

I. INTRODUCCIÓN

Aceptando la realidad de que el azúcar se produce en el campo pues la fábrica sólo la extrae, acontece que uno de los grandes problemas que padece la agroindustria es el deterioro de su materia prima. Este consiste en la disminución en el contenido de azúcar en el tallo, debido a la inversión de la sacarosa (azúcar no reductor) a sus azúcares (reductores) primarios: glucosa y fructuosa; además de una disminución en su peso por pérdida de humedad. La velocidad de descomposición es influenciada por la forma de cosecha, el medio de transporte utilizado, las condiciones ambientales, la variedad cultivada, *la quema y el tiempo transcurrido* entre corta (o quema) y molienda (DIECA-LAICA, 1999).

El deterioro de la caña y la pérdida de sacarosa y peso entre el corte y la molienda han sido objeto de varios estudios. Se sabe que este deterioro empieza casi inmediatamente después del corte, siendo mayor a medida que aumenta el tiempo de *permanencia en los patios del molino o en el campo*. La tasa de deterioro depende de las condiciones ambientales, de la variedad y del sistema de manejo (CENICAÑA; Larrahondo, 1983).

Cuando el corte es mecánico, el deterioro es mayor, debido al incremento de las infecciones de origen bacteriano en los tallos. En la década de los 60, en Queensland, el deterioro ocasiono grandes pérdidas en la calidad de los jugos. Según Egan y Rehbein (1983), este deterioro se debió a la entrada de microorganismos a la planta como resultado de las operaciones mecánicas, especialmente cuando las cuchillas de las cosechadoras no estaban bien alineadas ni afiladas.

En la cosecha de la caña de azúcar se producen pérdidas en el corte mecanizado, manual, en el alza y la transportación hacia el Central o los centros de recepción. Estas pérdidas pueden provocar considerables afectaciones económicas para los productores cañeros y para la economía de los países productores de azúcar. En el corte mecanizado la pérdidas no sólo son por la mala operatividad de las combinadas, sino también porque los campos no están preparados para aplicar esa técnica de corte; aún es elevado, además, el nivel de *caña atrasada* que se muele en los ingenios, lo cual influye en la eficiencia (Silva García et al, 2009)

La caña se debe cargar sin basura y sin tierra. Es necesario vigilar que no quede caña tirada en el campo, además que se estibe y amarre bien sobre los vehículos de transporte para que no se caiga por el camino. *La caña no debe quedar cortada en el campo más de veinticuatro horas y máximo treinta y seis horas, ya que si pasa de ese tiempo, pierde peso y su calidad industrial se deteriora* al aumentar los azúcares reductores y bajar el contenido real de azúcar (DGIEA, 1991).

El efecto de la quema de la caña sobre los rendimientos es difícil de cuantificar; no obstante, en Brasil, Australia y Colombia se considera que puede ser de 0.5 puntos porcentuales. Por otra parte, en Colombia con el sistema tradicional de quema y corte de la caña, *el tiempo entre este último y la molienda puede ser hasta de 50 horas*. Los estudios experimentales muestran que por cada hora transcurrida después de la quema, las pérdidas de sacarosa pueden alcanzar hasta un 0.4 %, parte de lo cual se debe pérdida de peso y de rendimiento (Cock, J.H. 1995).

El despunte, por su parte, significa el equivalente a 0,8% de la pérdida de azúcar siendo que se incluyen en la misma: 1) hojas y vainas que presentan alto contenido de almidón y humedad y fibra y 2) entrenudos inmaduros que además disponen de un alto contenido de humedad, azúcares reductores, cenizas y bajo contenido de sacarosa o azúcar comercial. Otros factores que afectan el grado de eficiencia en el manejo agronómico son las *pérdidas producto del estacionamiento de la caña de azúcar en el campo* o a través del transporte. Ejemplos: deshidratación y disminución del peso de los tallos de la caña, pérdidas de cantidad de azúcar por tonelada de caña, disminución del rendimiento fabril, los cuales se aceleran ante la presencia de temperaturas ambientales elevadas (EEAOC, 2005).

En el área cañera de Bermejo en las últimas zafras se ha notado una falta de planificación total en cuanto al corte y su traslado al Ingenio habiéndose ocasionado estacionamiento en el campo por falta de cupo, por parada del Ingenio y finalmente por quema imprevista del cañal, *en el caso de la presente investigación es el estacionamiento en campo el que interesa, con el fin de mostrar al productor que debe evitar para no tener mermas en su rendimiento cultural*, porque luego de transportado e ingresado por báscula ya no le interesa porque cobrara por el peso

registrado y su rendimiento de campo estará en función de este dato, que proporcionara una producción no acorde con la real.

1.1.- Justificación

Las pérdidas que tiene el productor en sus rendimientos de campo y/o culturales se debe a muchos aspectos entre ellos la falta de restitución de nutrientes, el control inoportuno de las malezas, el poco o casi nulo control de insectos y enfermedades, la falta de agua ya que en la zona el cultivo de la caña de azúcar es a secano o sea está en función de las precipitaciones que en la región están mal distribuidas, a esto se suma la época de siembra y la mala calidad de semilla.

A lo indicado líneas arriba existen otros factores que también tiene que ver con la disminución del rendimiento de campo el que directamente incide en el aspecto económico ya que la Industria cancela al productor por el peso que ingresa al Ingenio y no así por la cantidad de azúcar que extrae, este tipo de pérdida se genera cuando la caña de azúcar esta lista para ser cosechada y tiene que ver con el tiempo que la misma permanece en el terreno hasta ser cargada y transportada al Ingenio, donde se genera otro periodo de estacionamiento de acuerdo a la estiva.

En las últimas zafras de la caña de azúcar se ha visto un cambio total en cuanto a la cosecha, ya que desde el año 2002 se dejo de pelar los tallos y se opto por la quema de la caña en pie para luego voltear y despuntar y en algunos casos hacer la requema de la caña ya tendida, la caña cosechada así debe ser cargada y transportada, pero en los últimos años se vio que la caña cosechada llego a permanecer en campo alrededor de 20 días hasta ser llevada al ingenio, debido a la falta de cupo, a la mala planificación del jefe de grupo y finalmente por quemas imprevistas que se dan a partir del mes de agosto.

Creemos que el estacionamiento en campo deteriora la caña de azúcar en su peso haciéndola más liviana a medida que pasa el tiempo y afecta de diferente manera según el mes en que se lo cosecha, este deterioro no ha sido cuantificado en nuestra zona y consecuentemente el Cañero no tiene una idea cabal de cuanto pierde económicamente

por tener su caña cosechada y estacionada, *toda vez que cobra por peso y no por el azúcar* extraíble que es de interés del Ingenio.

Ante estos antecedentes el trabajo en cuestión pretende cuantificar las pérdidas de peso por estacionamiento en campo y poner a disposición del sector cañero los resultados para que sean más cuidadosos y planifiquen mejor su cosecha y traslado hasta báscula.

1.2.- El problema

No se tiene un estudio en nuestro medio que nos indique las pérdidas del rendimiento cultural (pérdida de peso) por día que permanece (estacionamiento) la caña cosechada en campo, como tampoco la incidencia económica del mismo en los ingresos del Productor Cañero.

1.3.- Hipótesis

Ho: $\mu = \mu_0$ La caña de azúcar no pierde peso con el transcurso del tiempo ni se deteriora.

1.4.- Objetivo general

Valorar las pérdidas de peso de Caña de Azúcar por estacionamiento en campo después del corte, pelado y despuntado en la Cooperativa Agropecuaria 1ro de Septiembre Bermejo. Limitada.

1.5.- Objetivos específicos

- Cuantificar la pérdida de peso por estacionamiento en tres épocas distintas (inicio de zafra, media zafra y fin de zafra).
- Valorar la pérdida económica en función del peso calculado para dichas fases.
- Encontrar la ecuación de mejor ajuste y determinar el Coeficiente de Regresión y Correlación para las tres fases.
- Hacer la prueba de medias para pequeñas muestras usando “t” para las tres fases.

II. MARCO TEÓRICO

2.1.- Historia de la Caña de Azúcar

Revisando artículos referentes a la historia de la caña de azúcar, Hambert (1974), manifiesta que en la invasión de Alejandro el Grande a la India en el año de 327 a de J. C. sus escribas anotaron que los habitantes “mascaban una caña maravillosa que producía una especie de miel sin ninguna ayuda de las abejas”. La caña de azúcar llegó a Persia y después a Egipto a través de las invasiones Árabes. El uso del azúcar se difundió en Europa con la extensión del cultivo de la caña en la región del Mediterráneo a principios del siglo XIII. Menos de 200 años después Cristóbal Colón en su segundo viaje a América llevo algunos trozos de caña de azúcar que sembró por primera vez en Santo Domingo. Ya para el siglo XVI el azúcar era un artículo importante de comercio entre Europa y las regiones productoras del Brasil, Cuba y México.

Para Martín (1982), todas las aseveraciones referentes al lugar del origen de la caña de azúcar, citadas anteriormente, se basan en versiones recogidas de la tradición oral y sin ningún basamento científico. El eminente científico I. Vavilov desarrollo su teoría, hoy mundialmente aceptada, sobre los centros de origen y dispersión de las especies. En la misma, Vavilov afirma que el centro principal de origen y dispersión de una especie cualquiera es aquel lugar donde se encuentra el mayor número de especies e individuos creciendo espontáneamente. Además de este centro principal, pueden existir los llamados centros secundarios, que deben ser tomados también en consideración.

Según Mora (1998), la caña de azúcar es uno de los cultivos más viejos en el mundo, se cree que empezó hace unos 3.000 años como un tipo de césped en la isla de Nueva Guinea y de allí se extendió a Borneo, Sumatra e India. El proceso del azúcar se escuchó primero en la India tan temprano como en el 3.000 A.C. Una leyenda local en las Islas de Salomón dice que los antepasados de la raza humana se generaron de un tallo de la caña. Una corona hecha de caña de azúcar se describe en el Atharvaveda, libro sagrado de los hindúes, escrito aproximadamente 800 A.C. El general griego Nearchus, quien acompañó a Alejandro el Grande a la India en el IV siglo A.C. cuenta de una caña que produjo 'miel' sin la ayuda de las abejas.

En la Unión Europea, el MGAR (1998), indica que Linneo le dio el nombre de *Saccharum officinarum* a la caña de azúcar. El azúcar y la caña de azúcar se mencionan en antiguos textos mitológicos y poéticos indios entre los años 100 y 800 a. C. y en textos legislativos entre 200 a. C. y 200 d. C. Probablemente se introdujo en China alrededor del año 100 a. J. C. Los egipcios de los tiempos faraónicos ya sabían extraerla de la caña, pero de baja calidad. Con la expedición del rey Darío de Persia al valle del Indo (500 a. J.C.), los persas descubrieron la caña de azúcar y se mantuvieron como expertos durante siglos. Tras el prensado de la caña se filtran los jugos para eliminar las impurezas que contienen, se someten a un proceso de evaporación para lograr la concentración adecuada, se cuece la meladura resultante y se separan los cristales de azúcar de las mieles sobrantes. El primitivo proceso de transformación requería grandes cantidades de leña y produjo importantes desforestaciones. El término *trapiche* deriva del latín *trapettum*, denominación que se daba a los antiguos molinos de aceitunas.

Fogliata (1995), menciona que el cultivo de la caña de azúcar está distribuido en el mundo a lo largo de las fajas de ambos trópicos, extendiéndose en muchos países en áreas subtropicales, y entre ellos en la República Argentina. Más específicamente la dispersión del cultivo responde a la ubicación de la “línea de la palmera” que a su vez tiene coincidencia la isoterma de 20 °C.

En la Unión Europea MGAR_(1995), Cuba se convirtió en el principal productor de caña durante el siglo XIX. Durante los años cuarenta del siglo XIX se estableció un proceso de evaporación al vacío para eliminar el agua contenida en los jugos y evitar los largos procesos de cocción. En el siglo X la caña se encuentra distribuida por toda la cuenca mediterránea, especialmente en Siria-Palestina, Egipto, [Sicilia](#), [Chipre](#), Marruecos y Al-Andalus. Los árabes habían logrado aclimatar la caña en Motril (Granada).

En la Unión Europea MGAR_(1995), En la Edad Media [Venecia](#) debió parte de su prosperidad al azúcar que importaban de Asia en caravanas. Marco Polo trajo esquejes de caña. Plantadas más tarde en las islas de Madeira y Canarias abastecieron a Europa. [Lisboa](#) suplantó a [Venecia](#) como plataforma del negocio azucarero. La urgente

necesidad de mano de obra para el cultivo en los nuevos territorios aumentó significativamente la captura y tráfico de esclavos africanos. Ver fig. 1

FIGURA 1



Esclavos como mano de Obra

En su estudio de la historia de la caña de azúcar Oria (1982), menciona Colón en su segundo viaje (1493) introdujo esquejes en la isla de Santo Domingo, que se dedicó exclusivamente a la producción de caña. Las tierras fértiles, húmedas y cálidas de las Antillas fueron ideales para su cultivo.

2.2.- Importancia del Cultivo de la Caña de Azúcar

Hambert (1974), publico que a la caña se ha convertido en el competidor más formidable del azúcar de remolacha y sus rendimientos se han aumentado. En años recientes ha suministrado hasta el 70% de las demandas del mercado mundial. Los rendimientos medios en Java se elevaron a 6.8 ton. De azúcar por acre contra 1.8 ton. Por acre de la remolacha procesada en Bélgica y Checoslovaquia y 1.4 en Francia. En Hawái dos plantaciones rindieron 16 toneladas. Por acre para toda la estación de molienda (Cultivo de 2 años).

