas por infiltración, evaporación y conducción (Helfgott, 2016).

Así pues, Holguín (2017) ilustra la forma de riego que se hace en la costa peruana:

El aprovechamiento se da en los periodos de avenida de agua, generalmente febrero-abril, cuando la oferta de agua es mucho mayor a la demanda y es posible regar con altas frecuencias (2 a 3 riegos por mes) y módulos de riegos altos que llegan a 2000 m³/ha-riego. Cuando el agua de río se hace deficitaria, los ingenios azucareros prenden sus pozos tubulares para mitigar la escasez de agua, los riegos se hacen menos frecuentes y los módulos de riego/ha se reducen empleando de 1200 – 1400 m³/ha para riegos generales con caña grande, mientras que los módulos de riego para cañas plantas a través de sus riegos de “enseño” de san 600 – 700 m³/ha riego; así como en los entables de urea, etc. (p. 208).

Es así que para una caña con un ciclo de 15 meses de edad, de los cuales en 3 no se ejecutan riegos por estar agostado el campo, se dan un promedio de 20 riegos con un caudal acumulado de aproximadamente 21000 m³/ha, todo esto bajo el sistema de riego por gravedad.

2.5.4. Fertilización

Para la caña de azúcar es necesaria una equilibrada nutrición mineral. Con lo cual se logrará producir entrenudos largos de buen diámetro y color, adecuado sistema radicular, etc. Los mismos que constituyen indicadores de que las plantas están en buenas condiciones (Holguín, 2017).

En tanto, la fertilización de la caña ha estado limitada a la aplicación masiva de N, debido a que este cultivo se conduce en costa (Helfgott, 2016). Por otro lado, los elementos fósforo y potasio, aparentemente, se encuentran en niveles suficientes en los campos, no habiéndose encontrado respuesta en rendimiento ni en calidad después de su aplicación (Valdivia, 1973).

Al respecto de la fertilización Helfgott (2016) nos comenta que:

En caña planta la dosis total de N se puede fraccionar en 2 partes usualmente iguales y en suelos arenosos hasta tres partes. La primera, alrededor de uno a dos meses después de la siembra y la segunda luego de dos o cuatro meses. En campos de caña soca, cuyo sistema radicular se activa rápidamente después del corte, se puede aplicar toda la urea en una sola vez, enterrando el fertilizante durante el reacondicionamiento de los surcos. En suelos de textura gruesa, la primera fracción se aplica luego del primer riego que sigue al corte y se completa la dosis unos dos a cuatro meses después (p. 253).

2.5.5. Control de malezas

Las malezas son plantas que crecen donde no son deseadas, son persistentes, generalmente no tienen valor económico; así mismo, interfieren con el crecimiento normal de los cultivos y pueden afectar a los animales y humanos (Helfgott, 1985). Así pues, para Helfgott (2016) las malezas:

Prosperan y compiten directamente con el cultivo de caña de azúcar por agua, nutrientes, luz y espacio. La competencia se debe a que el crecimiento inicial de la caña es lento, luego de la siembra en las cañas plantas y en el distanciamiento entre surcos es bastante grande (1.5 m) (p. 217).

El control químico de malezas se basa en el uso de herbicidas que son productos sintéticos que restringen el crecimiento o matan las malezas sin afectar el cultivo (Helfgott, 2016). A pesar de no ser el más racional por las implicancias que trae (resistencia, toxicidad, contaminación del medio ambiente, etc.), es el más usado, por ser el más económico, ocasionando menos costos de producción, lo cual permite mayores márgenes de utilidad. (Cerna, 2013).

2.5.6. Plagas

Dentro de las principales plagas se tiene:

- a. ***Diatraea saccharalis* Fabricius:** es la plaga más importante de la caña de azúcar cuyo nombre común es el de cañero, barreno o borer. Es un lepidóptero de la familia Crambidae, cuyas larvas perforan los entrenudos de la caña de azúcar. Esto causa el bloqueo de crecimiento en cañas de poca edad y la fermentación de los azúcares en cañas adultas, por lo que se puede tener una pérdida tanto por menor población como también pérdida por menor azúcar extraída.

El control más eficaz contra esta plaga es del tipo biológico, mediante el uso de enemigos naturales criados para este fin en laboratorios ubicados en las mismas zonas cañeras. Dentro de las especies criadas a nivel comercial se tiene para el control de huevos a las avispa *Trichogramma* spp. y para el control de larvas se tiene a la mosca *Billaea claripalpis*.

- b. ***Rattus norvegicus* Erxleben:** este roedor es conocido como rata marrón o rata de las acequias. Los individuos de esta plaga roen los entrenudos causando la caída de la caña y la fermentación de los azúcares en esas partes expuestas.

El control de las ratas se realiza distribuyendo cebos tóxicos en base a anticoagulantes los cuales después de evaluaciones de campo se colocan en el interior de la plantación pegado a los bordes del campo.

2.5.7. Enfermedades

Dentro de las enfermedades reportadas en el Perú y que causan pérdidas económicas considerables tenemos a:

- a. ***Ustilago scitaminea* H. Syd. & P. Syd.** : conocido como el carbón de la caña de azúcar, es una enfermedad fúngica "cuyas esporas se transportan por el aire, los insectos y material de siembra, fundamentalmente, pero también se debe tener en cuenta la lluvia y el agua de riego" (Holguín, 2016).

Bertani *et al.* (2021), afirma que:

El carbón de la caña de azúcar es una enfermedad sistémica, causada por un hongo biotrófico facultativo que necesita de la caña para completar su ciclo de vida. Su nombre deriva de la masa negra pulverulenta de esporas que se observa en el cultivo. No siempre el carbón se convierte en un problema severo cuando se manifiesta; sin embargo, puede pasar desapercibido durante años y luego devastar rápidamente grandes áreas cultivadas con variedades susceptibles (p. 22).

Así mismo, Bertani *et al.* (2021), nos continúa diciendo que:

La principal estrategia de manejo de patologías en caña de azúcar es el empleo de variedades resistentes. En el caso del carbón, es importante echar mano a caña semilla sana, ya que las esporas del patógeno pueden permanecer en las yemas e infectar las plantas después de realizada la plantación. Además, en el caso de contar con lotes semilleros, es clave la identificación de cepas enfermas en el campo y la eliminación inmediata de estas, ya que la incidencia es generalmente baja en estos casos, y eliminar las cepas resulta efectivo para evitar la dispersión de esporas (p. 23).

- b. *Puccinia melanocephala* H. & P. Sydow.** : conocida como la roya marrón de la caña de azúcar, es una enfermedad fúngica que ataca a las hojas, es una de las enfermedades más devastadoras con la cual tiene que luchar la industria azucarera.

La enfermedad produce adelgazamiento de los tallos y acortamiento de los entrenudos, lo cual se traduce en la disminución del rendimiento agrícola hasta en 50 % de la cosecha (China y Rodríguez, 1994).

Así pues, Funes et ál. (2014) describe la enfermedad de la siguiente manera:

Es altamente infecciosa, ya que se disemina fácilmente, produciendo varias generaciones en un ciclo del cultivo. El viento es el principal agente dispersor de la enfermedad. Los síntomas iniciales consisten en pequeñas puntuaciones cloróticas y alargadas de color amarillento, visibles en ambos lados de las hojas. Estas manchas aumentan de tamaño, principalmente en longitud, pasando de color rojo amarronado a marrón, en tres o cuatro días en plantas susceptibles. A partir de estas manchas se desarrollan pústulas, principalmente en el envés de las hojas, que en el centro de la lesión se rompen y liberan esporas marrones. Desde la puntuación clorótica hasta la esporulación, pueden pasar entre 10 y 14 días. En variedades muy susceptibles, las lesiones coalescen y forman áreas necróticas en las hojas o secciones de color rojizo oscuro, que es la coloración típica de la roya que se observa en el campo. La infección afecta tanto a hojas jóvenes como viejas y las más afectadas pierden su función fotosintética, lo que puede perjudicar el desarrollo de la planta. Las cañas, plantas y socas jóvenes presentan, entre los dos y seis meses de edad, su periodo de mayor susceptibilidad a la enfermedad (p. 29).

III. DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ZONA DE EXPERIENCIA LABORAL

La experiencia laboral se desarrolló en la Administración de Campo número 2 de la empresa Agro Industrial Paramonga S.A.A. (AIPSA). Los terrenos de esta administración se encuentran ubicados en el margen derecho del río Pativilca, en el distrito de Pativilca, Provincia Barranca, Región Lima Provincias, donde se viene laborando desde el año 2016 manejando los campos de caña de azúcar (Ver Figura 7).



Figura 7: Ubicación de los campos de la Administración 2 de AIPSA

Esta administración cuenta con un promedio de 1780.00 has netas de caña de azúcar donde se maneja el cultivo desde la preparación del terreno, pasando por todas las labores de campo, hasta su cosecha. Los terrenos limitan por el norte con la población del distrito de Paramonga, por el este con la población del distrito de Pativilca, por el sur con el río Pativilca y por el oeste con el Océano Pacífico.

Los suelos, en su gran mayoría, son de textura franco-arenosa, con presencia de piedras. Debido a que, anteriormente, esa zona fue inundada por el río Pativilca, son suelos superficiales de buen drenaje. Así mismo, el clima es cálido en el verano, teniendo un invierno frío con elevada nubosidad, dichas condiciones de invierno limitan el desarrollo de un gran número de variedades que necesitan temperaturas más elevadas y mayor luz solar para su desarrollo (Ver Anexo 1).

3.2. DISEÑO, ADECUACIÓN, PREPARACIÓN Y SIEMBRA

3.2.1. Diseño de campo

Para el diseño de campo se siguen los siguientes pasos:

a. Levantamiento topográfico

Luego de decidir la renovación de un campo o al iniciar la explotación de un terreno nuevo (que viene de otro cultivo, terreno eriazo, terreno recuperado del río, etc.), es necesario levantar las curvas de nivel y tomar todos los detalles presentes en el terreno. Con esto se puede tener un panorama de donde se tiene que realizar mejoras como la nivelación, enterrado de acequias, donde se tienen que construir estructuras para la entrada y salida de maquinaria. El topógrafo junto a sus ayudantes, apoyados en una estación total, cuadriculan el campo y toman un punto cada 25 m; luego, esa información es descargada en una computadora. Seguidamente, con esos datos el dibujante crea entre 2 a 3 diseños tentativos, tomando los datos del ciclo anterior y la experiencia del ingeniero encargado de la zona, las curvas de nivel se grafican cada 0.25 m (Ver Figura 8).

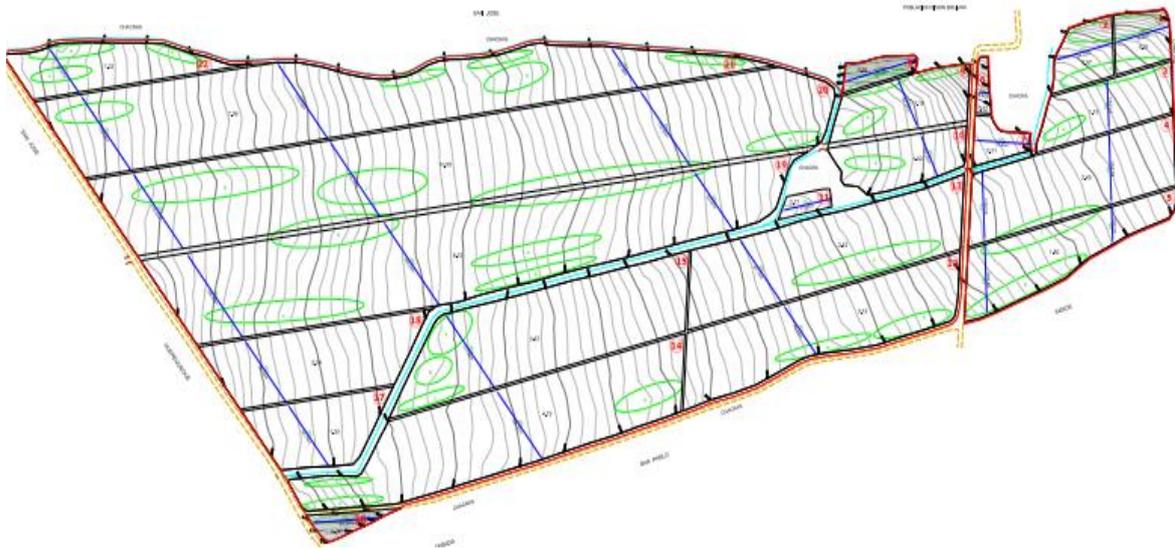


Figura 8: Plano de diseño tentativo de un campo con curvas de nivel

b. Criterios para el diseño

Un cultivo de caña permanece activo en el campo como mínimo entre 3 a 4 cortes (que equivale a un promedio de 5 años). Si se diseña mal el campo se tendrán problemas durante todo ese tiempo. Allí radica la importancia de realizar un buen diseño de acorde con la realidad del terreno, así como de los objetivos que se quieren alcanzar en cuanto a producción.

