

Título: Época agroclimática óptima para la zafra en la Empresa Azucarera 30 de Noviembre.

Autores: MSc. María Adela Valdés Sáenz.⁽¹⁾

MSc. Carmen Rosa Valdés Sáenz.⁽²⁾

Ing. Narciso López Rodríguez.⁽³⁾

^(1,2) Universidad de Pinar del Río. ⁽³⁾ Instituto Superior Pedagógico Pinar del Río.

Resumen.

Partiendo de la zonificación agroclimática realizada en la Empresa Azucarera 30 de Noviembre y utilizando la metodología de Herrera,(2000); se definió la duración del período seco para enmarcar zafras de 120 días, la época agroclimáticamente óptima, teniendo en cuenta los valores del rendimiento industrial base 96%, según Morales,(1993).

Se obtuvo que para las condiciones de las diferentes unidades producción el período seco se inicia entre el 10 de octubre-11 de diciembre hasta el 30 de abril -31 de mayo. La época para la zafra se extiende de la primera decena de enero a la segunda de de abril, no justificándose zafras de 120 días en otra fecha por provocar pérdidas de 62 822.80 pesos como arrojó el estudio de caso realizado para la del 2005.

Palabras claves: época de zafra, agroclimatología.

Introducción.

Pese a que en los últimos años, el sector azucarero, se ha visto afectado por los precios internacionales del azúcar, debido a excesos de producción de países productores en años anteriores, dicho sector 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 al suplemento calorífico de la dieta alimentaria, producción de alcohol, componentes alimenticios para animales, bebidas gaseosas, levaduras, papel, dulces y repostería, (Alvarado 1987).

La crisis económica de los años noventa como consecuencia de la desaparición del campo socialista, tuvo severas repercusiones en la agricultura cañera al igual que en el resto de la economía nacional.

Los niveles de producción decayeron bruscamente, como consecuencia de la disminución en las actividades fundamentales, dadas las dificultades en los suministros

de los insumos básicos. Toda esta situación llevó a la máxima dirección del país a tomar un conjunto de medidas que sin renunciar a nuestros principios socialistas, detuviera la agudización de la crisis y potenciara al máximo nuestras reservas productivas mediante la participación activa de todo el pueblo. (Sulroca, 2000).

El científico cubano del siglo XIX, Álvaro Reynoso sostenía dos ideas acerca de las funciones de la agricultura y la industria azucarera: el azúcar se produce en el campo y la industria es la encargada de extraer la mayor cantidad posible de azúcar que traiga la caña.

Plantean Fernández, et. al. (1983) y Rojas, O. y M. Eldin, (1983), que es necesario que la planta atraviese un período de sequía y baja temperatura antes del corte para que la maduración se realice en las mejores condiciones y el contenido de azúcar se eleve, luego indiscutiblemente las condiciones climáticas son determinantes en la época de la zafra.

Este trabajo pretende enmarcar la época agroclimática óptima de zafra en la Empresa Azucarera 30 de Noviembre.

Metodologías utilizadas y resultados obtenidos.

El trabajo se realizó en la Empresa Azucarera 30 de Noviembre del municipio San Cristóbal. Las unidades productivas con que cuenta dicha empresa aparecen en la tabla Nro. 1 las que ocupan una superficie total de 15621,6 ha de ellas, dedicadas al cultivo de la caña de azúcar 13200,2 ha y con riego 2113,4 ha.

Tabla No. 1. Unidades productivas.

Unidades productivas	Area total (ha)	Area con caña (ha)	Area con riego (ha)
UBPC La Majagua	1738,8	1478,6	81,90
UBPC Sumalacara	1738,8	1138,1	429,2
UBPC La Sombrilla	1093,8	962,0	-----
UBPC Rafael Ferro	1662,8	1529,8	581,1
UBPC Jesús Menéndez	1350,6	1118,6	-----

Granja La Paloma	1296,1	1028,9	596,9
CPA Leopoldo Reyes	313,8	285,8	-----
UBPC 14 de Junio	500,9	354,6	-----
CPA José M. Lazo	301,3	301,3	-----
CCS CapitánTomás	45,3	45,3	-----
CCS Irma Echevarría	203,0	157,8	-----
UBPC Aguacate	1411,1	1237,0	85,8
UBPC Novillo	1055,4	917,3	195,0
UBPC José Martí	2326,0	2210,6	128,6
CPA José Martí	493,5	419,5	-----

Confección del banco de datos meteorológicos del área en estudio.