En su libro historia de la caña de azúcar Hambert (1974), dijo que la caña de azúcar es uno de los principales renglones del comercio internacional no obstante la circunstancias de que se produce en 69 países en las zonas templadas y tropicales. Aproximadamente un tercio de la producción mundial a países diferentes de donde se produce. La producción de la caña de azúcar ha continuado aumentando a partir de 1912 cuando la producción de azúcar y remolacha se igualaron. La producción de azúcar de remolacha en Europa fue desarticulada severamente por la primera guerra mundial. Para 1937 la producción de azúcar de caña fue casi el doble de la azúcar de remolacha y en 1959 la caña produjo alrededor de 30.000.000 de toneladas de azúcar contra 22.000.000 de toneladas producidas por remolacha.

En su estudio de la caña Martín (1982), publicó el azúcar ha sido nuestro principal producto exportable durante años y lo seguirá siendo en el futuro. Al respecto del doctor Osvaldo Dorticos Torrado (1974), expresó que “Durante este quinquenio y más allá de este quinquenio, la industria y la producción de azúcar de nuestro país juegan un papel estratégico fundamental y básico al primer Congreso del partido comunista de Cuba, el comandante en jefe, doctor Fidel Castro Ruiz (1975), reafirma los criterios con relación a la importancia de la producción cañera y azucarera de Cuba, al expresar que el azúcar continuara siendo nuestra producción fundamental.

En Cuba LIBROSDELAGRO (2011), publicó La producción de caña de azúcar reviste gran importancia no solo por su contribución al desarrollo agrícola e industrial, sino también por su capacidad para crear gran cantidad de empleos, además de la generación y captación de divisas y el suplemento calórico de la dieta alimentaria, producción de alcohol, componentes alimenticios para animales, bebidas gaseosas, papel, repostería y dulces.

Velvet (2010), dijo La caña de azúcar es una planta tropical que se desarrolla mejor en lugares calientes y soleados, ocupa un área de 20.42 millones de hectáreas en todo el mundo, con una producción total de 1,333 millones de toneladas métricas (FAO, 2003). Se trata de un recurso natural renovable, porque es fuente de azúcar, biocombustible, fibra, fertilizante y muchos otros productos y subproductos con sustentabilidad ecológica. Los principales subproductos de la industria azucarera son el bagazo y las melazas; éstas son el principal subproducto, es la materia prima para la industria del

alcohol y sus derivados. Actualmente, el exceso de bagazo es usado como materia prima para la industria del papel; además, en la mayoría de los molinos azucareros es factible co-generar energía usando el bagazo de caña como combustible.

En la Universidad Central de Venezuela González (2004), menciona caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es posiblemente el cultivo tropical de mayor eficiencia en la fotosíntesis y en los mecanismos de producción de biomasa, por ser una planta de tipo C4 tiene la mayor capacidad para utilizar las altas intensidades de energía solar con un requisito reducido de agua y poder producir 3,8 veces más energía que los cereales, (Preston, 1980; Figueroa y Ly, 1990). El ser un cultivo perenne le permite una captura permanente de la energía solar, a pesar que la cosecha de la planta se realiza aproximadamente cada año, su máxima capacidad de rebrotes le permite varias cosechas sucesivas a partir de la siembra inicial. Por lo general las renovaciones del cultivo se realizan cada 4 – 8 años, esto logra disminuir los costos de producción permitiendo hacer un uso más eficiente del agua y del suelo.

En Valle del Cauca la [OEI](#) (2005), pronostico que el etanol se convertirá a partir del año 2005 en un nuevo motor de negocios, que empujará la reactivación económica del Valle del Cauca, el departamento azucarero por excelencia en Colombia. Por eso, aunque faltan trece meses para que los colombianos empiecen a utilizar el alcohol carburante en sus carros, ya está en proceso de montaje cinco destilerías de alta tecnología en las cuales se invierten US 75 millones de dólares, unos \$200.000 millones de pesos. Se trata, según el presidente de la Asociación Nacional de Cultivadores de Caña de Colombia.

2.3.- Principales Productores de Caña de Azúcar en el Mundo

La asociación [SUGARCANECROPS](#) (2008), publico la caña de azúcar ocupa un área de 20.42 millones de hectáreas en todo el mundo, con una producción total de 1333 millones de toneladas métricas (FAO, 2003). El área cultivada con caña de azúcar y la productividad difieren considerablemente de un país a otro (Tabla 1). Brasil tiene la mayor área (5.343 millones de ha), mientras que Australia tiene la mayor productividad promedio (85.1 ton/ha). De los 121 países productores de caña de azúcar, 15 países (Brasil, India, China, Tailandia, Pakistán, Méjico, Cuba, Colombia, Australia, USA,

Filipinas, Sudáfrica, Argentina, Myanmar, Bangladesh) concentran el 86.0% del área y el 87.1% de la producción mundial (cuadro N° 1). Del total de producción de azúcar blanca cristalizada, el 70% proviene de la caña de azúcar y 30% viene de la remolacha azucarera.

CUADRO N° 1
PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE CAÑA DE AZÚCAR
DURANTE EL AÑO 2003

| País | Producción (tn) * | Superficie (ha) | Rendimiento (tn/ ha) * |
|-------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Brasil | 386232000 | 5303560 | 72,825 |
| India | 290000000 | 4300000 | 67,442 |
| China | 93900000 | 1328000 | 70,708 |
| Tailandia | 74071952 | 970000 | 76,363 |
| México | 45126500 | 639061 | 70,614 |
| Pakistán | 52055800 | 1086000 | 47,934 |
| Colombia | 36600000 | 435000 | 84,138 |
| Australia | 36012000 | 423000 | 85,135 |
| Cuba | 34700000 | 1041200 | 33,327 |

Fuente: FAO (2003) * Base Húmeda

Según estimaciones de la FAO, la producción mundial de azúcar en 2007/08 (octubre/septiembre) alcanzará los 169 millones de toneladas (equivalentes a azúcar crudo), un 2,7 por ciento más que el año anterior, y alrededor de 12 millones de toneladas más que el consumo mundial de azúcar, previsto en 157 millones de toneladas. Prácticamente todo el aumento de la producción derivaría de los países en desarrollo, que producirían 128,5 millones de toneladas, frente a los 124,3 millones de toneladas de 2006/07, gracias a una cosecha récord obtenida en la **India**. La producción total de los países desarrollados se pronostica en 40,5 millones de toneladas, un 0,7 por

ciento más que el año anterior, debido a los aumentos registrados en **Australia** y los **Estados Unidos**. Ver cuadro N° 2

CUADRO N° 2
PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE AZÚCAR A NIVEL MUNDIAL
(Millones de toneladas, valor bruto)

| MUNDO | Producción | | Consumo | |
|----------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| | 2006/07 Estimado | 2006/08 Producido | 2006/07 Estimado | 2006/08 Producido |
| Países en desarrollo | 164.5 | 169.1 | 153.5 | 157.0 |
| Países desarrollados | 124.3 | 128.5 | 104.5 | 107.6 |
| Asia | 40.3 | 40.5 | 48.9 | 49.5 |
| África | 10.5 | 10.6 | 15.2 | 15.6 |
| América latina y el Caribe | 52.6 | 52.7 | 27.1 | 27.9 |
| América del norte | 7.8 | 7.9 | 10.7 | 10.9 |
| Europa | 24.1 | 23.9 | 30.6 | 80.8 |
| Oceanía | 5.4 | 5.5 | 1.6 | 1.6 |

Fuente: FAO (2007)

2.4.- El cultivo de la Caña de Azúcar en Bolivia

En Santa Cruz [GUABIRA](#) (2010), En Bolivia la evolución en el cultivo de la caña desde los tiempos de la colonia, ha sido tan importante, como la evolución en la extracción del azúcar. Por esos tiempos, en Santa Cruz se plantaba un pedazo de caña llamado “estaca” o “tolete”, medio inclinado, en un hoyo que hacía el sembrador con un punzón de palo duro, que los chiquitanos denominaban “eré” actualmente, es sembrada en surcos donde es colocada horizontalmente, en pedazos que comúnmente contienen tres yemas.

En Santa Cruz [GUABIRA](#) (2010), En sus comienzos, la productividad en el campo era muy baja, debido a que los sembrados se hacía en “campos abiertos”, hasta que llegó un momento en el que se modificó totalmente esta costumbre, tal como señala en el año 1794 el entonces Gobernador de Santa Cruz don Francisco de Viedma: “De pocos años a esta parte se ha experimentado que los terrenos más fértiles y ventajosos para las plantas de caña, son donde se cría el monte o bosque más espeso”...”Este descubrimiento se debe a unos morenos que desertaron de los dominios de los

portugueses”....”en términos de cosecha de azúcar excede en más de tres partes a la de los anteriores”

Actualmente el cultivo se tiene zonificado distribuido en 12 zonas geográficas con un total de 89 853 ha de caña, con un rendimiento cultural promedio de aproximadamente 50 t/ha. Las zonas potenciales de Guabirá son la 4, 7 y 9

2.4.1.- Variedades

En Santa Cruz [GUABIRA](#) (2010), La introducción de nuevas variedades comerciales, la inició el año 1930 la casa Zeller de Mozer y Cia con cañas provenientes de la isla de Java (las POJ), la más importante de éstas fue la POJ 2878 muy conocida como “Java Oro” por su hermoso color amarillo brillante, hasta 1970 todavía llegaban a Guabirá algunas camionadas de esta caña. En este lapso, ingresó caña de procedencia hindú como las Coimbatore (Co), de éstas, la Co 421 fue la más importante hasta aproximadamente el año 1983 con el 60 % de la superficie cultivada según las primeras estadísticas levantadas, a la fecha aún se encuentran algunos cultivos aislados de esta variedad, que fue rápidamente reemplazada por ser vulnerable a la enfermedad bacterial llamada “Raquitismo de soca”. Dentro de las especies ingresadas de Brasil, la más difundida era la Campo Brasil “blanca” CB-3822 que le seguía en importancia a la Co 421; ambas utilizadas como testigos o parangones para experimentar nuevas variedades.

2.4.2.- Cosecha y Transporte

En Santa Cruz [GUABIRA](#) (2010), Debemos considerar tres tipos de cosecha: la cosecha “cien por cien manual” de caña entera, cuyo corte, pelado y despunte es hecho con machete, luego el apilado y carguío manual al medio de transporte; la cosecha “semi-mecánica” o sea corte y otros en forma manual y el carguío mecánico, ambas tipos de cosecha llegan al Ingenio en camiones o chatas. En los últimos años, aproximadamente el 20 % de la caña ingresada a Guabirá, es de cosecha “cien por cien mecánica”, con máquinas de cosecha integral que cuentan con mecanismos de corte, despunte, troceado y un sistema neumático de auto-limpieza en seco.

PRODUCCIÓN DE CAÑA AZÚCAR EN BOLIVIA
AÑOS 2005 – 2010

| ZAFRA | SUP. CULTIVADA (HAS.) | PRODUCCIÓN TM | RTO. CULTURAL KGR/HA |
|--------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| 2004 – 2005 | 108.283 | 5.094.085 | 47.044 |
| 2005 – 2006 | 115.511 | 5.786.076 | 50.091 |
| 2006 – 2007 | 136.341 | 6.429.700 | 47.159 |
| 2007 – 2008 | 151.139 | 7.458.808 | 49.351 |
| 2008 – 2009 | 156.115 | 7.803.800 | 49.988 |
| 2009 – 2010 | 152.716 | 5.891.788 | 38.580 |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Encuesta Nacional Agropecuaria – ENA 2008

2.5.- El Cultivo de la Caña de Azúcar en Bermejo

Erazo (2001) en su trabajo de tesis expresa que la caña de azúcar en la región de Bermejo se convierte en un cultivo de importancia, como consecuencia del foro realizado en la ciudad de Tarija auspiciado por la Facultad de Economía denominado “INGENIO AZUCARERO DE BERMEJO” donde la Corporación Boliviana de Fomento, Institución Estatal que tiene a cargo este y muchos planes explica la etapa inicial de realizaciones en cuanto al ingenio Azucarero se refiere.

Erazo (2001) en su trabajo de tesis hace mención que en cuanto al cultivo el Ing. Adolfo Linares (Presidente de la C. B. F.) explico diciendo: En esta materia se está avanzando de la siguiente forma: El programa de este año apenas significo el cultivo de 10 hectáreas de caña con la finalidad de producir semilla, que según estimaciones de los agrónomos nos dan semilla para 100 hectáreas. Se cultivara las 100 hectáreas, mas la semilla nueva que podría llegar de la Argentina, en el próximo año se cultivaría 1.000 hectáreas. Con lo que se puede realizar la zafra de prueba con 50% de capacidad.

Erazo (2001) Explica en su tesis de maestría que, es indudable que el complejo de Bermejo a cargo de Sr. Ing. Edgar Coronado, dio un paso de singular importancia al haber hecho realidad las plantaciones de caña que en total, le permitirán cubrir su cuota de azúcar de 200.000 qq., salvo inconvenientes de orden fabril. Efectivamente, abarcando 519 hectáreas propias de la Empresa (Ingenio Azucarero) y aproximadamente

700 de particulares, con altos rendimientos de campo que oscilan entre 90 a 100 toneladas por hectárea prácticamente tiene asegurada la producción de azúcar fijada.

El Informe Anual del Consejo Nacional de la Caña y del Azúcar” Santa Cruz – Bolivia. CNECA (1969 – 1970) menciona, en el año 1968 el nuevo ingenio ubicado en la localidad de Bermejo, Departamento de Tarija, hizo su molienda de prueba en base a la plantación de caña propia y de agricultores asentados en la zona. No obstante la buena calidad de caña, por efecto de inesperadas heladas se perdieron muchas plantaciones en pleno estado de corte tanto del Ingenio como de Particulares. En fecha de 8 de junio de 1968 el Ingenio “STEPHEN LEIGH” dio inicio a su primera zafra habiendo concluido el 3 de octubre del mismo año.

