

# UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



## TESIS DE GRADO

**TITULO:** *“INFLUENCIA DEL MÉTODO DE PLANTACIÓN EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE LA CAÑA DE AZÚCAR [SACHARUM SPP.] CULTIVAR LIMEÑA EN SUELOS DEL ORDEN INCEPTISOLES DE PASTAZA”*

**AUTOR**            **Diego Wilfrido Buenaño Haro**

**TUTOR:**            **ING. ALEJANDRO R SOCORRO CASTRO, MSc. PhD.**

**CONSULTANTES:** **ING. PABLO ARIAS ARIAS**

**ING. WILMER P. BUENAÑO HARO**

**Puyo, julio de 2009**

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**  
**TESIS DE GRADO**

**TÍTULO: INFLUENCIA DEL MÉTODO DE PLANTACIÓN EN  
CRECIMIENTO INICIAL DE LA CAÑA DE  
AZÚC/ (*SACHARUM SPP.*) CULTIVAR  
LIMEÑA EN SUELOS DE ORDEN  
INCEPTISOLES DE PASTAZA.**

**AUTOR: DIEGO WILFRIDO BUENAÑO HARO**

**TUTOR: ING. ALEJANDRO R SOCORRO**

**CASTRO, M.Sc. PhD.**

**CONSULTANTES: ING. PABLO ARIAS ARIAS**

**ING. WILMER P. BUENAÑO HARO**

**Puyo, julio de 2009**

**AGRADECIMIENTO**

**A Dios por darme la vida y todo lo que tengo.**

**A mi padre \* por ser mi guía espiritual en  
estos momentos.**

**A mi mamá por brindarme todo su amor y  
apoyo incondicional cada día de mí vida.**

**A mis hermanos Xavier y Wilmer  
por su apoyo y fe en  
mí.**

**A la Ing. Alejandro Socorro Castro,  
por su paciencia, sabiduría y confianza  
en la realización de este trabajo.**

**A los señores Agricultores encuestados que  
contribuyeron en la realización de mi trabajo.**

**A la promoción 2009: Viviana, Luis, Amanda,  
Juan Carlos, Wilson, Willian, Cristian, Verónica,  
Danilo, Patricio, Segundo y Aníbal por los  
bonitos recuerdos en todos estos años..**

# *DEDICATORIA*

A MI PADRE: WILFRIDO ADONAY BUENANO NARANJO 

A MI MADRE: MARIANA DE JESÚS HARO SEGURA.

A MIS HERMANOS: WILMER Y XAVIER BUENANO HARO.



# ÍNDICE

	Páginas
Presentación	
Dedicatoria	
Agradecimientos	
índice	
Resumen	
Introducción.....	1
Capítulo I. Revisión Bibliográfica	
1.1 Generalidades del cultivo de la caña de azúcar.....	4
1.2 Morfología de la planta con relación al crecimiento vegetativo.....	7
1.3 Propagación.....	11
1.4 Ciclo del cultivo.....	12
1.5 Fitotecnia de la brotación y ahijamiento.....	15
1.6 Cultivares presentes en la Región Amazónica.....	17
1.7 Aspectos del manejo fitotécnico del cultivo.....	19
Capítulo II. Materiales y Métodos	
2.1 Contexto geográfico general de la experiencia.....	25
2.2 Caracterización de las cepas de la caña de azúcar en la zona.....	26
2.2.1 Variables de caracterización.....	
2.2.2 Procesamiento estadístico.....	27
2.3 Influencia del método de plantación en el crecimiento inicial del cultivar Limeña (POJ 93).....	28
2.3.1 Descripción de los tratamientos.....	
2.3.2 Diseño y montaje experimental.....	29
2.3.3 Variables.....	30
2.3.4 Procedimiento estadístico.....	31
2.3.4 Valoración económica.	
Capítulo III. Resultados y Discusión	
3.1 Caracterización de las cepas de caña de azúcar en plantaciones del agroecosistema cañero del cantón Pastaza.....	32
3.1.1 Localidad.....	33
3.1.2 Cultivar.....	34
3.1.3 Destino comercial de la plantación.....	36
3.1.4 Composición de los tallos. Correlaciones entre variables.....	37
3.1.5 Efectos multivariados localidad, cultivar e interacción.....	38
3.2 Influencia del método y la densidad de las yemas en la plantación.....	41
3.2.1 Brotación y ahijamiento.....	42
3.2.2 índice de Área Foliar.....	44
Conclusiones y Recomendaciones.....	49
Referencias Bibliográficas.....	51

## RESUMEN

Se caracterizó la tecnología practicada en 27 parcelas cañeras de las localidades Tarqui, Murialdo, 10 de Agosto, Las Américas y Fátima en el Cantón Pastaza con relación al método de plantación utilizando técnicas estadísticas multivariadas y se determinó la influencia del método de plantación de la caña de azúcar variedad Limeña POJ 93 en el crecimiento vegetativo del plantón en el período de brotación y ahijamiento en los primeros 185 días posteriores a la plantación, para las condiciones de suelo y clima del agroecosistema cañero ubicado en la Parroquia Tarqui. El experimento de campo contó un diseño experimental de bloques al azar para la comparación de los métodos de plantación: 1) Posicionamiento inclinado del esqueje a unos  $45^\circ$ , alternando dos a dos en el mismo plantón, a 2 metros; 2) 3 estacas de 1 yema separadas a 10 cm; 3) 2 estacas de tres yemas punta a punta; 4) 3 estacas de 3 yemas alternadas y 4) 4 estacas de 3 yemas paralelas en doble hilera. Se pudo constatar que el Cultivar Limeña POJ 93 es el más extendido y empleado en la producción con el doble propósito de elaboración de panela y de comercialización como fruta en diferentes localidades aledañas al Puyo en el Cantón Pastaza, propagándose convencionalmente por el método de la plantación de dos cogollos cruzados e inclinados. En las parcelas caracterizadas, la variable cantidad de tallos de primer orden correlacionó significativamente con el Área Foliar del Plantón y el índice de Área Foliar (IAF), a su vez la edad de la plantación correlacionó con la cantidad de tallos del segundo orden, lo cual evidencia la importancia del manejo en la explotación de las plantaciones en la cosecha de la caña para fruta y panela. Los factores localidad, cultivar y su interacción presentaron efectos significativos en las parcelas caracterizadas, lo que permite comprobar la importancia de los mismos en el cultivo para la región objeto de estudio. El método de plantación empleando los dos cogollos de caña cruzados con las hojas superiores activas en un mismo plantón presentó los mejores indicadores del crecimiento vegetativo del cultivar Limeña POJ 93 en la Parroquia Tarqui, mostrando a los 185 días de la plantación el mayor IAF con un valor medio de 2,332.

**Palabras claves:** Caña de azúcar, índice de Área Foliar, Limeña POJ 93,  
Caña Panelera, Caña de fruta.

## SUMMARY

Saw technology practiced in 27 plots of sugar cañe locations Tarqui, Murialdo, August 10, Las Americas and Fatima in Cantón Pastaza in relation to the method of planting and using multivariate statistical techniques, we determined the influence of the method of planting cañe sugar Limeña variety POJ 93 in the growth of the seedling in the period of sprouting and godson in the first 185 days after planting, the soil and climate conditions in the agroecosystem Cañero Tarqui located in the Parish. The field experiment design included a random block experimental for comparison of methods of planting: 1) an inclined position of cutting about 45 or alternately to two in the same plant, to 2 meters, 2) 3 sets of 1 egg yolk 10 cm apart, 3) 2 sets of three buds tip to tip, 4) 3 sets of buds 3 and 4 alternating) 4 sets of 3 yolks in two parallel rows. It was found that cultivation Limeña POJ 93 is the most widely used in the production and with the dual purpose of developing and marketing of sugar like fruit at different locations close to Puyo in the Pastaza Cantón, spread by a conventional method of planting cross and two hearts inclined. Characterized in the plots, the variable number of stems of the first order correlated with leaf area of seedlings and the leaf area index (LAI) at the turn of the plantation age correlated with the number of stems of the second order, the demonstrating the importance of management in the exploitation of the plantations in order to harvest the fruit and sugar cañe. Local factors, cultivar and their interaction had significant effects on the plots marked, which shows the importance of the crop in the region under study. The method of using two planting cañe buds crossed with the upper leaves in the same active plant presented the best indicators of vegetative growth of cultivar Limeña POJ 93 in the Parish Tarqui, showing the 185 days of the plantation as an IAF average value of 2.332.

**Keywords:** Sugarcane, leaf area index, Limeña POJ 93, Sugarcane cañe, cañe fruit.

## **INTRODUCCIÓN**

El cultivo de la caña de azúcar forma parte de la agricultura familiar, según se señala por Wong y Ludeña (2006), se ubica entre los rubros de producción de subsistencia y transición en las regiones Costa, Sierra y Oriente del Ecuador.

El cultivo de caña de azúcar es importante porque de él se obtiene un componente conocido como el azúcar que forma parte esencial de nuestra alimentación diaria. El azúcar es una fuente de energía eficiente la cual se usa en casi todas las industrias alimenticias, por lo cual el azúcar posee un mercado de alta demanda (Vidal, 2009)

Este cultivo, para su comercialización como fruta, jugo y panela, es una de las oportunidades que ofrece el ecosistema de la Región Amazónica del Ecuador. La tecnificación del mismo, buscando la apropiación tecnológica persigue como objetivo una mayor rentabilidad y expansión, por lo tanto debe constituir una premisa de cualquier programa extensionista agropecuario.

Actualmente es un cultivo que permite una amplia diversidad productiva. Sin embargo, es posible identificar amenazas en el comportamiento del mercado de productos tradicionales asociados a este cultivo, las cuales se ilustran a través del comportamiento del mercado de algunos productos tradicionales (azúcar, tableros de partículas, papel y cartón, cultivos alternativos para alimento animal) y que se contraponen al favorable impacto de la caña de azúcar como fuente de energía renovable (Mesa, 2009).

El alto valor agregado de la semilla de elevada sanidad de caña de azúcar, exige la aplicación de un manejo cultural que potencie al máximo su productividad. Dentro de este planteamiento están involucradas altas tasas de multiplicación y otras estrategias de manejo cultural que, conservando la sanidad y la pureza genética de las variedades, permiten maximizar la producción de la semilla. Esta última implica la producción total de yemas por unidad de superficie como expresión final de la productividad, lo cual coloca al número y a la altura de los tallos como componentes principales de la producción de semilleros. (Romero et al., 2007).

La plantación de los cañaverales es una de las etapas de mayor importancia e inversión económica del cultivo de la caña de azúcar, ya que implica alrededor del 20,5% del costo total anual (considerando una amortización de 5 años). Al ser la caña de azúcar un cultivo semiperenne, los errores o fallas que se cometan en la preparación del suelo, el diseño de plantación, la selección de la época, variedad y densidad de plantación, se reflejarán en los años que dure el cañaveral. Por lo tanto, la plantación es la base para optimizar la productividad (EEAOC, 2005).

Dada la propagación vegetativa del cultivo de la caña de azúcar por secciones del tallo, estacas o esquejes, las raíces se originan de los primordios radiculares localizados en el anillo radicular, zona delimitada en la parte superior e inferior por el anillo de crecimiento y la cicatriz foliar respectiva. El sistema radicular es formado por las raíces del "esqueje", que son las raíces iniciales del sistema y las raíces del tallo, las cuales se forman de los tallos originados de la "germinación" de las yemas (Van Dillewijn, 1952).

Entre los aspectos que correlacionan con el rendimiento agrícola e industrial de la caña de azúcar se señalan la composición de tallos que se logra en el plantón y su área foliar, lo cual ocurre en un período que puede considerarse como crítico en el ciclo del cultivo, ya que de él depende la biomasa de la plantación al momento de la cosecha. Por lo anterior, en este cultivo se busca una densidad de yemas óptima para lograr en el más breve plazo posible la mayor biomasa, dada por el crecimiento vegetativo y relacionada con el logro de un índice de Área Foliar óptimo, expresión de la máxima eficiencia de la absorción de la radiación solar, dada la posición vertical de sus ejes vegetativos y hojas en el período de mayor crecimiento (Chaves, 2008).

Para las condiciones de la Región Amazónica, en las cuales existen particularidades en distintas variables climáticas relacionadas con radiación solar, así como por su régimen pluviométrico, se requiere estudiar estos factores a fin de relacionar la ecofisiología del cultivo con la fitotecnia del mismo, considerando además el factor genético. Existiendo desde hace varios años en el Cantón Pastaza, una cultura cañera para el destino de la agroindustria panelera y la comercialización para su consumo directo como fruta. Han sido introducidos distintos cultivares y empleados diferentes marcos de plantación, con distintos manejos, sin embargo no existe una caracterización de esta práctica y no se cuenta con estudios sobre las variables relacionadas con el crecimiento vegetativo en estas condiciones para lograr arreglos espaciales optimizados a la ecofisiología de los genotipos adaptados.

Por todo lo anterior, el **problema de la investigación** se refiere a la "factibilidad de la utilización de distintos métodos de plantación de la caña de azúcar (*Sacharum spp. Híbrido*) cultivar Limeña (POJ 93), en las condiciones de suelos del orden Inceptisoles y clima en el Cantón Pastaza, sobresaturados de humedad, para garantizar el óptimo crecimiento y desarrollo de las plantaciones".

La **hipótesis** planteada para la investigación es que "existen varios factores que influyen sobre el crecimiento de la caña de azúcar asociados al método de plantación, con un efecto favorable de la utilización de cogollos cruzados en el cultivar Limeña POJ 93, en los suelos del orden Inceptisoles y clima del Cantón Pastaza, en comparación con métodos convencionales de otras tecnologías foráneas".

**Objetivos:**

**Objetivo general:**

Determinar la influencia de distintos métodos de plantación de la caña de azúcar cultivar Limeña (POJ 93) en el crecimiento y desarrollo del plantón para apropiar la tecnología a las condiciones de suelo y clima del agroecosistema cañero del Cantón Pastaza.

**Objetivos específicos:**

- Caracterizar los aspectos fundamentales de la tecnología de plantación practicada en las plantaciones del agroecosistema cañero del cantón Pastaza.
- Determinar los factores que tienen una mayor incidencia en el crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar en diferentes localidades del cantón Pastaza.
- Determinar la influencia de diferentes métodos de plantación sobre distintos aspectos del crecimiento en el cultivar Limeña (POJ 93) cultivada en la localidad del estudio en el período de brotación y ahijamiento.

## CAPITULO I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 Generalidades del cultivo de la caña de azúcar.

#### CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Reino	Plantae
Sub - reino	Cormobionta
División	Embriofita.
Sub-División :	Magnoliophyta
Tipo	Fanerógama
Sub - tipo	Angiosperma
Clase	Monocotiledónea.
Sub - clase	Liliatae
Orden	Glumade.
Sub - orden :	Poales
Familia	Poaceae
Tribu	Andropogonoideae
Sub - tribu	Saccharinae
Género	Saccharum
Especie	<i>S. officinarum</i> L <i>S. sinense</i> Roxb. <i>S. barben.</i> Jeswiet <i>S. edule</i> Hassak. <i>S. robustum</i> Brandes. <i>S. spontaneum</i> L CENTA (2007).

La caña de azúcar pertenece a la familia **Poaceae** y al género **Saccharum**, dentro de este género existen seis especies, dos silvestres y cuatro cultivadas. Las especies silvestres son *S. mbustum* y *S. spontaneum*, las especies cultivadas son *S. sinense*, *S. barben*, *S. edule* y *S. officinarum*. (CENTA, 2007).

El mismo autor menciona que *S. officinarum*, tiene como ancestros a *S. spontaneum*, *Miscanthus* y *Eríanthus arundinaceus*; se acepta, también, como vía de origen la *S. robustum*, a través de la selección natural y la practicada por el hombre.

Los mismos que se distinguen por sus tallos gruesos, blandos y jugosos, con un amplio rango de colores que van desde el amarillo pálido a púrpura oscuro, combinaciones de estos y rayas multicolores. Muchas formas tienen alto contenido azucarero, elevada pureza en sus jugos y bajo contenido de fibra y almidón.

Existe una amplia variabilidad para muchos caracteres económicos y botánicos, incluyendo el rendimiento, el contenido de sacarosa y la resistencia a las enfermedades, pero son uniformemente pobres en su adaptabilidad al estrés ambiental.

Entre los cultivares más conocidos en la Región Amazónica se encuentran: Criolla, Blanca (Otahiti), Cristalina, Cinta, Coimbatore 213, Media Luna 318, Pepe Cuca, POJ 2878, POJ2879, PR980, CP 5243, PR61632 (Puerto Rico suave), PR671070 (Puerto Rico dura), RD75 11 (República Dominicana), POJ 93 (Limeña), Brasileña y Pauteña. (CENTA, 2007).

Siguiendo su descripción, la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) pertenece a la familia de las gramíneas, es tal vez un planta con mayor potencial para la producción de biomasa por unidad de área, como pertenece al grupo de las C4 su metabolismo le permite un mayor eficiencia en la conversión de la luz solar y el anhídrido carbónico en carbohidratos para llevar a cabo un rápido crecimiento y un uso más eficiente del agua. Además d su eficiencia en la conversión de energía solar en materia orgánica gracias a la fotosíntesis.