Se utilizaron los datos recopilados durante 20 años de los pluviómetros en el área de estudio pertenecientes a la red del Instituto de Recursos Hidráulicos y de la propia Empresa, la estimación de la información deficitaria se realizó por el Método Racional Guevara, (1987).

Los datos de temperatura máxima y mínima, así como la evaporación fueron tomados decenalmente para un período de 20 años de la estación agrometeorológico de Paso Real de San Diego e interpolados cuando fue necesario para su mayor precisión, además de contar con el Resumen Climático de Cuba (1991).

Caracterización de los Suelos.

A partir de la Segunda Clasificación Genética de los Suelos de Cuba, (1975) y el Agrupamiento de Suelos según sus propiedades hidrofísicas realizado por Herrera, (1990), se define la capacidad de agua disponible y fácilmente utilizable para cada uno de los suelos del territorio.

En la Figura No.1 se representa la distribución de los suelos de la Empresa, siendo los más abundantes los Gley Ferralíticos que ocupan alrededor de un 65% y que generalmente presentan poca profundidad efectiva, mal drenaje interno y superficial, laterizados, potencialmente salinos; seguidos por suelos Aluviales que se extienden en alrededor de un 25% de las áreas de la Empresa.

La topografía es predominantemente llana, con pendiente máxima de 3%. Las cotas inferior y superior en la región estudiada son 5 y 50m respectivamente.

Comportamiento de las precipitaciones.

En el comportamiento de las precipitaciones en el área de la Empresa se destaca que existen diferencias locales pudiendo enmarcar de forma general el período lluvioso entre la tercera de mayo y la última de septiembre a la primera decena de octubre, encontrándose los valores máximos entre la segunda decena de agosto y la última de septiembre; hacia el este y sur de la región no en todos los casos se alcanza o sobrepasa la probabilidad de lluvias para un 75% de forma continua, pues se observa una franca intermitencia en el comportamiento de las precipitaciones con respecto a este valor límite, agudizándose sobretodo para las unidades productivas ubicadas más hacia el sur en las cuales solo se logra ello en cuatro o cinco decenas en el año.

Existe un período en que los valores de frecuencia aparecen por debajo del 75% de probabilidad que se extiende a partir de la primera decena de octubre hasta la segunda decena de mayo (período poco lluvioso), con los valores más bajos en la segunda y tercera decena de diciembre; los valores más altos en esta última etapa corresponden a la primera decena de noviembre, primera y tercera decena de enero, segunda y tercera de febrero, lo que pudiera atribuirse al aumento de las lluvias por la entrada de frentes fríos frecuentes en esta época, unido a la baja demanda evaporativa de la atmósfera por las bajas temperaturas.

Evaluación de las condiciones agroclimáticas óptimas para la cosecha de la caña de azúcar.