En una publica de Atacbol (1991), menciona que en 1974 se amplía la capacidad industrial de Bermejo, con la instalación del ingenio paralelo “MOTO MENDEZ”, en el presente solamente funciona este último con una capacidad ampliada en 1991 de 3.900 a 4.200 toneladas métricas día de molienda.

Coreza (1998), hace notar que con el transcurso de los años y a través de CIMCABJO, se introdujeron tantas variedades que luego fueron recomendadas al productor son tener datos precisos para su expansión comercial, de ahí que, existe en Bermejo alrededor de 226 variedades CNECA – B (1987 – 1988) para una superficie relativamente pequeña que no necesitaba más allá de una 8 a 10 variedades, entre tempranas, intermedias y tardías, las más difundidas son: CP 48103, 75361, NA 5662, 5679, 78639, 843920. SP 701078, 701143 Y TUC7420, 7426, 7825, 7742.

2.5.1.- Variedades Cultivadas en la Cooperativa Agropecuaria

Las variedades cultivadas en la Cooperativa Agropecuaria 1ro. de Septiembre Bermejo – limitada se muestra en el Cuadro N° 4, de hecho esta Institución es la que cuenta con la mayor superficie de caña de azúcar cultivada que llega a las 791,823 hectáreas, de las que se cosechan aproximadamente 54 000 tm, que significan estimativamente el 5 % de la producción total de la Región de Bermejo. Plan de Zafra (2012)

CUADRO N° 4

VARIEDADES Y SUPERFICIE CULTIVADA EN LA COOPERATIVA 2012

| VARIEDAD | SUPERFICIE (has.) |
|-----------------|--------------------------|
| CP48 - 103 | 33,153 |
| CP75 - 361 | 10,015 |
| SP70 - 1284 | 178,793 |
| NA85 - 1602 | 418,679 |
| NA78 - 539 | 23,394 |
| ENSAYOS | 26,215 |
| BTB89 - 385 | 27,983 |
| TUC77 - 42 | 13,733 |
| RA87 - 30 | 31,811 |
| NA69 - 1090 | 13,878 |
| SP70 - 1143 | 12,679 |
| RA83 - 15 | 1,490 |
| TOTAL | 791,823 |

Fuente: Plan de Zafra de la Cooperativa (2012)

2.5.2.- Cosecha y Transporte

Inf. Coop. (2011), La Cooperativa Agropecuaria 1ro. de Septiembre Bermejo – Limitada hasta la zafra del 2008 la cosecha se la realizaba de forma manual (con Zafreros) y un porcentaje no muy significativo era semimecanizado, debido a los problemas que se tenía con el personal zafrero en esa gestión y anteriores, luego de un estudio minucioso se vio la posibilidad de entrar en la cosecha mecanizada, que tras de un proceso iniciado en el 2007 el 14 de noviembre del 2008 se dio oficialmente el inicio de la cosecha mecanizada integral de la caña de azúcar en Bermejo, hecho que fue imitado por algunos productores y en la actualidad se cuenta con 3 cosechadoras, sin embargo debido a la topografía de los cultivos con caña de azúcar la cosecha sigue siendo manual en un 70 %, con los problemas que conlleva este sistema de cosecha.

Inf. Coop. (2011), el transporte se lo realiza en chatas de dos paquetes, tres paquetes que son jalados por tractores, también se traslada en camiones de tres y hasta de cuatro paquetes cada uno de ellos están entre 4000 a 4500 kilogramos, y a partir del 2008 se los hace en burros que son chatas especiales para trasladar la caña picada que corta la cosechadora integral, así también se tiene camiones que disponen de este tipo de chata cuya capacidad está en función del tamaño del picado oscilando de 17000 kilogramos a

20000 kilogramos, estos son echados a la mesa alimentadora a través de un sistema de volteo que tiene este transporte adecuado a la cosecha mecanizada.

2.6.- Formas de Pérdida de la Caña de Azúcar Después de la Cosecha

2.6.1.- Pérdidas Durante la Programación de la Cosecha

En Tucumán la [EEAOC](#) (2005), publico que la cosecha debe programarse de manera tal, que cada lote sea cosechado con su máximo contenido de sacarosa. Es importante tener en cuenta el escape a las heladas.

En una publicación DAGOBAR (2005), dijo que el volumen de la materia prima disponible en cada explotación está prácticamente definido al inicio de zafra (mayo), en cambio el contenido de azúcar tiene una evolución particular, la que es variable en cada lote en función de las condiciones agroecológicas, la variedad implantada, la edad del cañaveral, el manejo cultural, estado de crecimiento, etc. La falta de un control adecuado de la calidad de la materia prima disponible en el campo y de una programación acorde a la misma, puede ser la causa de las primeras pérdidas de azúcar en que se incurre durante la cosecha y transporte, posiblemente asociado a que las mismas son poco evidentes para el productor y la actividad general.

2.6.2.- Pérdidas durante la Cosecha de la Caña de Azúcar

En Cuba García (2009), dijo que la cosecha de la caña de azúcar se producen pérdidas en el corte mecanizado, manual, en el alza y la transportación hacia el Central o los centros de recepción. Estas pérdidas pueden provocar considerables afectaciones económicas para los productores cañeros y para la economía de los países productores de azúcar. En el corte mecanizado la pérdidas no sólo son por la mala operatividad de las combinadas, sino también porque los campos no están preparados para aplicar esa técnica de corte; aún es elevado, además, el nivel de caña atrasada que se muele en los ingenios, los cual influye en la eficiencia.

Se considera caña dejada en el Corte mecanizado a:

- Toda la que aparezca en el área de muestrear.

- Tocones que sobresalgan los 2 cm.
- Trozos despedidos por las cosechadoras.
- Trozos caídos por mala sincronización del equipo, y con la transportación.
- Caña larga dejada de cortar por la cosechadora.

Universidad Central de Venezuela Gonzales (2004), menciona que las pérdidas de materia prima en cosecha integral: se dan fundamentalmente por despuntado demasiado bajo, corte bala alto, escape y/o pisoteo de tallos enteros, pérdidas de trozos por el extractor y pérdida de caña durante la carga. Las pérdidas no deben superar el 2 al 2,5%.

En Tucumán la EEAOC (2005), **Se considera caña dejada en campo en el corte semimecanizado.**

- escape y/o pisoteo de las máquinas;
- mal despuntado
- pérdida de caña durante la tarea de carga.
- Las pérdidas no deben superar el 2 al 2,5%.

En Cuba Silva (2009), **Se considera caña dejada en el Corte manual a:**

- El trozo de caña unido al plantón (tocón) dejado por el machetero en el corte de abajo.
- La dejada por el machetero junto al cogollo en el corte de arriba.
- La dejada de alzar (manual o con alzadora).

En Cuba Silva (2009), publico que en las últimas Zafras se ha pronosticado menor producción cañera, bajos rendimientos, y por ende, también de azúcar, por muchos factores, entre los cuales se destacan los desastres naturales heladas y prolongadas sequías. Esta situación obligó a extremar las medidas técnicas y organizativas en la cosecha para rebajar las pérdidas, y condicionar mayor eficiencia en el proceso industrial de extracción del dulce.

2.6.3.- Pérdida por Heladas

Gacetilla Agroindustrial Romero (2009), dijo que frente a la ocurrencia de las heladas, tanto cañeros como industriales deben realizar los esfuerzos necesarios para reordenar el desarrollo de la zafra, acelerar y optimizar el ritmo de molienda y efectuar un estricto

control de la cosecha, transporte y molienda con el propósito de disminuir al máximo las pérdidas de azúcar. Se debe recordar que cada lote es una situación particular y por lo tanto, nada reemplaza al monitoreo cuidadoso para tomar la decisión más acertada. En este sentido adquiere una significativa importancia adecuar la secuencia de cosecha según el grado de afección de los cañaverales.

Gacetilla Agroindustrial Romero (2009), menciona que en cuanto a los cultivares, se debe considerar su nivel madurativo actual y la tolerancia de los jugos al deterioro posthelada, especialmente orientado a establecer un orden de cosecha. En las áreas en las que se registraron las heladas de mayor duración e intensidad es conveniente iniciar rápidamente la cosecha de las variedades más sensibles: RA 87-3 y TUCCP 77-42, luego CP 65-357 y LCP 85-384. Dentro de cada caso, se debería priorizar la cosecha de los cañaverales de menor nivel madurativo al momento de las heladas, los de menor producción de caña y/o los que están caídos, ya que de acontecer nuevas heladas, resultarán mucho más afectados.

En el Manual de Cañicultura Castro (2010), publico que el daño por heladas es causada por la ruptura de las células en las partes afectadas como resultado de la congelación del fluido de las células. La persistencia de las condiciones moderadas de heladas por muchas horas produce un daño mayor que las heladas producidas con temperaturas mas bajas pero mas cortas de tiempo. La primera evidencia del daño de la helada son las manchas blancas que se observa en las hojas.

En el Manual de Cañicultura Castro (2010), dijo que las heladas más severas causan daños mayores en las hojas y también perjudican en los tallos. Barton describe que el primer punto de daño esta situado en el cogollo a unos 2,5 cm de la yema apical, en el polo central de las hojas tiernas, en donde poco después de la helada de tejido del corazón de las jóvenes asume una apariencia acuosa e una longitud de 2,5 cm, y después de algunos días la porción dañada toma el color café, se pudre y se puede arrancar el cogollo. Si el daño no es muy severo, saldrán nuevas hojas cuando el crecimiento se reanude, pero el tallo se adelgazara en forma notable en el punto del daño. Las heladas muy severas dañan no solo a las hojas sino a la yema apical y a los tejidos inmediatamente abajo y a los ojos de arriba también mueren. Este daño severo también

se leudé producir por una sucesión de heladas moderadas, pues cada helada sucesiva cada vez aumenta la extensión del daño.

En Tucumán [EEAOC](#) (2009), nos a conocer que se debe hacer un despuntado más severo en la cosecha de cañaverales afectados por heladas tiene una importancia significativa para mantener la calidad de la materia prima, al favorecer una mayor recuperación de azúcar y minimizar las pérdidas. En general, el despuntado de caña helada puede significar la eliminación de dos a cuatro canutos adicionales al nivel convencional, aunque convendrá ajustarlo en cada situación.

Por lo tanto, al momento de la cosecha conviene recordar los siguientes aspectos:

- Revisar el campo y coordinar con el ingenio la cosecha
- Priorizar la cosecha de los lotes más afectados
- No apresurarse, respetar el turno y controlar la cosecha del cañaveral
- Evite que el fuego ingrese a su cañaveral
- Limpiar callejones y alambrados
- Realizar brechas cortafuegos en sus lotes y con los de sus vecinos

En la cosecha:

- Realizar un despuntado más bajo, eliminando las porciones dañadas
- No estacionar la caña cosechada
- Cada día cosechar únicamente lo asignado por el ingenio, para evitar pérdidas de azúcar por demoras y estacionamiento
- Nunca quemar caña en pie

Si se utiliza un sistema semimecanizado:

- Controlar y cuidar la quema en el apilado
- Solo quemar lo que se enviará a fábrica en el día

2.6.4.- Perdida Período Post – Cosecha – Factores de Deterioro

2.6.4.1.- Estacionamiento

Gacetilla Agroindustrial Romero (2009), que las pérdidas por estacionamiento se manifiestan por: pérdida de peso de tallos por deshidratación; disminución del rendimiento fabril por menor calidad; en conjunto generan importantes pérdidas de azúcar por tonelada de caña.

Las pérdidas asociadas al estacionamiento al que se somete a la caña de azúcar tanto en el campo, durante el transporte y/o en el canchón, se manifiestan a través de los siguientes procesos:

- Disminución del peso de tallos por deshidratación.
- Disminución en el rendimiento fabril (menor calidad).
- Pérdidas de azúcar por tonelada de caña.

La magnitud de estas pérdidas está fuertemente influenciada por la temperatura ambiente que acelera los procesos degradativos.

Este tipo de pérdidas se da en la zafra de Bermejo ya que se ha observado en las últimas zafras se observo que la materia prima al margen de los aspectos anotados anteriormente se presentan deterioros por:

- *Estacionamiento en canchón de fábrica:* atribuido al Ingenio con la caña ingresada del día y que no es molida debido en muchos casos a paradas imprevistas de fábrica y por recepción en cantidades mayores a la capacidad de molienda de la industria, si bien este hecho no afecta a algunos productores que cobran por peso, pero afecta a la industria y los productores cañeros que cobran por su materia prima por el sistema maquila.
- *Estacionamiento en campo:* atribuido al productor cañero por cosechar caña en cantidad superior al cupo asignado en el plan de zafra, pero también son causales de este estacionamiento las paradas imprevistas de fabrica, por quema de terrenos por terceros, aquí pierde tanto el que cobra por peso como el que está bajo el sistema maquila y por ende la Industria, *ESTE TIPO DE PÉRDIDA ES LA QUE SE PRETENDE ESTUDIAR EN ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN “PÉRDIDA DE PESO POR ESTACIONAMIENTO EN CAMPO EN TRES OCACIONES”*

En Colombia CENICAÑA (1983), dijo que en el valle del río Cauca se ha encontrado que cuando la caña se quema e inmediatamente se corta, el brix (% caña) aumenta entre un 10 % y 16 % en las primeras 48 horas, en relación con la caña que se corta sin quemar; esta diferencia se debe a la pérdida de humedad en los tallos de la primera. De

la misma forma, cuando se quema y se deja “en pie”, se presenta un descenso continuo en el brix (% caña), debido al deterioro y a la mayor dilución de los metabólicos por la absorción de agua a través del sistema radicular de la planta. Los resultados muestran una pérdida diaria de 2,7 % en sacarosa, siendo ésta mayor después de 48 horas de realizada la cosecha.