Para el diseño participan los encargados de las distintas áreas de la empresa, como lo son la Gerencia de Campo, la Administración de Campo, Cosecha, Operaciones Agrícolas, Ingeniería Agrícola, etc. El objetivo es realizar un diseño que tenga todos los puntos de vista del cultivo desde la preparación del terreno hasta la cosecha. Por ello, para diseñar un campo para el cultivo de caña, se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

- **Tipo de riego:** Todo diseño debe tomar como punto primordial el riego, ya que esta labor es una de las más importantes; además, de ella depende en gran medida la producción, si es riego por gravedad, goteo o aspersión, cada tipo de riego tiene sus requerimientos propios como lo son la pendiente de los surcos, el largo de surcos, etc.

- **Tipo de suelo:** En suelos pobres y arenosos los surcos son de menor longitud que en suelos arcillosos, esto limita el ancho de los cuarteles.
- **Pendiente del terreno:** En terrenos con pendientes elevadas se siguen las curvas de nivel.
- **Tipo de cosecha a realizarse en el campo:** Si el terreno presenta piedras o pendientes pronunciadas queda descartada la cosecha mecánica, ya que lo mencionado dificulta el desenvolvimiento de la máquina y ocasiona averías y una baja eficiencia en cuanto a los ratios de avance.

c. Creación de plano del campo

Luego de discutidos los diseños tentativos, se elige uno de ellos y se le hacen las modificaciones en base a las observaciones de todas las áreas que participaron en la reunión. Seguidamente, el dibujante crea un diseño final y en base a este se empiezan los trabajos de adecuación y preparación del terreno (Ver Figura 9).

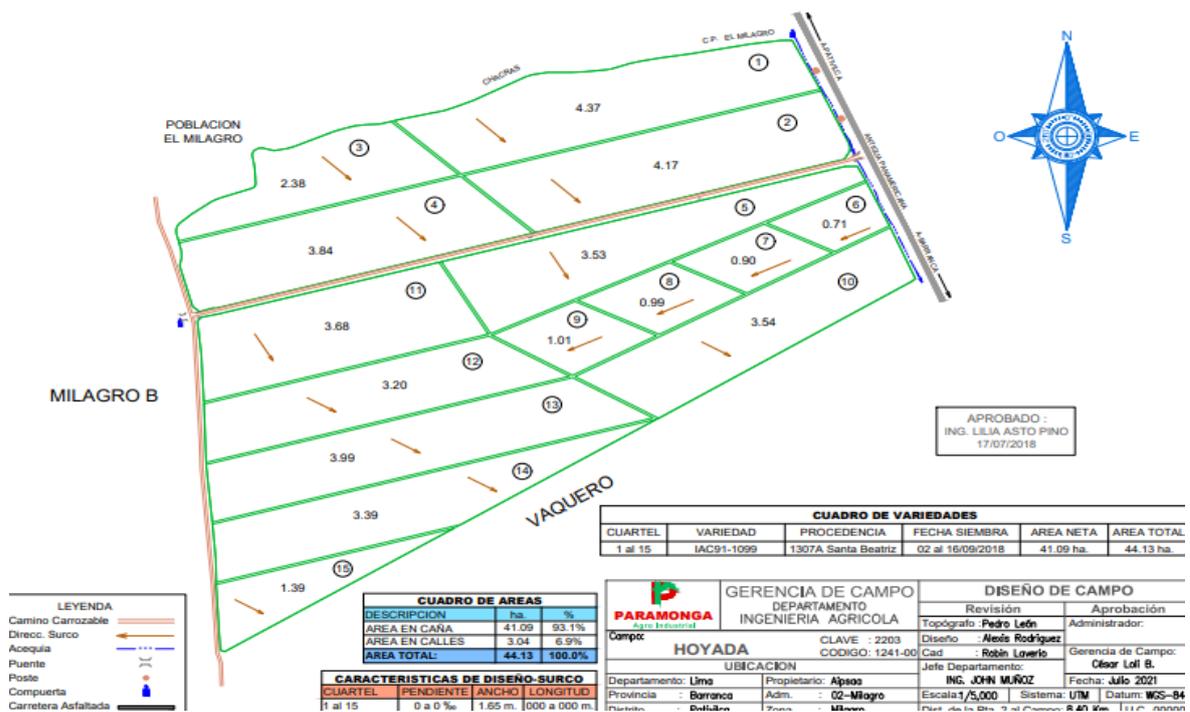


Figura 9: Plano final de un campo de caña de azúcar

3.2.2. Adecuación del terreno

Es un conjunto de actividades cuyo fin es dejar el terreno listo para la preparación, consiste en el movimiento de tierra para la nivelación de zonas focalizadas del campo (Figura 10), recojo de piedras, construcción de infraestructura como puentes, canales de riego, construcción de drenajes, etc.



Figura 10: Nivelación de campo con tractor oruga

3.2.3. Preparación del terreno

Luego de terminado los trabajos de adecuación (si los hubo), se empieza con las labores de preparación del terreno. La finalidad es dejar el campo en condiciones óptimas para el buen brotamiento de la semilla y que el cultivo dure la mayor cantidad de años posible. La preparación se realiza con maquinaria pesada, de alta potencia, ya que los campos son de gran extensión, además vienen de ser cultivados por más de 4 años consecutivos, lo cual compacta el terreno. Se tiene las siguientes labores de preparación:

a. Primer pase de grada

Se realiza con una rastra pesada de 18 discos dentados que tienen un tamaño de 36 pulgadas. Con esto se desgarran las cepas de caña del cultivo anterior y se deja el terreno suelto de manera superficial y listo para las posteriores labores de preparación (Ver Figura 11).



Figura 11: Primer pase de grada

b. Subsuelo

Por lo general los campos de caña sufren de compactación debido al constante pase de maquinaria de cosecha (alzadoras, camiones, cosechadoras), se subsola el campo a 45 cm de profundidad con el fin de que las raíces no tengan obstáculos en su desarrollo y penetren en el suelo en su búsqueda de agua y nutrientes. Además, el subsolado ayuda en la aireación del suelo y lo deja más suelto (Ver Figura 12).



Figura 12: Subsuelo de preparación

c. Segundo pase de grada

Se realiza con una grada que tiene 30 discos dentados con una medida de 34 pulgadas cada uno (Ver Figura 13). Su fin es mullir por completo el terreno, eliminando los terrones que se produjeron durante el pase de la primera grada y el subsuelo. Esto

permite tener el terreno listo para ser surcado.



Figura 13: Tractor realizando el segundo pase de grada

d. Surcado

Se realiza con una máquina provista con un implemento surcador de 2 o 3 cuerpos, dependiendo de la potencia del tractor. El topógrafo marca las líneas y dirección de surco con unas señales, que por lo general son de carrizo con papel bond reciclado, para que el operador se guíe y haga los surcos de manera recta (Figura 14). El surcador debe estar provisto de un marcador a cada lado para que deje la guía de donde debe ingresar al regreso y así se mantenga la dirección y la distancia entre surcos. Se debe dejar indicada la profundidad de surcos que en caña es de 30 cm con el fin de que se pueda conducir el agua sin problemas cuando la caña esté plenamente desarrollada.



Figura 14: Surcado de campo

e. Preparación de caminos

Terminado el surcado el topógrafo marca las calles y deja indicado el ancho de cada una según el diseño. Esta labor se realiza con una motoniveladora y se borra los surcos de manera suave y superficial sin profundizar, dejando un camino para el tránsito de los camiones cargados con semillas.

3.2.4. Siembra

a. Corte de semilla

Los campos semilleros se cortan entre los 8 y 10 meses de edad con el fin de que las yemas de los entrenudos no tengan problemas de brotamiento, los tallos se cortan en trozos llamados estacas que miden alrededor de 50 cm de longitud, cada estaca contiene en promedio 3 yemas de las cuales brotarán las nuevas plantas, se toma como referencia que la medida de la estaca debe ser del largo de un machete, los tallos se cortan a ras del suelo y se les quita las hojas, luego se trozan y se van acumulando en montones (Figura 15). Al terminar el corte, se agrupan 30 estacas en un paquete y se amarran con las hojas de la misma caña, la agrupación de 10 paquetes forma una Carga, que es la unidad de medida que se emplea en la siembra.



Figura 15: Corte de semilla de caña

b. Siembra

Ya cortada la semilla se transporta al campo definitivo en camiones, los cuales van distribuyendo los paquetes en los puntos marcados previamente (Figura 16). La distancia entre puntos es la longitud que debe cubrir cada paquete, se establece de acuerdo a la densidad de siembra.



Figura 16: Distribución de semillas de caña para la siembra

Los trabajadores distribuyen la semilla a lo largo del surco (Figura 17). Luego de terminar la distribución pasan a enterrar la semilla con una capa de tierra de 5 a 10 cm con el fin de proteger la semilla del sol y proporcionarle un medio de brotamiento, al mismo tiempo que se impide que el agua mueva las semillas de su lugar.



Figura 17: Siembra de caña de azúcar

Terminada la siembra, se acequia los cuarteles de todo el campo con un tractor provisto de un implemento llamado chatín. Dicho instrumento se encarga de abrir las acequias por donde va a ingresar el agua; así también, abre las acequias para evacuar el agua que sale después del riego al final de los surcos llamada acequia desagüe (Figura 18). Al finalizar esta labor, el personal agrupa 10 surcos y crea una tapa o toma de riego que servirá para regar esa agrupación de surcos. Esta toma se crea con hojas de la misma caña apisonadas con tierra y reforzada con plásticos en suelos pedregosos.



Figura 18: Tractor haciendo la apertura de acequias

c. Densidad de siembra

La densidad de siembra se refiere al número de cargas que se van a emplear en la instalación del campo, la cual se encuentra en función al tipo de suelo y a la época de siembra. La densidad va entre 55 cargas en suelos buenos, clima favorable y variedad vigorosa, a 65 cargas en suelos pobres, épocas frías o variedades de brotamiento lento.

d. Cuidados durante la siembra

El principal cuidado que se debe de tener es en el enterrado de la semilla. Esta no debe quedar con mucha tierra encima, ya que se puede causar el ahogamiento de los brotes y la posterior pudrición de los tallos. Así mismo, si la capa de tierra es muy

delgada, puede causar el secamiento de la semilla. Cabe señalar que la capa de tierra sobre la semilla debe ser de 5 a 10 cm de grosor.

3.3. ELECCIÓN DE LA VARIEDAD A SEMBRAR

El éxito de un cultivo de caña, al igual que otros cultivos, recae en gran medida en la variedad sembrada. Ni el mejor clima, ni el mejor programa de fertilización o de control de plagas y enfermedades, ni la realización de todas las labores agronómicas a tiempo pueden levantar un rendimiento limitado por una variedad poco productiva o no adaptada a las condiciones de la zona, es por eso que se debe tomar todo el esfuerzo en elegir una variedad que vaya acorde con el tipo de suelo y la zona agroecológica.

3.3.1. Características deseables de una variedad

En primer lugar, la variedad debe haber mostrado rendimientos altos y estables en cuanto a toneladas por hectárea y contenido de azúcar. Así mismo, debe ser una variedad de alto macollaje, presentar bajo porcentaje de floración, ya que esto disminuye el rendimiento en peso. También debe ser tolerante o resistente a las plagas y enfermedades, a la vez que debe ser una variedad soquera (que dure muchos cortes y aguante el paso de las cosechas). Adicionalmente, esta variedad no debe quebrarse con el contacto de la maquinaria de cosecha (ya que si es así quedan muchos restos de caña en campo que no se pueden recuperar). Finalmente, tiene que ser una variedad tolerante a la sequía.

3.3.2. Procedencia de las variedades

Las variedades de caña que se cultivan en la zona son procedentes de otros países cañeros que tienen programas de mejoramiento genético. Por ello, se trae variedades buenas o sobresalientes con las características mencionadas en el punto anterior. Se tiene sembrada en la zona de la experiencia laboral variedades provenientes de Brasil, México, Colombia, Australia, Puerto Rico, etc.

3.3.3. Adaptación de variedades

Una variedad puede ser muy buena en su país o zona de origen, pero llegada al Perú y sembrada en una determinada localidad puede mostrar un comportamiento distinto. Por lo que, hay que hacer programas de adaptación de variedades, sembrándolas en las distintas

zonas agroecológicas y sometiéndolas al manejo agronómico propio (Figura 19). Todo esto con el fin de encontrar aquellas que, después de 5 años en promedio, sobresalgan en sus evaluaciones de rendimiento y calidad (contenido de sacarosa). Cabe destacar que la caña es un cultivo de periodo largo, pues toma años encontrar variedades con todas las características deseadas. Es por eso que es muy importante introducir constantemente nuevo material genético para tenerlo a la mano para el reemplazo de una variedad que ha bajado su rendimiento o se ha visto afectada por una enfermedad o plaga que no tiene control.



Figura 19: Programa de adaptación de variedades

3.3.4. Multiplicación de una variedad nueva

Debido a las dificultades de transporte y a los requisitos de introducción de nuevo material genético al país, la cantidad de semilla que llega de cada variedad es reducida. Muchas veces solo llega una estaca con 2 o 3 yemas cada una. La primera siembra debe pasar por una cuarentena, esto se hace por lo general en invernadero. Así pues, las variedades que pasan la inspección sanitaria pasan a ser sembradas a campo abierto (Figura 20). De esto solo salen unos cuantos paquetes de semilla que alcanza para menos de un surco. Se crece en extensión

año tras año a la vez que se sigue inspeccionando sanitariamente y al mismo tiempo se evalúa agronómicamente al cultivo con sus resultados de peso y calidad.