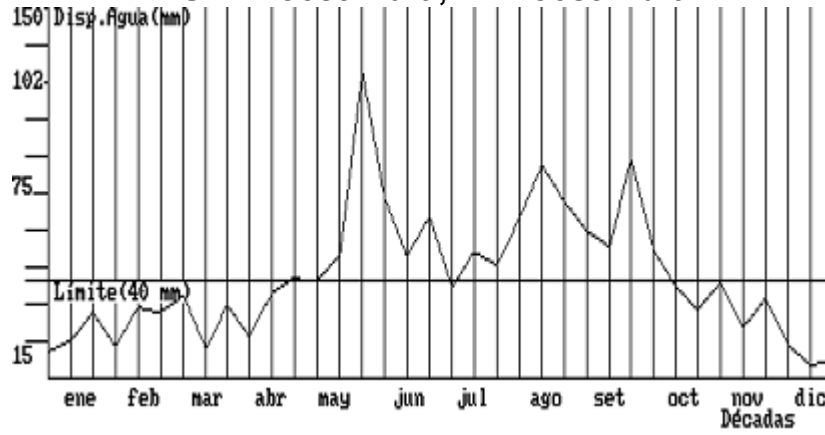
La efectividad técnico-económica de la zafra tiene como premisa la existencia de volúmenes adecuados de caña que permitan un suministro estable a la industria, cuya capacidad debe utilizarse en la mayor medida posible. Para elaborar la programación de la zafra se necesita la proyección de los estimados de caña, y del aprovechamiento de la capacidad industrial; estos dos elementos, junto al número total de días de la zafra, conforman el balance agroindustrial cañero. Sin embargo, como el objetivo de la zafra no es moler caña, sino extraer azúcar, también se requiere la proyección del rendimiento industrial.

El rendimiento industrial varía en función del tiempo de zafra en forma parabólica en dependencia del grado de madurez de la caña, la ecuación de la curva de rendimiento industrial controla el periodo de zafra y el rendimiento.

La metodología utilizada por Morales, (1993), para la selección de la época agroclimáticamente óptima para la cosecha tuvo en consideración los siguientes elementos:

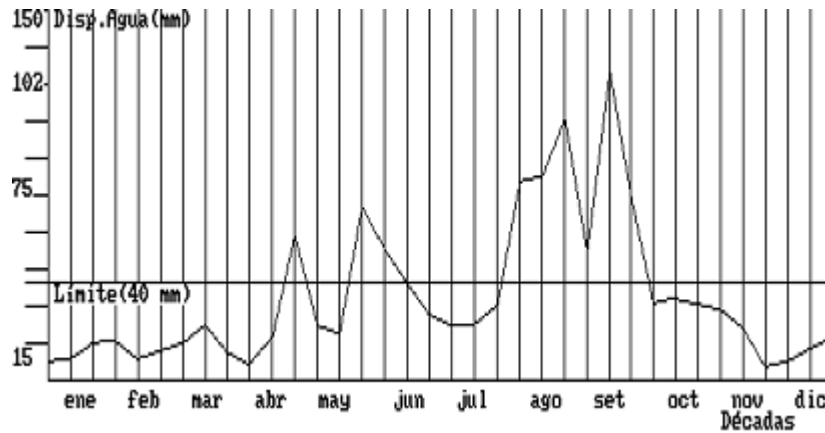
- elección del período en que la sumatoria de los rendimientos industriales históricos resultaron máximos para un intervalo de 120 días.
- el inicio y final del período seco, que se determina cuando las lluvias son menores o iguales a 20 mm en un período de dos decenas continuas, de forma tal que las plantas no continúen su proceso de crecimiento y los equipos de cosecha y tiro puedan acceder a los campos plantados del cultivo a partir de que Herrera, (2000); considera la disponibilidad de agua para el cultivo correspondiente a la capacidad de almacenamiento de humedad del suelo equivalente a la diferencia entre el contenido de humedad, entre la capacidad de campo y el límite productivo para la profundidad radical efectiva. (Figura No. 2)

UBPC José Martí, CPA José Martí



UBPC: 14 de Junio, Jesús Menéndez, Rafael Ferro. CCS Irma Echeverría, CCS

Leopoldo Reyes y CPA José M. Lazo.