En Colombia Larrahondo (1993), menciona que el deterioro de la caña y la pérdida de sacarosa entre el corte y la molienda han sido objeto de varios estudios. Se sabe que este deterioro empieza casi inmediatamente después del corte, siendo mayor a medida que aumenta el tiempo de permanencia en los patios del molino o en el campo. La tasa de deterioro depende de las condiciones ambientales, de la variedad y del sistema de manejo. Cuando el corte es mecánico, el deterioro es mayor, debido al incremento de las infecciones de origen bacteriano en los tallos.

En la década de los 60, en Queensland, el deterioro ocasionó grandes pérdidas en la calidad de los jugos. Según Egan y Rehbein (1963), este deterioro se debió a la entrada de microorganismos a la planta como resultado de las operaciones mecánicas, especialmente cuando las cuchillas de las cosechadoras no estaban bien alineadas ni afiladas.

En Colombia Cock (1995), dijo que el tiempo entre el corte de la caña y la molienda, el efecto de la quema de la caña sobre los rendimientos es difícil de cuantificar; no obstante, en Brasil, Australia y Colombia se considera que puede ser de 0,5 puntos porcentuales. Por otra parte, en Colombia con el sistema tradicional de quema y corte de la caña, *el tiempo entre este último y la molienda puede ser hasta de 50 horas*. Los estudios experimentales muestran que por cada hora transcurrida después de la quema, las pérdidas de sacarosa pueden alcanzar hasta 0,4 %, parte de lo cual se debe a pérdida de peso y de rendimiento.

En su investigación Gerlings (1894), ya había advertido que la calidad de la caña de azúcar declinaba a medida que transcurría el tiempo luego del corte, mientras los tallos permanecían estacionados en el campo. Entonces comenzó a preocupar el concepto de la demora o lapso entre corte y molienda para la extracción del jugo y su

industrialización, como uno de los aspectos esenciales en el manejo de la post- cosecha, generalmente se conoce y acepta como el “deterioro de la caña después del corte”.

En Tucumán Fogliata (1995), que lo interesa mencionar en primer término son las cifras consignadas por Marteau por cuanto mantiene actualidad sus resultados en los meses fríos (junio y julio) el deterioro producido a los 4 días de estacionamiento es bajo y en cambio se acentúa a los 7 días, siendo muy distinto lo que ocurre en los meses más cálidos como octubre.

Hubo casos en la var. NA 56-62, NA 56-69 que en los 4 días en junio manifiestan ganancias de azúcares % de caña, (al igual que el testigo, la vieja variedad Tuc 2645 prácticamente desaparecida del gran cultivo) no así a los 7 días, salvo la Tuc 2645 que aún a los 4 días de octubre presentaba un comportamiento positivo. Las pérdidas de kg de azúcar por tn de caña en octubre son elevadas a los 4 días, lo que indica que aún tratándose de tallos enteros y cosechados a mano, la demora entre corte y molienda no debería llegar nunca a esa situación.

En Tucumán Fogliata (1995), dijo que las pérdidas de peso en caña y por consiguiente las pérdidas de azúcar van paralelas. El Cuadro N° 6 señala los kg de caña y azúcar que merman según los periodos analizados y son elocuentes en demostrar esos efectos. La cobertura con malhoja evita una brusca evaporación del agua que contiene los tejidos de la caña, con la consiguiente hidrólisis de la sacarosa y disminución del azúcar recuperable. Comparativamente la *pérdida de peso de caña destapada fue de un 3 al 5 %* mayor que la caña tapada, mientras que el efecto de la época del trabajo acentúa esas diferencias. Para agosto se encontró una merma de 150 kg/tn en caña destapada, que se eleva a 210 kg/tn en octubre, en tanto para la caña tapada con malhoja resultaron 100 a 180 kg/tn respectivamente.

CUADRO N° 5

VALORES EXTREMOS DE KG DE CAÑA DE AZÚCAR POR CADA 1000 KG DE CAÑA EN LA VAR. NA 56 – 79

| Época | Caña DESTAPADA | | Caña TAPADA | |
|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
| | Kg caña | Kg azúcar | Kg caña | Kg azúcar |
| I) 21/08/73 | 1.000 | 119,1 | 1.000 | 115,0 |
| A1 03/09/73 | <u>850</u> | <u>84,8</u> | <u>900</u> | <u>95,6</u> |

| | | | | |
|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
| Kg pérdida | 150 | 34,3 | 100 | 19,4 |
| II)16/10/73 | 1.000 | 126,8 | 1.000 | 130,4 |
| Al 27/10/73 | <u>790</u> | <u>50,4</u> | <u>820</u> | <u>84,4</u> |
| Kg pérdida | 210 | 76,4 | 180 | 46,0 |

Fuente: CLEMENTS H. F. 1980

El botánico Clements (1980), da conocer que las correlaciones entre pérdidas de peso vs. Días de estacionamiento demostraron el buen ajuste de ambas variables para los meses de agosto, Septiembre y Octubre y siempre aparece el tratamiento de caña destapada con pérdidas de peso superiores a la caña tapada. Cuando avanza la época cálida y seca (Octubre) las diferencias entre ambos tratamientos es muy notoria y según la ecuación de la recta cada día produce una merma de casi 1,6 % en caña destapadas contra 1,1 % en la caña tapada.

En Tucumán EEAOC (2005), publico que desde el punto de vista agronómico, existen pérdidas de azúcar asociadas al deterioro y a la pérdida de calidad de la materia prima que pueden alcanzar magnitudes importantes. Las pérdidas asociadas al estacionamiento al que se somete a la caña de azúcar tanto en el campo, durante el transporte y/o en el canchón, se manifiestan a través de los siguientes procesos:

- Disminución del peso de tallos por deshidratación.
- Disminución en el rendimiento fabril (menor calidad).
- Pérdidas de azúcar por tonelada de caña. La magnitud de estas pérdidas está fuertemente influenciada por la temperatura ambiente que acelera los procesos degradativos.

CUADRO N° 6
PERDIDAS DE PESO Y DE AZÚCAR (CAÑA ENTERA SIN QUEMAR) PARA
UNA SEMANA DE ESTACIONAMIENTO EN DISTINTAS
ÉPOCAS DE ZAFRA (2005)

| MESES | Pérdida de peso (%) | Pérdida de azúcar (%) |
|------------|---------------------|-----------------------|
| Julio | 2,6 | 3,5 |
| Agosto | 7,6 | 5,6 |
| Septiembre | 6,7 | 6,7 |
| Octubre | 12,7 | 23,8 |

Fuente: EEAOC (2005)

Perdidas de peso, de rendimiento fabril y de azúcar (caña entera sin quemar) para una semana de estacionamiento en distintas épocas de zafra.

En Tucumán EEAOC (2008), dijo que los otros factores que afectan el grado de eficiencia en el manejo agronómico son las pérdidas producto del estacionamiento de la caña de azúcar en el campo o a través del transporte. Ejemplos: deshidratación y disminución del peso de los tallos de la caña, pérdidas de cantidad de azúcar por tonelada de caña, disminución del rendimiento fabril, los cuales se aceleran ante la presencia de temperaturas ambientales elevadas.

2.7.- La Estadística en la Actividad Agropecuaria

Gómez (1969), Siguiendo el ejemplo de R. A. Fischer, nos da conocer que podemos definir la estadística como la matemática aplicada a datos observados; tales datos son en muchos casos, obtenidos de trabajos realizados *exprofeso* en condiciones previamente especificadas; tenderemos entonces los datos denominados datos experimentales, obtenidos de experimentos. El estudio de experimentos, su planeamiento, ejecución y análisis es lo que constituye el objeto de la estadística experimental. Toda información experimental se halla sometida al efecto de factores no controlados (que pueden o no ser controlados), por ejemplo, pequeñas diferencias en la fertilidad del suelo, ligeras variaciones en las distancias de los surcos, profundidad de siembra, constitución genética de los animales o plantas.

En California Lincoln (1975), nos da conocer que las técnicas estadísticas se han utilizado desde hace tiempo en las ciencias biológicas. En agronomía por ejemplo, pueden servir para ayudar a determinar los efectos de los tipos de semillas, pérdidas de productividad, de los insecticidas y de los fertilizantes en las cosechas. Se han utilizado para producir ganado de mejor calidad con planes especiales de alimentación y cría. En la medicina, los métodos estadísticos se pueden emplear los posibles efectos secundarios o la eficacia de los medicamentos y para mejorar los métodos de control de la propagación de enfermedades. También se les puede aplicar, con buenos resultados, a la genética, a la silvicultura y al campo en general de la ecología.

Cao (1980), Las técnicas estadísticas en la actualidad se emplean prácticamente en todas las áreas de la actividad humana. No importa si lo que nos interesa es predecir el estado del tiempo, combatir enfermedades con nuevas mediciones, prevenir el crimen, evaluar un nuevo alimento, o hacer proyecciones acerca del crecimiento de la población; siempre existe un nivel de incertidumbre en cualquier actividad; el cual es necesario manipular en una forma científica y objetiva, si es que se deseara obtener un resultado eficiente. Es mediante el uso de la estadística que se hace posible bregar con esta incertidumbre.

2.7.1.- La Regresión un Medio para Estimar las Pérdidas Agrícolas

Shaum (1962), dijo que muy a menudo se encuentra en la práctica que existe una relación entre dos (o más) variables. Por ejemplo los pesos de los hombres adultos dependen en cierto modo de sus alturas: las circunferencias de los círculos dependen de sus radios, y la presión de una masa dada de gas depende de su temperatura y volumen. Se desea frecuentemente expresar esta relación mediante una ecuación matemática que ligue las variables. Para llegar a esto un primer paso que nos sirve de ayuda es la colección de datos que muestren los correspondientes valores de las variables consideradas.

Robles (1965), en su libro de estadística menciona que los problemas en los que se estudia el comportamiento de dos variables, se hace necesario muchas veces disponer de una función matemática que describa la posible relación que existe entre tales variables. Ejemplo: Si se dispone de datos de diámetros y volúmenes de árboles de una misma especie, resultaría conveniente obtener una función que relacione matemáticamente estas dos variables de tal forma que permita conocer el volumen que pueda corresponder a un diámetro dado; los beneficios son evidentes dada la gran diferencia que existe entre medir el diámetro y apreciar el volumen en función de este, a tener que medir las cosas.

Freud (1994), dijo que siempre que usamos datos observados para llegar a una ecuación matemática que describe la relación entre dos variables, un procedimiento conocido como el ajuste de curva, debemos enfrentar tres clases de problemas:

- Debemos decidir qué clase de curva y por tanto que clase de ecuación de “pronóstico” queremos usar.
- Debemos encontrar la ecuación particular que es “mejor” y su Coeficiente de Determinación y de Correlación en cierto sentido.
- Debemos investigar ciertos aspectos referentes a los méritos de la ecuación particular y de los pronósticos hechos a partir de esta.

III. METODOS Y MATERIALES

3.1.- Ubicación del área de estudio

OASI. (1998), Bermejo es la capital de la segunda sección de la provincia Arce del Departamento de Tarija (Bolivia), se encuentra en una zona de climas tropicales y sub tropicales, en todo caso esto no es aun bien definido, encontrándose entre las coordenadas geográficas siguientes 22°40` y 22°44` de latitud sur, 64°18` y 64°15` de longitud oeste, limita al este con el rio grande de Tarija, al oeste con el rio Bermejo, al sur con la república Argentina y al Norte con las serranías de San Telmo.

Las unidades experimentales se encuentran ubicadas en la comunidad denominada “ARROZALES” más específicamente en la propiedad agrícola de la COOPERATIVA AGROPECUARIA IRO. DE SEPTIEMBRE quienes cuentan con 791,823 hectáreas con cultivo de caña de azúcar de diferentes variedades, es la mayor superficie con caña de azúcar en la Región de Bermejo. (Ver anexo N° 1)

3.2.- Materiales

3.2.1.- Materiales de gabinete

- Computadora
- Impresora
- Calculadora
- Papel bond tamaño carta

3.2.2.- Materiales de campo

- Libreta de campo
- Machete cañero
- Planilla de registro
- Cuchillo cañero
- Balanza con precisión de 0,1 kg.
- Termómetro común de 0 – 50° C

- Vehículo
- Flexómetro

3.2.3.- Material vegetativo empleado

Se trabajo con la variedad NA 85 – 1602 existente en los terrenos de la cooperativa 1° de septiembre, la misma que cuenta con las siguientes variedades.

CUADRO N° 7
DISCRIMINACIÓN DE VARIEDADES Y SUPERFICIE
ZAFRA 2012

| N° | VARIEDAD | SUPERFICIE (has.) |
|----------|---------------------|-------------------|
| 1 | CP 48 - 103 | 33,153 |
| 2 | CP 75 – 361 | 10,015 |
| 3 | SP 70 – 1284 | 178,793 |
| 4 | NA 85 – 1602 | 418,679 |
| 5 | NA 78 – 539 | 23,394 |
| 6 | ENSAYOS | 26,215 |
| 7 | BTB 89 – 385 | 27,983 |
| 8 | TUC 77 - 42 | 13,733 |
| 9 | RA 87 – 30 | 31,811 |
| 11 | NA 69 – 1090 | 13,878 |
| 12 | SP 70 – 1143 | 12,679 |
| 13 | RA 83 - 15 | 1,490 |
| | TOTAL | 791,823 |

Fuente: Plan de Zafra 2012 (Coop. Agrop. 1ro. Sep.)