La caña de azúcar que actualmente se cultiva es un híbrido muy complejo de dos o más de las cinco especies del género *Saccharum*: *S. officinarum* L. *S. sinense* Roxb, *S. barben*. Jeswiet, *S. edule* Hassak , *S. robustum* Brandes, *S. spontaneum*. Muchas de estas especies sufrieron cruzamientos naturales, originando un género muy diverso.

Estudios realizados por investigadores sobre el origen de la caña de azúcar, reportan y concuerdan que *S. spontaneum*, *S. sinensi* y *S. baeberi* se desarrollaron en el área de Birmania, China, e India en el Asia meridional. Las formas relativamente jugosas de las dos últimas especies fueron utilizadas en los comienzos del cultivo y procesamiento de la caña de azúcar en la India y China. Cuando dichas especies se extendieron a otras regiones sufrieron de alguna forma diversos cruzamiento, con otras gramíneas apareciendo, las especies *robustum* y *officinarum* en las islas del sureste de Indonesia, y en el área de Nueva Guinea respectivamente.

La caña se extendió de forma muy lenta, y llega al sur de España 773 d. de J.C. y Sicilia (950 d. de J.C). La ruta hacia el oeste continuó y la caña llega a Madeira en 1420 y a las islas canarias, desde donde Cristóbal Colón la llevó al nuevo mundo en 1493. El cultivo se extendió de Santo Domingo a varios países como México, Brasil, Perú, y a las islas de las Indias occidentales o antillas llegando hasta Hawaii en el año de 1700 (CENTA, 2007).

Actualmente este cultivo es uno de los principales rubros de la agricultura nacional, de mucha importancia en la economía y que una vez sometida al proceso industrial da como resultado una serie de subproductos, siendo el azúcar el principal a nivel nacional y a nivel de nuestra provincia es la panela. En la provincia de Pastaza tiene mucha importancia la caña de fruta porque proporciona mayores ingresos económicos (Suárez & Morín, 2005)

La caña de azúcar (*Saccharum officinamm*) es un cultivo de extraordinaria capacidad, que en buenas condiciones culturales, produce volúmenes superiores a las 100 t/ha de tallos.

La caña de azúcar, cuyo potencial genético aún está lejos de ser bien aprovechado, puede ser cultivada con técnicas mucho más apropiadas y sustentables, tanto en términos económicos como ecológicos, que las que hasta hoy se han venido "importando" de los países desarrollados, basadas en el uso intensivo de fertilizantes minerales y plaguicidas. (Suárez & Morín ,2005).

El 70% del azúcar del mundo se produce a partir de la caña de azúcar y el restante 30% de la remolacha. Los principales productores de azúcar son Brasil, India, Europa, Estados Unidos, Guatemala, China, México, Tailandia, Australia, Cuba, Argentina y Pakistán, que concentran el 70% de la producción mundial (Wikipedia, 2009).

La producción mundial de azúcar según los datos de Camacho y Arévalo (2007), alcanzó 124,4721 (miles) en la cosecha 2000/2001. El Ecuador produjo 453,0 t (miles) lo que representa el 0.33 % de la población mundial.

Según estadísticas del MAG en el año 2000 existieron 79.913 ha de caña de azúcar, y una producción bruta de 5'618.045 t, con un rendimiento promedio de 70,30 t/ha de tallos de caña. La Región Amazónica con una producción de 8.272 ha; en Sucumbíos 150 ha; en Ñapo 320 ha; en Orellana 120 ha; en Pastaza 4.500 ha; en Morona Santiago 1.382 ha; y en Zamora Chinchipe 1.800 ha. La producción nacional de panela se estima en rendimientos que van desde el 10 al 15% (Infoagro, 2007).

La caña desarrolla sólo en casos excepcionales semillas germinables. La mayoría de los más que 100 clones usuales son cruces de *S. officinarum* (con alto contenido de azúcar) y *S. sinensis* (que tiene buena adaptabilidad), *S. spontaneum* y *S. robustum* (resistente a enfermedades). Los clones más frecuentes son octaploides y se reproducen en forma vegetativa.

En muchas regiones de Asia y América Latina la producción de caña de azúcar se realiza en pequeñas fincas y está destinada al consumo propio. Su cultivo en gran escala es posible si se tiene posibilidades de procesamiento artesanal o industrial.

Por el momento los países productores de caña de azúcar ecológica más importantes son Brasil, Paraguay, Filipinas, EE.UU., Mauricio y la República Dominicana (Naturland, 2000).

Entre los principales requerimientos ecológicos se encuentran:

- Altura: Entre 0 a 1.800 m.s.n.m. Variando en alcanzar su madurez óptima de 11 a 18 meses, según el piso altitudinal.
- Precipitación: Óptima de 1200mm/año, aunque puede soportar precipitación hasta de 4500 mm. /año.
- Temperatura: Entre 15-29 grados centígrados.
- Luz: Óptima de 1800 a 2000 horas luz/año. La cantidad de luz está directamente relacionada con la síntesis de la clorofila, a mayor luz aumenta la actividad fotosintética, la planta así desarrolla más rápidamente.
- Suelo: Con buen contenido de materia orgánica, buen drenaje tanto externo como interno, y que su pH oscile entre 5.5 a 7.8 (Infoagro. 2007).

## **1.2 Morfología de la planta con relación al crecimiento vegetativo.**

La caña de azúcar se desarrolla en forma de arbustos, procedentes de trozos del tallo, general producen tallos de 2 a 3 m de longitud por año, formando tres canutos por mes, con un aproximado de tallos de 1 hasta 23 por macolla. El tallo posee un 75% de agua según (Pérez, 2008)

El tallo de la caña de azúcar se considera como el fruto agrícola, ya que en él se distribuye y almacena el azúcar. Se va acumulando en los entrenudos inferiores disminuyendo su concentración a medida que se asciende hacia la parte superior del tallo (Sugarcane crops, 2007). El tallo además es el órgano que se utiliza como material de propagación. Los tallos se componen de canutos que tanto en la sección basal como apical son muy cortas y en la sección intermedia son más largas. En general los canutos varían en longitud, grosor, forma y color según la variedad y las condiciones de crecimiento según (Pérez, 2008)

Color del tallo:

- Morado: Antocianina alta clorofila alta
- Rojo: Antocianina alta clorofila baja
- Verde: Antocianina bajo clorofila alto
- Amarillo: Prácticamente ausencia de ambos pigmentos

La yema: Retoño embrionario, tallo en miniatura con hojas diminutas, las exteriores en forma de escamas.

Entre los aspectos de mayor importancia para comprender la brotación, el ahijamiento y el crecimiento vegetativo en la caña de azúcar se encuentra la diferenciación de los tallos.

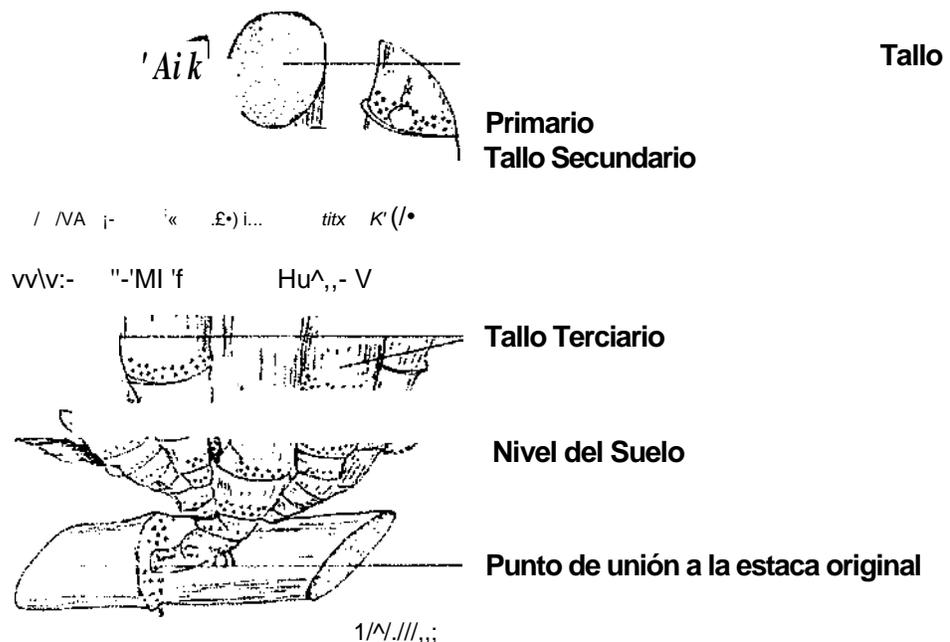


Figura 1.1 Diferenciación de los Tallos de la Caña de Azúcar. (Pérez, 2008)

El mismo autor describe aspectos morfológicos de la caña como: Los tallos de la caña de azúcar están formados por nudos, que se encuentran separados por entrenudos en los que se desarrollan las yemas y las hojas.



El nudo es la porción dura y más fibrosa del tallo de la caña que separa dos entrenudos vecinos. El nudo está formado por el anillo de crecimiento, la banda de raíces, la cicatriz foliar, el nudo propiamente dicho, la yema y el anillo ceroso

El anillo de crecimiento posee una coloración diferente, generalmente más clara, y a partir de él se origina el entrenudo. La banda de raíces es una zona pequeña que sobresale del nudo en donde se originan las primeras raíces (primordiales).

La cicatriz foliar, o de la vaina, rodea al nudo después de que la hoja se cae. La yema es la parte más importante ya que da origen a los nuevos tallos. Cada nudo presenta una yema en forma alterna protegida por una vaina foliar o yagua; La forma de la yema y su pubescencia son diferentes en las variedades y ambos caracteres se usan para la identificación de éstas. En la parte superior de la yema y sobre el entrenudo se proyecta una hendidura llamada canal de la yema.

Menciona también que las partes más importantes de la yema son las alas, localizadas en forma lateral; el poro germinativo, que se encuentra en la parte superior; el apéndice, que es la prolongación del margen de la región donde se encuentra el poro germinativo y de los lados de la yema propiamente dicha. El anillo ceroso es una capa que recubre la parte superior del nudo, y su intensidad varía de acuerdo a las variedades.

Las hojas son el órgano asimilación y a su vez el encargado de mantener el equilibrio de respiración y humedad en la planta. Es la unidad donde la materia prima que recibe el aire (CO<sub>2</sub>) y del suelo (agua, nutrientes) se elabora, a través del proceso de la fotosíntesis; formando los compuestos orgánicos en general para el crecimiento y desarrollo de la planta. (Azúcares simples o monosacáridos, glucosa), (Azúcares dobles o disacáridos, sacarosa, fructosa), (azúcares múltiples o polisacáridos (celulosa, almidón).

En la hoja se distribuyen dos partes fundamentales: La lámina o limbo y la vaina.

La vaina abraza el tallo, es de forma tubular, más ancho en la base, estrechándose gradualmente hacia el cuello o unión con la vaina. En la base los márgenes se superponen alrededor del nudo. El lado exterior de la vaina es verde y a menudo veloso (espinas) en tanto que el lado interior es blancuzco y liso, sin pelusa.

La lámina o limbo es lanceolada, de bordes aserrados, envainadoras y paralelinervias, con un nervio central más grueso, cóncavo en la parte superior (Haz) y convexo en la inferior (Envés), que le sirve de sostén. (Pérez, 2008)

Su longitud varía, pudiendo llegar hasta los 2m y su ancho entre 1,25 - 10cm según la variedad, de color verde más intenso en el haz que en el envés. Generalmente poseen 15 hojas pero de estas de 8 a 10 son activas.

Las hojas están dispuestas en el tallo en posición alterna, formando 2 hileras en lados opuestos.

La inflorescencia de la caña de azúcar es en forma de cono, se asemeja a una flecha, estrecha en la parte superior y ancha hacia la base, en forma de panícula abierta, de espiga sedosa y suave que se observa siempre a continuación del último entrenudo sustentado por un vastago o güin, desprovisto de nudos y que puede alcanzar de 1-1.5m.

Las raíces constituyen un órgano de extrema importancia para la planta, teniendo como funciones la de absorber agua y nutrientes que la planta necesita para su crecimiento y desarrollo y servir de agarre o sujeción al suelo.

Al plantar una estaca de caña se desarrollan dos tipos de raíces: Raíces primarias o transitorias y Raíces secundarias o permanentes (Pérez, 2008)

Las raíces de la estaca original o raíces primordiales se originan a partir de la banda de primordios radical, localizada en el anillo de crecimiento del trozo original (estaca) que se planta o siembra. Son delgadas, muy ramificadas y su período de vida llega hasta el momento en que aparecen las raíces en los nuevos brotes o "chulquines", lo cual ocurre entre los 2 y 3 meses de edad.

Las raíces permanentes brotan de los anillos de crecimiento radical de los nuevos brotes. Son numerosas, gruesas, de rápido crecimiento y su proliferación avanza con el desarrollo de la planta. La cantidad, la longitud y la edad de las raíces permanentes dependen de las variedades; sin embargo, existen factores ambientales como el tipo de suelo y la humedad que influyen en estas características (Serapio, 2007)

En la caña de azúcar, esta distribución puede ser de los tipos:

- Absorbentes o superficiales;
- Anclaje o sostén
- Profundas.

Las raíces superficiales predominan en los primeros 60 cm de profundidad y su distribución horizontal en el suelo alcanza hasta 2 m (Blackburn citado por Serapio, 2007).

### 1.3 Propagación.

La semilla agámica de la caña la constituye un trozo de tallo con tres yemas como máximo. La siembra de semilla de caña de alta calidad, es probablemente el paso más simple e importante que los cañeros deben tener en cuenta para mejorar la producción. Por esta importante razón, la producción de semilla debe ser una parte integral en el planeamiento de la plantación (MAG, 2005).

Uno de los principales componentes en el éxito de un programa de producción comercial de caña de azúcar es la selección clonal, en donde no solo es importante la producción total de panela si no también la cantidad requerida para obtener una unidad del producto (Glaz et. Al, citado por: Bioagro, 2003)

Las variedades de caña de azúcar se comportan de manera diferente en distintas condiciones de suelo, clima y manejo agronómico. El efecto fisiológico de la sequía sobre las plantaciones involucra una serie de procesos metabólicos que en la mayoría de los casos se refleja en una disminución del rendimiento del cultivo (Hernández y Amaya, citado por Bioline, 2005) al igual que cuando mucha humedad los procesos fisiológicos tienden a bajar su incidencia.

Los estudios sobre desarrollo y distribución radicular son de gran valor práctico, pues están muy relacionados con la selección de variedades incluso como un producto de exportación. La superficie bajo cultivo y época de aplicación de fertilizantes, riego, rajado de socas, etc.

Lee citado por Avilan, Granados y Ortega (2005 ) observó que durante el primer mes después de la siembra, la germinación de la nueva planta depende enteramente de las raíces del "esqueje", después del primero y al final del segundo mes, es un período de transición con la suplencia proveniente de raíces del esqueje y los brotes. A partir del tercer mes depende únicamente de las raíces de los nuevos tallos.

Evans citado por Avilan, Granados y Ortega (2005), distingue tres tipos de raíces: a) raíces superficiales de absorción las cuales se originan de los primordios radiculares y se sitúan a alguna distancia de la base, b) raíces de estribo o sostén que presentan una situación intermedia entre las superficiales y profundas, siendo las primeras originadas del desarrollo de los nuevos tallos. Cuando jóvenes, tienen un crecimiento activo con gran abundancia de pelos radiculares, pero cuando maduras, los pelos radiculares solamente están presentes en la región detrás de la cofia, c) sistema de cuerdas que son las raíces que profundizan más y cuya función fundamental es la suplencia de agua. Un buen sistema radicular es aquel que muestre un adecuado desarrollo de estos tres tipos.

Jensen citado por Avilan, Granados y Ortega (2005), señala que durante el estado adulto de la planta, hay un continuo desarrollo de nuevas raíces, resultando una constante mudanza del sistema radicular, el cual se adapta rápidamente a las condiciones del medio. Basándose principalmente en la influencia del nivel freático, las modificaciones de sistema se deben al secamiento de los estratos superficiales del suelo, provocando así una readaptación del sistema hacia horizontes más profundos.

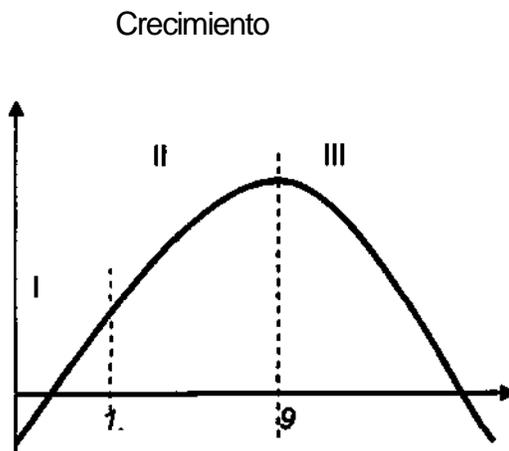
El cultivo de caña de azúcar es importante porque de él se obtiene un componente conocido como el azúcar que forma parte esencial de nuestra alimentación diaria. El azúcar es una fuente de energía eficiente la cual se usa en casi todas las industrias alimenticias, por lo cual el azúcar posee un mercado de alta demanda (Vidal, 2009)

Actualmente es un cultivo que permite una amplia diversidad productiva. Sin embargo, es posible identificar amenazas en el comportamiento del mercado de productos tradicionales asociados a este cultivo, las cuales se ilustran a través del comportamiento del mercado de algunos productos tradicionales (azúcar, tableros de partículas, papel y cartón, cultivos alternativos para alimento animal) y que se contraponen al favorable impacto de la caña de azúcar como fuente de energía renovable (Mesa, 2009).