UBPC: Sumalacara, Sombrilla, Novillo

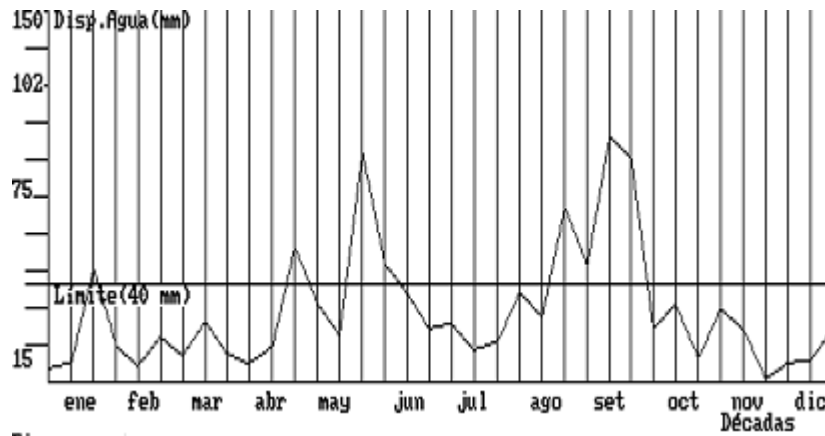


Figura 2 – Disponibilidad de agua

Puede observarse además que ya existe suficiente disponibilidad de agua para las plantas a partir del mes de mayo, sobretodo para la UBPC José Martí y CPA José Martí lo cual debe tenerse en cuenta para la fecha de cierre de zafra. Se pone de manifiesto la etapa poco lluviosa dentro del período lluvioso para el resto de las unidades productivas, tal y como lo describen Lopetegui, (1992) y María A. Valdés, (2004).

El período seco en cada unidad productiva se representa en la tabla No. 2, tener en cuenta ello es importante por cuanto la maduración de los tallos se caracteriza por la disminución del por ciento de humedad en los tejidos, lo que posibilita la expresión del máximo contenido de sacarosa, para lo cual es definitivo, tal y como señalan todas las referencias sobre el cultivo, la combinación de temperaturas frescas y escasa precipitación, que reduzcan la intensidad de los procesos fisiológicos en las plantas y faciliten entonces dicha fase.

Puede observarse que las unidades productivas ubicadas hacia el este de la Empresa retardan el inicio del período seco y adelantan su terminación, lo cual corrobora el comportamiento que en este trabajo se ha descrito en cuanto a las precipitaciones para esta zona, téngase además en cuenta que la consideración de las reservas de humedad del suelo en el balance de la disponibilidad de agua para las plantas determina que exista cierto defasaje en la manifestación de dicho periodo para el cultivo y no como reporta Palenzuela,(1982), y el Nuevo Atlas Nacional de Cuba, (1989); que

no tiene en cuenta ningún criterio agroclimático, sino solamente el comportamiento de las precipitaciones cuando decrece por debajo de 20 mm en la decena.

Tabla No. 2. Período seco en las unidades productivas.

Unidades Productivas	INICIO	FINAL
CPA José Martí	11 diciembre	30 abril
UBPC José Martí	11 diciembre	30 abril
UBPC Aguacate	11 noviembre	10 mayo
UBPC Novillo	11 noviembre	20 mayo
UBPC La Majagua	11 octubre	31 mayo
UBPC Sombrilla	11 octubre	20 mayo
UBPC Jesús Menéndez	11 octubre	20 mayo
UBPC Sumalacara	11 octubre	20 mayo
Granja La Paloma	11 octubre	20 abril
UBPC Rafael Ferro	11 octubre	20 mayo
CCS Irma Echevarría	11 octubre	20 mayo
CPA Leopoldo Reyes	11 octubre	20 mayo
CPA José M. Lazo	1 octubre	20 mayo
UBPC 14 Junio	1 octubre	20 mayo
CCS Capitán Tomás	1 octubre	20 mayo

La curva de rendimiento industrial del azúcar de caña, como es ampliamente conocido, tiene comportamiento parabólico en función del grado de madurez de la caña y de las condiciones climatológicas que en ella inciden. Este comportamiento parabólico obliga a planificar la zafra en su mejor momento para lograr un mayor aprovechamiento de la caña molida.