De estas 11 variedades por ocupar la mayor superficie y haber sido la variedad que se cosecho durante todo el periodo de zafra de la gestión 2011 se eligió la **VARIEDAD NA 85 – 1602** de origen Argentino y de cosecha intermedia que se le conoce como Norte Argentino, los rendimientos de campo calculados para la cosecha 2012 en la cooperativa se denotan en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 8
ZONIFICACIÓN Y RENDIMIENTO DE CAMPO ESTIMADO
ZAFRA 2012 (tm.ha⁻¹)

| ZONA | SUPERFICIE (Has.) | PRODUCCIÓN ESTIMADA (Tm.) | RENDIMIENTO CULTURAL (tm.ha⁻¹) |
|----------------|------------------------------|--------------------------------------|--|
| NORTE | 232,039 | 16 240,000 | 69,988 |
| CENTRAL | 142,298 | 9 980,000 | 70,135 |
| SUD | 403,270 | 28 500,000 | 70,672 |
| LA GOMA | 14,216 | 550,000 | 38,689 |
| TOTALES | 791,823 | 55 270,000 | 69,801 |

Fuente: Plan de Zafra 2012 (Coop. Agrop. Iro. Sep.)

Los resultados del trabajo se contrastan con estos rendimientos estimados por los técnicos de la cooperativa en cada caso se tomará el rendimiento de la zona donde se tome la muestra. Con los rendimientos reales que arrojen las parcelas luego de la cosecha y entrega a la Industria Azucarera.

3.3.- Métodos

3.3.1.- Variables estudiadas

Las variables en estudio son:

- Tiempo de estacionamiento (horas y/o días) – pérdida de peso de la caña de azúcar (gramos).
- Temperatura (°C) – pérdida de peso de la caña de azúcar (gramos) solamente referencial.
- Las fases estudiadas serán al inicio de zafra (junio), media zafra (agosto) y fin de zafra (octubre) en la variedad más difundida de la Cooperativa.

3.3.2.- Procedimiento (Primera fase Inicio de Zafra)

ZONA: Central

TABLON: F

PARCELA: F3 – 1

VARIEDAD: NA 85 – 1602

EDAD: 1 año

FECHA DE INICIO: 17 de junio 2012

FECHA DE FINALIZACIÓN: 07 de julio del 2012

- ✓ Se selecciona una hectárea de caña de azúcar de acuerdo al plan de zafra de la Cooperativa con la variedad elegida que es la **NA 85 – 1602**. *La metodología utilizada para tomar las muestras se conoce como MÉTODOS NO PARAMÉTRICOS (el nombre proviene del hecho de que en este tipo de pruebas se supone que se sabe la forma en que se distribuye la población de la que extrajo la muestra) el mismo procedimiento se utilizara para las otras faces. Cao García (1980)*
- ✓ De la hectárea seleccionada se toman 10 muestras al azar consistentes en 3 cañas completas por muestra que previamente han sido cortadas, peladas y despuntadas. (Debemos aclarar que el numero de muestras no fue determinado según se indica en las normas estadísticas por tratarse de un cultivo extensivo, apearse a las formulas para determinar el tamaño de la muestra significaría tomar una gran cantidad de material vegetativo, como ejemplo podemos mencionar que solo el 10% de 70000 tallos que aproximadamente responde a un rendimiento de 70 tn.ha⁻¹ tendría que tomar 7000 tallos (7000 tallos = 7 tn.ha⁻¹ Dato obtenido de la COOPERATIVA AGROPECUARIA 1RO. DE SEPTIEMBRE), situación que requiere mucho trabajo además de no convenirle a la Institución, por eso nos apeamos al muestreo que hace el Ingenio en tomar una muestra de 5 cañas por productor sin importar la superficie.)
- ✓ Las 10 muestras se las amarra en manojo y se las identifica con la numeración del 1 al 10 y se las deja en campo donde por un tiempo de 20 días (estacionamiento en campo).
- ✓ Estas 10 muestras son pesadas en una balanza analítica con una aproximación al 0,1 gramos, al primer peso se lo denota con numeración cero en lo relacionado al tiempo de estacionamiento.
- ✓ Posteriormente a las 48 horas se repite el pesaje y así sucesivamente se procede cada 48 horas hasta llegar a los 20 días (480 horas) y lograr las 11 anotaciones correspondientes a los días observados.

CUADRO N° 9

PLANILLA DE REGISTRO DE DATOS “FASE INICIO DE ZAFRA”

VARIABLE: Estacionamiento (X horas) – Pérdida de peso (Y gr.)

| Trat. | X | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 | Y6 | Y7 | Y8 | Y9 | Y10 | \bar{X} | % |
|-------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----------|---|
| t1 | | | | | | | | | | | | | |
| t2 | | | | | | | | | | | | | |
| t3 | | | | | | | | | | | | | |
| t4 | | | | | | | | | | | | | |
| t5 | | | | | | | | | | | | | |
| t6 | | | | | | | | | | | | | |
| t7 | | | | | | | | | | | | | |
| t8 | | | | | | | | | | | | | |
| t9 | | | | | | | | | | | | | |
| t10 | | | | | | | | | | | | | |
| t11 | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia (2012)

- ✓ Para el cálculo del porcentaje de pérdidas se utilizara los Números Índice que es una medida estadística diseñada para mostrar los cambios en una variable o grupo de variables relacionadas con respecto al tiempo. Spiegel M. (1970) dicha fórmula es la siguiente:

$$\text{Peso Relativo} = \frac{\text{Peso Inicial}}{\text{Pesos subsiguientes}} * 100$$

3.3.3.- Procedimiento (Segunda Fase: Media de Zafra)

ZONA: Norte

TABLON: BR6

PARCELA: 10

VARIEDAD: NA 85 – 1602

EDAD: 1 año

FECHA DE INICIO: 05 de agosto 2012

FECHA DE FINALIZACIÓN: 25 de agosto del 2012

El procedimiento y las planillas utilizadas en el registro de datos son idénticos al detallado en el acápite 3.3.2. de la primera fase.

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia (2012)

3.4.1.- Análisis estadístico

3.4.2.- Ecuación de mejor ajuste, Coeficiente de Regresión y Correlación

Para determinar la ecuación de mejor ajuste para las tres fases se utilizara el programa computarizado denominado REGRESIÓN LINEAL CON EXEL el mismo que nos proporciona el Diagrama de Dispersión y los valores de a_0 y a_1 para encontrar la ecuación denotada:

$$Y = a_0 + a_1X$$

Donde:

a_1 es el Coeficiente de Regresión (pendiente de la variable Y).

a_0 es la intersección en Y cuando X toma el valor de cero.

X = Variable Independiente: Tiempo de Estacionamiento (horas)

Y = Variable Dependiente: Pérdida de Peso de la Caña de Azúcar estacionada (gramos)

Para determinar el Coeficiente de Correlación para las tres fases también se utilizara el programa computarizado CORRELACIÓN CON EXEL el mismo que nos proporciona el valor de R^2 y la significación se la determina Revista Habanera (2009,) con los Rangos de Spearman

CUADRO No 11
TABLA DE SIGNIFICACIÓN DEL COEFICIENTE DE CORRELACIÓN
RANGOS DE SPEARMAN

| Rango | Significación |
|--------------|----------------------|
| 1,0 | Perfecto |
| 0,9 < 1,0 | Excelente |
| 0,8 < 0,9 | Buena |
| 0,5 < 0,8 | Regular |

| | |
|-------|------|
| < 0,5 | Mala |
|-------|------|

Fuente: Revista de la Habana – Cuba (2009)

3.4.3.- Prueba de Medias Para Pequeñas Muestras Usando “t”

Para realizar la comparación de medias encontradas en cada una de las fases se utilizara la prueba “t” con la finalidad de encontrar la significancia de las medias en las diferentes fases, a este fin se aplica el programa computarizado proporcionado por: N-CALCULATORS. Cuya fórmula es:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}}}$$

Donde:



\bar{x}_1 = Promedio de la variable Pérdida de Peso (gramos) de la Fase Inicio de Zafra.



\bar{x}_2 = Promedio de la variable Pérdida de Peso (gramos) de la Fase Media Zafra.

S_1^2 = Desviación Estándar (gramos) de la Fase Inicio de Zafra.

S_2^2 = Desviación Estándar (gramos) de la Fase Media Zafra.

N_1 = Número de muestras de Caña de Azúcar de la Fase Inicio de Zafra.

N_2 = Número de muestras de Caña de Azúcar de la Fase Media Zafra.

La comparación de medias se hará para las Fases: INICIO DE ZAFRA (FIZ), MEDIA ZAFRA (FMZ) Y FIN DE ZAFRA (FFZ) las combinaciones serán las siguientes:

| Prueba “t” | Fases | |
|------------|-----------------|-----|
| | $t_{FIZ - FMZ}$ | FIZ |

| | | |
|-----------------|-----|-----|
| $t_{FIZ - FFZ}$ | FIZ | FFZ |
| $t_{FMZ - FFZ}$ | FMZ | FFZ |

El nivel de significación será del 95% (0,05) con la utilización de la Tabla de Student con la interpretación de:

$t_c < t_i$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la diferencia significativa entre las medias.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.- Fase Inicio de Zafra

4.1.1.- Cuantificación de la Pérdida por Estacionamiento

Las muestras para esta fase se tomaron el 17 de junio del 2012 en Zona Central de la Propiedad de la Cooperativa Agropecuaria 1ro de Septiembre y el primer registro se hizo a horas 14,00 y el último el 07 de julio a la misma hora en caña verde, los datos para las 10 muestras durante las 11 observaciones se resumen en el siguiente cuadro, donde los datos corresponden a las pérdidas de peso de la caña de azúcar (gr.) por estacionamiento de la misma en horas (días):

CUADRO N° 12
RESUMEN DE LAS PÉRDIDAS (gr. Y) OBSERVADAS DURANTE EL
ESTACIONAMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (Horas X)

| t | X | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 | Y6 | Y7 | Y8 | Y9 | Y10 | \bar{X} | Y (%) | P % | T° |
|-----|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|--------|-------|------|
| t1 | 0 | 2996,4 | 2731,6 | 3118,6 | 3177,8 | 2530,0 | 3152,0 | 2278,8 | 3236,1 | 3018,1 | 2556,5 | 2879,59 | 100,00 | 0,0 | 18,0 |
| t2 | 48 | 2974,5 | 2711,5 | 3100,3 | 3029,3 | 2505,5 | 3120,5 | 2249,9 | 3053,8 | 2981,8 | 2533,2 | 2826,03 | 101,90 | 1,90 | 17,0 |
| t3 | 96 | 2945,5 | 2690,7 | 3090,0 | 3008,9 | 2473,0 | 3120,5 | 2213,3 | 3022,5 | 2945,3 | 2478,5 | 2798,82 | 102,88 | 2,88 | 18,0 |
| t4 | 144 | 2916,6 | 2669,9 | 3000,6 | 2988,5 | 2240,5 | 3125,5 | 2176,7 | 2991,4 | 2908,8 | 2423,3 | 2744,18 | 104,93 | 4,93 | 19,0 |
| t5 | 192 | 2887,6 | 2649,1 | 2990,9 | 2968,0 | 2408,0 | 3013,7 | 2140,1 | 2960,3 | 2872,4 | 2367,9 | 2725,80 | 105,64 | 5,64 | 22,0 |
| t6 | 240 | 2870,8 | 2624,7 | 2980,8 | 2940,2 | 2376,4 | 3006,6 | 2109,2 | 2917,6 | 2842,8 | 2349,2 | 2701,83 | 106,58 | 6,58 | 24,0 |
| t7 | 288 | 2847,8 | 2596,9 | 2900,8 | 2908,9 | 2279,7 | 2985,2 | 2086,6 | 2866,5 | 2812,5 | 2327,2 | 2655,91 | 108,42 | 8,42 | 25,5 |
| t8 | 336 | 2828,9 | 2577,4 | 2890,4 | 2899,9 | 2315,8 | 2963,3 | 2067,4 | 2860,7 | 2772,6 | 2270,3 | 2644,67 | 108,88 | 8,88 | 27,0 |
| t9 | 384 | 2816,7 | 2562,9 | 2880,0 | 2883,8 | 2321,1 | 2946,0 | 2050,1 | 2839,1 | 2749,8 | 2282,4 | 2626,86 | 109,62 | 9,62 | 12,0 |
| t10 | 432 | 2808,6 | 2544,9 | 2840,9 | 2863,8 | 2301,7 | 2925,9 | 2028,4 | 2813,0 | 2725,0 | 2263,4 | 2611,56 | 110,26 | 10,26 | 16,0 |
| t11 | 480 | 2800,5 | 2527,8 | 2820,7 | 2843,8 | 2283,7 | 2905,8 | 2008,4 | 2792,0 | 2700,2 | 2244,4 | 2592,73 | 111,06 | 11,06 | 15,0 |

Fuente: Elaboración propia (2012)

P %=Perdida Porcentual del peso durante el proceso de investigación

El cuadro N° 12 muestra que los resultados porcentuales para 48 horas (dos días) es de 1,90 % de pérdida de peso de la caña de azúcar, de 2,88 % para 96 horas (cuatro días), de 4,93 % para 144 horas (seis días), de 5,64 % para 192 horas (ocho días), 6,58 % para 240 horas (diez días), de 8,42 % para 288 horas (doce días), de 8,88 % para 336 horas (catorce días), de 9,62 % para 384 horas (dieciséis días), 10,26 % para 432 horas (dieciocho días) y 11,06 % para las 480 horas (veinte días).