La caña de azúcar es uno de los principales cultivos del Oriente ecuatoriano, la misma que es utilizada de diferentes maneras, tales como fruta, elaboración de panela, aguardiente, como suplemento para cerdos y vacas como caña picada o jugo. Por tal motivo cada vez sigue incrementando las áreas de cultivo por la gran demanda que existe.

#### 1.4 Ciclo del cultivo.

En la figura 1.2 se presentan las diferentes etapas fenológicas del cultivo (Pérez, 2008).



**Zonas:**

- I- Crecimiento heterogónico
- Brotación
- Ahijamiento

ecimiento  
III-Maduración

Edad (meses) Figura 1.2 Etapas del  
crecimiento y maduración de la caña de azúcar.

Entre los aspectos claves de la fase de Germinación y Establecimiento se encuentran (Sugarcane crops, 2007):

- La fase de germinación se extiende desde el transplante hasta la completa germinación de las yemas.
- Bajo condiciones de campo la germinación comienza a los 7-10 días y se extiende hasta los 30-35 días.
- En la caña de azúcar la germinación implica una activación y consiguiente brotación de las yemas vegetativas.
- La germinación de las yemas es influenciada por factores externos e internos.
- Los factores externos son la humedad, la temperatura y la aireación del suelo.
- Los factores internos son la sanidad de la yema, la humedad del esqueje, el contenido de azúcar reductor del esqueje y su estado nutricional.
- La temperatura óptima para la brotación es de alrededor de 28-30°C. La temperatura mínima para la germinación es de 12°C. Un suelo cálido y húmedo asegura una rápida germinación.
- La germinación produce una mayor respiración y por eso, es importante tener una buena aireación del suelo.
- Por esta razón, los suelos abiertos, bien estructurados y porosos permiten una mejor germinación.
- Bajo condiciones de campo, una germinación en torno del 60% puede ser considerada segura para un cultivo satisfactorio de caña.

La fase de ahijamiento por su parte presenta las siguientes características:

- Comienza alrededor de los 40 días después de la plantación y puede extenderse hasta los 120 días.
- El ahijamiento es el proceso fisiológico de ramificación subterránea múltiple, que se origina a partir de las articulaciones nodales compactas del tallo primario.
- El ahijamiento le da al cultivo un número adecuado de tallos, que permitan obtener un buen rendimiento.

- Diversos factores, tales como la variedad, la luz, la temperatura, el riego (humedad del suelo) y las prácticas de fertilización afectan al ahijamiento.

- La luz es el factor externo más importante que afecta al ahijamiento. La incidencia de una iluminación adecuada en la base de la planta de caña durante el período de ahijamiento es de vital importancia.

- Una temperatura cercana a 30°C es considerada como óptima para el ahijamiento. Temperaturas inferiores a 20°C retardan el ahijamiento.

Los hijuelos o retoños que se forman primero dan origen a tallos más gruesos y pesados. Los retoños formados más tarde en la temporada mueren o se quedan cortos o inmaduros.

- A los 90-120 días después de la plantación se alcanza la población máxima de retoños. A los 150-180 días, por lo menos el 50% de los tallos mueren y se determina la población final de tallos.

- Manejos culturales como el espaciamiento, la época de fertirrigación, la disponibilidad de agua y el control de las malas hierbas afectan al ahijamiento.

- Aunque se formen entre 6-8 retoños de una yema, solo 1.5 a 2 retoños por yema llegan a formar cañas.

- Un cultivo de socas produce más retoños tempranos que un cultivo de plantillas de caña.

- La promoción de un buen ahijamiento es importante para lograr una población adecuada de cañas.

La fase del gran crecimiento se caracteriza por:

- Comienza a los 120 días después de la plantación y se extiende hasta los 270 días, en un cultivo de 12 meses de duración. Durante la primera etapa de esta fase ocurre la estabilización de los retoños. De todos los retoños formados sólo el 40 - 50% sobrevive y llega a formar cañas triturables.

- Esta es la fase más importante del cultivo, en la que se determinan la formación y elongación real de la *caña* y su rendimiento.

- En esta fase ocurre una formación frecuente y rápida de hojas, alcanzando un índice de Área Foliar (IAF) de 6-7.

- Bajo condiciones favorables los tallos crecen rápidamente, formando de 4-5 nudos por mes.

- El riego por goteo, la fertirrigación y la presencia de condiciones climáticas de calor, humedad y soleamiento favorecen una mayor elongación de la caña. El estrés hídrico reduce la longitud internodal. Temperaturas sobre 30°C, con humedad cercana al 80%, son más adecuadas para un buen crecimiento.

La fase de maduración se caracteriza por:

- En un cultivo de 12 meses de duración, la fase de maduración dura cerca de 3 meses, comenzando a los 270 -360 días.

- Durante esta fase ocurre la síntesis de azúcar, con una rápida acumulación de azúcar y el crecimiento vegetativo disminuye.

- A medida que avanza la maduración, los azúcares simples (monosacáridos, como fructosa y glucosa) son convertidos en azúcar de caña (sacarosa, que es disacárido).

- La maduración de la caña ocurre desde la base hacia el ápice y por esta razón la parte basal contiene más *azúcares* que la parte superior de la planta.

- Condiciones de abundante luminosidad, cielos claros, noches frescas y días calurosos (es decir, con mayor variación diaria de temperatura) y climas secos son altamente estimulantes para la maduración (Sugarcane, 2009).

### 1.5 Fitotecnia de la brotación y ahijamiento.

La germinación, en plantas propagadas vegetativamente, es el proceso por medio del cual el estado latente de la yema se rompe pasando a un estado de crecimiento activo desarrollándose paulatinamente los órganos rudimentarios de la misma en una nueva planta. Este paso se caracteriza por una serie de cambios en los nutrientes de reserva del esqueje y por una actividad enzimática y hormonal llevando en primer lugar a inicio de la emisión de las raicillas y luego a la elongación de la yema para formar un tallo (Ramón y Mendoza, 2002).

Para la plantación se corta el material vegetativo de caña de 6 a 12 meses de edad para estacas. Se seleccionan plantas *sanas* de un lote bien manejado y libre de plagas y virus para las estacas. Se cortan las hojas y se descarta la parte inferior (nudos duros) y la parte superior (nudos muy internos). Las estacas no resisten al sol fuerte y a sequías, por esto es mejor sembrarlas el mismo día. Además las yemas no resisten a golpes duros y se necesita cuidado en el transporte de las estacas para asegurar una buena germinación (PASOLAC, 2005).

La germinación puede mejorarse tratando las estacas durante un tiempo corto en agua caliente a 50 °C, o sumergiéndolas en soluciones que *contengan* productos alcalinos como el bicarbonato de sodio. De esta manera, se mejoró la germinación hasta en un 30% cuando las estacas de caña, antes de plantarlas, se sumergieron en una solución que contenía cal (Bustos, 2005). Las hojas de la caña nacen en los entrenudos del tronco. A medida que crece la caña las hojas más bajas se secan, caen y son reemplazadas por las que aparecen en los entrenudos superiores. También nacen en los entrenudos las yemas que bajo ciertas condiciones pueden llegar a dar lugar al nacimiento de otra planta (Perafán, 2009)

Existen varios sistemas de siembra o plantación (Sena, 2007). En el sistema de siembra a "chorrillo" la semilla se coloca acostada en el fondo del surco y de acuerdo a su calidad se utiliza el sistema de chorrillo sencillo, chorro medio o chorro doble.

- El chorro sencillo y medio se utilizan para semilla de muy buena calidad, lo que da densidades de 7 a 10 yemas por metro lineal.
- El chorro doble se utiliza cuando la semilla no proviene de semilleros o es de mala calidad, correspondiendo a una densidad de 10 a 12 yemas por metro lineal.

La semilla debe quedar cubierta con una capa de suelo de dos a cinco centímetros, para que no afecte la germinación.

- En el sistema mateado se utilizan dos o tres esquejes de tres yemas por hoyo, pasando por dos y un esqueje según el método usado.

Generalmente se usa semilla de cogollo.

Por otra parte, Cuenya et. al. (2007), en un estudio con diferentes métodos de plantación en Argentina, entre los que se incluyeron los métodos del tallo entero con un corte, con 2 esquejes de 3 yemas y 3 esquejes con 3 yemas, concluyó que el mejor resultó ser el de 3 esquejes con tres yemas cada uno.

## 1.6 Cultivares presentes en la Región Amazónica

### 1.6.1

Buena adaptación a

diferentes condiciones ecológicas, la más cultivada en nuestra zona, no soporta la competencia con la maleza, se vira con facilidad, más susceptible a plagas y enfermedades, es bastante precoz, rendimiento de 80 toneladas de tallos/ha. Aceptable, de color amarillo rojizo en su madurez total, de

3E -iti

entre nudos largos y gruesos exigente en labores culturales utilizada para consumo

**Tiff**

Figura 1.3 Aspecto del Cultivar Limeña

El peso del tallo de la

caña es de 3 kg. El tallo es de color amarillo. Se recomienda establecer a una distancia de 2x 2 m.

(MIES & MAGAP 2009)

### 1.6.2 Cultivar Puateña.)

El tallo es de color amarillo verdoso. Su longitud es de 3m. El grosor del tallo es de 12 cm. en promedio. La longitud del entrenudo es de 14cm. en promedio. La hoja de color verde intenso, tiene 1.30m de largo y de 8.5 cm. de ancho. La hoja es de textura coriácea. Poseen 12 hojas activas, las cuales forman un abanico. La vaina de la hoja carece de pelusa, lo que facilita su manejo. Presenta un Brix de 18 a 20 °. Presentan un buen enraizamiento.

ancho. La hoja es de textura



Figura 1.4 Aspecto del Cultivar Puateña

El 80% de los tallos permanecen erectos

Presenta un alto número de tallos de cosecha, generalmente mayor de 10. Resistente a plagas enfermedades y malezas. Presentan brotación uniforme. Se recomienda establecer a una distancia de 1.50x 1.50m (MIES & MAGAP 2009).

### 1.6.3 Puerto Rico Suave (PR 61632)

Originaria de Puerto Rico. El tallo es de color morado. Tiene un crecimiento precoz. Posee bajo contenido de pelusa en la vaina. El 95% de los tallos crecen erectos. Los tallos están cubiertos de cerosina, esto es un problema para la elaboración de panela, porque requiere realizar un buen descachase y la utilización de un buen clarificante para Figura

1.5 Aspecto del Cultivar Puerto Rico Suave. obtiene una panela de calidad Presentan un

promedio de 21 tallos/planta. La longitud del tallo es de 2,50 a 2,90 m. El diámetro del tallo es de 7,5 cm. Es utilizada para la alimentación de cerdos y bovinos. Se recomienda establecer a una distancia de 1.50 x2m (MIES & MAGAP 2009).

### 1.6.4 Cultivar Brasileña



Figura 1.6 Aspecto del cultivar Brasileña.

El tallo es de color morado pálido, son largos y tienden a encamarse. El grosor es de 10cm. La longitud de los entrenudos varía de 12 a 15 cm. Presenta un buen ahijamiento. Resistente al salivazo y a las malezas. Apta para la producción de alcohol y etanol. Se obtiene una cosecha anual con un buen número de tallos /planta. Se recomienda establecer a una distancia de 2x2m (MIES & MAGAP 2009).

### 1.6.5 Cultivar POJ 2878.

Figura 1.7 Aspecto del Cultivar POJ 2878

Obtenida de la isla de Java de tallos largos, diámetro de mediano a grueso, color amarillo verdosos entrenudos de longitud media, hojas abiertas, tiene abundante pelusa y se deshoja fácilmente, se adapta bien a diferentes ecologías, maduración tardía, Jugo de buena calidad producción por ha, es aceptable al igual que panela, no tolera malos drenajes ni suelos ácidos. Conocida como cubana blanca (MIES & MAGAP 2009).

### 1.6.6 POJ 2879

Conocida como Conchebino. Posee abundante pelusa dura en la vaina de la hoja. La longitud de los entrenudos en promedio es de 25 cm. El diámetro del tallo es de 8 cm. en promedio. La longitud del tallo útil es de 2,60 a 3m. La longitud de la hoja es de 1,30 a 1,40 m. Presenta un buen hijamiento. El número de tallos/planta en promedio es de 16. Presenta un buen sistema radicular. Susceptible al salivazo y picudo.

Figura 1.8 Aspecto del Cultivar POJ 2879

#### **1.7 Aspectos del manejo fitotécnico del cultivo.**

Un cultivo comercial de caña de azúcar, que se pretende aprovechar durante varios años, con buen desarrollo y buenos rendimientos, requiere de un manejo adecuado desde su inicio, el cual inicia con una buena preparación de suelos.

El mismo autor menciona que es necesario tratar la semilla (esquejes) antes de la siembra, con el objetivo de protegerla de las diferentes plagas del suelo, que puedan dañarla y destruirla. Existen diferentes tratamientos con agua caliente, aire caliente, utilizando cal, pero el más fácil en el campo es el químico, utilizando una combinación de insecticida y funguicida aplicado al material de caña sembrado en el fondo del surco.

Además recomienda la siembra en época de lluvias. En cuanto a la ubicación debe realizarse de norte a sur para lograr una mayor captación de luz solar. El material de siembra debe ser de preferencia de cultivos sanos y vigorosos, con una edad de seis a nueve meses, preferentemente esquejes con 3 yemas,

Referente a los requerimientos nutricionales el mismo autor destaca que la caña de azúcar es capaz de extracción, y remoción de nutrientes del suelo y a su alta producción de materia verde y seca. Para una buena fertilización en el cultivo se recomienda realizar análisis de suelo previo a la siembra y análisis foliar a los 4 meses de edad, para conocer el estado nutricional de la planta. Si no se hacen estos análisis se recomienda la siguiente fertilización: 198 kg/ha de Nitrógeno, 79 kg/ha de Fósforo, 99 kg/ha de Potasio. (Martínez, 2007).

La caña de azúcar es normalmente de un crecimiento inicial lento y por esa razón necesita todas las ventajas que se le puedan dar para competir contra las malezas que poseen un desarrollo más rápido y vigoroso. El período crítico de la caña de azúcar abarca desde la emergencia hasta los 5 meses de edad, donde el cultivo se ve afectado en su desarrollo por la competencia de agua y nutrientes con una diversidad de malezas que de no controlarse a tiempo se producirían grandes pérdidas en el rendimiento y producción final de azúcar.

**Control manual:** Se utiliza en explotaciones pequeñas de difícil mecanización por la topografía del terreno, también es usado en explotaciones medianas, y cuando la aplicación de productos químicos no ha sido eficaz.

**Control mecánico:** Se basa en el efecto que sobre las malezas ejercen los implementos acoplados al tractor.

**Control químico:** La gran mayoría de los productos químicos requieren que las malezas estén comenzando su germinación o estén en etapas iniciales de crecimiento, y que haya suficiente humedad en el suelo, para actuar eficientemente. El producto o productos químicos a utilizar deberán ser seleccionados en función de los tipos de malezas predominantes (Martínez, 2007).

Entre las plagas de mayor importancia se encuentran

**a) SALIVAZO (*Mahanarva andigena*)**

Es una plaga que está atacando la caña de azúcar en Ecuador.

**Hospederos:** Pastos y malezas (Gramalote, pasto miel, san pedro, trigo tropical, hierba luisa, caña y entre otros.)

**Daño que ocasiona:**

Tanto las ninfas como los adultos chupan la savia de la planta. El daño que ocasionan las ninfas es generalmente inapreciable, el daño más importante lo hacen los adultos, a más de succionar la savia inyectan sustancias tóxicas de distribución sistémica. Los síntomas de este daño se manifiestan por presencia de manchas amarillentas alrededor de la picadura, que gradualmente se alargan y más tarde adquieren un color castaño a pardo y necrótico, dando un aspecto de quemazón al follaje. Como consecuencia de este daño, la producción y el rendimiento de la caña de azúcar disminuyen.

Existen diversas formas para combatir el salivazo. Las más importantes son el control cultural, el biológico, trampas amarillas y el control químico. (De la Cruz, 2003):

### ***Control cultural***

Se puede reducir el daño causado por el salivazo realizando las siguientes labores.

Quemar los residuos de cosecha.

Eliminar plantaciones altamente infestadas.

Evitar el movimiento de semilla de lugares infestados a lugares libres de la plaga.

Control de malezas en forma periódica dentro y fuera de la plantación.

Realizar un despaje de hojas para exponer a las ninfas a la acción de los enemigos naturales y del sol.

Eliminando hijuelos débiles y afectados

### ***Control biológico***

El salivazo tiene varios enemigos naturales. El más común es el hongo *Metarhizium anisopliae* que causa una alta mortalidad de adultos y ninfas. Y varios insectos, arañas, aves y sapos que se alimentan de ninfas y adultos

### ***Trampas***

Las trampas sirven para atrapar los adultos del salivazo. Consiste en el uso de láminas metálicas o fundas plásticas de color amarillo impregnada de un pegamento especial denominado stiken, diluido en gasolina en una proporción de 1:1. Estas trampas se colocan de 50 a 75 por ha. A 1.5m. de altura y, se distribuyen en la plantación de acuerdo al número de la población del salivazo

### ***Control químico***

En caña grande, se recomienda aplicar cuando la población de adultos sea igual o mayor a un adulto o dos ninfas grandes por tallo.