Figura 20: Propagación de variedades nuevas a campo abierto

Nota. Se puede apreciar los distintos colores de las estacas a la izquierda y derecha.

3.3.5. Campos semilleros

Las variedades que han sobresalido en las evaluaciones agronómicas y de rendimiento son seleccionadas como variedades comerciales. Estas se pasan a multiplicar primero en campos semilleros, los cuales servirán para sembrar los campos de gran extensión o comerciales (campos para extracción de azúcar). Los campos semilleros son campos cultivados con el mayor de los cuidados, son campos que deben ser sembrados con planificación para llegar a tiempo cuando un campo comercial necesite ser sembrado. Se cosechan para semilla cuando tienen entre los 8 a 10 meses, y se les utiliza solo por dos cortes. El rendimiento de un campo semillero depende de la variedad y de la edad de cosecha, pudiendo mencionarse que de 1 hectárea de semillero puede recolectarse semilla para sembrar entre 10 a 20 has de campo comercial.

3.4. ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO

Para una mejor comprensión de las labores a detallar en los siguientes puntos es importante tener en cuenta las etapas fenológicas por las cuales pasa la caña de azúcar durante su periodo vegetativo que dura entre 14 a 16 meses.

3.4.1. Brotamiento e inicio de macollo

Se da entre los 10 a 90 días de edad de la caña, en esta etapa la semilla de caña recién sembrada o la cepa de la caña soca, emiten los primeros brotes conocidos como brotes primarios. Esta etapa es de crecimiento reducido en altura, luego los tallos primarios van emitiendo otros tallos, con lo cual inicia la etapa de macollamiento. En la Figura 21 se puede ver los tallos brotando de las yemas de las estacas sembradas.



Figura 21: Planta de caña en etapa de brotamiento

3.4.2. Macollamiento e inicio de crecimiento

Se da entre los 90 y 180 días de edad de la caña. Es una etapa durante la cual la emisión de brotes tiene una tasa elevada (Figura 22), pudiendo contabilizarse hasta más de 200 mil plantas por hectárea dependiendo de la variedad. Al final de esta etapa empieza el periodo de selección donde solo los tallos más fuertes seguirán creciendo y llegarán a la cosecha.



Figura 22: Caña en etapa de macollamiento

3.4.3. Crecimiento y desarrollo

Se da entre los 180 a 360 días de edad de la caña. Luego de la selección, los tallos que quedan en campo empiezan su crecimiento tanto en altura como en grosor. Es en esta etapa donde se logra el mejor rendimiento de los campos en función a las oportunidades de ejecución de labores culturales, así como al clima que ha acompañado desde el inicio del cultivo. En la Figura 23 se puede ver una caña completamente desarrollada.



Figura 23: Caña en etapa de crecimiento mostrando entrenudos desarrollados

3.4.4. Pre-cosecha : Agosto

Conocido también como etapa de maduración. Durante esta etapa el crecimiento del cultivo ya se ha detenido, por lo que empieza la acumulación de azúcar en los tallos. Va desde los 360 días hasta la cosecha del campo. En la Figura 24 se puede ver como las hojas se están

secando debido al agoste.



Figura 24: Caña en etapa de agoste

3.5. LABORES CULTURALES

3.5.1. Riegos

El riego es la labor cultural más importante, mediante la cual se provee de humedad al campo. El éxito o fracaso de un cultivo de caña puede verse influenciado por la cantidad, oportunidad y calidad de los riegos. La falta de agua durante la etapa de desarrollo de los tallos hace que los entrenudos sean de menor longitud; con lo cual la altura final es menor; por ende, el rendimiento obtenido también puede ser bajo.

Durante toda la campaña los tipos de riego van cambiando, variando estos en volumen y duración (horas). A menor edad, los riegos son ligeros y frecuentes. Por lo que, conforme la caña va creciendo, se hacen riegos más pesados con mayor caudal y mayor duración. Al final de la campaña, cuando la caña ya está entrando a maduración, los riegos se hacen más ligeros, hasta que se deja de regar el campo.

En los suelos arenosos, los riegos se hacen con más frecuencia, ya que estos pierden agua de manera más rápida. Al contrario, en los suelos francos o arcillosos los riegos pueden tener

una frecuencia de días más larga entre uno y otro riego. En la época de verano los riegos se hacen con una frecuencia entre días más corta, ya que las temperaturas más elevadas hacen que la evapotranspiración sea mayor, por lo cual hay que reponer el agua con mayor frecuencia. Durante toda la campaña de 15 meses, bajo riego por gravedad, se realizan en promedio entre 20 a 23 riegos con un volumen total aplicado que va entre los 20000 a 23000 m³/ha. Los tipos de riego son los siguientes:

a. Riego de enseño de semilla

Es el primer riego que se realiza después de la siembra de la caña. Se riega de forma ligera con un caudal promedio de 30 l/s. Se utiliza un caudal bajo, ya que se tiene que evitar la erosión del suelo que, debido al pase de maquinaria en la preparación, ha quedado suelto y mullido, por lo cual es muy fácil de erosionar. Así pues, se tiene mucho cuidado de que el agua no descubra las semillas. El volumen promedio utilizado durante este tipo de riego es de unos 700 m³/ha con lo cual, una persona durante un jornal de 8 horas riega entre 1.0 a 1.5 has.

b. Riego de remojo

Es el primer riego que se da en una caña soca, es un riego pesado. Se emplea un caudal de 150 l/s, el suelo después de la cosecha es subsolado (Figura 25). Por lo cual, el avance es lento y se emplea un volumen entre los 1200 a 1500 m³/ha durante 8 horas un jornal avanza entre 0.8 a 1.0 has en este tipo de riego. Es importante dejar bien mojado el campo para activar las cepas que están estresadas con el agoste y el pisoteo de la cosecha.



Figura 25: Riego de remojo en un campo recientemente cosechado

c. Riegos de enseño

Son riegos que se dan durante la fertilización y después de estas. Estos riegos son ligeros, donde se emplea un caudal bajo de unos 30 l/s. El avance de cada jornal va entre 1.0 a 1.2 has. Se riega de manera ligera con el fin de no deformar los surcos dejados por la máquina abonadora, también para no perder los fertilizantes por erosión e infiltración (Ver Figura 26).



Figura 26: Riego de enseño después de la aplicación de Ajinofer

d. Riego de entable

Aproximadamente a los 5 meses de edad y luego de 2 a 3 riegos de enseño posteriores a la última fracción de abonamiento se prepara el campo para los riegos pesados, se rompen las culatas de cada toma y se hacen acequias que unen los cuarteles (Figura 27). Esto se conoce como el amarre de los riegos, se hace con un caudal medio de entre 70 a 100 l/s. Posteriormente, se realiza un circuito donde el agua que sale de un cuartel pasa al siguiente pudiendo unirse de entre 2 a 3 cuarteles. Luego de este riego, el campo queda listo para los riegos pesados.



Figura 27: Conexión de tierra hecha para el aprovechamiento del agua que sale de un cuartel

e. Riegos generales

Después del riego de entable (con más de 5 meses de edad), la caña ya ha absorbido la mayoría de los nutrientes. Por lo cual, el peligro de pérdidas por infiltración son menores. Además, por el tamaño de la planta, las necesidades de agua son mayores; por lo que se necesita humedecer a mayor profundidad. Así pues, se manejan caudales de un promedio de 150 l/s, con una duración de riego de 8 horas. Se riegan varias tomas en simultáneo (Figura 28). Al ser un caudal alto, esto hace que el agua pase de un cuartel a otro y se humedezca más el suelo.



Figura 28: Riego general de un campo

f. Riegos de preagoste

Cuando el crecimiento de los tallos ya alcanzó su punto máximo, alrededor de los 11

a 12 meses de edad, los riegos se hacen más ligeros con el fin de incentivar la maduración de los tallos. Se suele dar 1 a dos riegos de preagoste en función a la textura del suelo.

g. Riego de agoste

Es el último riego de la campaña. Es un riego ligero, como para que la humedad del suelo se vaya consumiendo de manera rápida e incentive la maduración.

h. Riegos de desmanche

Son riegos que se dan en cualquier etapa de cultivo en zonas focalizadas del campo, donde, por la textura arenosa o suelo salino, con la frecuencia de riego programada, la caña se estresa de un riego a otro. Por lo cual, las zonas problemáticas necesitan una mayor humedad. Con esto se busca que el crecimiento de la plantación se mantenga lo más uniforme posible.

3.5.2. Manejo de malezas

Las malezas ejercen una fuerte competencia al cultivo de caña. En etapas iniciales del cultivo pueden causar daños graves al competir por luz y nutrientes (Figura 29). Lo cual puede originar un crecimiento y macollamiento reducido. Es importante realizar los controles de manera oportuna, utilizando los distintos métodos de control.



Figura 29: Campo de caña de 2 meses de edad infestado con grama china y caminadora

a. Control mecánico

Este control se hace con maquinaria provista de un implemento llamado escarificador, el cual solo remueve la capa superficial del suelo (10 cm). Esto logra arrancar las malezas que están en el lomo de los surcos (Figura 30), quedando solo las que están en línea de surco, los cuales son controlados con otros métodos.



Figura 30: Campo escarificado donde se han controlado las malezas del lomo de surco

b. Control manual

Lo realizan los operarios de cultivo con una lampa cortando a ras del suelo las malezas que están creciendo dentro del campo (Figura 31). También las pueden jalar con las manos si el terreno está removido. Por lo general, este control se realiza de manera focalizada en aquellas zonas donde las malezas escaparon del control químico o mecánico.



Figura 31: Control manual de malezas

c. Control químico

Es el método de control que más se utiliza. Para el cultivo de caña se tienen herbicidas selectivos que funcionan de manera pre y post emergente, lo que facilita dicha labor. Las aplicaciones se deben realizar de manera oportuna, no dando tiempo a que las malezas se establezcan y ejerzan competencia a la caña. Se visita el campo para ver cómo están las condiciones de humedad que permitan el ingreso de la maquinaria y/o personal de aplicación. Se programa el tipo de aplicación y se seleccionan los herbicidas y sus dosis según las malezas que se están presentando en campo. En la Figura 32 se muestran los distintos tipos de aplicación y en la Figura 33 se puede observar una aplicación de herbicida con maquinaria.

CONTROL QUÍMICO DE MALEZAS					
EDAD DE APLICACIÓN	TIPO DE APLICACIÓN	PRODUCTO	LITROS	EPOCA DEL AÑO EN QUE SE APLICA	
				VERANO	INVIERNO
1 MES	PRE EMERGENTE	AMETRINA ATRAZINA ACIDIFICANTE	3.00 3.00 0.03	Si	Si
		ó PENDIMETALINA AMETRINA ACIDIFICANTE	2.50 2.00 0.03	Si	Si
3 Mes	PRIMER POST EMERGENTE	AMETRINA 2,4-D PENDIMETALINA ACIDIFICANTE ADHERENTE	2.50 1.50 2.00 0.04 0.25	Si	Si
		ó AMETRINA ATRAZINA 2,4-D ACIDIFICANTE ADHERENTE	2.00 1.00 1.50 0.04 0.25	Si	Si
2 y 4 MES	PRIMER DESMANCHE	GLIFOSATO ACIDIFICANTE ADHERENTE	3.00 0.08 0.15	Si	Si
		ó AMETRINA 2,4-D ATRAZINA ACIDIFICANTE ADHERENTE	2.00 2.00 1.00 0.04 0.25	Si	Si
5 MES	SEGUNDO POST EMERGENTE	AMETRINA 2,4-D ACIDIFICANTE ADHERENTE	3.00 1.50 0.04 0.25	No	Si
		ó AMETRINA ATRAZINA 2,4-D ACIDIFICANTE ADHERENTE	2.00 1.00 1.50 0.04 0.25	No	Si
6 MES	CALLES, ACEQUIAS Y SANGRADERAS	GLIFOSATO ACIDIFICANTE ADHERENTE	0.30 0.01 0.02	Si	Si
		ó 2,4-D ENCAPSULADOR	4.00 4.00	Si	Si

Figura 32: Tipos de control químico de malezas



Figura 33: Pulverizadora realizando la aplicación de un pre-emergente

3.5.3. Fertilización

La fertilización es la labor mediante la cual se provee de nutrientes a la caña. Se realiza de una vez que el cultivo ya tiene raíces absorbentes nuevas para evitar las pérdidas por lixiviación. En riego por gravedad se provee de nitrógeno y potasio, los cuales incentivan el

desarrollo de los tallos. Se deben tomar las siguientes consideraciones para una buena fertilización:

a. Edades de aplicación de fertilizantes

Según el tipo de nutriente se tiene las siguientes edades de aplicación:

- **Nitrógeno:** se aplica desde el primer mes hasta como máximo cumplido los cuatro meses de edad. Esto debido a que sí, se sigue suministrando nitrógeno hasta edades avanzadas, no se tiene una buena maduración de la caña.
- **Potasio:** se aplica desde el primer mes de edad hasta incluso antes del agoste. Esto porque no influye directamente en el crecimiento, sino más bien contribuye con el proceso de maduración.

b. Dosis de nutrientes

En la zona de estudio, la dosis de fertilizantes va de 230 a 260 unidades de nitrógeno y 60 unidades de potasio. La dosis más baja se utiliza en los mejores suelos y la más alta en los suelos pobres.

c. Fraccionamiento

Teniendo en cuenta que los suelos presentes en la zona de estudio son franco-arenosos, superficiales y presentan piedras, es necesario fraccionar el abonamiento como mínimo en 2 partes para evitar las pérdidas por lixiviación. En la primera fracción se aplica entre un 40 a 50% de nitrógeno con el 100% del potasio. Se realiza entre los 30 a 60 días de edad de la caña, dejando el resto del nitrógeno para la segunda fracción, que se aplica como máximo entre los 90 a 120 días de edad.

d. Fuentes de nutrientes

Según el tipo de nutriente se usan los siguientes fertilizantes en la zona:

- **Urea:** fertilizante sintético que posee 46% de nitrógeno. Su presentación viene en sacos de 50 kilos. Es la fuente con mayor porcentaje de nitrógeno y a la vez la más

barata, se incorpora al suelo con maquinaria para evitar pérdidas por volatilización. La finalidad es proveer de nitrógeno para el crecimiento del cultivo.