Según Cock J. H. (1995), menciona que el tiempo entre el corte y la molienda puede ser hasta de 50 horas, anotando que por hora se pierde el 0,4 % de azúcar equivalente a 3,33 % de caña de azúcar, en nuestro caso no se determinara la pérdida de azúcar por estacionamiento en campo solamente determinamos la pérdida de peso por permanencia en campo obteniéndose una pérdida de 1,9 % para 48 horas de estacionamiento, dato menor al que indica Cock, pero no aclara en qué fase determino este dato.

EEAOC (2005), indica que para una semana de estacionamiento en el mes de julio se tiene 2,6% de pérdida de peso, dato que comparamos con 6 días de estacionamiento en nuestro trabajo tomada en el mes de junio que es de 4,93% como podemos observar nuestro valor es mayor al encontrado por la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, diferencia de 2,33% pese a corresponder los datos al mes de junio hecho que atribuimos a las condiciones de clima distintas en ambos trabajos.

También el cuadro N° 13 muestra las temperaturas registradas durante el trabajo de investigación para la 11 observaciones cuyos valores son de: 18,0 – 17,0 – 18,0 – 19,0 – 22,0 – 24,0 – 25,5 – 27,0 – 12,0 – 16,0 y 15,0 °C de Temperatura, factor principal que influye en la pérdida de peso por estacionamiento en el cultivo, notándose una variación en la medida que pasan los días, con diferencias marcadas entre la observación 8 que nos indica una temperatura de 27,0 °C frente a la observación 9 con una temperatura de 12,0 °C que vendrían a ser la máxima y la mínima registrada con una diferencia de 15 °C.

4.1.2.- Cuantificación de la Pérdida Económica.

Para la cuantificación de la pérdida de peso por estacionamiento se sumaron los pesos de cada muestra para las 11 observaciones cuyos totales nos permiten determinar la

media aritmética y determinar las pérdidas durante las 11 observaciones para las 10 muestras, el detalle de los datos se denota en el siguiente cuadro:

CUADRO N°13
PÉRDIDA ECONÓMICA ESTIMADA POR HECTÁREA
ZAFRA – 2012

| N° | Tiempo (horas) | Rend./cult tm.ha ⁻¹ | Pérdidas estimadas (%) | Pérdidas (tm.ha ⁻¹) | Precio Bs.tm ⁻¹ | Pérdida por estacionamiento (Bs.ha ⁻¹) |
|----|----------------|--------------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------|--|
| 1 | 0 | 70,135 | 0,00 | 0,000 | 239,00 | 0,00 |
| 2 | 48 | 70,135 | 1,90 | 1,333 | 239,00 | 318,59 |
| 3 | 96 | 70,135 | 2,88 | 2,020 | 239,00 | 482,79 |
| 4 | 144 | 70,135 | 4,93 | 3,458 | 239,00 | 826,47 |
| 5 | 192 | 70,135 | 5,64 | 3,956 | 239,00 | 945,49 |
| 6 | 240 | 70,135 | 6,58 | 4,614 | 239,00 | 1102,99 |
| 7 | 288 | 70,135 | 8,42 | 5,905 | 239,00 | 1411,54 |
| 8 | 336 | 70,135 | 8,88 | 6,228 | 239,00 | 1488,50 |
| 9 | 384 | 70,135 | 9,62 | 6,747 | 239,00 | 1612,54 |
| 10 | 432 | 70,135 | 10,26 | 7,196 | 239,00 | 1719,85 |
| 11 | 480 | 70,135 | 11,06 | 7,757 | 239,00 | 1853,93 |

Fuente: Elaboración propia (2012)

El cuadro No 13 indica que si el tiempo entre el corte de la caña de azúcar y su entrega al ingenio fuera de inmediato la pérdida económica sería de 0,00 Bs se consideraría un tiempo cero de estacionamiento, este hecho en la práctica no ocurre y frecuentemente se presenta el estacionamiento en campo debido a un sin número de factores, de ahí que las pérdidas económicas estimadas para 48 horas son de 318,59 Bs. para un rendimiento de 68,802 tm.ha⁻¹ disminuido al rendimiento inicial de 70,135 tm.ha⁻¹, asimismo podemos observar que los rendimiento de campo son decrecientes mientras que las pérdidas económicas toman un comportamiento creciente observando una pérdida de 1853,93 Bs para un rendimiento de campo de 62,378 tm.ha⁻¹.

Informe Anual (2011), En la Cooperativa Agropecuaria 1° de Septiembre de Bermejo el corte de caña ya sea verde o quemada se la realiza 24 horas antes a la fecha prevista del contrato de zafra, de entregarse en ese tiempo las pérdidas por estacionamiento en campo deberían considerarse nulas. Pero en muchas zafras por no decir en todas esta situación no se presenta de esa forma, porque muchas veces falla el jefe de grupo por el

tema de transporte, o por no haberse llegado a un acuerdo con el personal zafrero hecho que ocasiona que la caña permanezca en campo por un tiempo mayor a las 24 horas, lo que ocasiona el estacionamiento en campo con las pérdidas que mencionamos en el presente trabajo.

4.1.3.- Ecuación de Mejor Ajuste, Determinación del Coeficiente Correlación

Con los valores determinados para las 10 muestras y 11 observaciones se ajustaron a la curva de mejor ajuste siguiendo el programa computarizado REGRESIÓN LINEAL CON EXCEL, dichos gráficos son los siguientes:

FIGURA 2 DIAGRAMA DISPERSIÓN EN NUMEROS INDICE (PÉRDIDAS – ESTACIONAMIENTO)

Fuente: Elaboración propia (2012)

La figura No 2 indica el Diagrama de Dispersión (o Nube de Puntos) para las variables estudiadas, como se puede observar el comportamiento de las observaciones muestran una estrecha relación entre la pérdida de peso y el tiempo de estacionamiento de la caña de azúcar, toda vez que no existe valores muy dispersos y todos insinúan una recta, este Diagrama de Dispersión responde exclusivamente a la Zafra 2012 de la Cooperativa y a la variedad en estudio, también sirve de referencia para futuros estudios, esta afirmación condice exactamente a lo que afirma: Robles C. A. (1965) y WORDPRESS (2009)

FIGURA 3 AJUSTE LINEAL DE LA RECTA EN NUMEROS INDICE (PÉRDIDAS – ESTACIONAMIENTO)

Fuente: Elaboración propia (2012)

La figura 3 presenta la recta de mejor ajuste en una relación simple o parcial de dos variables y los valores estudiados que de acuerdo al comportamiento del Diagrama de Dispersión el ajuste responde a una línea recta cuya fórmula encontrada es:

$$y = 0,022x + 100,9$$

Donde

$a_0 = 0,022$ es la pendiente de los datos respecto de la recta y

$a_1 = 100,9$ intersección de Y cuando X toma el valor de 0.

Esta fórmula nos permite estimar (predecir) las pérdidas de peso para los tiempos contemplados en el presente estudio y para otros que no lo están, por ejemplo para 24 horas que no se tomo en cuenta, la formula nos proporciona una pérdida de 1,43 gramos. De esta manera se podría predecir los puntos que se encuentran en la recta producto del ajuste de los datos originales de Y (pérdida de peso) que vienen explicados por el valor de X (tiempo de estacionamiento) de la caña de azúcar cosechada y estacionada en campo.

Finalmente debemos mencionar que el Coeficiente de Correlación (R^2) cuyo objetivo principal consiste en determinar que tan intensa es la relación entre las dos variables que se están calculando. La relación de existiría entre estas dos variables es representada en un diagrama de dispersión donde se tiene la variable dependiente: que es la variable que se predice o calcula y la variable independiente: es la que proporciona las bases de cálculo, es decir es la variable de predicción: siendo este valor para nuestro caso de:

$$R^2 = 0,974$$

La significación del Coeficiente de Correlación encontrado para este trabajo en su primera fase correspondiente al 17 de junio y 07 del mes de julio. ***Según el Coeficiente de Correlación de los rangos de Spearman***, mencionados por el Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana (ISCM-H) 2009 se calificaría como “Excelente” ya que el valor de $R^2 = 0,974$ se ubica en el rango de: $0,9 < 1,0$ (ver cuadro No 11)

4.2.- Fase Media Zafra

4.2.1.- Cuantificación de la Pérdida por Estacionamiento

Las muestras se tomaron el 5 de agosto del 2012 en Zona Norte de la propiedad de la Cooperativa Agropecuaria Iro de Septiembre y el primer registro se hizo a horas 14,00 y el último el 25 de agosto a la misma hora en caña verde, los datos para las 10 muestras durante las 11 observaciones se resumen en el siguiente cuadro, donde los datos corresponden a las pérdidas de peso de la caña de azúcar (gr.) por estacionamiento de la misma en horas (días):

CUADRO N° 14
RESUMEN DE LAS PÉRDIDAS (gr. Y) OBSERVADAS DURANTE EL
ESTACIONAMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (Horas X)

| t | X | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 | Y6 | Y7 | Y8 | Y9 | Y10 | media | (Y)% | P % | T°C |
|-----|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|-------|------|
| t1 | 0 | 3113,4 | 2977,4 | 3358,0 | 3658,6 | 3675,0 | 2027,0 | 2486,2 | 3063,8 | 3288,2 | 3117,2 | 3076,48 | 100,00 | 0,00 | 16,0 |
| t2 | 48 | 3067,8 | 2927,6 | 3313,6 | 3606,7 | 3623,3 | 1999,8 | 2449,2 | 3012,8 | 3239,2 | 3059,3 | 3029,93 | 101,60 | 1,60 | 18,0 |
| t3 | 96 | 3015,3 | 2871,9 | 3254,4 | 3543,0 | 3563,6 | 1968,4 | 2413,3 | 2965,8 | 3181,7 | 3001,9 | 2977,93 | 103,30 | 3,30 | 23,0 |
| t4 | 144 | 2962,8 | 2816,2 | 3195,3 | 3479,3 | 3504,0 | 1937,0 | 2377,4 | 2918,9 | 3124,2 | 2944,5 | 2925,96 | 105,10 | 5,10 | 29,0 |
| t5 | 192 | 2911,9 | 2764,9 | 3138,8 | 3413,8 | 3438,0 | 1896,4 | 2333,2 | 2865,5 | 3065,5 | 2876,0 | 2870,40 | 107,20 | 7,20 | 28,0 |
| t6 | 240 | 2861,1 | 2713,7 | 3082,3 | 3348,3 | 3372,1 | 1855,8 | 2289,1 | 2812,2 | 3006,8 | 2807,6 | 2814,90 | 109,30 | 9,30 | 27,0 |
| t7 | 288 | 2804,6 | 2660,4 | 3025,9 | 3277,6 | 3304,2 | 1812,9 | 2244,7 | 2758,3 | 2942,9 | 2734,8 | 2756,63 | 111,60 | 11,60 | 26,0 |
| t8 | 336 | 2769,9 | 2624,7 | 2989,8 | 3232,6 | 3259,6 | 1785,3 | 2212,9 | 2722,3 | 2902,7 | 2688,1 | 2718,79 | 113,20 | 13,20 | 29,0 |
| t9 | 384 | 2735,2 | 2589,0 | 2953,8 | 3187,7 | 3215,0 | 1757,8 | 2181,1 | 2686,3 | 2862,5 | 2641,4 | 2680,98 | 114,80 | 14,80 | 28,0 |
| t10 | 432 | 2692,4 | 2547,4 | 2911,0 | 3135,9 | 3165,3 | 1726,0 | 2145,6 | 2644,7 | 2814,2 | 2591,1 | 2637,36 | 116,60 | 16,60 | 30,0 |
| t11 | 480 | 2653,4 | 2510,1 | 2871,4 | 3086,5 | 3118,2 | 1696,5 | 2108,8 | 2597,5 | 2766,5 | 2539,6 | 2594,85 | 118,60 | 18,60 | 17,0 |

Fuente: Elaboración propia (2012)

P %=Perdida Porcentual del peso durante el proceso de investigación

El cuadro N°14 presenta que los resultados porcentuales para 48 horas (dos días) es de 1,60 % de pérdida de peso de la caña de azúcar, de 3,30 % para 96 horas (cuatro días), de 5,10 % para 144 horas (seis días), de 7,20 % para 192 horas (ocho días), 9,30 % para 240 horas (diez días), de 11,60 % para 288 horas (doce días), de 13,20 % para 336 horas

(catorce días), de 14,80 % para 384 horas (dieciséis días), de 16,60 % para 432 horas (dieciocho días), 18,60 % para las 480 horas (veinte días).

EEAOC (2005), indica que para una semana de estacionamiento en el mes de agosto se tiene un 7,6% de pérdida de peso, dato que comparamos con seis días de estacionamiento en nuestro trabajo también en el mes de agosto que fue de 5,1% de pérdida, y a efectos de cotejar cual la variación para ocho días tendríamos una pérdida de 7,2% como podemos observar nuestro valor para ocho días de estacionamiento es el más cercano al encontrado por la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombes.

Según Cock J. H. (1995), menciona que el tiempo entre el corte y la molienda puede ser de hasta de 50 horas con una pérdida de 3,33 % Kg de caña de azúcar, en nuestro caso la pérdida de peso por permanencia en campo es de 1,60 % para 48 horas de estacionamiento en el mes de agosto, dato menor al que indica Cock, pero no aclara en qué fase determino este dato. El valor que más se aproxima al obtenido por Cock es el de tomado a las 96 horas de haberse iniciado nuestro trabajo que es de 3.30% de pérdida de peso.