En cañas maduras y listas para ser cortadas se recomienda no aplicar (De la cruz, 2003).

### ***Control Mecánico:***

Consiste en realizar labores de subsuelo y cultivo para remover el suelo y exponer huevecillos a la intemperie los cuales posteriormente mueren (INIFAP, 1995)

**b) PICUDO RAYADO (*Metamasius hemipterus*)**

Son insectos atraídos por cortes o heridas de los tallos que comienzan a fermentarse y por lo tanto su infestación se puede dar en los trozos de caña para semilla, en los tocones que quedan después del corte a la cosecha, cuando se quiebran los tallos al volcarse o en orificios de salida de otros insectos como el barrenador de los tallos.

Su control se lleva a cabo mediante la captura de adultos a través de trampas de guadua cebadas con caña machacada (Cenicana, 2009). También se puede realizar trampas con trozos de los tallos de caña.

**c) BORER (*Diatraea saccharalis*)**

**Hospederas:** Arroz, maíz, sorgo, caña de azúcar

Las larvas hacen túneles en los entrenudos, reduciendo el vigor de la planta, a veces hacen que se quiebre o se muera la parte distal del tallo, provocando la muerte de las plantas.

**Controles:**

**Control cultural:** rotación de cultivos, destrucción de residuos.

**Control biológico:** utilización de *Telenomus alecto*, parasitoide de huevos y larvas, *Trichogramma minutum*, *Cotesia flavipes*, *Lysophaga diatraea*. (Infoagro, 2007)

Como principal enfermedades se encuentran:

**a) ROYA**

**Agente causal:** *Puccinia melanocephala*

Las hojas presentan manchas amarillas (cloróticas) que son visibles en ambos lados de las hojas, dichas manchas se alargan y se transforman en un color amarillo-rojizo o pardo. Con un halo amarillo-verdoso que se forma alrededor de las lesiones. En las variedades susceptibles las lesiones toman rápidamente la apariencia pustulosa en el envés de las hojas que van paralelas a las venas del limbo. Aparecen con más frecuencia hacia la extremidad de las hojas y se abren muy pronto liberando masas densas de esporas de color entre naranja y pardo. La roya es más severa en las cañas de seis meses de edad, en planta común y en retoños.

**Control**

La única medida para controlar la roya es el uso de variedades resistentes (CENTA, 2007).

## **CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación contó con dos partes fundamentales:

- a) **Caracterización de las cepas de caña de azúcar en las plantaciones del agroecosistema cañero del cantón Pastaza. Para ello se estudiaron los aspectos fundamentales de la tecnología de plantación practicada.**
- b) **Influencia del método de plantación en el crecimiento inicial del cultivar Limeña POJ 93.**

### **2.1 Contexto geográfico general de la experiencia.**

La investigación tuvo una duración de 8 meses y la misma se realizó en el Cantón y Provincia de Pastaza para la caracterización de las cepas existentes en los agroecosistemas cañeros y para la determinación de la influencia de la densidad y la posición de las yemas específicamente, se realizó un experimento de campo en el Rancho Santa Rita, ubicado a 1 Km. de la Parroquia Tarqui.

La caracterización y el experimento de campo se realizaron en las condiciones de suelos del Orden Inceptisoles, Suborden Andepts, Gran Grupo Hydrandepts (Unidad D5), con base en la clasificación de suelos de los EEUU (Soil Taxonomy). Este tipo de suelos se caracteriza por un desarrollo muy incipiente, lo que da lugar a la formación de horizontes alterados, son considerados poco maduros en su evolución. El entorno está constituido por un ecosistema de pie de monte conformado por materiales diferentes de tipo torrencial, caracterizados por bloques de cantos rodados metamórficos y graníticos en proceso de meteorización recubierto por capas de cenizas volcánicas. Estos suelos clasificados como Hydrandepts se caracterizan por tener una textura limosa, profundos completamente lixiviados, con saturación de bases de 100 a 300 % en la parte superficial, debido al alto contenido de materia orgánica tienen una coloración café oscuro, pobres en fósforo y potasio. Su pH es fuerte a medianamente ácido entre 4,9 - 5,9 (ECORAE, 2009).

Los suelos de la Unidad D5, se localizan en la zona de colonización antigua de Pastaza en donde se han localizado las principales poblaciones como Puyo, Shell, Fátima, Teniente Hugo Ortiz, Diez de Agosto, Tarqui, Veracruz, la Esperanza y en

forma total se ha cambiado la vegetación natural. Estos suelos cubren 87.976 ha, que representan el 3,03% de la provincia.

Este ecosistema de pie de monte, en el caso de la ubicación de los experimentos, cuenta con predominancia de pastos cultivados que generalmente se desarrollan en asociación con la regeneración natural de varias especies de plantas de rápido crecimiento, se caracteriza por la presencia de pastos de *Axonopus scoparius* (gramalote) con regeneración natural de *Pollalesta discolor* (pigüe) y otras especies. Esta zona geográfica abarca el territorio aledaño de las vías Puyo - Mera, Puyo -Macas, Puyo - Tena y Puyo -10 de Agosto - El Triunfo (ECORAE, 2009)

El régimen térmico considerando datos promedios entre los años 1964 - 2006, se caracteriza por un valor medio de la temperatura anual de 20,8 °C, con una mínima media de 16,7 °C y máxima de 25,8 °C. Por su parte las precipitaciones anuales acumuladas promedian los 4517,4 mm en igual período de registros.

## **2.2 Caracterización de las cepas de la caña de azúcar en la zona.**

Para la caracterización de los métodos de plantación y estado de las cepas en áreas cañeras del agroecosistema cañero del Cantón, se realizó la localización, encuesta a productores y medición de algunas características de la cepa en 27 parcelas.

### **2.2.1 Variables de caracterización:**

a) Cualitativas:

Se determinaron a través de la encuesta al propietario.

- Identificación del propietario.
- Ubicación de la parcela.
- Área de la parcela (ha)
- Cultivar (clon)
- Destino comercial.
- Distancia de plantación empleada.

**b) Cuantitativas:**

Se determinaron a través de la encuesta y las mediciones en las parcelas en 10 plantones siguiendo la diagonal de mayor longitud del campo.

Edad de la cepa (años)

Cantidad de tallos de primer orden.

Cantidad de tallos de segundo orden

Cantidad de hijos

Cantidad de hojas activas en tallos de primer orden

Cantidad de hojas activas en tallos de segundo orden

Cantidad de hojas activas en los hijos

Altura al dewlap (cuello) visible más alto (+1).

Longitud media de los entrenudos en tallos de primer orden.

Diámetro de los tallos de primer orden

Diámetro del plantón.

Área Foliar del plantón.  $AF = 0,9296$  (Hojas activas x Área Foliar Hoja +3) x cantidad de tallos ( Brito et al., 2007)

índice de Área Foliar.  $(IAF) = AF / AP$  (Torres, 2008)

AF: Área Foliar por plantas ( $cm^2$ ) / AP: Área de proyección ( $cm^2$ )

**2.2.2 Procesamiento estadístico.**

Para el procesamiento estadístico de los datos se realizó una exploración de los datos utilizando un análisis de factor basado en el método de análisis de los componentes principales y la técnica del análisis discriminante a fin de conocer si la clasificación de las parcelas en las localidades y los cultivares correspondientes se corresponde con la variación simultánea de distintas variables cuantitativas descriptoras de las características de las cepas de caña.

Esta técnica estadística se utilizó para pronosticar el grupo de pertenencia de un caso a partir de las características observadas en cada parcela del estudio. El procedimiento genera un conjunto de funciones discriminantes basadas en combinaciones lineales de las variables predictoras que proporcionan la mejor

discriminación posible entre los grupos. Las funciones se generaron a partir las parcelas en los que se conoce el grupo de pertenencia a localidad, cultivar y destino comercial (Asesor estadístico del Paquete SPSS, 2006).

Posteriormente se determinó la significación de los efectos de los factores localidad, cultivar y destino económico. Se utilizó un análisis de contrastes multivariados para los distintos efectos, en los cuales se calcularon los estadígrafos: Traza de Pillai, Lambda de Wilks y Raíz mayor de Roy. Los efectos intersujetos se determinaron a partir de la misma técnica, así como las comparaciones de las medias a partir de la prueba Duncan.

Las matrices de correlaciones entre las distintas variable fueron obtenidas, seleccionando los casos con coeficientes de correlación  $r$  de Pearson significativos que resultaron de interés para la experiencia, a partir de las variables relacionadas con los efectos de las densidades de las yemas estudiadas.

### **2.3 Influencia del método de plantación en el crecimiento inicial del cultivar Limeña (POJ 93).**

A fin de determinar la influencia del método de plantación empleado, condicionado por la densidad de las yemas plantadas por unidad de superficie, en la brotación y el área foliar, se realizó un experimento en el Rancho Santa Rita, ubicado a 1 Km. de la Parroquia Tarqui.

#### **2.3.1 Descripción de los tratamientos**

En la investigación que se consideraron 5 tratamientos, los mismos diferenciados en el número de yemas al igual que la posición del material de propagación (Figura 2.1).

T1: Posicionamiento inclinado del esqueje a unos  $45^\circ$ , alternando dos a dos en el mismo plantón, a 2 metros.

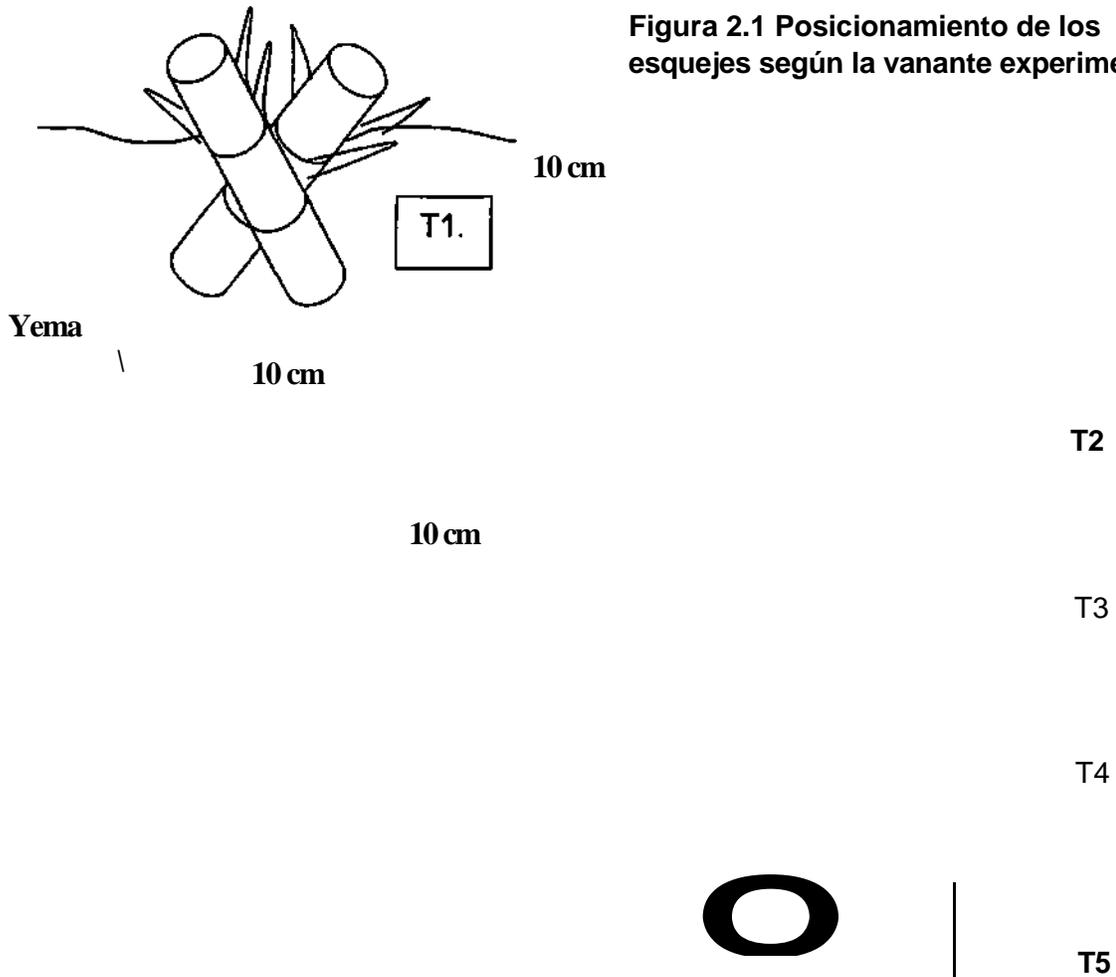
T2: 3 estacas de 1 yema separadas a 10 cm a 2 metros

T3: 2 estacas de tres yemas punta a punta a 2 metros

T4: 3 estacas de 3 yemas alternadas a 2 metros.

T5: 4 estacas de 3 yemas paralelas en doble hilera a 2 metros.

Figura 2.1 Posicionamiento de los esquejes según la variante experimental



### 2.3.2 Diseño y montaje experimental.

Para la preparación del área se procedió erradicar las cepas plantas indeseables existentes en el lugar en cuestión. La misma se realizó de forma mecánica.

Posterior a ello se realizó un drenaje para evacuar el exceso de agua.

Por ultimo se procedió a la realización de los hoyos para establecer el plantón y tapado de las estacas de caña a 15 cm, previamente el material a propagar se sometió a un encajamiento de las mismas con el fin de garantizar su permanencia.

Se realizó una valoración económica de los distintos tratamientos a fin de comparar la eficiencia de los mismos, respecto a los costos de los insumos, jornales y del material de propagación a emplearse en la plantación la cual resultan necesarios y que pueden variar entre los tratamientos.

El diseño experimental empleado se correspondió con un diseño en Block al Azar (5 x 3), según se muestra en la figura 2.2

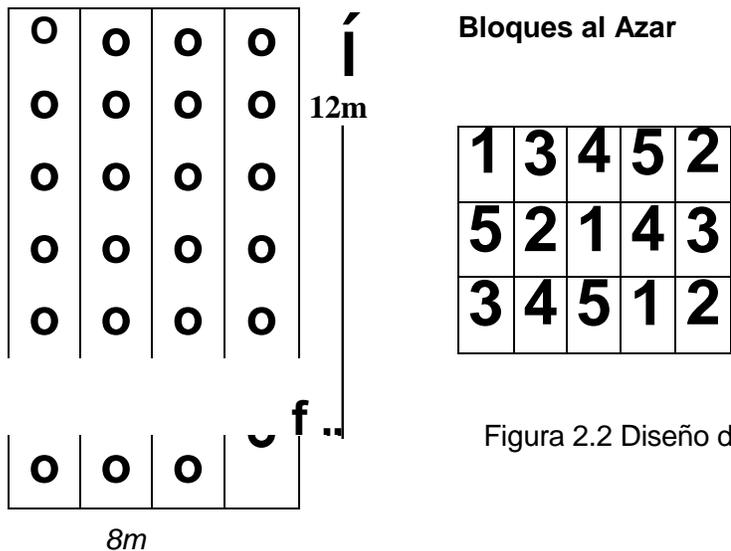


Figura 2.2 Diseño del experimento

La parcela experimental estará conformada de 4 hileras de plantas ubicadas en plantones separados a 2 x 2 m, con un ancho de 8 m y un largo de 12 m, para una superficie de 96 m<sup>2</sup>,

### 2.3.3 Variables

Determinadas en cada parcela en todos los plantones del área de cálculo.

Brotación y supervivencia de los brotes

Cantidad de tallos de primer orden

Cantidad de tallos de segundo orden.

Altura de los tallos primarios al dewlap (cuello) visible más alto.

Longitud de entrenudos.

Cantidad de hojas activas.

Área Foliar del plantón.  $AF = 0,9296$  (Hojas activas x Área Foliar Hoja +3) x cantidad de tallos (Brito et al., 2007)

índice de Área Foliar.  $(IAF) = AF / AP$  (Torres, 2008)

AF: Área Foliar por plantas (cm<sup>2</sup>) / AP: Área de proyección (cm<sup>2</sup>).



#### **2.3.4 Procedimiento estadístico.**

Se utilizó el Análisis de Varianza de Clasificación Doble para el procesamiento de los resultados del experimento sobre la incidencia de la densidad y posición de las yemas en la plantación sobre las variables de crecimiento y desarrollo de los plántones, utilizándose el ANOVA de un factor, seleccionando el modelo para determinar los efectos principales y la comparación de las medias por la técnica de rangos múltiples de Duncan.

Los procesamientos estadísticos de las bases de datos elaboradas se realizaron con el Paquete Estadístico SPSS versión 15 para Microsoft Windows.

#### **2.3.5 Valoración económica.**

Para la valoración económica, se consideró el costo de las labores y de los insumos para cada uno de los métodos ensayados. Las fichas de costos abreviadas permitieron comparar los métodos.

## CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Caracterización de las cepas de caña de azúcar en plantaciones del agroecosistema cañero del cantón Pastaza

En la tabla 3.1 se puede apreciar la lista de cultivares presentes, predominando el cultivar Limeña (POJ 93), con el 46,7 % de la superficie de las parcelas. El método predominante de plantación con cogollos, el destino preferencial comercial la producción de de panela y caña fruta, así como plantaciones con edades de cepa de más de 40 años (36 % del total de la muestra).

Tabla 3.1 Características fundamentales

Cultivar	Localidades	Método de Siembra	Edad (años)	Destino comercia]	Superficie (ha)	Dis». o/ hileras	Diste/ plantas
Pauteña	Las Américas	1 estaca de 3 yemas	20	Panela	2	1,50	1,50
Cubana Morada POJ 2879	Las Américas	Cogollo	45	Panela/agua ardiente	2	1,50	1,50
Cubana Blanca POJ 2878	Las Amaneas	Cogollo	20	Panela	2	2,00	2,00
Limeña(POJ93)	Las Américas	Cogollo	0	Fruta y Panela	2	1,50	1,50
Puerto Rico	Las Américas	Estacas	40	Panela	5	1,50	1,50
Brasílera	Las Américas	Cogollo	15	Panela	3	1,50	1,50
Limeña rayada	Las Américas	Cogollo	2	Panela	3	3,00	3,00
Limeña(P0J93)	Las Américas	Cogollo	20	Fruta y panela	1	1,50	1,50
Cubana Morada POJ 2879	Km4 vía 10 de Agosto	Cogollo	20	Panela	2	1,50	1,50
Limeña(P0J93)	Km4 vía 10 de Agosto	Cogollo	15	Fruta y Panela	5	1,50	1,50
Puerto Rico	Km2Vía 10 de Agosto	Cogollo	50	Panela	5	1,50	1,50
Cubana Blanca POJ 2878	Km2 Vía 10 de Agosto	Cogollo	50	Panela	5	1,50	1,50
Pauteña	Km2 Vía 10 de Agosto	Cogollo	50	Panela	5	1,50	1,50
Limeña(POJ93)	Murialdo	Cogollo	4	Fruta y Panela	2	2,00	1,50
Limeña(P0J93)	Murialdo	Cogollo	20	Fruta y Panela	3	2,00	2,00
úmeña(P0J93)	Murialdo	Cogollo	16	Fruta y Panela	0,5	2,00	2,00
Limeña(P0J93)	Murialdo	Cogollo	1	Fruta y Panela	1	2,00	2,00
úmeña(P0J93)	Murialdo	Cogollo	15	Fruta y Panela	1	2,00	1,50
Limeña Rayada	Tarqui	Cogollo	15	Panela	0,5	2,00	1,50
Limeña(P0J93)	Tarqui	Cogollo	15	Fruta y Panela	0,5	2,00	2,00
Limeña(P0J93)	Tarqui	Cogollo	50	Fruta y Panela	2	2,00	2,00
Limeña(P0J93)	Tarqui	Cogollo	32	Fruta y Panela	10	2,50	1,00
Limeña(POJ93)	Tarqui	Cogollo	15	Fruta y Panela	1	2,00	2,00
Limeña(P0J93)	Fatima	Cogollo	20	Fruta y Panela	1	2,00	2,00
Limeña(P0J93)	Fatima	Cogollo	15	Fruta y Panela	2	2,00	2,00
Limeña(POJ93)	Fatima	Cogollo	10	Fruta y Panela	1	2,00	2,00
Limeña(POJ93)	Fatima	Cogollo	30	Fruta y Panela	2	2,00	2,00

La superficie promedio de las parcelas de caña fue de 2,57 ha, las cepas presentaron una edad promedio de 22,4 años, así como un área vital entre 2,25 y 4 m, con un promedio general de 3,3056 m<sup>2</sup>, según las distancias de plantación utilizadas entre 1,5 y 3, generalmente con un arreglo cuadrado entre la distancia de hileras de plantas y plantas.

Según el Gobierno Provincial de Pastaza, el MAGAP y el MIES (2007), existen en las plantaciones una serie de problemas que inciden en la agroproductividad, como son: degradación de suelo, pérdida de fertilidad, envejecimiento de la cepa, así como la incidencia de plagas y enfermedades, lo cual se corrobora en la caracterización realizada en las parcelas del cantón Pastaza. También se señala en el diagnóstico del proyecto de fortalecimiento del cultivo de la caña de azúcar y panela en Pastaza que los métodos de industrialización en la elaboración de panela, son generalmente artesanales, las instalaciones e infraestructura de las fábricas paneleras no reúnen las condiciones sanitarias y de inocuidad básica para la elaboración de alimentos, por lo que conlleva a una serie de problemas, destacándose la comercialización que se limita por la mala calidad del producto.

### 3.1.1 Localidad.

Los resultados del análisis discriminante permitieron conocer que las distintas características de las cepas presentes en las parcelas estudiadas se diferencian de acuerdo a la localidad. Se encontraron clasificados correctamente el 96,3 % de los casos agrupados originales (tabla 3.1), lo cual indica la importancia de este factor en la caracterización de las cepas. Un solo caso (20%) de los casos de la localidad de *Ja Vía* a la 10 de agosto, presentó características más parecidas a la localidad de Murialdo que las restantes de la misma localidad, lo cual, si se observan los datos originales se corresponde con el casos de menor edad de las cepas en esa localidad.

En la figura 3.1 se pueden apreciar los grupos de casos agrupados según la localidad. Las funciones 1 y 2 explicaron el 95 % de la varianza, con un coeficiente de correlación canónica de 0,81.

Tabla 3.2 Resultados de la clasificación para el factor localidad.

Lugar			Grupo de pertenencia pronosticado				
			1	2	3	4	Total
Original	Recuento	1 Las Américas	8	0	0	0	8
		2 10 de Agosto	0	4	1	0	5
		3 Murialdo	0	0	5	0	5
		4 Tarqui	0	0	0	5	5
		5 Fátima	0	0	0	0	4
	%	1 Las Américas	100,0	,0	,0	,0	100,0
		2 10 de Agosto	,0	80,0	20,0	,0	100,0
		3 Murialdo	,0	,0	100,0	,0	100,0
		4 Tarqui	,0	,0	,0	100,0	100,0
		5 Fátima	,0	,0	,0	,0	100,0

En la figura 3.1 se pueden apreciar los grupos de casos agrupados según la localidad. Las funciones 1 y 2 explicaron el 95 % de la varianza, con un coeficiente de correlación canónica de 0,81.

### funciones discriminantes canónicas

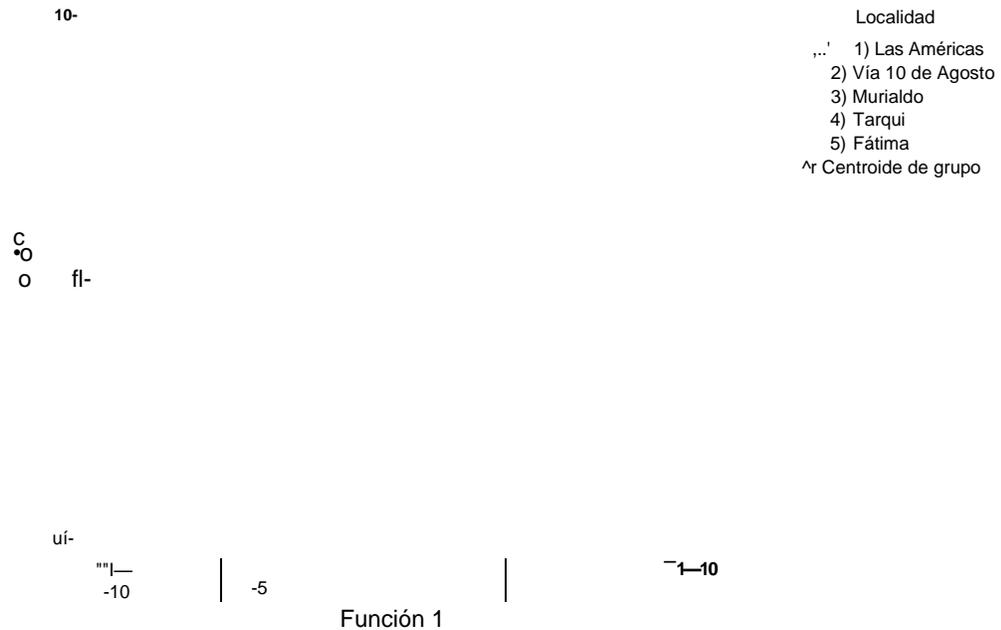


Figura 3.1 Análisis discriminante. Localidad.

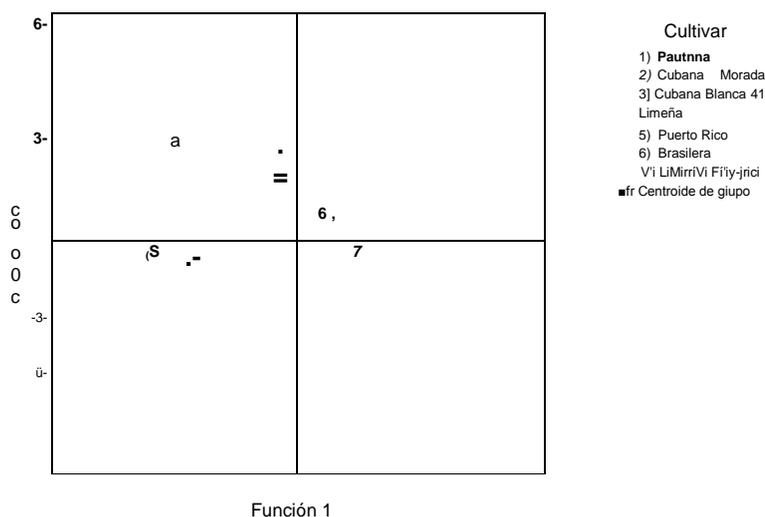
### 3.1.2 Cultivar

Los resultados del análisis discriminante permitieron conocer que las distintas características de las cepas presentes en las parcelas estudiadas se diferencian de acuerdo al cultivar. Se encontraron clasificados correctamente el 88,9 % de los casos agrupados originales (tabla 3.2), lo cual indica la importancia de este factor en la caracterización de las cepas. Tres casos no presentaron las características de los cultivares presentes, semejando más a los otros, siendo el caso de los cultivares Cubana Blanca y la Limeña. Para el caso del cultivar Limeña (POJ 93), según se aprecia en la tabla 3.2 existieron dos parcelas con características de variación simultánea mejor agrupadas en el grupo de los cultivares Brasileira y Limeña rayada. En la figura 3,2 pueden apreciarse las ubicaciones de los centroides de grupos 4, 6 y 7 (Limeña, Brasileira y Limeña rayada), con una proximidad entre los cultivares antes mencionados. Esto corrobora la presencia de otros efectos que probablemente tengan un mayor peso que se asocian a la localidad.

Tabla 3.2 Resultados de la clasificación para el factor cultivar

Cultivar	Grupo de pertenencia pronosticado							Total		
	1	2	3	4	5	6	7			
Original	Recuento	1 Puateña	2	0	0	0	0	0	0	2
		2 C Morada	0	2	0	0	0	0	0	2
		3 C. Blanca	0	0	1	0	1	0	0	2
		4 Limeña	0	0	0	14	0	1	1	16
		5 Puerto Rico	0	0	0	0	2	0	0	2
		6 Brasileira	0	0	0	0	0	1	0	1
	%	7 Limeña Rayada 1	0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	2	2
		Puateña	100,0						0	100,0
		2 C. Morada	,0	100,0	,0	,0	,0	,0	0	100,0
		3 C Blanca	,0	,0	50,0	,0	50,0	,0	,0	100,0
		4 Limeña	,0	,0	,0	7,5	,0	6,3	6,3	100,0
		5 Puerto Rico	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	,0	100,0
		6 Brasileira	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	,0	100,0
		7 Limeña Rayada	,0	,0	,0	,0	,0	,0	100,0	100,0

funciones discriminantes canónicas



### 3.1.3 Destino comercial de la plantación

El destino comercial de la plantación, al parecer en las condiciones de los casos estudiados, se relaciona con el manejo de la misma, lo cual puede apreciarse en que el 92,6 % (Tabla 3.3) de los casos fueron originalmente clasificados de forma multivariada y por ejemplo el caso número 2 particularmente posee la mayor cantidad de tallos de tercer orden, lo cual evidencia un manejo diferente cuando su destino es cosechar para panela y alcohol (figura 3.3)

Tabla 3.3 Resultados de la clasificación. Destino comercial de la cosecha.

Destino			Grupo de pertenencia pronosticado			Total
			1	2	3	
Original	Recuento	1 Panela	8 0 0	0 1 0	2	101
2		Panela y Aguardiente	80,0	,0	0	16
	3	Panela y fruta	,0,0	100,0	16	100,0
%		1 Panela		,0	20,0	100,0
2		Panela y Aguardiente			,0	100,0
3		Panela y fruta			100,0	

#### funciones discriminantes canónicas

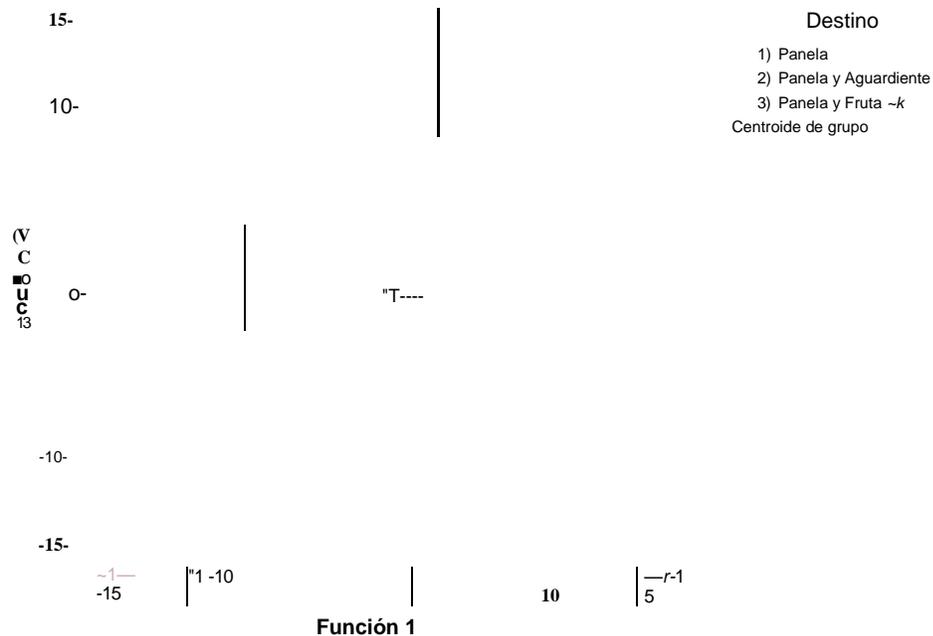


Figura 3.3 Análisis Discriminante. Destino comercial.

### 3.1.4 Composición de los tallos. Correlaciones entre variables.

La matriz de correlaciones muestra un Coeficiente de Correlación de Pearson significativo al nivel de  $p=0,001$ , para la variable tallos de primer orden y el área foliar del plantón y por consiguiente del índice de Área Foliar (IAF). Las figuras 3.4 y 3.5 muestran la dependencia lineal entre dichas variables ( $r=0,793$   $p=0,000$  \*\* y  $r=0,565$   $p=0,003$  \*\* respectivamente). Esta correlación significativa demuestra la importancia que tiene para las condiciones del cultivo de la caña en las condiciones de la experiencia, lograr en la cepa una alta población de tallos primarios.