- **Cloruro de potasio granulado:** fuente de Potasio que posee una riqueza del 60% de K_2O . Se incorpora al suelo con maquinaria en mezcla con la urea. Su finalidad es proveer de potasio al cultivo para un correcto desarrollo, así como también apoyar en la translocación de los azúcares durante la maduración.
- **Ajinofer:** es un fertilizante orgánico que se obtiene luego de la producción de glutamato monosódico, que a su vez usa como insumo la melaza producida luego de la extracción de azúcar de la caña. La melaza se encarga de fermentar utilizando microorganismos y, al final, queda un líquido rico en nitrógeno. Dicho líquido es aplicado junto al agua de riego, el cual posee una riqueza de 3.20% de nitrógeno. En el Anexo 2 se puede apreciar las características de este fertilizante.
- **Ajinofer NK:** tiene como base al Ajinofer antes mencionado, al cual se le enriquece con potasio, su riqueza es de 4.00% de nitrógeno y 2.40% de K_2O . Se aplica de igual manera que el Ajinofer mencionado líneas arriba, por lo general se le utiliza en la primera fracción de aplicación a una dosis de 100 unidades de nitrógeno con 60 unidades de K_2O . En caña planta, donde no se emplea maquinaria para la aplicación de fertilizantes, se utiliza exclusivamente los dos tipos de Ajinofer. En el Anexo 3 se pueden apreciar las características de este fertilizante.

e. **Métodos de aplicación**

Según el fertilizante utilizado se puede aplicar estos con maquinaria (Figura 34) cuando se trata de urea y cloruro de potasio y mediante el riego (Figura 35), cuando se trata de algún tipo de Ajinofer. En ambos casos se debe calcular las cantidades totales a aplicar en el terreno según la dosis por hectárea. Luego se hace la calibración de los equipos para garantizar una uniformidad en la distribución del fertilizante.



Figura 34: Aplicación de urea y cloruro de potasio con tractor



Figura 35: Aplicación de Ajinofer

3.5.4. Manejo de plagas

Las principales plagas que atacan a la caña de azúcar en el valle Pativilca son el cañero *Diatraea saccharalis* F. y la rata común *Rattus norvegicus*. Se detalla los ataques y métodos de control para cada una de ellas a continuación.

a. *Diatraea saccharalis* F.

Conocido con el nombre común de Cañero, las larvas de este insecto ocasionan perforaciones (Figura 36) y galerías en los entrenudos (Figura 37). Sus daños sirven como puerta de entrada a otros microorganismos que fermentan los azúcares, causando pérdidas en la calidad de la caña al momento de la cosecha. Cuando ataca tallos pequeños causa el daño conocido como el corazón muerto, lo cual frena el

crecimiento del cultivo. Para el control de este insecto se emplea los siguientes métodos de control:



Figura 36: Perforación de entrenudos por cañero



Figura 37: Galería de cañero infectada con hongos

- **Control biológico:** se utilizan la avispa *Trichogramma pretiosum*, cuyos adultos ovipositan en los huevos de la plaga, evitando que eclosione la larva y ocasione daños, los huevos son pegados en papel y son colocados en el campo previo a su eclosión (Figura 38). Para controlar las larvas se utiliza la mosca *Billaea claripalpis*, se hacen liberaciones de adultos de esta mosca en el campo (Figura 39). Las moscas hembras depositan sus larvas en la entrada de las galerías hechas por el cañero, estas larvas buscan a la oruga de la plaga, la encuentran y parasitan, evitando que emerjan

adultos. Para el control con moscas, estas son trasladadas al campo y liberadas en los bordes. Estos dos controladores biológicos mencionados son criados en laboratorios propios de la empresa y son liberados en las cantidades que indique la evaluación fitosanitaria de campo.



Figura 38: Huevos de avispas en pulgadas cuadradas y su colocación en el campo



Figura 39: Liberación de moscas

- **Control mecánico:** lo realiza personal de campo, los cuales cortan las plantas que presentan el síntoma de corazón muerto. Estas plantas llevan en la base de sus tallos a las larvas o pupas, las cuales son destruidas o son derivadas al laboratorio para la crianza de insectos benéficos o utilizados en otro tipo de control.
- **Control etológico:** se basa en el comportamiento sexual de la plaga. Para esto se utiliza a las hembras recién emergidas y vírgenes provenientes de las pupas

recolectadas durante el control mecánico. Las hembras son puestas en pequeñas jaulas que se cuelgan en una bandeja en cuya base hay agua con detergente u otro material; debido a ello, los machos son atraídos por las feromonas y al volar alrededor de la jaula intentando aparearse, caen al líquido y ya no pueden salir volando. Por lo cual mueren y hay menos machos disponibles en el campo para el apareamiento con hembras libres.

b. Roedores

La especie de roedor presente en la zona es la rata común *Rattus norvegicus*, la cual causa daños en los entrenudos ya maduros, pues lo mastican (Figura 40). Además, hacen que esa zona se fermente. Cuando la caña está postrada los daños suelen ser mayores, Esta situación se controla mediante el uso de cebos tóxicos, estos se distribuyen alrededor de los cuarteles y en las zonas donde los ataques fueron mayores (Ver Figura 41).



Figura 40: Daño por mordedura de ratas



Figura 41: Colocación de cebos tóxicos para el control de roedores

Otras plagas ocasionales son el picador *Elasmopalpus lignosellus*, la cual ataca cuando la caña está en brotamiento, pues perforan los tallos por debajo del suelo, lo cual mata dicho tallo. Se controla con un riego pesado, debido a que la caña brota constantemente y otros tallos escapan al ataque. También se tiene ataques esporádicos del pulgón amarillo *Sipha flava*, el cual ataca de manera focalizada. Es controlado por controladores biológicos. Por otro lado, cuando la caña está postrada y sufre rajaduras en los tallos o por las mordidas de los roedores, ataca el picudo *Metamasius hemipterus*, el cual devora el interior de los entrenudos pegados al suelo ocasionando la fermentación de estos.

3.5.5. Manejo de enfermedades

La enfermedad más devastadora presente en el valle es la roya marrón *Puccinia melanocephala* (Figura 42), la cual causa pérdidas de entre el 25 a 50% de rendimientos en peso. Según la edad a la cual ataque al cultivo, mientras más temprano ataque mayores serán las pérdidas. No existe ningún método de control eficaz contra esta enfermedad, a excepción del control genético que es el único empleado cuando se presenta dicha enfermedad. El control genético consiste en cambiar la variedad sembrada por una resistente.



Figura 42: Roya marrón en hojas de caña

También se presenta en ciertas ocasiones las enfermedades conocidas como mancha de ojo *Bipolaris sacchari* y mancha de anillo *Leptosphaeria sacchari*. Estas actúan en simultáneo (Figura 43), ocasionando necrosis en las hojas. En variedades susceptibles, pueden ocasionar pérdidas económicas de alrededor del 25%.



Figura 43: Mancha de ojo y anillo

En síntesis, lo que se hace en cuanto aparece una enfermedad que se sale fuera de control es renovar el campo e instalar una variedad resistente.

3.5.6. Otras labores culturales

Durante todo el ciclo de cultivo se realizan una serie de labores complementarias a las ya explicadas. Su ejecución se lleva a cabo de manera rutinaria o cuando la ocasión lo amerite.

a. Hilerado de broza

Es una labor que se realiza inmediatamente después que se ha cosechado un campo. En una caña soca, un tractor provisto de un implemento hilerador (Figura 44), alinea

la broza que ha quedado en campo luego de la cosecha manual o mecánica, libera las cepas y deja limpio el espacio para el pase de otras labores. Dependiendo de la cantidad de broza, libera 4 surcos cuando es poca cantidad y 2 surcos cuando la broza es abundante. La broza la deja entre 2 surcos de caña (en el lomo).



Figura 44: Hilerado de broza

b. Subsulado de socas

Es una labor que se realiza en una caña soca después de la cosecha (Figura 45) con el fin de soltar el suelo y permitir una mejor infiltración y humedecimiento del perfil del suelo. El implemento está provisto de 4 puntas llamadas subsoladores, los cuales penetran entre 40 a 30 cm dentro del suelo. A su vez, lleva 4 cajones tipo surco que van dejando la huella para el riego.



Figura 45: Subsulado de socas

c. Champería

Se llama así a la limpieza de acequias principales y secundarias por donde se conduce el agua de riego hacia los campos. Esto se hace de manera manual utilizando machetes y lampas, o también empleando excavadoras (Figura 46). El fin es que las acequias tengan siempre su mayor capacidad de conducción del agua.



Figura 46: Champería realizada con excavadora de oruga

d. Limpieza de drenes

Es una limpieza manual o mecánica (Figura 47) que se hace en los drenes abiertos, los cuales por el transcurrir del tiempo y la humedad presente se llenan de malezas. Estos drenes pueden o no recibir agua de drenes subterráneos. Se les limpia previa a la cosecha con el fin de que el campo drene la mayor cantidad de agua posible y pueda agostar de manera normal.



Figura 47: Limpieza de dren abierto con excavadora

e. Empuje de caña

Es una labor que realizan los regadores durante los riegos. Estos empujan las cañas que están postradas sobre las acequias con la finalidad de que no se obstaculice el paso del agua; además de permitir ver cómo se distribuye el agua durante el riego.

f. Resiembra

Es una labor que se realiza de manera manual. Consiste en colocar estacas de caña (semilla) en los espacios que se van quedando vacíos debido a la muerte de las cepas de caña (Figura 48). Se abre una pequeña zanja y se coloca la semilla tapándola con una capa de tierra. Inmediatamente después se realiza un riego para mejorar el contacto de la humedad con la semilla.



Figura 48: Resiembro de un campo

g. Trasplante

Es una labor que se realiza con el fin de rellenar los espacios vacíos por la muerte de las cepas de caña (Figura 49). Se utiliza plantas sacadas de raíz de las cepas que están alrededor de la zona afectada.



Figura 49: Zona focalizada de un campo en donde se ha realizado en trasplante de caña

3.6. PROCESO DE MADURACIÓN Y COSECHA

3.6.1. Proceso de maduración

a. Agoste

Se conoce como agoste a la supresión de los riegos. Se deja de regar a la caña con el fin de que el suelo se seque, la planta se estrese y se acelere la maduración; a su vez, las hojas se secan, lo cual facilita la labor de cosecha.

b. Aplicación de madurante

Con el fin de acelerar la maduración de la caña y que el tercio superior del tallo logre concentrar la mayor cantidad de azúcar, se aplica un producto químico para parar el crecimiento vegetativo. El producto más utilizado para este fin es el glifosato a razón de 0.80 a 1.20 l/ha de producto comercial. Este herbicida mata el meristemo apical de la caña, por lo cual, la planta empieza a translocar los azúcares al tallo y las hojas se secan. Para la aplicación de madurante se utilizan avionetas o drones (Figura 50). La ventaja de los drones es que la aplicación es más dirigida y se pueden aplicar casi la totalidad del campo; en cambio, en el caso de la avioneta, por su tamaño y tipo de vuelo, no se logra. El madurante se aplica entre 12 a 8 semanas antes de la cosecha.



Figura 50: Aplicación de madurante con dron

c. Proceso de maduración

Una vez que se agosta la caña y se aplica el madurante, se inicia el proceso de maduración. Los azúcares se translocan al tallo, desde el ultimo riego la tasa de acumulación de azúcares se incrementa hasta llegar a su pico máximo a las 12 u 8 semanas. Para determinar el punto de cosecha, se hacen muestreos de caña al azar en puntos estratégicos que tengan el suelo representativo del campo, esto con el fin de tener una muestra uniforme. Se cortan entre 3 a 5 tallos por punto. El número de muestras dependerá del tamaño del campo. Estas muestras se trasladan al laboratorio de análisis precosecha donde se extrae y analiza el jugo con el fin de determinar el porcentaje de sacarosa presente en la fecha de muestreo. Con los distintos resultados se forma una curva de maduración (Figura 51). Al final se determina el punto máximo de acumulación, es en este punto donde se decide qué campo entra en cosecha, puesto que si se deja más días, la caña se puede deteriorar. Al finalizar la etapa de agoste la caña esta seca y lista para la cosecha (Ver Figura 52).