Morales, (1993), estableció la programación óptima anual de la zafra desde el punto de vista técnico-productivo y climatológico teniendo en cuenta como indicador la eficiencia económica expresada en el rendimiento industrial y el comportamiento de la precipitación. Se analizaron los valores decenales del rendimiento industrial base 96% de las últimas 15 zafras La figura No.3 muestra la curva promedio del rendimiento base 96% de la Empresa 30 de Noviembre, este indicador, tal y como plantea Morales, (1993); representa lo que realmente se obtiene de eficiencia en la producción

azucarera, los mayores valores se enmarcan entre la primera decena de enero y la segunda decena de abril, por lo que es la que se propone adoptar en este trabajo.

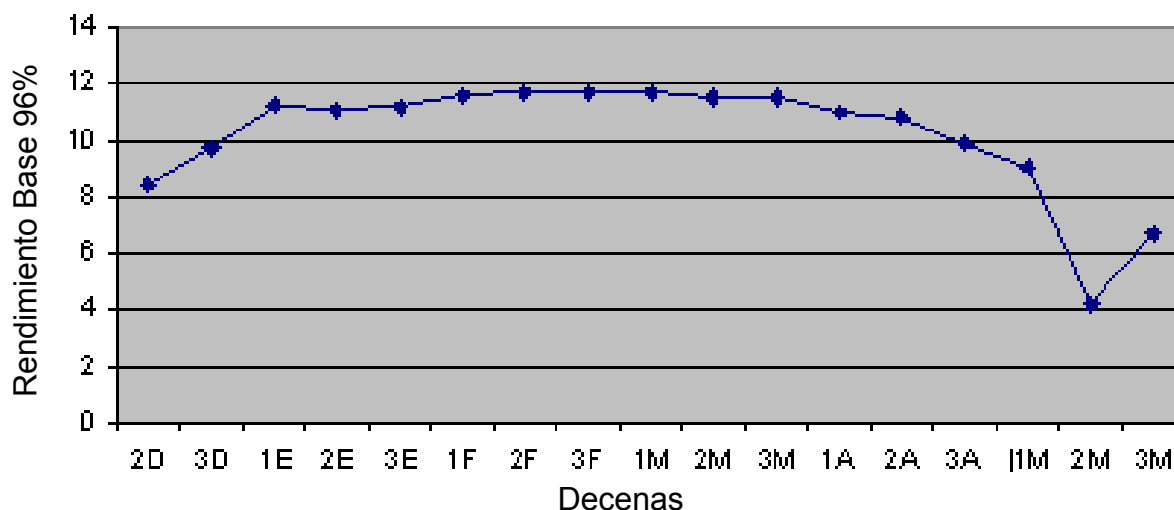


Figura No. 3. Comportamiento del rendimiento base 96⁰(%).

Con la determinación del inicio y final del período seco en cada una de las unidades productivas a partir del comportamiento de la disponibilidad de agua para el cultivo correspondiente a la capa activa de humedad del suelo y teniendo en cuenta la lluvia efectiva y el comportamiento del rendimiento base 96% en la Empresa, con ello se obtuvo el período agroclimáticamente óptimo para la realización de la cosecha (para zafras de 120 días), lo cual se presenta en la tabla No.3.

Tabla No. 3. Período agroclimáticamente óptimo para la zafra.

U.B.P.C.	INICIO	FINAL
CPA José Martí	1 enero	30 abril

UBPC José Martí	1 enero	30 abril
UBPC Aguacate	21 enero	20 mayo
UBPC Novillo	21 enero	20 mayo
UBPC La Majagua	1 enero	30 abril
UBPC Sombrilla	1 enero	30 abril
UBPC Jesús Menéndez	1 enero	30 abril
UBPC Sumalacara	1 enero	30 abril
Granja La Paloma	21 diciembre	20 abril
UBPC Rafael Ferro	1 enero	30 abril
CCS Irma Echevarría	1 enero	30 abril
CPA Leopoldo Reyes	1 enero	30 abril
CPA José M. Lazo	1 enero	30 abril
UBPC 14 Junio	1 enero	30 abril
CCS Capitán Tomás	1 enero	30 abril

En este trabajo el comportamiento de las precipitaciones limitó la fecha de terminación de la zafra en cuanto a lograr conjuntamente el momento máximo de aprovechamiento de sacarosa. Existen diferencias en cuanto al inicio y final del período agroclimáticamente óptimo para la cosecha en las distintas unidades productivas lo que deberá tenerse en cuenta a la hora de decidir por cuales campos comenzar el corte. La determinación de la extensión óptima del periodo de zafra es una de las tareas en la planificación de la producción azucarera.