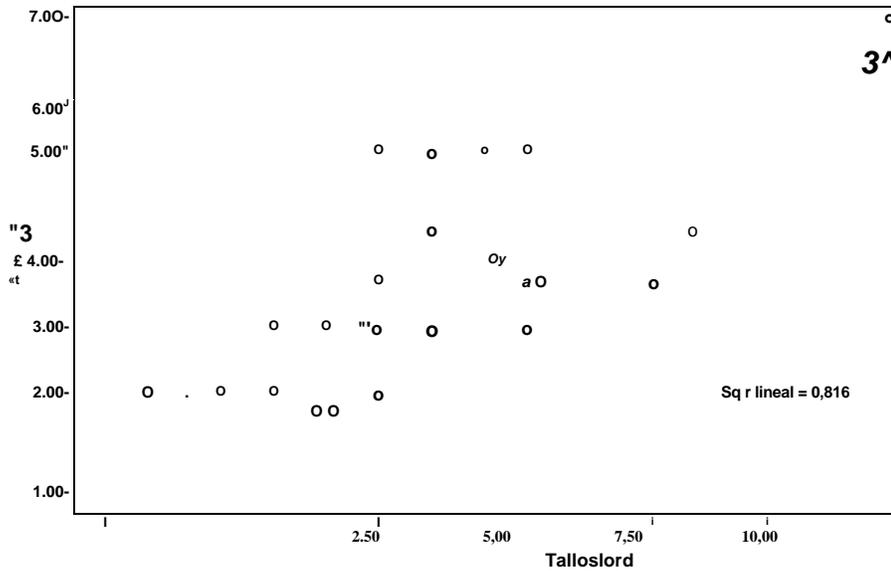


Figura 3.4 Correlación tallos de primer orden / Área Foliar

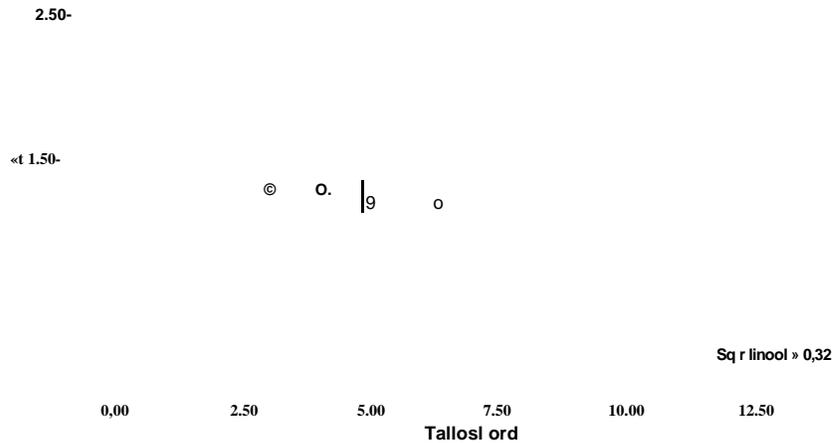
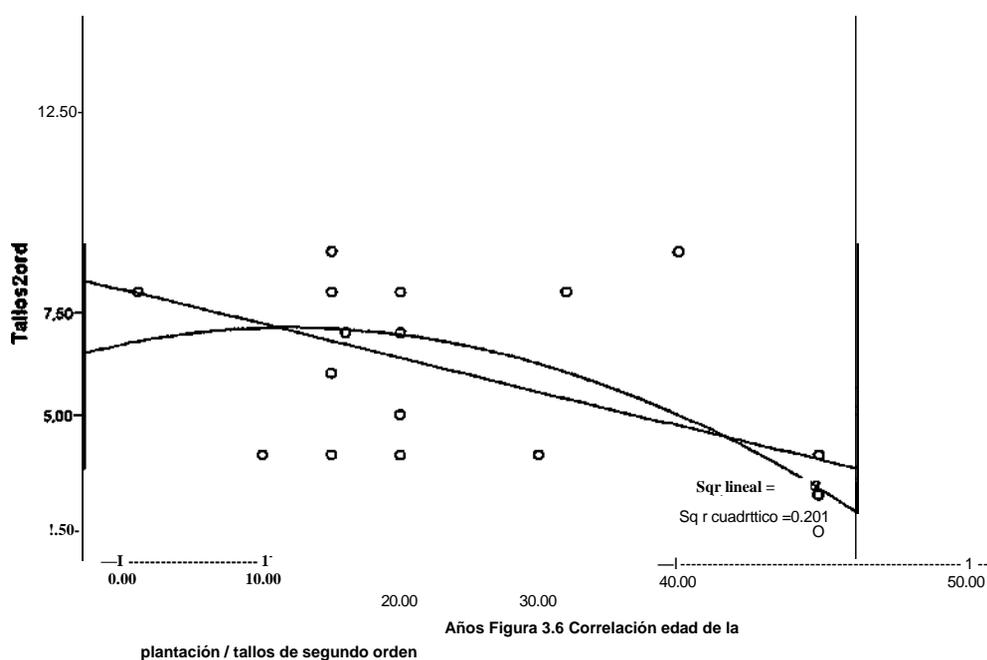


Figura 3.5 Correlación tallos de primer orden / índice de Área Foliar.

También se encontró una correlación significativa para la edad de la cepa y la cantidad de tallos de segundo orden del plantón ( $r = -0,396$   $p = 0,045$  \*) según se puede apreciar en la figura 3,6, en la medida que aumenta la edad de la cepa las parcelas muestran una menor cantidad de tallos secundarios. Se muestra un ajuste lineal y uno cuadrático en el gráfico de dispersión. Esto puede estar dado por el manejo de las plantaciones y la extracción de cañas en la cosecha de forma sostenida en el transcurso de los años.



### 3.1.5 Efectos multivariados localidad, cultivare interacción.

La tabla 3.4 permite apreciar los contrastes multivariados para los efectos localidad y cultivar. Los estadígrafos utilizados: Traza de Pillai, Lambda de Wilks y Raíz mayor de Roy, coinciden en señalar que el efecto del factor Lugar y el factor Cultivar es significativo. Para la interacción sólo el estadígrafo Traza de Pillai ofrece un criterio de significación del efecto interacción Localidad por Cultivar para  $p = 0,05$ , a pesar de que existe una mayor cantidad de variables que expresaron esta interacción de forma significativa (tabla 3.5).

**Tabla 3.4 Contrastes multivariados para los efectos lugar, cultivar e interacción.**

Efecto	Estadígrafo	Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Significación
Lugar	Traza de Pillai	3,691	4,336	44,000	16,000	,001
	Lambda de Wilks	,000	6,512	44,000	5,780	,014
	Raíz mayor de Roy	337,808	122,839(a)	11,000	4,000	,000
Cultivar	Traza de Pillai	4,343	3,006	55,000	25,000	,002
	Lambda de Wilks	,000	4,682	55,000	8,216	,012
	Raíz mayor de Roy	212,178	96,445(a)	11,000	5,000	,000
Lugar * Cultivar	Traza de Pillai	1,955	7,829	22,000	4,000	,029
	Lambda de Wilks	,000	4,231(b)	22,000	2,000	,208
	Raíz mayor de Roy	69,597	12,654(a)	11,000	2,000	,075

La prueba de los efectos intersujetos se muestra en la tabla 3.5, como resultado de la misma se puede conocer que las variables que presentan significación para el lugar son la cantidad de tallos de 3er orden y la altura de la cepa al nivel del cuello visible más alto. Así mismo para el efecto cultivar, se encontró que el área que ocupa el plantón y el grosor medio de los tallos son las variables con significación estadística.

Para las interacciones, se presentan diferencias para las variables altura de la cepa al nivel del cuello visible más alto, grosor medio de los tallos y el área que ocupa el plantón.

Los aspectos más significativos de estos efectos, están dados, para la localidad en la cantidad de tallos del tercer orden, los cuales resultaron ser significativamente más numerosos en el plantón en las cepas de las localidades Tarqui, Vía 10 de Agosto y Las Américas respecto a la localidad Fátima.

La altura del plantón al cuello (dewlap) visible más alto fue significativamente mayor en las parcelas de la localidad Las Américas que las restantes.

El resto de las variables no presentó diferencias estadísticas entre localidades.

**Tabla 3.5 Pruebas de los efectos inter-sujetos**

Fuente	Variable dependiente	Suma de cuadrados tipo III	gi	Media cuadrática	F	Significación
Lugar	Tallos 1er orden	70,558	4	17,639	1,382	,303
	Tallos 2do orden	76,051	4	19,013	1,640	,233
	Tallos 3er orden	195,956	4	48,989	5,573	,011
	Altura cuello mas alto	1,548	4	,387	6,526	,006
	Longitud entrenudos	5,393	4	1,348	,713	,600
	Área Foliar del plantón	17,911	4	4,478	2,562	,098
	Área del plantón	18,160	4	4,540	2,268	,128
	IAF	,977	4	,244	,459	,765
	Grosor del tallo	,914	4	,229	2,957	,069
	IAF (ds)	3,821	4	,955	2,575	,097
	Edad de la cepa	1074,742	4	268,685	1,935	,175
Cultivar	Tallos 1er orden	23,217	5	4,643	,364	,863
	Tallos 2do orden	33,217	5	6,643	,573	,720
	Tallos 3er orden	41,217	5	8,243	,938	,494
	Altura cuello mas alto	,454	5	,091	1,532	,258
	Longitud entrenudos	27,217	5	5,443	2,879	,067
	Área Foliar del plantón	6,737	5	1,347	,771	,590
	Área del plantón	45,670	5	9,134	4,563	,017
	IAF	1,492	5	,298	,560	,729
	Grosor del tallo	1,533	5	,307	3,968	,027
	IAF (ds)	2,773	5	,555	1,495	,268
	Edad de la cepa	1288,867	5	257,773	1,856	,182
Lugar * Cultivar	Tallos 1er orden	,333	2	,167	,013	,987
	Tallos 2do orden	2,333	2	1,167	,101	,905
	Tallos 3er orden	44,333	2	22,167	2,522	,125
	Altura cuello mas alto	,653	2	,327	5,508	,022
	Longitud entrenudos	24,333	2	12,167	6,434	,014
	Área Foliar del plantón	,004	2	,002	,001	,999
	Área del plantón	56,347	2	28,173	14,075	,001
	IAF	1,211	2	,605	1,136	,356
	Grosor del tallo	3,766	2	1,883	24,373	,000
	IAF (ds)	,358	2	,179	,482	,630
	Edad de la cepa	133,333	2	66,667	,480	,631

**Tabla 3.6 Variables del crecimiento vegetativo. Localidades.**

Lugar	Tallos 3er orden	Altura cuello mas alto	Longitud de entrenudos	Área del plantón	Grosor medio del tallo	IAF
1	8,0000 ab	2,4250 a	14,0000	4,4988	4,1425	1,4288
2	9,4000 a	1,6300 b	14,6000	2,9040	4,0740	1,2180
3	4,4000 be	1,7300 b	12,2000	2,6800	4,2040	1,3800
4	10,4000 a	1,7000 b	11,6000	2,5980	3,9480	1,5400
5	3,0000 c	1,6250 b	11,7500	1,8725	3,7400	1,9750
X	7,2963	1,8963	13,0000	3,1256	4,0456	1,4822
ES	6,9992	0,6220	1,1610	2,1307	0,4785	0,4939
P	0,011 *	0,006 **	0,600 NS	0,128 NS	0,069 NS	0,765 NS

Letras iguales no difieren estadísticamente para el 5 % de probabilidad del error.

Para el factor cultivar el área del plantón fue superior en el cultivar Pauteña respecto a los restantes. El grosor medio del tallo del cultivar Cubana Morada fue estadísticamente inferior a las restantes entre las cuales no se encontraron diferencias estadísticas entre ellas. Los dos cultivares cubanos difieren estadísticamente, siendo las cañas más gruesas las del cultivar Blanca (figura 3.7).

**Tabla 3.7 Variables del crecimiento vegetativo. Cultivares.**

Cultivar	Tallos 3er orden	Altura cuello mas alto	Longitud de entrenudos	Área del plantón	Grosor medio del tallo	IAF
Pauteña	7,0000	2,2500	15,5000	7,8100 a	4,1400 ab	,7800
Cubana Morada	15,5000	2,2500	13,5000	1,8900 b	3,6700 c	2,3500
Cubana Blanca	9,0000	2,2500	15,0000	4,1850 b	4,3000 a	1,0200
Limeña	6,3125	1,7281	11,8750	2,4738 b	3,9800 ab	1,6475
Puerto Rico	6,5000	1,9500	16,0000	4,6050 b	4,2950 a	,8900
Limeña rayada	5,5000	1,8250	13,0000	2,1850 b	3,9800 ab	1,1600
X	7,2963	1,8963	13,0000	3,1256	4,0456	1,4822
ES	2,8710	0,3016	2,3330	3,0222	0,5540	0,5458
P	0,494 NS	0,258 NS	0,067 NS	0,017*	0,027 *	0,729 NS

Letras iguales no difieren estadísticamente para el 5 % de probabilidad del error.

### **3.2 Influencia del método de plantación en el crecimiento inicial del cultivar Limeña POJ 93**

Los resultados del crecimiento de manera integral fueron mejores en el tratamiento con el uso de los cogollos cruzados inclinados y con solamente un 30 % de la longitud

del mismo enterrados. Las condiciones de sobre saturación de humedad del suelo presentes en la localidad, hacen que los restantes métodos fallen por no encontrar las condiciones apropiadas para la brotación, el ahijamiento y el crecimiento inicial. **3.2.1**

### **Brotación y ahijamiento**

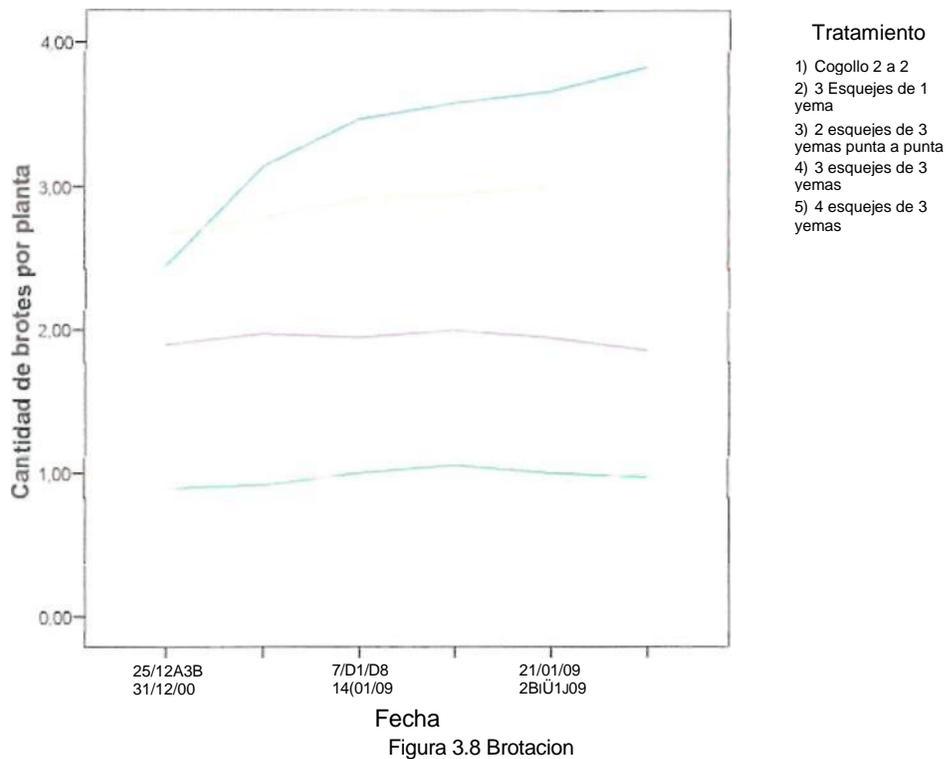
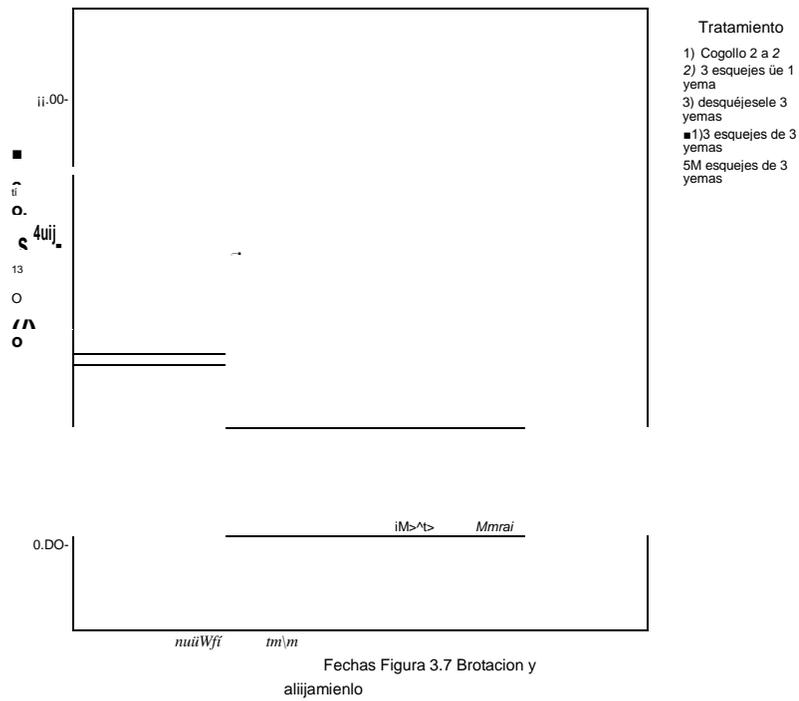
Los resultados del experimento (figuras 3.7, 3.8 y 3.9), permitieron apreciar una mejor brotación de las yemas en el tratamiento en el que se utilizó el método de plantación por cogollos de plantas, dos a dos, inclinados y cruzados, con yema apical. Esto se puede comprobar en la cantidad de tallos totales que crecieron hasta los 125 días después de la plantación.