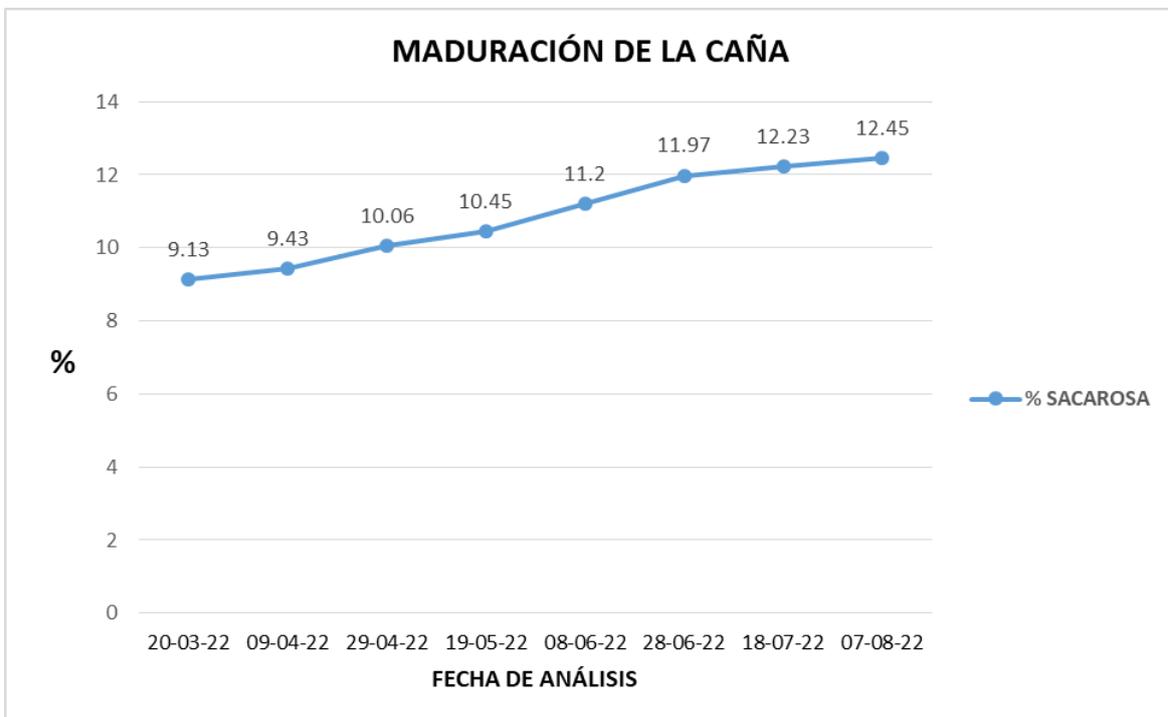


Figura 51: Curva de maduración de un campo de caña



Figura 52: Campo listo para la cosecha

3.6.2. Cosecha

La cosecha es la labor final de todo el proceso productivo, consiste en cortar los tallos a ras de suelo y trasladarlos a la fábrica para su molienda y extracción de la sacarosa.

a. Labores antes de la cosecha

Antes de cosechar el campo, durante el agoste se empuja la caña que está echada sobre los caminos. Esto se realiza de manera manual, luego se pasa la cuchilla de la motoniveladora para así borrar las acequias de riego y permitir el ingreso de la maquinaria que hará la cosecha (Figura 53). Todo esto también evita que ante una quema no programada el fuego pase de un cuartel a otro disminuyendo el daño por impacto de quema de una caña no madura.



Figura 53: Apertura de camino antes de la cosecha

b. Tipos de cosecha

Según el tipo de suelo, condiciones de clima, cercanía a poblaciones y tipo de maquinaria a emplear se tiene los siguientes tipos de cosecha:

- **Cosecha manual:** se realiza con personas, cortando con un machete los tallos a ras del suelo.
- **Cosecha mecanizada:** se realiza con una máquina cosechadora.
- **Cosecha en verde:** se realiza sin quemar la caña.
- **Cosecha con caña quemada:** se quema la caña en los lugares permitidos con el fin de eliminar las impurezas y trasladar la menor cantidad posible de estas a la fábrica.

Con lo anterior se tiene los distintos tipos de combinaciones como los son cosecha manual en verde, cosecha manual con caña quemada, cosecha mecanizada en verde y cosecha mecanizada con caña quemada. El tipo de cosecha a realizarse en un determinado campo dependerá de las condiciones de topografía, cercanía a vías de transporte, cercanía a poblaciones, diseño de campo, etc.

c. Corte

Se realiza cuando la cosecha es manual, los operarios conocidos como cortadores, provistos de machetes, cortan los tallos al ras del suelo y los agrupan en tendales o

gavias (Figura 54). Cada cortador lleva 6 surcos de caña. Cuando la caña ya está tumbada, proceden a retirar el cogollo de la parte apical ya que está verde y lo acomodan entre las líneas que quedan entre cada gavia.



Figura 54: Corte de caña en verde

d. Alce

Se realiza con alzadoras (Figura 55) o cargadores frontales, equipados con implementos que alzan la caña y la depositan en los camiones que tienen capacidad para 20 a 30 toneladas de caña.



Figura 55: Alce de caña cortada en verde, con alzadora

e. Cosecha mecanizada

Sea en verde o quemado la máquina cosechadora (Figura 56) hace la labor de corte, limpieza, troceado y deposita la caña directamente en los camiones que son especiales para este tipo de cosecha (carretas cerradas para evitar que la caña trozada se caiga en el camino). La máquina cosecha línea por línea, la ventaja que tiene es que reemplaza la mano de obra que cada vez es más escasa para la labor de corte. Puede entrar y avanzar en campos no quemados y se trabaja las 24 horas del día. Sin embargo, para realizar este tipo de cosecha se requiere que los campos no tengan piedras y sean campos planos. Lo ideal es que la variedad sembrada sea de porte erecto con el fin de evitar pérdidas por pisoteo (Figura 57). Así como también necesita que los cuarteles contiguos tengan la misma dirección de surco con el fin de evitar pérdidas de eficiencia al dar la máquina vuelta tomando una nueva dirección.



Figura 56: Cosecha mecánica en verde



Figura 57: Restos de caña que se pierde cuando la variedad tiene un crecimiento postrado

f. Transporte

Se realiza con camiones de capacidad de carga entre 25 a 30 toneladas (Figura 58). Luego de que la cosechadora mecánica o alzadora termina de llenar las tolvas, los camiones parten rumbo a la fábrica llevando los tallos para su molienda.



Figura 58: Transporte de caña con carreta de 30 toneladas

Llegada a la fábrica se sacan muestras de la caña y se le somete a análisis para determinar el porcentaje de sacarosa que viene del campo, así como también se determinan las impurezas.

Luego el camión se descarga y la caña inicia el proceso de molienda que culmina con el azúcar en un envase.

3.7. PLANIFICACIÓN DE LABORES AGRÍCOLAS

Con el fin de facilitar la programación y la ejecución oportuna de labores y debido a la gran extensión de los campos de cultivo, las labores principales se planifican de un año a otro y se obtienen los siguientes programas:

3.7.1. Programa o Rol de molienda

Es el principal programa de la empresa, que se elabora a finales de cada año. El objetivo es tener la programación de cosecha mes a mes del año que viene, con los campos que se irán cosechando y sus respectivos rendimientos (Figura 59). Con esto se estima que la producción total en cuanto a peso de caña y toneladas de azúcar a obtener, se toma como base los históricos de producción y la observación de los administradores de campo con el fin de dar un pronóstico lo más ajustado posible a la producción que se va a obtener. También este rol sirve para realizar el presupuesto económico de gastos de toda la plantación. Por último, este programa sirve como base a los demás roles que se pueden crear en la empresa.

ROL DE MOLIENDA AÑO 2023 ADMINISTRACIÓN 2													
CLAVE	NOMBRE DEL CAMPO	VARIEDAD	CTE	SUELO	MECANIZADO	FEHA DE COSECHA	Ha N	Edad	TCH	TCHM	%SAC	SAC	DIAS DE AGOSTE
2100B	SAN JOSE	Q96/V3	3	3	NO MEC	15/01/23	71.03	15.50	125.00	8.06	13.21	13.20	80
1425	SAN PATRICIO	MEX73-523	5	2	MEC	28/02/23	35.85	15.00	126.15	8.41	12.87	12.50	105
2107	SUEÑO	MEX73-523	2	2		08/02/23	63.87	15.00	126.15	8.41	12.87	12.60	105
2110	ALISO A	Q96	3	2	NO MEC	24/02/23	74.18	15.00	126.15	8.41	12.87	12.50	105
2154	SAN LUIS	PR-1111	2	2	NO MEC	28/02/23	1.45	15.00	126.15	8.41	12.87	12.80	105
2337	SN. FRANCISCO	MEX73-523	1	1	NO MEC	07/02/23	5.88	15.50	120.13	7.75	13.88	12.00	105
1405A	LAS MONJAS	MEX73-523	2	2	NO MEC	15/02/23	44.98	15.60	131.20	8.41	12.87	12.50	105
2200B	CEBADA	MEX73-523	3	2	NO MEC	28/02/23	17.18	15.00	126.15	8.41	12.87	13.00	105
1410C	SAN PATRICIO 1	MEX73-523	2	2		24/02/23	2.64	15.00	126.15	8.41	12.87	12.80	105
1400	DON ENRIQUE	MEX73-523	1	1	MEC	18/03/23	77.88	16.00	177.76	11.11	12.73	12.50	105
2105	URBINA	IACSP95-5094	3	2	NO MEC	04/03/23	52.97	15.00	140.25	9.35	12.81	12.80	105
2208	IMPERIAL	Q96	2	3	NO MEC	30/03/23	30.28	15.50	142.14	9.17	12.92	12.80	95
2100A	SAN JOSE	MEX73-523	3	3	NO MEC	05/03/23	1.84	15.50	142.14	9.17	12.92	12.80	95
2102A	HUEREQUEQUE	MEX73-523	3	3	NO MEC	11/03/23	0.83	15.50	142.14	9.17	12.92	12.50	95
2108	FERREÑAFE	MEX73-523	3	2	NO MEC	17/04/23	72.31	15.00	148.35	9.89	12.72	12.80	95
2109	SAN EXPEDITO	MEX73-523	3	2	NO MEC	30/04/23	50.80	15.00	148.35	9.89	12.72	12.50	95
2202	INDIOS	MEX73-523	4	2	NO MEC	03/04/23	43.47	15.00	148.35	9.89	12.72	12.50	95
2112	PAREDONES	MEX73-523	3	2	EN PROC	26/05/23	57.61	15.00	156.00	10.40	12.82	13.00	80
2213	HUAMAYO	MEX73-523	4	2	NO MEC	31/05/23	30.03	15.00	156.00	10.40	12.82	13.00	75
2101	PLAYA	Q96	3	3	NO MEC	13/06/23	6.33	15.50	159.03	10.26	13.27	12.50	85
2119	DON POLO	V3	3	3	NO MEC	03/06/23	9.95	15.50	159.03	10.26	13.27	13.20	80
2120	FERREÑAFE	MEX73-523	3	3	NO MEC	05/06/23	3.84	15.50	159.03	10.26	13.27	12.90	70

Figura 59: Modelo de rol de molienda

3.7.2. Rol de renovación de campos

En función al mes en que está programado la cosecha de un campo y debido a la baja de rendimientos, alto número de corte, cambio de diseño o cambio de variedad, etc., se realiza el programa de renovación de campos mes a mes. En dicho programa se detalla la fecha en que se realizará la preparación y siembra, así como la variedad que se va a sembrar.

3.7.3. Programa de maquinaria

Es un programa que toma como base las áreas que se van a cosechar mes a mes y estima las horas máquina por cada tipo de labor. De esta manera, se puede identificar si la maquinaria que se tiene a la mano es suficiente para cubrir los requerimientos o si se tienen que reparar, alquilar o comprar maquinaria nueva con el fin de realizar las labores de manera oportuna.

3.7.4. Programa de fertilización

En base a la cosecha programada en el rol de molienda se programa el abonamiento de los campos. Con esto se obtienen las necesidades de fertilizantes mes a mes y se proyectan los programas de compras de insumos.

También, de manera mensual y semanal, se van programando y ajustado las labores, tomando como base los programas anuales y haciendo correcciones en función a la fecha real de cosecha de los campos. Así se tiene un programa más ajustado al mes o la semana, lo cual permite una mejor distribución del personal, así como de la maquinaria y el empleo de insumos.

3.8. TECNOLOGÍAS MODERNAS PARA EL MONITOREO DEL CULTIVO

Actualmente se dispone de nuevas tecnologías y software que permiten hacer seguimiento a los distintos cultivos. Esto también se aplica en caña de azúcar con el fin de servir como ayuda a la toma de decisiones. Mientras más herramientas se tengan a la mano se podrá actuar con más eficiencia en la corrección de alguna falla del cultivo. Se usan las siguientes tecnologías:

3.8.1. Uso de imágenes satelitales

Existen empresas que brindan el servicio de toma de imágenes satelitales y dan el reporte cada semana. Estas imágenes son sometidas a filtros que pueden detectar el estado hídrico de la planta, el vigor vegetativo (Figura 60), las zonas despobladas, nivel de clorofila, etc. La desventaja de las imágenes satelitales es que durante los meses de invierno o días nublados las imágenes del campo son borrosas o nulas. Ante esto se usan las imágenes de radar que solo brindan la información del crecimiento del cultivo, marcando zonas con plantas de menor tamaño al promedio del campo. Aun así, el personal de campo siempre se tiene que acercar a los puntos donde, supuestamente, pasa algo anormal para así confirmar la información, ver la gravedad del caso y programar las medidas de corrección.