También el cuadro N°14 nos muestra las temperaturas registradas durante el trabajo de investigación para la 11 observaciones cuyos valores son de: 16,0 – 18,0 – 23,0 – 29,0 – 28,0 – 27,0 – 26,0 – 29,0 – 28,0 – 30,0 y 17,0 °C de Temperatura, factor principal que influye en la pérdida de peso por estacionamiento en el cultivo, notándose una variación en la medida que pasan los días, con diferencias marcadas entre la observación 1 que nos indica una temperatura de 16,0 °C frente a la observación 10 con una temperatura de 30,0 °C que vendrían a ser la mínima y máxima registrada con una diferencia de 14 °C pero debe entenderse que estamos en el mes de agosto.

4.2.2.- Cuantificación de la Pérdida Económica

CUADRO N°15
PÉRDIDA ECONÓMICA ESTIMADA POR HECTÁREA
ZAFRA – 2012

| N° | Tiempo (horas) | Rend./cult tm.ha ⁻¹ | Pérdidas estimadas % | Pérdidas (tm.ha ⁻¹) | Precio Bs.tm ⁻¹ | Pérdida por estacionamiento |
|----|----------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|----|----------------|-----------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|

| | | | | | | (Bs.ha ⁻¹) |
|----|-----|--------|-------|--------|--------|------------------------|
| 1 | 0 | 69,100 | 0,00 | 0,000 | 239,00 | 0,00 |
| 2 | 48 | 69,100 | 1,60 | 1,106 | 239,00 | 276,28 |
| 3 | 96 | 69,100 | 3,30 | 2,281 | 239,00 | 545,16 |
| 4 | 144 | 69,100 | 5,10 | 3,524 | 239,00 | 842,24 |
| 5 | 192 | 69,100 | 7,20 | 4,976 | 239,00 | 1189,26 |
| 6 | 240 | 69,100 | 9,30 | 6,426 | 239,00 | 1536,05 |
| 7 | 288 | 69,100 | 11,60 | 8,016 | 239,00 | 1915,82 |
| 8 | 336 | 69,100 | 13,20 | 9,122 | 239,00 | 2179,72 |
| 9 | 384 | 69,100 | 14,80 | 10,227 | 239,00 | 2444,25 |
| 10 | 432 | 69,100 | 16,60 | 11,471 | 239,00 | 2741,33 |
| 11 | 480 | 69,100 | 18,60 | 12,853 | 239,00 | 3071,87 |

Fuente: Elaboración propia (2012)

El cuadro No 15 muestra las pérdidas económicas estimadas para 48 horas son de 276,28 Bs. para un rendimiento de 67,944 tm.ha⁻¹ disminuido al rendimiento inicial de 69,100 tm.ha⁻¹, asimismo podemos también observar que los rendimiento de campo son decrecientes mientras que las pérdidas económicas toman un comportamiento creciente observando una pérdida de 3071,87 Bs para un rendimiento de campo de 56,247 tm.ha⁻¹, situación muy similar a la fase de Inicio de Zafra.

4.2.3.- Ecuación de mejor ajuste, determinación del Coeficiente Correlación

FIGURA 4 DIAGRAMA DISPERSIÓN EN NUMEROS INDICE (PÉRDIDAS – ESTACIONAMIENTO)

Fuente: Elaboración propia (2012)

La figura 4 muestra el Diagrama de Dispersión (o Nube de Puntos) para las variables estudiadas como se puede observar el comportamiento de las observaciones muestran una relación mucho más estrecha comparada con la figura 2, entre la pérdida de peso y el tiempo de estacionamiento de la caña de azúcar, aquí se puede notar que la insinuación a la línea a recta es más notoria que en la fase Inicio de Zafra, esta afirmación condice exactamente a lo que afirma: Robles C. A. (1965) y WORDPRESS (2009)

FIGURA 5

AJUSTE LINEAL DE LA RECTA EN NUMEROS INDICE (PÉRDIDAS – ESTACIONAMIENTO)

Fuente: Elaboración propia (2012)

La figura 5 muestra la recta de mejor ajuste en una relación simple o parcial de dos variables y los valores estudiados que de acuerdo al comportamiento del Diagrama de Dispersión el ajuste responde a una línea recta cuya fórmula es:

$$y = 0,039x + 99,97$$

Donde

$a_0 = 0,039$ es la pendiente de los datos respecto de la recta y

$a_1 = 99,97$ intersección de Y cuando X toma el valor de 0.

Esta nos permite estimar las pérdidas de peso para los tiempos no contemplados en la fase de Media Zafra, y el ajuste de los datos originales.

Finalmente debemos mencionar que el Coeficiente de Correlación (R^2) para esta fase es:

$$R^2 = 0,998$$

La significación de este Coeficiente de Correlación, según el Coeficiente de Correlación de los rangos de Spearman, mencionados por el Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana (ISCM-H) 2009 se calificaría como “Excelente” ya que el valor de $R^2 = 0,998$ se ubica en el rango de: $0,9 < 1,0$ (ver cuadro No 11)

4.3.- Fase Fin de Zafra

4.3.1.- Cuantificación de la Pérdida por Estacionamiento

Las muestras para esta fase se tomaron el 07 de Octubre del 2012 en Zona Sud de la Propiedad de la Cooperativa Agropecuaria 1ro de Septiembre y el primer registro se

hizo a horas 14,00 y el último el 27 de Octubre a la misma hora en caña verde, los datos para las 10 muestras durante las 11 observaciones se resumen en el siguiente cuadro, donde los datos corresponden a las pérdidas de peso de la caña de azúcar (gr.) por estacionamiento de la misma en horas (días):

CUADRO N° 16
RESUMEN DE LAS PÉRDIDAS (gr. Y) OBSERVADAS DURANTE EL
ESTACIONAMIENTO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (Horas X)

| Trat. | X | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 | Y6 | Y7 | Y8 | Y9 | Y10 | media | Y (%) | P % | T |
|-------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|-------|-------|
| t1 | 0 | 2368,3 | 2554,6 | 2297,1 | 3267,0 | 3620,1 | 2868,5 | 2974,3 | 3589,8 | 3186,1 | 3691,8 | 3041,76 | 100,00 | 0,00 | 30,00 |
| t2 | 48 | 2309,0 | 2511,0 | 2262,8 | 3210,1 | 3560,7 | 2823,7 | 2921,0 | 3535,8 | 3125,0 | 3621,3 | 2988,04 | 101,80 | 1,80 | 21,00 |
| t3 | 96 | 2275,2 | 2484,9 | 2232,6 | 3173,6 | 3527,5 | 2795,5 | 2890,5 | 3503,9 | 3090,1 | 3585,3 | 2955,91 | 102,90 | 2,90 | 26,00 |
| t4 | 144 | 2228,1 | 2448,1 | 2201,9 | 3129,0 | 3481,7 | 2756,6 | 2845,8 | 3454,6 | 3044,4 | 3538,1 | 2912,83 | 104,43 | 4,43 | 31,00 |
| t5 | 192 | 2169,7 | 2400,1 | 2158,1 | 3067,5 | 3408,6 | 2697,1 | 2786,6 | 3386,7 | 2977,5 | 3466,8 | 2851,87 | 106,66 | 6,66 | 39,00 |
| t6 | 240 | 2115,8 | 2354,9 | 2117,4 | 3010,1 | 3344,9 | 2641,6 | 2740,8 | 3328,9 | 2923,8 | 3402,2 | 2798,04 | 108,71 | 8,71 | 36,00 |
| t7 | 288 | 2073,0 | 2316,9 | 2084,6 | 2961,9 | 3289,9 | 2598,6 | 2682,6 | 3269,9 | 2871,3 | 3342,8 | 2749,15 | 110,64 | 10,64 | 37,00 |
| t8 | 336 | 2046,5 | 2289,0 | 2056,6 | 2921,7 | 3244,3 | 2559,2 | 2647,2 | 3226,8 | 2839,1 | 3299,8 | 2713,02 | 112,12 | 12,12 | 26,00 |
| t9 | 384 | 2011,4 | 2262,2 | 2030,5 | 2884,9 | 3201,3 | 2525,8 | 2610,1 | 3187,5 | 2801,0 | 3255,6 | 2677,03 | 113,62 | 13,62 | 26,00 |
| t10 | 432 | 1979,8 | 2234,3 | 2004,9 | 2847,7 | 3158,8 | 2490,7 | 2574,0 | 3148,1 | 2765,6 | 3212,6 | 2641,65 | 115,15 | 15,15 | 32,00 |
| t11 | 480 | 1930,4 | 2192,0 | 1963,6 | 2787,4 | 3089,8 | 2426,2 | 2520,6 | 3086,5 | 2714,4 | 3145,9 | 2585,68 | 117,64 | 17,64 | 37,00 |

Fuente: Elaboración propia (2012)

P %=Perdida Porcentual del peso durante el proceso de investigación

El cuadro N° 16 nos muestra que los resultados porcentuales para 48 horas (dos días) es de 1,80 % de pérdida de peso de la caña de azúcar, de 2,90 % para 96 horas (cuatro días), de 4,43 % para 144 horas (seis días), de 6,66 % para 192 horas (ocho días), 8,71 % para 240 horas (diez días), de 10,64 % para 288 horas (doce días), de 12,12 % para 336 horas (catorce días), de 13,62 % para 384 horas (dieciséis días), 15,15 % para 432 horas (dieciocho días) y 17,64 % para las 480 horas (veinte días).

Según Cock J. H. (1995), menciona que el tiempo entre el corte y la molienda puede ser hasta de 50 horas, con una pérdida de 3,33 % Kg de caña de azúcar, en el caso de nuestra investigación de la pérdida de peso por permanencia en campo es de 1,80 % para 48 horas y de 2,90 % para 96 horas de estacionamiento, ambos datos son menores a lo que indica Cock, pero no aclara en qué fase determino este dato.

EEAOC (2005), indica que para una semana de estacionamiento en el mes de octubre se tiene 12,7 % de pérdida de peso, dato que comparamos con seis días de estacionamiento en nuestro trabajo tomada en el mes de octubre que es de 4,43%, donde se observa que el valor es menor al encontrado por la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres.

También el cuadro N° 16 muestra las temperaturas registradas durante el trabajo de investigación para la 11 observaciones cuyos valores son de: 30,0 – 21,0 – 26,0 – 31,0 – 39,0 – 36,0 – 37,5 – 26,0 – 26,0 – 32,0 y 37,0 °C de temperatura, factor principal que influye en la pérdida de peso por estacionamiento en el cultivo, notándose una variación en la medida que pasan los días, con diferencias marcadas entre la observación 5 que nos indica una temperatura de 39,0 °C frente a la observación 2 con una temperatura de 21,0 °C que vendrían a ser la máxima y la mínima registrada con una diferencia de 18 °C.

4.3.2.- Cuantificación de la Pérdida Económica

CUADRO N°17
PÉRDIDA ECONÓMICA ESTIMADA POR HECTÁREA
ZAFRA – 2012

| N° | Tiempo (horas) | Rend./cult tm.ha ⁻¹ | Perdidas estimadas (%) | Pérdidas (tm.ha ⁻¹) | Precio Bs.tm ⁻¹ | Pérdida por estacionamiento (Bs.ha ⁻¹) |
|----|----------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--|
| 1 | 0 | 68,530 | 0,00 | 0,000 | 239,00 | 0,00 |
| 2 | 48 | 68,530 | 1,80 | 1,234 | 239,00 | 294,93 |
| 3 | 96 | 68,530 | 2,90 | 1,988 | 239,00 | 475,13 |
| 4 | 144 | 68,530 | 4,43 | 3,036 | 239,00 | 725,60 |
| 5 | 192 | 68,530 | 6,66 | 4,565 | 239,00 | 1091,04 |
| 6 | 240 | 68,530 | 8,71 | 5,969 | 239,00 | 1426,59 |
| 7 | 288 | 68,530 | 10,64 | 7,292 | 239,00 | 1742,79 |
| 8 | 336 | 68,530 | 12,12 | 8,306 | 239,00 | 1985,13 |
| 9 | 384 | 68,530 | 13,62 | 9,334 | 239,00 | 2230,83 |
| 10 | 432 | 68,530 | 15,15 | 10,539 | 239,00 | 2519,06 |
| 11 | 480 | 68,530 | 17,64 | 12,088 | 239,00 | 2889,27 |

Fuente: Elaboración propia (2012)

El cuadro No 17 muestra las pérdidas económicas estimadas para 48 horas que fueron de 294,93 Bs. para un rendimiento de 67,296 tm.ha⁻¹ disminuido al rendimiento inicial de 68,530 tm.ha⁻¹, asimismo podemos también observar que los rendimiento de campo son decrecientes mientras que las pérdidas económicas toman un comportamiento creciente observando una pérdida de 2889,27 Bs para un rendimiento de campo de 56,441 tm.ha⁻¹, situación muy similar a la fase Media Zafra.

4.3.3.- Ecuación de Mejor ajuste, Determinación del Coeficiente Correlación

FIGURA 6

DIAGRAMA DISPERSIÓN EN NUMEROS INDICE (PÉRDIDAS – ESTACIONAMIENTO)

Fuente: Elaboración propia (2012)

Al igual que las figuras anteriores la figura 6 nos muestra el Diagrama de Dispersión (o Nube de Puntos) para las variables estudiadas en la fase Fin de Zafra como se puede observar el comportamiento de las observaciones muestran una muy estrecha relación entre la pérdida de peso y el tiempo de estacionamiento de la caña de azúcar, esta afirmación también condice exactamente a lo que afirma: Robles C. A. (1965) y WORDPRESS (2009)

FIGURA 7 AJUSTE LINEAL DE LA RECTA EN NUMEROS INDICE (PÉRDIDAS – ESTACIONAMIENTO)

Fuente: Elaboración propia (2012)

La figura 7 muestra la recta de mejor ajuste en una relación simple o parcial de dos variables y los valores estudiados en esta fase que de acuerdo al comportamiento del Diagrama de Dispersión el ajuste responde a una línea recta cuya fórmula es:

$$y = 0,036x + 99,73$$

Donde

$a_0 = 0,036$ es la pendiente de los datos respecto de la recta y

$a_1 = 99,73$ intersección de Y cuando X toma el valor de 0.