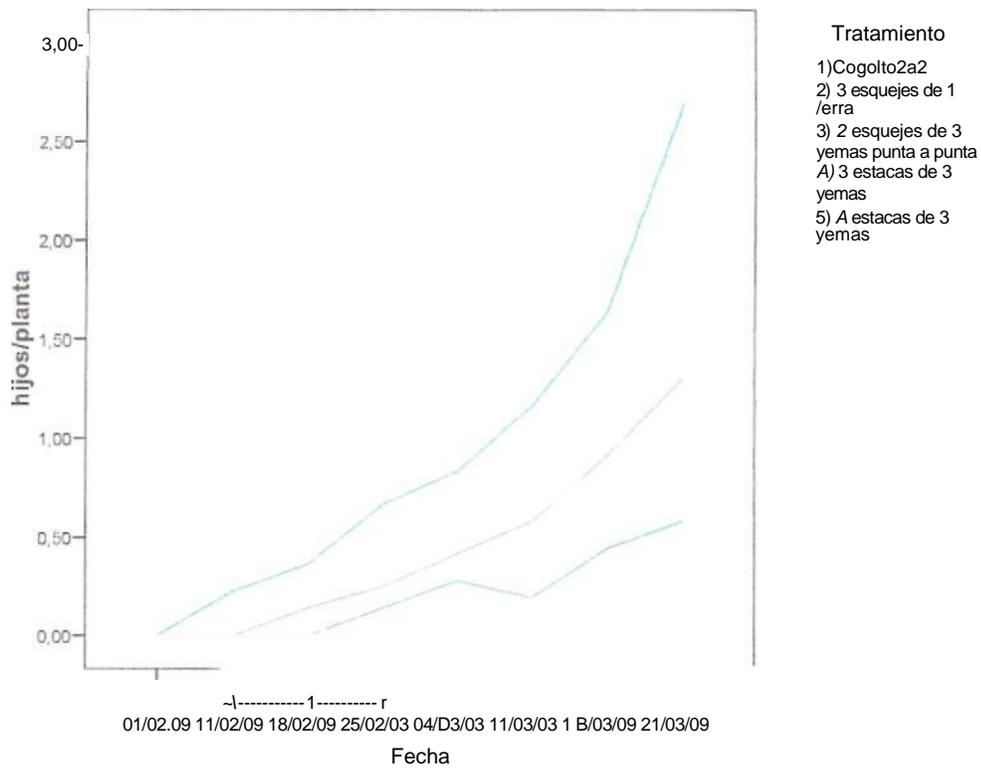
Este tratamiento continuó un ritmo creciente de la emisión de tallos de primer orden hasta los 75 días posteriores a la plantación y de hijos entre los 75 y los 125 días período en el cual comenzó la emisión de tallos secundarios, posteriormente a los 125 días el ritmo de ahijamiento disminuyó considerablemente y permaneció más o menos invariable hasta los 185 días (6 meses de la plantación).

En la tabla 3.8 se pueden apreciar la comparación de las medias de los tallos totales, tallos de 1er y 2do orden a los 125 y a los 180 días de la plantación. Nótese como para las condiciones de la experiencia estas variables se mantuvieron con valores medios aproximadamente iguales, e incluso menores debido a la muerte de algunos brotes o hijos por exceso de humedad del suelo. Esto coincide con lo reportado por Amaya et al. (1991), quien reporta que para las condiciones del Valle del Cauca en Colombia un macollamiento rápido en los 3 primeros meses y un crecimiento en altura mínimo y muchos de los tallos formados mueren, sin embargo a partir del quinto mes la cantidad de tallos permanece más o menos estable. Según cita este autor el IAF oscila entre 4 y 7 en un período de 8 a 9 meses de edad.

Las condiciones climáticas del cantón, propician una condición de saturación de humedad del suelo durante casi todo el año, lo cual sólo es posible atenuar con un sistema de drenaje, esto desfavorece la brotación de las yemas utilizando el método de colocar las estacas en el suelo y taparlas. Tales condiciones en las precipitaciones también coinciden con los reportes que existen para la estación climatológica de Puyo (OAS, 2009), señalándose una media de 4 548 mm anuales, con una precipitación diaria correspondiente al 10% de probabilidad de ser excedida de 144 mm y la horaria del 1% es de 75, 3 mm. Esto da una idea de la distribución diaria de acuerdo al volumen anual. Aparejado a estas variables, existe una fuerte nubosidad lo que disminuye considerablemente las horas de sol. En general, los meses de mayores

disminuye considerablemente las horas de sol. En general, los meses de mayores precipitaciones tienden a tener menos horas de sol y viceversa. Para el Puyo se reporta por esta organización una heliofanía de 1048,4 horas anuales.





**Tabla 3.8 Brotación y ahijamiento a los 125 y los 180 días de la plantación.**

Tratamiento	Tallos totales		Brotos Tallos 1er orden		Hijos Tallos 2do orden	
	125 ddp	185 ddp	125 ddp	185 ddp	125 ddp	185 ddp
1) Cogollo	6,3333 a	6,2222 a	3,6389 a	3,6389 a	2,6944 a	2,5833 a
2) 3 esquejes de 1 yema	1,4167 c	1,4167 c	0,8333 b	,8333 b	0,5833 be	,5833 be
3) 2 esquejes de 3 yemas	0,9167 c	0,9167 c	0,8611 b	,8611 b	0,0556 c	,0556 c
4) 3 esquejes de 3 yemas	3,1111 b	3,1111 b	1,8056 a	1,8056 a	1,3056 b	1,3056 b
5) 4 esquejes de 3 yemas	3,8611 b	3,9167 b	2,6944 a	2,7500 a	1,1667 b	1,1667 b
x	3,1278	3,1111	1,9667	1,9778	1,1611	1,1389
ES	2,6067	2,5884	1,3397	1,3221	1,8721	1,8769
P	0,000 **	0,000"	0,000 **	0,000"	0,000"	0,000*

Letras iguales no difieren estadísticamente para  $p = 0.05$

### 3.2.2 índice de Área Foliar

La tabla 3.9 muestra las diferencias entre las medias para los aspectos área foliar, proyección del plantón e IAF. Estas tres variables presentaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos a los 185 días de la plantación.



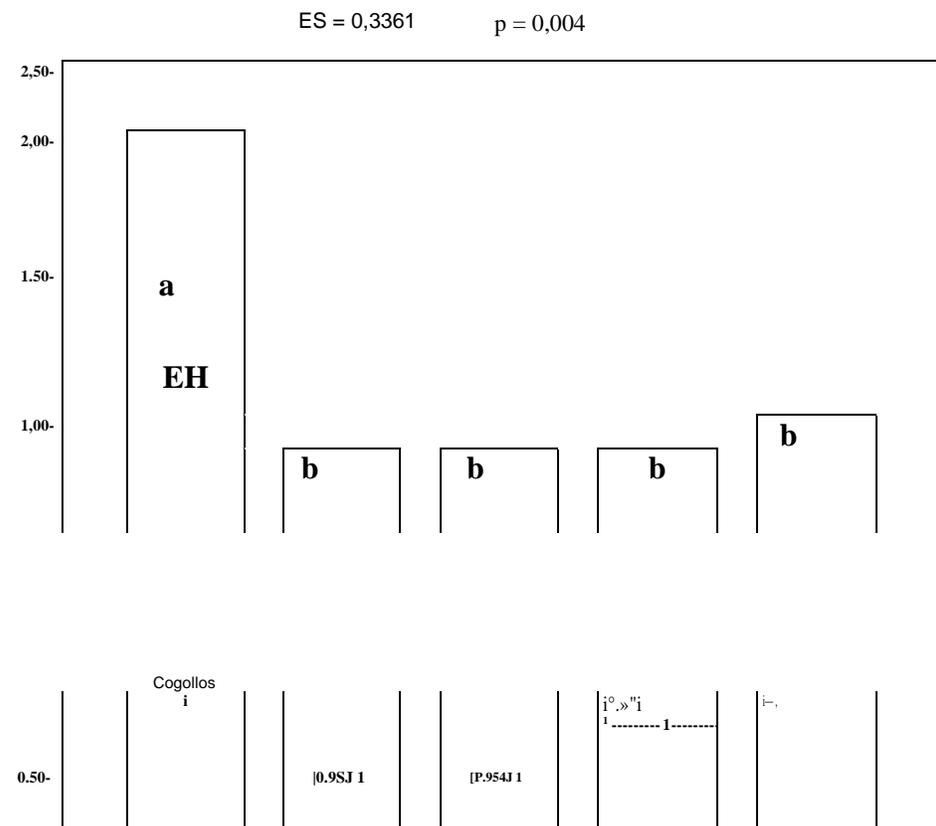
Tabla 3.9 índice de Área Foliar

Tratamiento	Área Foliar del plantón	Área del plantón	IAF
1) Cogollo	6032,5233 a	2645,7033 a	2,3321 a
2) 3 esquejes de 1 yema	1401,5800 c	1476,3000 be	0,9587 b
3) 2 esquejes de 3 yemas	1085,9600 c	1139,7000 c	0,9542 b
4) 3 esquejes de 3 yemas	1667,8733 c	1903,1467b	0,9425 b
5) 4 esquejes de 3 yemas	3062,6400 b	2762,9100 a	1,0996 b
X	2650,1153	1985,5520	1,2574
ES	393,7923	369,9570	0,3361
P	0,000 **	0,002**	0,004 **

Letras iguales no difieren estadísticamente para  $p = 0,05$

Con la utilización del cogollo como material de plantación entre el área foliar y el área de proyección del plantón, existe una relación que finalmente conduce a un IAF = 2,3321, la cual expresa una mejor condición para este tratamiento en función de su crecimiento y desarrollo vegetativo (figura 3.11). Estos resultados pueden estar asociados a la cantidad de luz que aprovecha la planta cuando tiene mayor superficie foliar.

Un estudio clásico conducido en condiciones controladas por Irvine (1970), demostró que un flujo de aire e intensidad de luz creciente, incrementó la tasa de fotosíntesis en hojas de la caña de azúcar. Según este autor la mayor tasa de fotosíntesis se observó cuando el flujo de aire y la intensidad de la luz estuvieron al máximo aún cuando la porosidad fue mínima y los estomas estuvieron cerrados.



3 esquejes de 1  
yema

2 esquejes de 3  
yemas

3 esquejes de 3  
yemas

4 esquejes de 3  
yemas

**Tratamientos**

Figura 3.11 índice de Área Foliar

El IAF en la caña de azúcar muestra una gran variabilidad durante el año y sus máximos valores en un año se encuentran alrededor de los 10 meses después de la plantación, se reportan valores entre 0,5 y 3,00 para el índice como resultado de la evaluación en diferentes áreas (Xavier y Vettorazzi, 2003).

En ensayos comparativos con diferentes cultivares, Tejera et. al. (2007), encontraron que el cultivar más productivo de caña (Ja 60-5) resultó el que alcanzó una mayor área foliar, un índice de área foliar (IAF) óptimo para la intercepción de la luz, una alta y estable Tasa de Asimilación Neta, así como una elevada duración del área foliar y la biomasa.

Los resultados de la experiencia para el uso de los cogollos son una alternativa para garantizar un crecimiento más rápido en las edades más tempranas del cultivo después de la plantación. Terauchi et. al. (2009) sostienen que la Caña de Azúcar (*Saccharum* sp.) presenta rendimientos bajos si se considera su habilidad fotosintética. El lento crecimiento de la caña de azúcar en las etapas tempranas es una de las razones principales para su baja productividad. Un alto porcentaje de la luz solar se pierde en el suelo en esta etapa. A fin de incrementar la absorción de la luz solar se considera altamente necesario la expansión rápida del área foliar. De igual manera estos autores consideran que la dilatada expansión del área foliar se atribuye al lento crecimiento de las plantas individuales, así como a la baja densidad de plantación.

Según Romero, Scandaliarius y Tonatto (2006), al evaluar los efectos de los principales factores de manejo de la plantación en la emergencia de caña planta en Tucumán, Argentina, encontraron valores del IAF que oscilaron entre 4,27 y 6,41 en dos cultivares de caña de azúcar en su período de mayor crecimiento, así como comprobaron una gran variabilidad espacial dependiendo de múltiples factores.

Chaves (2008), señala que la caña de azúcar se considera una planta excepcional entre las plantas comerciales en consideración de poseer varias ventajas y atributos de índole anatómico y fisiológico que la tipifican, citando que dispone de un índice de Área Foliar (IAF ~ 4-10) asimilador de luz muy amplio que favorece y eficientiza la absorción de la radiación solar; atribuyendo que la disposición vertical de sus hojas durante su mayor periodo de crecimiento, contribuye significativamente al punto anterior.

El método de plantación empleando los dos cogollos de caña cruzados con las hojas superiores activas en un mismo plantón mostró a los 185 días de la plantación un IAF medio de 2,332, el cual a pesar de ser bajo respecto a las referencias de otra condiciones geográficas, es un valor relativamente alto que supera a los valores obtenidos para los restantes métodos, incluso el tratamiento con el uso de 4 esquejes con 3 yemas que pone en el plantón 12 yemas para brotar.

Este resultado obtenido en la experiencia con la variante del uso del cogollo como material de plantación coincide con las mediciones realizadas por Oliveira et al. (2007), quien señala valores del IAF cercanos a 2,00 en los cultivares de caña RB72454, RB855113 y RB855536, a los 183 días en la cepa caña planta en la Estación Experimental de Paravaí, Paraná, Brasil en el período 2002 - 2003.

Los resultados del experimento, que corroboran el efecto favorable del método de plantación utilizando cogollos en las condiciones de la experiencia con un mayor IAF no coinciden con los resultados de Akihiro et al. (2009), quienes no encontraron efectos de la densidad de plantación en este índice, aunque reportaron valores que no excedieron el valor de 2,5.

Varios autores han demostrado la dependencia de la brotación y ahijamiento de la caña de las características genéticas y de las condiciones edafoclimáticas (Hernández, 1995; Marcano, García y Caraballo, 2003; Jiménez et al., 2003; Marcano et. al., 2005; Digoncelli et al., 2006; Salles y Gómez, 2006).

Olea, Romero y Scandaliaris (2004), expresaron que existe una gran coincidencia en el planteamiento de que el crecimiento del área foliar de la caña y la velocidad con la que alcanza el cierre, dependen de las condiciones ambientales, las características varietales (número de hojas, orientación, macollaje y dimensiones) y del manejo (número de tallos y distancia entre surcos).

Para las condiciones de la experiencia existieron limitaciones atribuibles al régimen de precipitaciones y su combinación con la luminosidad, que pusieron al tratamiento de la plantación con 2 cogollos cruzados inclinados en cruz con lámina foliar, en condiciones de dar una continuidad inmediata al crecimiento vegetativo de la planta y a su, enraizamiento, brotación de tallos de primer y segundo orden, contrastando con los demás sistemas empleados en la experiencia de ubicar los tallos de tres yemas en el fondo del hoyo de plantación. El método convencional de plantación aplicado en la región tiene un sustento comprobado en la presente experiencia, reforzado por el

factor sobresaturación de humedad del suelo (ECORAE, 2009). La continuidad de la fotosíntesis y la respiración en los cogollos ofrece las ventajas del método que han sido comprobadas en el ensayo.

González et al. (2001), comparando distintos métodos de plantación se pudo comprobar que la plantación en surco corrido simple, punta con punta y trozos de 3 yemas, cortados en burro, presentó una emergencia más rápida y superior en todas las evaluaciones hasta los 47 días de la plantación, momento en que ya había concluido el proceso. Sin embargo, en el momento de la cosecha no se detectaron deferencias significativas entre tratamientos en las variables: pol por ciento en caña, toneladas de caña por hectárea y pol toneladas por hectáreas.

### 3.2.3 Valoración económica.

Cuando se comparan los costos de la plantación utilizando los distintos métodos, con un marco de plantación de 2 x 2 m (2500 plantas / ha) se puede comprobar que el método de 4 estacas de 3 yemas, posee costos superiores para 1 ha que el método utilizando 2 cogollos cruzados (Tabla 3.10). Aunque los otros tres restantes métodos tienen costos inferiores al método de cogollos cruzados, éste es más eficiente biológicamente, siendo más consistente desde el punto de vista del crecimiento y desarrollo de la plantación, considerando las etapas de brotación y ahijamiento, así como el crecimiento inicial de las plantas a los 185 días de la plantación. Lo anterior contribuye a sostener el criterio de factibilidad del uso del método por cogollos.

Tabla 3.10 Costos por hectárea con el empleo de los distintos métodos.

Partida de gastos	Cogollos cruzados	3 estacas de 1 yema	2 estacas de 3 yemas	3 estacas de 3 yemas	4 estacas de 3 yemas.
Preparación del terreno	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00	\$ 80,00
Siembra	\$	\$ 40,00	\$ 32,00	\$ 40,00	\$ 48,00
Deshierbas	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00
Otros insumos	\$ 5,00	\$ 5,00	\$ 5,00	\$ 5,00	\$ 5,00
Material de propagación	\$ 500,00	\$ 10,50	\$ 300,00	\$ 450,00	\$ 600,00
Gastos directos	\$ 729,00	\$ 255,50	\$ 537,00	\$ 695,00	\$ 853,00
Gastos indirectos	\$ 72,90	\$ 25,55	\$ 53,70	\$ 69,50	\$ 85,30
Total Gastos	\$ 801,90	\$ 281,05	\$ 590,70	\$ 764,50	\$ 938,30

Costos para 1 ha (USD) / 2500 plantas /ha.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

Se arribó a las siguientes conclusiones:

- 1) El Cultivar Limeña POJ 93 es el más extendido y empleado en la producción con el doble propósito de elaboración de panela y de comercialización como fruta en diferentes localidades del agroecosistema cañero del Cantón Pastaza, propagándose tradicionalmente por el método de la plantación de dos cogollos cruzados e inclinados.
- 2) En las parcelas caracterizadas, la variable cantidad de tallos de primer orden correlacionó significativamente con el Área Foliar del Plantón y el índice de Área Foliar (IAF), a su vez la edad de la plantación correlacionó con la cantidad de tallos del segundo orden, lo cual evidencia la importancia del manejo en la explotación de las plantaciones en la cosecha de la caña para fruta y panela.
- 3) Los factores localidad, cultivar y su interacción presentaron efectos significativos en las parcelas caracterizadas, lo que permite comprobar la importancia de los mismos en el cultivo para el agroecosistema objeto de estudio.
- 4) El método de plantación empleando los dos cogollos de caña cruzados con las hojas superiores activas en un mismo plantón presentó el mayor ritmo de la emisión de tallos de primer orden hasta los 75 días posteriores a la plantación, así como los mejores indicadores del crecimiento vegetativo del cultivar Limeña POJ 93, mostrando a los 185 días de la plantación el mayor IAF con un valor medio de 2,332, lo que permitió comprobar las ventajas de este método respecto a las tecnologías foráneas.