Figura 60: Imagen satelital de un campo de caña mostrando el vigor vegetativo

3.8.2. Monitoreo con drones

Cuando se quiere un mejor detalle de un campo en específico o en épocas en las cuales las imágenes satelitales salen borrosas debido a la presencia de nubes, se emplean drones para tomar imágenes aéreas. Dichas imágenes, luego de ser procesadas, mostrarán, de igual manera, el vigor vegetativo de la plantación, el nivel de estrés hídrico, nivel de clorofila, también sirven para calcular el porcentaje de despoblamiento (Figura 61). Así mismo, sirve para hacer un análisis y reporte de las malezas, plagas o enfermedades presentes en el campo.



Figura 61: Imagen de un vuelo de dron que ha sido procesada y muestra las líneas de surco (celeste) y la ubicación de las zonas despobladas (rojo)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DISEÑO, ADECUACIÓN, PREPARACIÓN Y SIEMBRA

4.1.1. Diseño de campo

La principal observación durante esta etapa es que muchas veces no se toma en cuenta la opinión del personal de menor rango como lo son los regadores. Sin embargo, son ellos los que poseen el conocimiento más detallado del campo, conocen los puntos donde se debe realizar una nivelación, donde los surcos deben ser más cortos, lugares donde se deben aperturar nuevos puntos de dotación de agua, etc.

Otro punto a considerar es que, por facilitar la eficiencia de la maquinaria, muchas veces se deja de lado las mejores condiciones para el riego. Esto ocasiona que se pierda rendimiento por una mala distribución de la humedad.

4.1.2. Adecuación del terreno

El movimiento de tierra debe estar acorde a la profundidad del suelo. Se encontró muchas veces que, con el fin de enterrar una calle o una acequia antigua, se cortó mucho terreno, por lo cual, al final esa zona quedó con suelo pobre o presencia de gran cantidad de piedras, ocasionando que la caña no se desarrolle de manera normal.

4.1.3. Preparación del terreno

Se encontró muchas veces fallas en las labores de preparación de campo. Ante esto se coordinó con el área encargada para la paralización de las labores y se convocó a una visita de campo para la propuesta y solución de dichos problemas. Si se deja que una labor de mala calidad se siga realizando, implica gastos de repase y también bajas de producción.

a. Primer pase de grada

Se encontró muchas veces en campo cepas vivas de caña luego de pase de la primera grada, debido a que los discos ya tenían los bordes desgastados. Esto se soluciona con un programa de cambio de discos luego de cierto número de horas, las cuales se determinan mediante evaluaciones de tiempo de duración. No se debe esperar a tener los discos totalmente desgastados para recién realizar el cambio.

También se presenta un mal pase de primera grada cuando el operador no está atento a los traslapes y deja zonas crudas sin barbecho. Esto se soluciona usando un software que va marcando y coloreando en una pantalla las zonas trabajadas. Otra alternativa es hacer un acompañamiento por parte de un supervisor al avance de trabajo de la máquina, identificando dichas zonas para comunicarlas al operador antes de que dé por culminada la labor y pase a otro campo.

b. Subsuelo

Se encontró que en ocasiones no se estaba profundizando a la medida indicada, esto debido a la falta de potencia de la maquinaria. Cada labor tiene una potencia requerida y se debe programar para que los tractores cumplan con dicha potencia, pues si la potencia es muy elevada se ocasiona un sobre costo. También se observó zonas duras sin descompactar en los bordes del campo, debido a que la máquina al dar los giros no cubre todos los espacios. Para corregir esto, al culminar la labor, se debe hacer un pase alrededor de todo el perímetro, con esto se garantiza que todas las zonas del terreno queden trabajadas.

c. Segundo pase de grada

El pase de segunda grada se da con discos que están más juntos entre sí. Para esta labor se debe tomar las consideraciones mencionadas líneas arriba en el ítem de primera grada.

d. Surcado

La principal falla en esta labor es la falta de uniformidad en el espacio entre surcos. Para evitar esto se hacen unas líneas de prueba, verificando el correcto

funcionamiento de los marcadores, los cuales deben estar ajustados al distanciamiento programado. Se debe tener en cuenta que la desuniformidad de la distancia entre surcos ocasiona problemas con las labores de abonamiento con maquinaria, subsolado de socas y cosecha, ya que al tenerse surcos más anchos y otros angostos se ocasiona el pisoteo de las cepas.

e. Preparación de caminos

Para realizar una buena preparación de caminos es muy importante que el topógrafo deje marcada correctamente la línea que debe seguir la maquinaria, así como el ancho. Así mismo, se requiere que elimine toda marca de surco que ya no sea necesaria para evitar la confusión de los operadores y perder menos tiempo en volver a marcar o estar preguntando cuál es la guía.

4.1.4. Siembra

a. Corte de semilla

Durante el brotamiento de los campos recién sembrados se encontró variedades que no correspondía con aquella que estaba indicada en campo. Esto se debió a que los cortadores de semilla no descartaron al momento del corte los tallos de variedades que habían nacido en el campo producto de un mal pase de gradas, o que no fueron sacadas luego de brotar después del corte anterior. Es importante que durante todo el desarrollo del cultivo eliminar constantemente toda caña que sea de otra variedad, Así mismo, si se va a realizar resiembras o trasplantes en un semillero, hacerlo con la misma variedad que está sembrada en campo.

b. Siembra

Ciertas variedades son más susceptibles a otras debido a la baja densidad de siembra. Es importante que el número de cargas de semilla a sembrar por hectárea, esté acorde a la variedad, tipo de suelo y época del año. Cuando se sembró 40 cargas de semilla por hectárea, los rendimientos de algunos campos mostraron una baja año tras año debido a que el despoblamiento se hizo mayor con el paso del tiempo. Ante esto se tomó la decisión de volver a la densidad de siembra acostumbrada (entre 60 a 65

cargas por hectárea).

4.2. ELECCIÓN DE LA VARIEDAD A SEMBRAR

En muchos campos se encontró que después de una o dos campañas las variedades sembradas presentaron floración, enfermedades, baja de rendimientos, lenta maduración, etc., todo esto se debió a que no se tomaron en cuenta todas las características deseables y no se respetaron los tiempos para poder evaluarlas. Y es que, al ver que una variedad fue muy productiva en uno o dos cortes, se tomó la decisión de propagarla rápidamente, no se tomó en consideración que quizás en esas campañas todas las variables climáticas estuvieron en los mejores rangos. Así pues, con el pasar de los cortes y al salir de las épocas favorables de clima para el desarrollo y al entrar en épocas difíciles se muestran las falencias, ocasionando pérdidas económicas.

La falta de planificación del programa de siembras ocasionó en algunos años que llegado el momento de sembrar un campo no se contaba con semilla de la variedad elegida y se tuvo que entrar a cortar semilla de campos que no son semilleros o que no cumplían con las edades de corte establecidas. Para solucionar esto se pasó a sembrar los semilleros con las variedades solicitadas en el plan de renovación y se sembró teniendo en cuenta que la edad de la semilla sea la indicada al momento de la siembra de un campo comercial.

4.3. ETAPAS FENOLÓGICAS DEL CULTIVO

Las etapas fenológicas se ven influenciadas por la época del año durante la cual la caña ha empezado su ciclo. En el invierno, todas las etapas se ven afectadas, el brotamiento tanto de una caña planta como de una caña soca se ve reducido, la caña incluso demora en brotar y uniformizar el tamaño de tallos del campo hasta 2 meses. Las cañas cuya etapa de máximo crecimiento coincide con los meses de invierno, por lo general son cañas cuyo rendimiento será bajo. Esto también se debe a que cuando el cultivo sale de la temporada fría y empieza a subir la temperatura, la cantidad de agua en el río ya no es suficiente como para satisfacer las necesidades de la plantación.

4.4. LABORES CULTURALES

4.4.1. Riegos

Se encontró estrés hídrico en campos de caña debido a la mala programación y ejecución de riegos que no estuvieron acorde al tipo de suelo, edad de la caña, variedad y época del año. Es importante el seguimiento a los programas de riego, así como, siempre estar en constante comunicación con el regador, el cual es la persona que recorre cada rincón del campo. Dicha persona debe ser quien indique qué es lo que se necesita para que los riegos se puedan ejecutar con normalidad como los son: la limpieza de acequias, empuje de caña, mayor dotación de caudal, regadores de apoyo, desmanches, etc., además el regador junto con el caporal de campo o supervisor deben estar atento a aspecto como las plagas, enfermedades y control de malezas.

Se encontró que algunos campos eran regados por distintas personas, lo cual hacía que se pierda la visión de cómo va el desarrollo de la caña. Así mismo, no todos tenían en cuenta las zonas difíciles del campo, por lo cual regaban a su manera. Es necesario recalcar la importancia de que solo una persona riegue el campo hasta su cosecha.

4.4.2. Manejo de malezas

La falta de un control oportuno de malezas ocasionan que los campos se infesten rápidamente. Lo cual producirá que el cultivo sea afectado por la competencia, esto ocasionará, a su vez, pérdidas económicas. Se observó que la época crítica del año era entre los meses de primavera y verano, épocas en las cuales las malezas, sobre todo gramíneas, tienen las mejores condiciones climáticas para prosperar. En esta época la falta de personal hacía que se dejaran de aplicar campos, postergándose una o dos semanas. Durante este tiempo las malezas crecían y cuando se llegaba a hacer el control químico ya era muy difícil y costoso erradicarlas. Para evitar esta situación se empezó a contratar mayor número de personal por dicha temporada, Así pues, salida la época se reducía el personal para evitar el sobre costo.

Es importante calibrar los equipos constantemente y utilizar herbicidas que hayan sido probados bajo las condiciones presentes en la zona. Así mismo, es importante usar una marca

comercial o molécula que cueste unos soles más, pero que sean efectivos.

4.4.3. Fertilización

En el caso de la fertilización se encontró que no se cumplía en algunos campos con las edades de aplicación. Para evitar esto es importante que los programas sean preparados con antelación teniendo en cuenta todas las variables. Además se debe seleccionar previamente la fuente con el fin de disponer de ella en el momento adecuado. Sucedió que en ciertas ocasiones se programó aplicar un fertilizante, pero no hubo stock de producto y se tuvo que aplicar otra como segunda dosis. Sin embargo, la caña ya estaba muy alta para la maquinaria y para evitar la rotura de los tallos se tenía que ir lento o, en todo caso, si se rompían muchos tallos esperar la disponibilidad de fertilizantes. Esta situación trajo como consecuencia que el abono se aplique 10 a 15 días después de lo que estaba programado.

4.4.4. Manejo de plagas

Son claves las evaluaciones fitosanitarias para un control oportuno. Si estas evaluaciones no fueron hechas de manera correcta los datos no servirán, por lo cual evitaría que se note los daños en la plantación. Se debe contar constantemente con material para la liberación (moscas y avispas). así como con cantidades de cebos tóxicos para el control de roedores.

4.4.5. Manejo de enfermedades

Respecto a enfermedades, muchas de ellas escapan a las primeras evaluaciones que se hacen cuando se implementa la etapa de propagación. Así pues, cuando se presentan años con condiciones favorables para su desarrollo, ya se tiene grandes áreas sembradas de variedades susceptibles que se tienen que reemplazar progresivamente con variedades resistentes. Esto recalca la importancia de tener implementado un programa de introducción continua de nuevas variedades.

4.4.6. Otras labores culturales

Las labores culturales deben ser realizadas a tiempo. Esto con el fin de que el cultivo no se vea afectado en su crecimiento. Para esto los caporales de campo, supervisores y administradores deben estar atentos al desarrollo del cultivo con el fin de evitar la pérdida de oportunidad de acción. Las labores hechas a destiempo ocasionan gastos, no surten el efecto deseado y afectan otras labores.

4.5. PROCESO DE MADURACIÓN Y COSECHA

4.5.1. Proceso de maduración

a. Agoste

El error más común es que los días de agoste no estén de acorde al tipo de suelo y época del año. Esto ocasiona muchas veces que el campo llegue a la fecha de cosecha verde o sobremaduro, ocasionando que el resto de campos sufran cambios en su programación de cosecha. Otra falencia observada es que no se cierran bien las entradas de agua del campo, por lo cual, cuando hay un aumento de caudal el agua, entra a partes del campo. Para esto se debe reforzar y tapar bien las entradas.

b. Aplicación de madurante

Debido a la falta de avionetas o drones para la aplicación, muchas veces se posterga la fecha de aplicación, lo cual hace que los campos tengan menos semanas con efecto del madurante. Todo cambio de método de aplicación debe ser debidamente evaluado para calcular todos los efectos positivos o negativos. En cuanto a la aplicación de madurante con drones, se encontró, luego de la cosecha, en el inicio de la siguiente campaña, la muerte de las cepas debido a que el madurante logró llegar hasta la zona subterránea de la caña. Debido a ello, los nuevos brotes vinieron albinos y murieron con el pasar de los días e incluso la caña no logró brotar. Por ello, determinar las dosis de aplicación y semanas de efecto resulta muy importante.

c. Proceso de maduración

El proceso de maduración debe ser seguido de manera puntual tanto en la toma de muestras, análisis de muestras e interpretación de datos. Se encontró que algunos campos agostados a un mes de cosecharse, teniendo ya 2 o 1 mes de agoste, no tenían ningún resultado de análisis. Así también se halló que el análisis fue hecho mucho tiempo atrás, desvirtuando con ello la toma de decisiones, porque no se sabe si la caña está madurando o ya está madura. Esto se solucionó estableciendo días mínimos entre una y otra evaluación, poniéndolo en procedimientos y normas.