Esta nos permite estimar las pérdidas de peso para los tiempos no contemplados en la fase Fin de Zafra, y el ajuste de los datos originales.

Finalmente debemos mencionar que el Coeficiente de Correlación (R^2) para esta fase es:

$$R^2 = 0,996$$

La significación de este Coeficiente de Correlación, según el Coeficiente de Correlación de los rangos de Spearman, mencionados por el Instituto Superior de Ciencias Médicas de La Habana (ISCM-H) 2009 se calificaría como “Excelente” ya que el valor de $R^2 = 0,996$ se ubica en el rango de: $0,9 < 1,0$ (ver cuadro No 11)

4.4.- Prueba de Medias Para Pequeñas Muestras Usando “t” Para las Tres Fases

Para la comparación de medias de las diferentes fases: Inicio de Zafra (FIZ), Media Zafra (FMZ) y Fin de Zafra (FFZ) se utilizó el programa computarizado T CALCULO DE PRUEBA Citado por la página NCALCULATORS

CUADRO N° 18
VALORES UTILIZADOS EN LA COMPARACIÓN ESTADÍSTICA DE MEDIAS
PRUEBA “t” DE STUDENT

| Parámetro | \bar{Y} | \bar{Y} | \bar{Y} |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 100,00 | 100,0 | 100,00 |
| | 101,90 | 101,6 | 101,80 |
| | 102,88 | 103,3 | 102,90 |
| | 104,93 | 105,1 | 104,43 |
| | 105,64 | 107,2 | 106,66 |
| | 106,58 | 109,3 | 108,71 |
| | 108,42 | 111,6 | 110,64 |
| | 108,88 | 113,2 | 112,12 |

| | | | |
|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 109,62 | 114,8 | 113,62 |
| | 110,26 | 116,6 | 115,15 |
| | 111,06 | 118,6 | 117,64 |
| \bar{Y} | 106.3791 | 109.1982 | 108.5155 |
| Media () | | | |
| Desviación Estándar (S) | 3.6549 | 6.2764 | 5.8323 |
| $t_{(FIZ - FMZ)}$ | -1.2873 | | |
| $t_{(FIZ - FFZ)}$ | -1.0294 | | |
| $t_{(FMZ - FFZ)}$ | | 0.2643 | |

Fuente: Elaboración propia (2012)

Referencias:

$t_{(FIZ - FMZ)}$ = “t” calculada para: Fase Inicio de Zafra – Fase Media Zafra

$t_{(FIZ - FFZ)}$ = “t” calculada para: Fase Inicio de Zafra – Fase Fin Zafra

$t_{(FMZ - FFZ)}$ = “t” calculada para: Fase Media Zafra – Fase Fin Zafra

4.4.1.- Significación estadística de la Prueba “t”

| FASE | t_c | | t_t |
|-------------------|---------|---|-------|
| $t_{(FIZ - FMZ)}$ | -1.2873 | < | 1,812 |
| $t_{(FIZ - FFZ)}$ | -1.0294 | < | 1,812 |
| $t_{(FMZ - FFZ)}$ | 0.2643 | < | 1,812 |

- Como la “t” calculada es menor a la “t” tabular se descarta la hipótesis nula que afirma que no hay diferencia significativa en la pérdida de peso entre las tres fases.
- Se acepta la hipótesis alterna afirmando que si hay *Diferencia Significativa* a un nivel de probabilidad del 95%, lo que nos indica que las medias corresponden a poblaciones diferentes.

4.4.2.- Comparación Económica Promedio Para las Tres Fases

CUADRO N° 19
PÉRDIDAS PROMEDIO ESTIMADAS POR HECTAREA (Bs.ha⁻¹)
ZAFRA 2012

| FASE | Rend./cult Real tm.ha ⁻¹ | PÉRDIDA | | | Precio Bs.tm ⁻¹ | INGRESO | | PÉRDIDA/ZAFRA (Bs.ha ⁻¹) 2012 |
|------------|---|--------------|-------------|--------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---|
| | | Media (%) | Real (%) | Rend./cult (tm.ha ⁻¹) | | Bruto (Bs.ha ⁻¹) | Neto (Bs.ha ⁻¹) | |
| FIZ | 70,135 | 106.3791 | 93.6209 | 65,6610 | 239,00 | 16762,27 | 15692,979 | 1069,291 |
| FMZ | 69,100 | 109.1982 | 90,8018 | 62,7440 | 239,00 | 16514,90 | 14995,816 | 1519,084 |
| FFZ | 68,530 | 108.5155 | 91,4845 | 62,6943 | 239,00 | 16378,67 | 14983,937 | 1394,733 |

Fuente: Elaboración propia (2012)

En el cuadro N°19 podemos observar las pérdidas medias en bolivianos para las tres fases del trabajo para la Fase Inicio de Zafra una pérdida media de 1069,291 (Bs.ha⁻¹) correspondiente ha: 65,6610 (tm.ha⁻¹) de rendimiento cultural para un estacionamiento en campo de 239.56 horas (9,98 días), para la fase Media Zafra una pérdida de 1519,084 (Bs.ha⁻¹) correspondiente ha: 62,7440 (tm.ha⁻¹) de rendimiento cultural para un estacionamiento en campo de 239,78 horas (9,99 días), finalmente para la fase Fin de Zafra la pérdida es de 1394,733 (Bs.ha⁻¹) para 62,6943 (tm.ha⁻¹) de rendimiento cultural para un estacionamiento de 239,57 horas (9,98 días), en las tres fases se puede observar con el análisis estadístico que las medias para cada fase son muy distintas, no tienen ninguna relación, situación confirmada por la prueba de “t”.

4.5.- Análisis Económico Para las Tres Fases

CUADRO N° 20
PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE LAS TRES FASES

| N° | TIEMPO | FASE INICIO ZAFRA (Bs) | T°C | FASE MEDIA ZAFRA (Bs) | T°C | FASE FIN DE ZAFRA (Bs) | T°C |
|----|--------|------------------------------|------------|-----------------------------|------------|---------------------------|------------|
| | | | FIZ | | FMZ | | FFZ |
| 1 | 0 | 0,00 | 18,0 | 0,00 | 16,0 | 0,00 | 30,00 |
| 2 | 48 | 318,59 | 17,0 | 276,28 | 18,0 | 294,93 | 21,00 |
| 3 | 96 | 482,79 | 18,0 | 545,16 | 23,0 | 475,13 | 26,00 |
| 4 | 144 | 826,47 | 19,0 | 842,24 | 29,0 | 725,60 | 31,00 |
| 5 | 192 | 945,49 | 22,0 | 1189,26 | 28,0 | 1091,04 | 39,00 |
| 6 | 240 | 1102,99 | 24,0 | 1536,05 | 27,0 | 1426,59 | 36,00 |
| 7 | 288 | 1411,54 | 25,5 | 1915,82 | 26,0 | 1742,79 | 37,00 |
| 8 | 336 | 1488,50 | 27,0 | 2179,72 | 29,0 | 1985,13 | 26,00 |
| 9 | 384 | 1612,54 | 12,0 | 2444,25 | 28,0 | 2230,83 | 26,00 |
| 10 | 432 | 1719,85 | 16,0 | 2741,33 | 30,0 | 2519,06 | 32,00 |
| 11 | 480 | 1853,93 | 15,0 | 3071,87 | 17,0 | 2889,27 | 37,00 |

Fuente: Elaboración propia (2012)

En el cuadro N°19 se puede observar una estrecha relación de las pérdidas hasta el tiempo N°4, (144 horas = 8 días) con pérdidas muy similares (FIZ=826,47; FMZ=842,24; FFZ=725,60) a partir del tiempo número N°5 (192= 10 días) se puede observar una variación entre de las pérdidas entre las tres fases (FIZ=945,49, FMZ=1189,26, FFZ=1091,04) esto se debe a un cambio considerable de las temperaturas entre estas etapas (FIZ=22°C, FMZ=28°C y FFZ=39°C).

En la tercera fase fin de zafra donde se espera mayor pérdida de peso por las elevadas temperaturas de la época se obtuvo una pérdida menor que la fase media zafra, esto puede ser debido a que en la fase de fin de zafra (octubre) la caña se encontraba en etapa de floración y los tallos estaban más secos (más fibra) que en la fase de media zafra donde se encontraban con un peso óptimo para su cosecha ya que la variedad estudiada es de cosecha intermedia (Julio – Agosto).

Las pérdidas más considerables se encontraron en la fase media zafra con un máximo de 3071,87 Bs a comparación de la fase de inicio de zafra con un máximo de 1853,93 Bs, se podría decir que en la etapa fin de zafra fue una pérdida media entre estas dos fases con una pérdida máxima de 2889,27 Bs, con esta información se tendría que programar una entrega más inmediata de la caña al ingenio en la fase media zafra para así poder evitar pérdidas mayores.

Pero más halla del análisis estadístico y haciendo eco de la afirmación de (DGIEA, 1991) *“La caña no debe quedar cortada en el campo más de veinticuatro horas y máximo treinta y seis horas, ya que si pasa de ese tiempo, pierde peso y su calidad industrial se deteriora”*, para ilustrar esta situación a la Cooperativa calcularemos la pérdida para 48 horas y en una superficie supuesta de 300 hectáreas, dichos valores se reflejan en el siguiente:

CUADRO N° 21

PERDIDAS ESTIMADAS PARA UN ESTACIONAMIENTO DE 48 HORAS

| Fases | Pérdida en Bs.ha ⁻¹ | Hectáreas | Pedida en Bs. |
|-------|--------------------------------|-----------|---------------|
|-------|--------------------------------|-----------|---------------|

| | | | |
|----------------------|--------|-----|-----------|
| Fase Inicio de Zafra | 318,59 | 300 | 95.577,00 |
| Fase media zafra | 276,28 | 300 | 82.884,00 |
| Fase Fin de Zafra | 294,93 | 300 | 88.479,00 |

V. CONCLUSIONES

- Las pérdidas económicas por estacionamiento fueron las siguientes. Fase Inicio de Zafra Bs. 318,54 Bs.ha⁻¹ (48 horas) a 1853,93 Bs.ha⁻¹ (480 horas 20 días). Fase Media Zafra de: 276,28 Bs.ha⁻¹(48 horas) a 3071,87 Bs.ha⁻¹(480 horas). Fase Fin de Zafra de 294,93 Bs.ha⁻¹(48 horas) a 2889,27 Bs.ha⁻¹(480 horas).
- La ecuación de mejor ajuste y que permite estimar perdidas para tiempos no contemplados en el trabajo son: Fase Inicio de Zafra $y = 0,022x + 100,9$ y $R^2 = 0,974$ - Fase Media Zafra $y = 0,039x + 99,97$ y $R^2 = 0,998$ - Fase Fin de Zafra $y = 0,036x + 99,73$ y $R^2 = 0,996$ todos los R^2 califican como excelente según tabla de rangos de Spearman.
- La prueba de medias para pequeñas muestras (10 muestras) usando la “t” de Student nos dio valores de: $t_c < t_t$ entonces se acepta la hipótesis alterna afirmando que si hay *Diferencia Significativa* a un nivel de probabilidad del 95%, lo que nos indica que las medias corresponden a poblaciones diferentes en este caso las fases son independientes en el presente.
- Finalmente consideramos que mas allá de las 36 horas de estacionamiento mencionado por algunos autores, se afirma que las perdidas por estacionamiento en campo son significativas económicamente inclusive para un tiempo de 48,00 horas (dos días) que en nuestro caso es el mínimo, por ejemplo si de las 418,679 has. de caña de azúcar para la variedad NA 85 – 1602, se entregarían 300,00 hectáreas las perdidas serian 95.577,00 Bs. en el Inicio, 82.884,00 a Media Zafra y 88.479,00 a Fin de Zafra.
- En la zafra 2012 de la cooperativa se ha podido observar la falta de organización y planificación para la cosecha de la caña de azúcar, llegándose a un final donde la Institución se quedo con 42 hectáreas por cosechar lo que aumenta la pérdida económica a la calculada en este trabajo.

VI. RECOMENDACIONES

- Como resultado del presente trabajo se recomienda que, para evitar pérdidas económicas como se pueden observar en el presente trabajo se debe hacer una planificación de la cosecha y entrega de la caña de azúcar al ingenio en el mes adecuado (a partir de mediados de mayo).
- La caña no debe permanecer estacionada en campo por un lapso mayor a 24 horas, por qué se pudo observar que para grandes extensiones cultivadas de caña como las que tiene la cooperativa agropecuaria las pérdidas son muy significativas a partir de las 48 horas.
- Se recomienda crear un cronograma de entrega de caña de azúcar en coordinación con la Industria Azucarera para el corte de caña en campo y su posterior recepción en báscula, que este acorde con la cantidad de caña que tiene la Cooperativa y de esta manera evitar el estacionamiento.
- Los técnicos de la Cooperativa Agropecuaria apliquen las formulas del presente trabajo para tener una idea de las pérdidas que se generan en la zafra como consecuencia del estacionamiento en campo y sea el dato para determinar el rendimiento cultural real de la producción por parcela y/o tablón.
- Los técnicos de la Cooperativa deben continuar con estos trabajos en las variedades que no fueron estudiadas en el presente.