## RECOMENDACIONES

A partir de las conclusiones anteriores, se recomienda:

- 1) Realizar estudios de interacción genotipo ambiente incluyendo los cultivares y las localidades más significativas para las condiciones de suelo y clima del Cantón Pastaza.
- 2) Utilizar el método de plantación empleando los dos cogollos de caña cruzados con las hojas superiores activas en un mismo plantón, enterrados en un 30 % de su longitud, para el fomento de nuevas plantaciones o reposición en las condiciones del agroecosistema cañero del cantón Pastaza con el cultivar Limeña POJ 93, destinadas a la producción de caña de fruta y panela.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Akihiro, N. et al. Effects of planting density and soil type on the growth characteristics of the first ratoon crop of summer planted sugarcane. The science bulletin of the College of Agriculture, University of Ryukyus. 34 pp.1-10 [En línea] 2007 [fecha de acceso 12 de Junio de 2009]. URL Disponible en: [http://ci.nii.ac.jp/voMssue/nels/AN00250548\\_en.html](http://ci.nii.ac.jp/voMssue/nels/AN00250548_en.html)
2. Amaya, Estévez. Noviembre 2008. Artículo técnico publicado en: Ventana Lechera. Revista Especializada. San José, Costa Rica, Dos Pinos. Edición N° 10, Año 3, diciembre del 2008. p: 45-51.
3. Asesor Estadístico del Paquete SPSS. 2006. Paquete estadístico SPSS PARA Windows. Análisis discriminante.
4. AVILAN R, F. GRANADOS M. Y D. ORTEGA. ESTUDIO DEL SISTEMA RADICULAR DE TRES VARIEDADES DE CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum spp.). CNIA [en línea] 2006 [fecha de acceso 08 de Junio de 2009]; 27(1): Pág. 69-87. URL Disponible en: [http://www.redpa.v.vepagro.org.ve/agrotrop/v27\\_1/v271a006.html](http://www.redpa.v.vepagro.org.ve/agrotrop/v27_1/v271a006.html)
5. Bioagro. Prueba Comparativa de variedades de Caña de Azúcar [En línea]. 2003 [fecha de acceso 11 de Abril de 2009]. URL Disponible en [www.scielo.org.ve/scielo.php?lng\\_es](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?lng_es)
6. Bioline. Prueba de ocho variedades de caña de azúcar. Venezuela [En línea]. 2005 [fecha de acceso 11 de Abril de 2009]. URL Disponible en: [www.bioline.org.br/request7cg05007](http://www.bioline.org.br/request7cg05007)
7. Bustos Páez Milton. Manual Agropecuario. 2ª ed. FEMAT. Ecuador .2005. p.265-266
8. Camacho & Arévalo. FANALISIS CLUSTER DE LA CAÑA DE AZÚCAR. SICA [En línea]. 2007 [fecha de acceso 11 de Mayo de 2009]; URL disponible en : <http://www.sica.gov.ve/cadenas/azucar/docs/monitoreo2.pdf>
9. Cenicaña. Picudos de la semilla. [En línea] 2009 [fecha de acceso 08 de Junio de 2009]. URL Disponible en: [http://www.cenicana.org/investigacion/variedades/sanidad\\_vegetal.php?opcion=2&opcion2=3](http://www.cenicana.org/investigacion/variedades/sanidad_vegetal.php?opcion=2&opcion2=3)

10. CENTA..CAÑA DE AZÚCAR. [En línea]. 2007 (fecha de acceso 13 de Abril del 2009);URL Disponible en:  
<http://centa.gob.sv/documentos/otrainfo/agricola/canadeazucar.doc>
- 11 Córdova A Vargas V. Salinas E. et al. Aptitud agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el sur de Tamaulipas. EEAOC (en línea) 2004. (fecha de acceso 3 de Mayo del 2009) .URL disponible en:  
<http://www.eeaoc.org.ar/agricola/cañaazucar.php?>
- 12 Cuenya WI, García WI, Romero C. et al. Efectos del agregado de cachaza y de diferentes densidades de plantación en la capacidad productiva de un semillero saneado de la variedad de caña de azúcar (Saccharum spp.) LCP85-384. EEAOC. (en línea) 2003 (Fecha de acceso 3 de mayo del 2009). URL disponible en :  
<http://www.oeaoc.org.ar>.
13. Chaves M. Uso de la caña de azúcar como Forraje ( en une) 2008.( Fecha de acceso 3 de Mayo del 2009) .URL disponible en h!íp:!.c»rfoga.org/ima
14. De la cruz W. (2003).El salivazo (Mahanarva andígena) de la caña de azúcar y como combatirlo. Disponible en el Servicio Ecuatoriano de Sanidad Agropecuaria .Puyo, Pastaza-Ecuador.
15. DIGONZELLI, Patricia A., ROMERO, Eduardo R., SCANDALIARIS, Jorge *et al.* Dinámica de la brotación potencial de caña semilla micropropagada y termotratada de tres cultivares de caña de azúcar. *Rev. Ind. Agrie. Tucumán*. [en línea]. 2006 (Fecha de acceso 10 de Junio del 2009) 83. (1-2) . URL Disponible en :  
[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-30182006000100001](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30182006000100001) &lng=es&nrm=iso
16. ECORAE. 2009. Suelos de la provincia Pastaza. [En línea]. 2008 [fecha de acceso 11 de Mayo de 2009]; URL disponible en:  
[http://www.ecorae.org.ee/web\\_zee/APLICATIVO%20ZEE/Pastaza/Pastaza\\_Archivos/Links/PasSuelos.htm](http://www.ecorae.org.ee/web_zee/APLICATIVO%20ZEE/Pastaza/Pastaza_Archivos/Links/PasSuelos.htm)

17. EEAOC, Recomendaciones Generales para la implantación del cañaveral.

[En

T

línea] 2005. [fecha de acceso 10 de Noviembre de 2009]; URL

Disponible en :

[http://www.eeaoc.org.ar/cania/gacet\\_plantacion.pdf](http://www.eeaoc.org.ar/cania/gacet_plantacion.pdf)

18. González, R. et. al. 2007. Informe de la Investigación: RESULTADOS DE DIFERENTES TÉCNICAS DE PLANTACIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR. Estación Provincial de Investigaciones de la Caña de Azúcar, "Antonio Mesa Hernández" Jovellanos, Matanzas, INICA-MINAZ.

19. Hernández Edith. ASPECTOS AGRONÓMICOS DEL CULTIVO DE LA CAÑA PANELERA. Fonaiap - Ceniap (en línea) 2003. (Fecha de acceso 3 de mayo del 2009) 15(3). URL Disponible en http

[www.bioagro.com](http://www.bioagro.com) http

[www.eeaoc.org.ar/.../listado-rev2b.asp?...Gacetilla%20Agroindustrial](http://www.eeaoc.org.ar/.../listado-rev2b.asp?...Gacetilla%20Agroindustrial)

20. Infoagro. AGROINDUSTRIA PANELERA EN LA PROVINCIA DE PASTAZA-ECUADOR. [En línea] 2007 [fecha de acceso 11 de Abril de 2009]. URL Disponible en: <http://infoagro.net/shared/docs/a5/dair23.ppt>

21. INIFAP. Tecnología de Producción para el cultivo de la Caña de Azúcar, [en línea] 1995 [fecha de acceso 08 de Junio de 2009]; URL disponible en : [www.oidrus-slp.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=95](http://www.oidrus-slp.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=95)

22. Irvine, JE. Photosynthesis and Stomatal Behavior in Sugarcane Leaves as Affected by Light Intensity and Low Air Flow Rates. U.S. Sugarcane Field Station, Crops Research División, Agricultural Research Service, United States Department of Agricultura, Box 470, Houma, Louisiana, 70360, USA. [en línea] 1970 [fecha de acceso 08 de Junio de 2009]; URL disponible en: <http://www3.interscience.wiley.com/journal/119692043/issue>

23. MAG. Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica, Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. [En línea] 1991 [fecha de acceso 05 de Mayo de 2009]. URL Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/tec-cana.pdf>

24. MAGAP, MIES. Fortalecimiento del cultivo de caña de azúcar y panela en la Provincia de Pastaza. Ecuador. [En línea] 2007 [fecha de acceso 12 de Mayo de 2009]; URL Disponible en:

<http://www.mies.gov.ee/MBS/DocumentosMBS/DCom/Paz/pastaza2.pdf>



25. Marcano M. García M. y Caraballo L. Nota Técnica Prueba comparativa de variedades de caña de azúcar en el noreste del estado Monagas, (en línea) 2003( Fecha de acceso 12 de Mayo del 2009) 15 (3). URL disponible [ww.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1316-33612003000300010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1316-33612003000300010&script=sci_arttext)
26. Marcano, M. et. al. Prueba de ocho variedades de caña de azúcar (*Saccharum* sp.) bajo condiciones de secano en un suelo de sabana del estado Monagas, Venezuela. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAMISSN 0188-4611, Núm. 53, 2004, pp. 58-74
27. Mesa J. La agroindustria de la caña de azúcar en un marco de Desarrollo Sostenible. [En línea]. 2009. (fecha de acceso 13 de Mayo del 2009. URL Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos12/mnagraz/mnagraz.shtml>
28. Naturland. Agricultura orgánica en trópico y sub trópico. Caña de azúcar. [En línea]. 2000 [fecha de acceso 12 de Mayo de 2009]. URL Disponible en: <http://www.naturland.de>
29. OAS. Climatología. [En línea]. 2009 [fecha de acceso 12 de Mayo de 2009]. URL Disponible en: <http://www.oas.Org/dsd/publications/Unit/oea32s/begin.htm#Contents>
30. Olea I, Romero E. Scandaliaris J. Recomendaciones para el Manejo de Malezas en Caña de Azúcar en Tucumán. EEAOC [En línea].2004 [fecha de acceso 12 de Mayo de 2009]. URL Disponible en: [www.eeaoc.org.ar/cania/gacet\\_malezas.pdf](http://www.eeaoc.org.ar/cania/gacet_malezas.pdf)
31. Oliveira R. Daros E, Zambón J. et al Área Foliar en tres cultivares de caña de azúcar en una correlación con la producción de biomasa. [En línea]. 2007 [fecha de acceso 12 de Mayo de 2009]. URL Disponible en : [www.agro.ufq.br/pat](http://www.agro.ufq.br/pat)
32. PASOLAC, Barrera viva de Caña de Azúcar. [En línea]. 2005 [fecha de acceso 23 de Abril de 2009]. URL disponible en ; [www.Pasolac.com](http://www.Pasolac.com)
33. Patricia A. Digonzelli, Eduardo R. Romero, Jorge Scandaliaris, et al. Dinámica de la brotación potencial de caña semilla micropropagada y termotratada de tres cultivares de caña de azúcar Rev. Ind. Agrie. Tucumán, ( en línea ) 2006, ( Fecha de acceso 3 de Mayo del 2009).83,(1-2), URL disponible en [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-30182006000100003&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30182006000100003&lng=es&nrm=iso)

34. Perafán F. Caña de azúcar [En línea]. 2009 [fecha de acceso 12 de Mayo de 2009]; URL Disponible en <http://www.perafan.com/ea02cana.htm>
35. Pérez G. Clasificación Taxonómica, características anatómicas y morfológicas de la Caña de Azúcar, Fisiología del crecimiento y desarrollo, Disponible en documentos de sistemas de cultivos agroecológicos red la Universidad Estatal Amazónica. 2008 pag.1 -12
36. Ramón M y C. Mendoza. Efecto del deterioro post-corte sobre la germinación de la semilla asexual de cinco variedades de caña de azúcar. [En línea] 2007 [fecha de acceso 05 de Mayo de 2009]. URL Disponible en [www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-78182002000400002&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182002000400002&lng=pt&nrm=iso)
37. ROMERO, Eduardo R. Efectos de los principales factores de manejo de la plantación en la emergencia de caña planta en Tucumán, *Rev. Ind. Agrie. Tucumán*. [En línea] Argentina. 2007 [fecha de acceso 13 de Mayo de 2009]; vol.83, no.1-2 p.19-28. URL Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-30182006000100003&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30182006000100003&lng=es&nrm=iso). ISSN 1851-3018.
38. ROMERO, Eduardo R., SCANDALIARIS, Jorge, TONATTO, Javier et al. Efectos de los principales factores de manejo de la plantación en la emergencia de caña planta en Tucumán, Argentina. *Rev. Ind. Agrie. Tucumán*. [en línea]. 2006, [Fecha de acceso 10 de Junio del 2009]. 83. (1-2). p.19-28. URL disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-30182006000100003&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30182006000100003&lng=es&nrm=iso)
39. Salles Scarpari, M.; E Gomes. Variación espacio-temporal de índice de área foliar y el Brix en la caña de azúcar. *Rev. Ind. Agrie* (en línea) 2006 (Fecha de acceso 10 de Junio del 2009) 67 (1). URL Disponible en [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-30182006000100001&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30182006000100001&lng=es&nrm=iso)
40. Sena. Producción y recomendaciones tecnológicas para el cultivo de la Caña en el departamento del Guaviare. (En line) 2007 (fecha de acceso 05 de Mayo de 2009). URL Disponible en: <http://www.lablaa.org/>



41. SERAPIO F. BRUZÓN C. AGRONOMÍA DEL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) [En línea] 2007 [fecha de acceso 08 de Junio de 2009]. URL Disponible en : <http://www.slp.gob.mx/upload/21/planes/TANLAJAS.PDF>
42. Suárez R. & Morín R.,). CAÑA DE AZÚCAR Y SOSTENIBILIDAD: ENFOQUES Y EXPERIENCIAS CUBANAS. [En línea] 2005 [fecha de acceso 05 de Mayo de 2009]. URL Disponible en: [http://www.laneta.apc.org/desal/spip/article.php3?id\\_article=26](http://www.laneta.apc.org/desal/spip/article.php3?id_article=26)
43. Sugarcane crops. Caña de azúcar. [En línea] 2009 [fecha de acceso 05 de Mayo de 2009] URL Disponible en: [http://www.sugarcane crops.com/s/crop\\_growth\\_phases/germination\\_establishment\\_phase/](http://www.sugarcane crops.com/s/crop_growth_phases/germination_establishment_phase/)
44. Tejera, NA; et. al. 2007. Comparative analysis of physiological characteristics and yield components in sugarcane cultivars. Departamento de Fisiología Vegetal, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, España. [En línea] 2007 [fecha de acceso 12 de Junio de 2009]. URL Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2007.02.002>
45. Terauchi, T. et. al. 2009. A breeding index for improving the early growth of sugarcane. [En línea] 2007 [fecha de acceso 12 de Junio de 2009]. URL Disponible en: <http://www.jircas.affrc.go.jp/english/publication/highlights/2001/pdf/2001-20.pdf>
46. Torres, S. 2008. Conferencia: índices de crecimiento vegetal. En: Multimedia: Curso de Ecofisiología Vegetal. Centro de Estudios para la Transformación Agraria Sostenible. Universidad de Cienfuegos, Cuba. 11 p.
47. Van Dillewijn, Botánica de la caña de azúcar. (En línea) 1952. (Fecha de acceso 5 de Mayo del 2009) URL disponible en : [http://www.bibliotecas.unc.edu.ar/cgi-bin/Libreo-Agro?accion=ver\\_etiquetas&fn=4611](http://www.bibliotecas.unc.edu.ar/cgi-bin/Libreo-Agro?accion=ver_etiquetas&fn=4611)
48. Vidal J. Agricultura y Ganadería. Cultivos azucareros: Caña de Azúcar. Enciclopedia OCEANO Barcelona, España 2009. p 103-105. [www.oeidrus-slp.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=95](http://www.oeidrus-slp.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=95)

49. Wikipedia. Azúcar. [En línea] 2009 [fecha de acceso 12 de Junio de 2009]. URL disponible en:  
[http://es.wikipedia.Org/wiki/Az%C3%BAcar#Producci.C3.B3n\\_mundial\\_de\\_az.C3.BAcar](http://es.wikipedia.Org/wiki/Az%C3%BAcar#Producci.C3.B3n_mundial_de_az.C3.BAcar)
50. Wong S. y Ludeña C. Caracterización de la Agricultura Familiar en Ecuador. Superior ESPOL Ecuador 2006,
51. Xavier y Vettorazzi, índice de área foliar de coberturas do solo en urna microbacia hidrográfica subtropical. Sci. agrie. Tucuman. (En Línea) 2003 (fecha de acceso 05 de Mayo de 2009). 60(3). URL Disponible en  
[www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90162003000300002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162003000300002)