4.5.2. Cosecha

a. Tipos de cosecha

Se encontró que muchas veces el campo no estaba adecuado para el tipo de cosecha a realizarse en él. Por un lado, este campo presentaba piedras o caña de crecimiento postrado, siendo un campo de cosecha mecanizada; por otro lado, era un campo sembrado con una variedad muy espinosa siendo un campo de cosecha en verde.

b. Corte

La falencia encontrada en esta labor es el mal despunte que los cortadores hacen a la caña tumbada. Es decir, cuando dejan mucho cogollo pegado al tallo elevan los niveles de impurezas que se trasladan a la fábrica. Esto ocasiona una menor liquidación de azúcar del campo, lo cual se soluciona con una supervisión más continua. Durante el avance se van haciendo recomendaciones de limpieza en aquellas ramas que se observen con mucho cogollo o líneas que estén cortando muy por encima del nivel de corte a ras del suelo que se busca.

c. Alce

Los errores que se suelen encontrar durante esta labor se deben a la falta de concentración de los operadores de las alzadoras. Estos deben acomodar muy bien la caña para evitar su caída durante el transporte. Así mismo, es necesario tratar de cargar la mayor cantidad posible de toneladas por camión, evitar cargar piedras, y hacer una buena limpieza del campo apoyado de los recogedores.

d. Cosecha mecanizada

Se encontró el arranque de cepas debido a la falta de cambio de cuchillas de corte en el momento oportuno. Esto se solucionó con un programa de cambio de cuchillas en base al número máximo de horas o toneladas cortadas. Durante los primeros años de la implementación de las cosechadoras se observó muchas pérdidas debido a que las máquinas dejaron caña en el suelo, esto causado por que la variedad que había en los campos crecían de manera postrada. En los años posteriores se sembraron variedades de porte erecto lo cual disminuyó las pérdidas en campo.

e. Transporte

Se observó que los camiones que cargaban caña transitaban dentro del cuartel de forma diagonal o daban giros dentro de este. Esta acción causó que las cepas fueran pisoteadas, con lo cual murieron. Por supuesto, esto originó el posterior despoblamiento de los campos. Esto se solucionó estableciendo circuitos de entrada y salida de camiones, así como prohibiendo que los giros y espera de servicio de carguío se hagan dentro de los cuarteles.

4.6. PLANIFICACIÓN DE LABORES AGRÍCOLAS

Se debe tener principal cuidado con la elaboración del Rol de Molienda, ya que de este dependen todos los otros programas anuales y mensuales. A veces se comete el error de no programar bien los campos o de poner bajos rendimientos en épocas buenas o altos en épocas malas, lo cual, con el transcurrir de los meses, hacen que el rol varié mucho con la postergación o adelantamiento de la cosecha. Así mismo, se observó que muchas veces no se hicieron actualizaciones a los programas anuales. Esto se solucionó, en gran medida, haciendo reajustes trimestrales y, si lo amerita, mensuales, con lo cual el error se disminuye.

4.7. TECNOLOGÍAS MODERNAS PARA EL MONITOREO DEL CULTIVO

4.7.1. Uso de imágenes satelitales

En cuanto a imágenes satelitales, se probaron más de 3 programas, los cuales tienen sus diferencias entre ellos con sus ventajas y desventajas propias. El programa elegido debe ser aquel que cumpla con todas las variables que se quieren analizar. Lo principal de todo es que se tiene que aprender a interpretar la información y validarla con lo que se encuentra en el campo. Cabe destacar que la nubosidad de la zona durante el otoño e invierno hace que estos programas no funcionen debido a la interferencia de las nubes, lo cual ocasiona que brinden resultados erróneos; como por ejemplo, de bajo vigor o despoblamiento. En esas épocas del año se tienen que manejar otras alternativas para no perder el seguimiento, ya que el cultivo continúa con su desarrollo.

4.7.2. Monitoreo con drones

Se encontró que se daba un bajo uso a los drones debido a que el alquiler de estos era costoso. Esto se solucionó con la compra de un dron, el cual es usado cuando la compañía lo requiere. Además, dicho dron tiene diversas aplicaciones como monitoreo de zonas en donde no se puede acceder con personal debido a que son zonas accidentadas o zonas con alto índice de delincuencia.

V. CONCLUSIONES

1. El proceso de diseño, adecuación preparación y siembra del campo, resulta clave ya que la caña de azúcar es un cultivo de larga duración. Una falla en esta etapa implica renovar el campo en menor tiempo de lo programado; además, ocasiona dificultad en la realización de las labores culturales posteriores.
2. La elección de la variedad a sembrar en determinado campo es una de las decisiones que se deben analizar con la mayor objetividad. Si se cuenta con una variedad que cumple todos los requisitos deseables, se podrá obtener la mayor producción potencial del campo, tanto en peso como en sacarosa de manera sostenida a lo largo de todos los cortes que dure la plantación.
3. El éxito de un cultivo de caña de azúcar depende de la observación continua a la plantación. Esto permitirá tomar la decisión de qué labores culturales realizar. Así pues, e deberá actuar de manera oportuna, cerciorándose que las actividades se hagan con calidad y aplicando los insumos suficientes.
4. Un correcto seguimiento al proceso de maduración permitirá cosechar la caña en su punto de máxima acumulación de sacarosa. Así mismo, una cosecha oportuna que siga con los procedimientos adecuados permitirá tener menores pérdidas de azúcar desde el corte de la caña hasta la molienda.

VI. RECOMENDACIONES

1. Prestar la mayor atención del caso en el proceso de diseño, adecuación, preparación y siembra. Así mismo, siempre se debe de considerar las opiniones del personal de campo como los son regadores, caporales y supervisores de campo, ya que ellos tienen la información de muchos años de cada campo.
2. Tener un programa continuo de introducción, evaluación y adaptación de nuevas variedades de caña con el fin de tener un abanico de variedades con las cuales se pueda contar ante la decisión de un cambio de variedad por la baja de producción en peso, por el paso de los años o debido al ataque de una plaga o enfermedad que no tiene control.
3. Seguir la secuencia de labores y estar atentos a una oportunidad de mejora en base a la observación que se haga a diario en el campo.
4. Determinar la correcta ubicación de los puntos de donde se saca la caña para el seguimiento de la sacarosa. Debe ser una zona representativa del campo para evitar confusiones y retrasos o adelantamientos de la cosecha debido a un mal dato.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, A. (1973). *Sugarcane Physiology*. Amsterdam: Elsevier. 752 p.
- Asociación Peruana de Agroindustriales del Azúcar y Derivados. (2022). *Informe Anual 2021*. Recuperado de https://www.perucana.com/files/ugd/6ac0b0_93954a9abdef4445aaa5f8d52f8f24d4.pdf
- Bendezú, G. (2014). *Evaluación del sistema radicular de caña de azúcar (Saccharum officinarum L) en riego por goteo y gravedad – Paramonga* (tesis de grado). Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú.
- Bertani, R., Funes, C., Gutiérrez, H., Chaves, S., Joya, C., y González, V. (2021). Carbón de la caña de azúcar. Ficha técnica. *Revista Avance Agroindustrial*, 42 (2). Recuperado de <https://www.eeaoc.gob.ar/wp-content/uploads/2021/08/04-ficha.pdf>
- Botta, S. (1978). *Estudios morfológicos y anatómicos en la caña de azúcar. Su relación con la resistencia a la sequía* (tesis de doctorado). Universidad Nacional de La Habana.
- Cassaled, C., Torres, J., y Isaacs, C. (1995). *El Cultivo de Caña en la Zona Azucarera de Colombia*. Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia. 365 p.
- Cerna, L. (2013). *Ciencia y Tecnología de Malezas*. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego. 274 p.
- China, A., y Rodríguez, E. (1994). *Enfermedades de la caña de azúcar*. La Habana, Perú.
- Fauconnier, R., y Bassereau, D. (1970). *La Canne a Sucre*. Maisonneuve & Larose.
- Funes, C., Bertani, R., Henriquez, D., Joya, C., y González, V. (2015). Caña de Azúcar. Roya marrón. Ficha técnica. *Revista Avance Agroindustrial*, 35 (4). Recuperado de <https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=35-4-9>
- Helfgott, S. (1985). *Control de malezas*. Lima, Perú: NETS ed. 61 p.
- Helfgott, S. (2016). *El Cultivo de la Caña de Azúcar en la Costa Peruana* (2da. ed.). Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Holguín, J. (2017). *Tecnología y Manejo del Cultivo de la Caña de Azúcar en el Perú*. Trujillo, Perú: Universidad Privada Antenor Orrego. 396 p.
- Humbert, R.P. (1974). *El cultivo de la caña de azúcar*. México: Editorial Continental S.A.

- Irvine, J. (1991). *Caña de azúcar*. En: Manual del Azúcar de Caña (p. 27-46). Limusa.
- Mangelsdorf, A. (1950). Sugar cane as seen from Hawaii. *Economic Botanic*, 4(2),150-176.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2022). *Boletín Trimestral. Observatorio de Commodities Azúcar [boletín n.º 1]*. Dirección General de Políticas Agrarias/Dirección de Estudios Económicos. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3416746/Commodities%20Azúcar%3A%20ene-mar%202022.pdf>
- Rodríguez Hurtado, L.A., y Valencia Montenegro, J.J. (2015). *Preparación de suelos para la producción sostenible de caña de azúcar*. Guía metodológica. CENICAÑA.
- Subirós, F. (1995). *El cultivo de la caña de azúcar*. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia. 448 p.
- Valdivia, S. (1973). *Efecto del fósforo en la calidad y producción de la caña de azúcar*. Sacharum 2.
- Van Dillewijn, C. (1951). *Botánica de la caña de azúcar* (2da. ed.). La Habana: Instituto Cubano del libro. 460 p.
- Vejarano, J. (1974). *Caña de Azúcar*. Lima: Cooperativa Agraria de Producción Casa Grande. 334 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Datos meteorológicos de la zona de experiencia profesional

DATOS METEOROLOGICOS DE PARAMONGA (ESTACION CONVENCIONAL)

LATITUD : 10° 40' 26.31" S

LONGITUD : 77° 49' 18.41" W

ALTITUD : 18.0 m.s.n.m

AÑO 2020						AÑO 2021						AÑO 2022					
MESES	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA %		PRECIPITACION mm.	MESES	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA %		PRECIPITACION mm.	MESES	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA %		PRECIPITACION mm.
	°C		PSICROMETRICO				°C		PSICROMETRICO				°C		PSICROMETRICO		
	T.MAX	T.MIN	H.MAX	H.MIN			T.MAX	T.MIN	H.MAX	H.MIN			T.MAX	T.MIN	H.MAX	H.MIN	
ENERO	25.6	20.1	98.0	62.0	0.0	ENERO	23.7	18.5	93.0	72.0	0.2	ENERO	23.2	19.2	97.0	68.0	0.0
FEBRERO	26.2	20.3	97.0	74.0	0.0	FEBRERO	23.8	19.0	98.0	70.0	0.0	FEBRERO	22.8	18.5	98.0	75.0	0.3
MARZO	26.2	20.4	98.0	64.0	0.2	MARZO	24.2	19.8	97.0	73.0	0.0	MARZO	23.6	18.6	97.0	67.0	1.8
ABRIL	24.0	19.2	95.0	72.0	0.0	ABRIL	21.6	17.7	98.0	73.0	0.0	ABRIL	20.4	16.3	98.0	75.0	0.0
MAYO	21.3	17.1	98.0	68.0	0.0	MAYO	20.2	16.7	98.0	71.0	0.4	MAYO	19.7	15.0	98.0	69.0	0.1
JUNIO	19.2	15.0	97.0	70.0	0.0	JUNIO	20.1	16.6	98.0	73.0	0.4	JUNIO	18.4	13.9	96.0	69.0	0.7
JULIO	17.7	13.9	98.0	72.0	0.0	JULIO	19.2	15.9	98.0	70.0	1.2	JULIO	17.4	13.9	98.0	71.0	0.6
AGOSTO	18.2	13.2	98.0	69.0	0.0	AGOSTO	18.1	15.3	98.0	74.0	1.5	AGOSTO	17.2	14.3	97.0	74.0	0.4
SETIEMBRE	17.9	14.4	98.0	74.0	0.0	SETIEMBRE	17.6	14.8	98.0	74.0	0.5	SETIEMBRE	17.5	14.1	98.0	73.0	0.6
OCTUBRE	18.9	14.7	97.0	76.0	0.0	OCTUBRE	18.4	15.0	96.0	71.0	0.0	OCTUBRE	18.0	14.4	96.0	69.0	0.0
NOVIEMBRE	20.5	15.1	96.0	65.0	1.0	NOVIEMBRE	20.4	16.2	96.0	64.0	0.0	NOVIEMBRE	21.0	16.3	97.0	67.0	0.0
DICIEMBRE	22.9	17.0	97.0	69.0	0.0	DICIEMBRE	22.2	17.3	97.0	70.0	0.0	DICIEMBRE	23.5	17.9	97.0	64.0	0.0

Anexo 2: Fertilizante líquido Ajinofer

AJINOMOTO DEL PERÚ S.A.	FICHA TÉCNICA	Código : AJF-FT-001 Revisión : 00
	PRODUCTO: AJI-NO-FER _®	Fecha : Páginas : 1-3

Nombre Comercial: AJI-NO-FER_®
Nombre Común: Fertilizante líquido nitrogenado (Dirigido al suelo)
Grado: Agrícola
Elaborado por: AJINOMOTO DEL PERÚ S.A.