Queda enmarcado el período de zafra propuesto por Arveladze, et. al. (1983); para elevar el rendimiento industrial en la provincia de Pinar del Río dentro del definido en este trabajo que asume como duración mínima de zafra 120 días, según los motivos planteados por Morales, (1993); discrepando de dicho autor en que el rendimiento industrial sea mayor en mayo que en diciembre, pues para las condiciones de la empresa estudiada es significativa la caída de este indicador en la segunda y tercera decena de mayo. Además de lo anterior en el mes de mayo es necesario realizar una serie de labores agrícolas a la caña, existe una alta demanda de fuerza de trabajo, por lo cual es conveniente concluir la zafra antes de mayo para liberar los obreros

ocupados en la misma. Estas cuestiones van delimitando la fecha de inicio y terminación de esta actividad, al propio tiempo que influye en los volúmenes de producción de azúcar que se deben obtener. La eficiencia económica expresada en el rendimiento industrial y los costos posibilitará establecer el periodo óptimo de zafra dentro de los límites trazados por la extensión máxima de este proceso productivo.

Se refleja en la figura No. 4 el comportamiento del rendimiento industrial en la zafra 2005 que abarcó desde el 7 de febrero hasta el 18 de mayo, como se observa la época de zafra no estuvo enmarcada dentro de la recomendada desde el punto de vista agroclimático pues se comienza en el mes de febrero y se extiende hasta finales de la segunda decena de mayo en que el rendimiento industrial decrece a 6,93% y la extensión del período de zafra es de solo 103 días.

En el momento de definir la fecha de inicio de zafra, debe tomarse en cuenta el volumen de caña quedada y los días de molienda que representa. Las reparaciones deben concluir antes comenzar la zafra; y están subordinadas a la fecha de inicio más conveniente para el complejo. Con independencia de la recepción tardía de materiales o problemas de tipo organizativo (que no deben repercutir en la fecha de inicio de la campaña azucarera) es posible que sin presentarse atrasos, el volumen de las reparaciones sea tal que no permita el comienzo de la zafra antes de una fecha determinada.