CONTENIDO GARANTIZADO :

ELEMENTOS MAYORES	% (p/p)
NITRÓGENO TOTAL	3.2

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Apariencia	Líquido
Color	Marrón
Densidad	1.20 gr/cc (Aprox.)
pH	3.6 (Aprox.)

DESCRIPCIÓN

- **AJI-NO-FER_®**, es un fertilizante líquido nitrogenado de origen orgánico, el cual proviene de procesos controlados de la fermentación de las mieles de caña de azúcar para la producción de aminoácidos.

PROPIEDADES Y VENTAJAS AJI-NO-FER_®

- **Fertirriego:** Fertilización junto con el agua de riego, permitiendo la ubicación del fertilizante en la zona radicular.
- **Rápida respuesta:** Responde rápidamente ante síntomas de deficiencia de Nitrógeno.
- **Aporta nutrientes fácilmente asimilable:** El Nitrógeno se encuentra en mayor porcentaje bajo la forma amoniacal, es decir, que se adhiere sobre las partículas de arcilla y la materia orgánica, donde permanece disponible para ser absorbido por las plantas, ya sea como amonio o es transformado en pocos días mediante un proceso de nitrificación a Nitrato. De esta forma pierde menos nutrientes por evaporación o por filtración a las capas del sub suelo y por ello su acción es más progresiva y duradera que los nitratos.
- **Aportan materia orgánica:** Debido a que es un fertilizante derivado de la fermentación de las mieles de caña, aporta materia orgánica de origen vegetal.
- **Oportunidad y facilidad de aplicación:** Se puede fertilizar fácilmente en

AJINOMOTO DEL PERÚ S.A.	FICHA TÉCNICA	Código : AJF-FT- 001 Revisión : 00
	PRODUCTO: AJI-NO-FER ₆	Fecha : Páginas : 2-3

campos con alta densidad de siembra y/o cuando el cultivo ha alcanzado gran cobertura y se dificultan las aplicaciones al voleo.

- **Amplio Rango:** Se aplica a todos los cultivos: Horticola (Zanahoria, Brócoli, lechuga, apio, etc.); industriales (caña de azúcar, Marigol, Maíz, algodón, etc.); Flores, forrajes, frutales en general etc.
- **Rentabilidad:** Gracias a la formulación líquida, hay una mayor eficiencia de asimilación de nutrientes y al aplicarse en forma conjunta con el agua de riego, se reducen los costos de jornales de fertilización. Ambos factores contribuyen a que se obtengan buenos rendimientos con menores costos de fertilización.
- **Soporte técnico:** La empresa AJINOMOTO DEL PERÚ S.A., cuenta con profesionales de gran experiencia en la actividad agrícola, que le permitirán identificar sus necesidades, ofreciéndoles de esta manera un servicio integral para mejorar sus rendimientos.

RECOMENDACIONES DE USO:

- **Condiciones de Campo:**
 1. **Acceso a la parcela:** Caminos transitables, aptos para camiones.
 2. **Campo limpio:** Sin malezas, para evitar la competencia por los nutrientes.
 3. **Campo oreado:** Regado 4 a 5 días antes de la fertirrigación (Ideal).
 4. **Campo limpio:** Limpiar campo previamente a la aplicación (desmalezado). Preparar tomas de agua y asegurarse cerrar las salidas de los surcos al desagüe.
 5. **Tomas, patillas o cuarteles:** Bien preparados, para poder realizar el fertirriego uniforme.
 6. **Personal de apoyo:** Dos regadores (por parte del agricultor), uno en la cabecera y el otro a la mitad del campo para el control del avance del fertirriego.
 7. **Acequias y canales:** Limpios y sin malezas.
 8. **Pendiente del terreno:** De preferencia, campos con pendientes menores al 5%.
- **Aplicación del producto:**
 1. **Chofer Aplicador:**
 - a) Ubicar el camión sistema lo más cerca posible al punto de ingreso del agua al campo a fertilizar.
 - b) Verificación con el cliente, el volumen inicial y final del fertilizante, el cual debe estar conforme con la cantidad solicitada.
 - c) Calcular la dosis del fertilizante, de acuerdo al número de tomas y forma de la parcela (Cuchillas, patillas, etc.).
 2. **Regador:**
 - a) Regula el caudal del agua, de modo que el fertirriego se realice por

AJINOMOTO DEL PERÚ S.A.	FICHA TÉCNICA	Código : AJF-FT- 001 Revisión : 00
	PRODUCTO: AJI-NO-FER ₀	Fecha : Páginas : 3-3

tomas o patillas, dependiendo del avance en el surco.

- b) Determinar el momento oportuno de cambia hacia las tomas siguientes (A 10 metros o más, antes de terminar el fertirriego en las tomas o patillas, dependiendo de la pendiente del terreno) para evitar la pérdida del producto en el desagüe.
- c) El siguiente riego, debe de ser en su turno y moderado, dependiendo del tipo de suelo.

3. Comunicación constante:

- a) Entre el chofer aplicador y el regador, sobre el avance del fertirriego, es decir, verificar que el volumen descargado del fertilizante coincida con el avance del área abonada (Se proporcionan radios ó intercomunicadores).

CONDICIÓN DE ALMACENAMIENTO

- Se recomienda almacenar en un lugar fresco y ventilado, alejado del alcance de los niños y animales.

PRECAUCIONES:

- Nunca aplicar la línea de fertilizantes líquidos de AJINOMOTO® en forma pura y directa, debe de ser siempre en mezcla y diluidos con el agua de riego.
- Evite contacto con Ojos y Piel, ya que puede causar irritación. En esos casos lavar con abundante agua. Si persiste la irritación, buscar atención medica.

PRESENTACIONES

- Granel (Cisterna calibrada).

La empresa AJINOMOTO DEL PERÚ S.A., garantiza la riqueza y composición del producto pero no se hace responsable de los daños causados por su uso inadecuado.

Anexo 3: Fertilizante líquido Ajinofer NK

AJINOMOTO DEL PERÚ S.A.	FICHA TÉCNICA	Código : AJF-FT- 004 Revisión : 00
	PRODUCTO: AJI-NO-FER _® NK	Fecha : Feb-2010 Páginas : 1-3

Nombre Comercial: AJI-NO-FER_® NK
Nombre Común: Fertilizante líquido con nitrógeno y potasio (Dirigido al suelo).
Grado: Agrícola
Elaborado por: AJINOMOTO DEL PERÚ S.A.

CONTENIDO GARANTIZADO :

ELEMENTOS MAYORES	% (p/p)
NITRÓGENO TOTAL	4%
POTASIO	2.4%

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Apariencia	Líquido
Color	Marrón
Densidad	1.21 gr/cc (Aprox.)
pH	3.5 (Aprox.)

DESCRIPCIÓN

- **AJI-NO-FER_® NK**, es un fertilizante líquido enriquecido con nitrógeno y potasio, de origen orgánico, el cual proviene de procesos controlados de la fermentación de las mieles de caña de azúcar para la producción de aminoácidos.

PROPIEDADES Y VENTAJAS AJI-NO-FER_® NK

- **Fertirriego:** Fertilización junto con el agua de riego, permitiendo la ubicación de los nutrientes, cerca de la zona radicular.
- **Rápida respuesta:** Responde rápidamente ante síntomas de deficiencia de Nitrógeno y el efecto del potasio mejora la calidad de las cosechas.
- **Aporta nutrientes fácilmente asimilable:** El Nitrógeno se encuentra en mayor porcentaje bajo la forma amoniacal. es decir, que se adhiere sobre las partículas de arcilla y la materia orgánica, donde permanece disponible para ser absorbido por las plantas, ya sea como amonio ó es transformado en pocos días mediante un proceso de nitrificación a Nitrato. De esta forma pierde menos nutrientes por evaporación o por filtración a las capas del sub suelo y por ello su acción es más progresiva y duradera que los nitratos. El potasio, de igual manera se encuentra en forma iónica, forma bajo la cual es fácilmente absorbido por las plantas.
- **Aportan materia orgánica:** Debido a que es un fertilizante derivado de la

AJINOMOTO DEL PERÚ S.A.	FICHA TÉCNICA	Código : AJF-FY- 004 Revisión : 00
	PRODUCTO: AJI-NO-FER ₅ NK	Fecha : Feb-2010 Páginas : 2-3

fermentación de las mieles de caña, aporta materia orgánica de origen vegetal.

- **Oportunidad y facilidad de aplicación:** Se puede fertilizar fácilmente en campos con alta densidad de siembra y/o cuando el cultivo ha alcanzado gran cobertura y se dificultan las aplicaciones al voleo.
- **Amplio Rango:** Se aplica a todos los cultivos: Hortícola (Zanahoria, Brócoli, lechuga, apio, etc.); industriales (caña de azúcar, Marigol, Maíz, algodón, etc.); Flores, forrajes, frutales en general etc.
- **Rentabilidad:** Gracias a la formulación líquida, hay una mayor eficiencia de asimilación de nutrientes y al aplicarse en forma conjunta con el agua de riego, se reducen los costos de jornales de fertilización. Ambos factores contribuyen a que se obtengan buenos rendimientos con menores costos de fertilización.
- **Soporte técnico:** La empresa AJINOMOTO DEL PERÚ S.A., cuenta con profesionales de gran experiencia en la actividad agrícola, que le permitirán identificar sus necesidades, ofreciéndoles de esta manera un servicio integral para mejorar sus rendimientos.

RECOMENDACIONES DE USO:

- **Condiciones de Campo:**
 1. **Acceso a la parcela:** Caminos transitables, aptos para camiones.
 2. **Campo limpio:** Sin malezas, para evitar la competencia por los nutrientes.
 3. **Campo oreado:** Regado 4 a 5 días antes de la fertirrigación (Ideal).
 4. **Campo limpio:** Limpiar campo previamente a la aplicación (desmalezado). Preparar tomas de agua y asegurarse cerrar las salidas de los surcos al desagüe.
 5. **Tomas, patillas o cuarteles:** Bien preparados, para poder realizar el fertirriego uniforme.
 6. **Personal de apoyo:** Dos regadores (por parte del agricultor), uno en la cabecera y el otro a la mitad del campo para el control del avance del fertirriego.
 7. **Acequias y canales:** Limpios y sin malezas.
 8. **Pendiente del terreno:** De preferencia, campos con pendientes menores al 5%.
- **Aplicación del producto:**
 1. **Chofer Aplicador:**
 - a) Ubicar el camión sistema lo más cerca posible al punto de ingreso del agua al campo a fertilizar.
 - b) Verificación con el cliente, el volumen inicial y final del fertilizante, el cual debe estar conforme con la cantidad solicitada.
 - c) Calcula la dosis del fertilizante, de acuerdo al número de tomas y

AJINOMOTO DEL PERÚ S.A.	FICHA TÉCNICA	Código : AJF-FT- 004 Revisión : 00
	PRODUCTO: AJI-NO-FER ₆ NK	Fecha : Feb-2010 Páginas : 3-3

forma de la parcela (Cuchillas, patillas, etc.).

2. Regador:

- a) Regula el caudal del agua, de modo que el fertirriego se realice por tomas o patillas, dependiendo del avance en el surco.
- b) Determinar el momento oportuno de cambia hacia las tomas siguientes (A 10 metros o más, antes de terminar el fertirriego en las tomas o patillas, dependiendo de la pendiente del terreno) para evitar la pérdida del producto en el desagüe.
- c) El siguiente riego, debe de ser en su turno y moderado, dependiendo del tipo de suelo.

3. Comunicación constante:

- a) Entre el chofer aplicador y el regador, sobre el avance del fertirriego, es decir, verificar que el volumen descargado del fertilizante coincida con el avance del área abonada (Se proporcionan radios ó intercomunicadores).

CONDICIÓN DE ALMACENAMIENTO

- Se recomienda almacenar en un lugar fresco y ventilado, alejado del alcance de los niños y animales.

PRECAUCIONES:

- Nunca aplicar la línea de fertilizantes líquidos de AJINOMOTO® en forma pura y directa, debe de ser siempre en mezcla y diluidos con el agua de riego.
- Evite contacto con Ojos y Piel, ya que puede causar irritación. En esos casos lavar con abundante agua. Si persiste la irritación, buscar atención medica.

PRESENTACIONES

- Granel (Cisterna calibrada).

La empresa AJINOMOTO DEL PERÚ S.A., garantiza la riqueza y composición del producto pero no se hace responsable de los daños causados por su uso inadecuado.