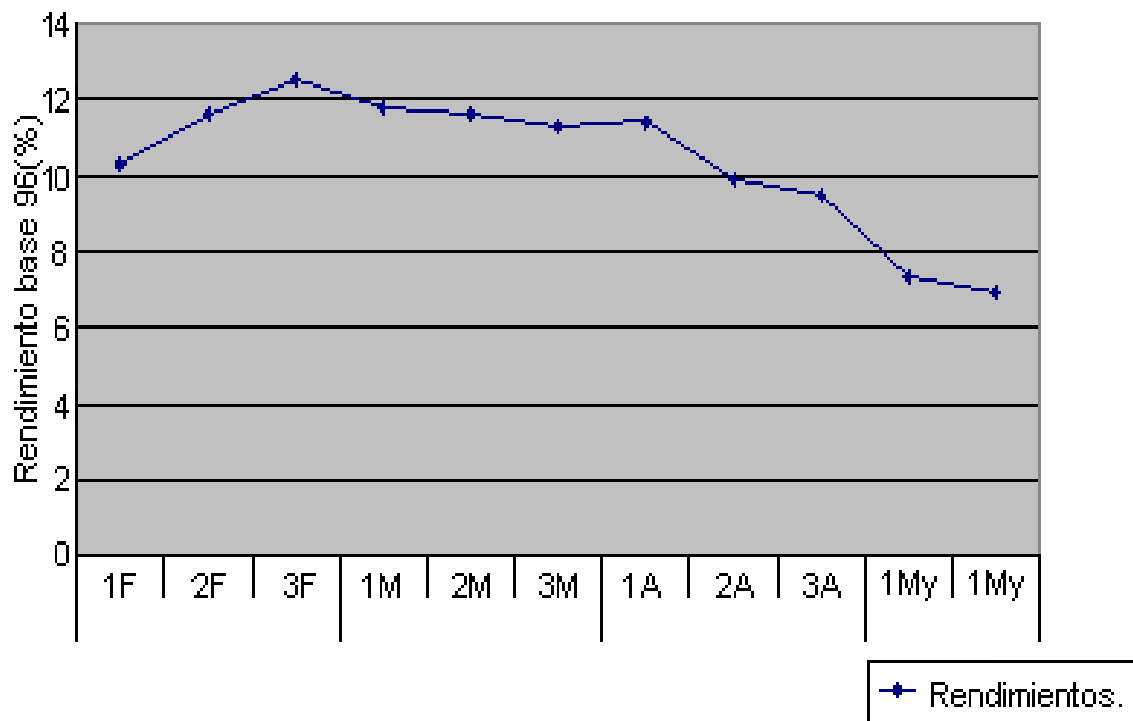


Figura No. 4. Comportamiento del rendimiento industrial base 96⁰(%). (zafra 2005)

Según Sánchez, O. (2005), Comunicación Personal, las reparaciones de la industria no concluyó en tiempo, luego ello limitó el inicio de la zafra, además de la recepción tardía de materiales y transporte que implicaron problemas de tipo organizativo que, en este caso, a pesar de lo planteado por Morales, (1993), si repercutieron en la fecha de inicio de esta campaña no permitiendo el comienzo de la misma antes de una fecha determinada. Se restringe la duración de la zafra a 103 días por falta de caña lo cual no esta acorde con lo señalado por el propio autor respecto a la duración mínima permisible desde el punto de vista económico.

Análisis económico.

En la tabla No. 4 se analiza teniendo en cuenta los 103 días de zafra que molió el 30 de Noviembre en el año 2005.

Con la variante propuesta se logra reducir el costo unitario de la tonelada de azúcar en 13.20 pesos, además con el mismo volumen de caña a moler se obtiene mayor cantidad de azúcar al lograr mantener un rendimiento industrial superior durante la molida.

Tabla No 4. Análisis económico.

Variantes	Costo por tonelada de azúcar (pesos/t)	Caña a moler (miles de toneladas)	Azúcar a producir (t)	Precio del azúcar a granel (pesos / t)	Valor de la producción (pesos)	Costo total de la producción (pesos)	Resultados (pesos)
Real	344.18	251.0	25853.0	341.75	8 835 262.7	8 898 085.5	(62 822.8)
Propuesta	330.98	251.0	28515.0	341.75	9 745 001.2	9 437 894.7	307 106.5
Diferencia	(13.20)	---	2662.0	---	909 738.5	539 809.2	244 223.7

El valor de producción aumenta en 909 738.5 pesos y aunque el costo 307 106.5 pesos.

La variante propuesta implica moler como mínimo en 120 días de zafra, o sea 17 días efectivos más de duración de la misma; por lo que se podrán moler al menos 41 mil toneladas más de caña daría 4223 t de azúcar y eso significaría un aumento del valor de la producción de 1 443 219.2 pesos, que usado al valor de producción de los 103 días valor se obtienen 10 540 248.7 pesos o sea se alcanzaría un incremento con relación al valor de la producción de la variante adoptada en 1 704 986.0 pesos

Conclusiones.

En la Empresa Azucarera 30 de Noviembre:

- Existen diferencias en el inicio y final del período seco para las unidades productivas el cual se extiende desde el 1 de octubre-11 de diciembre hasta el 30 de abril-31 de mayo, ello permite hacer una planificación de escalonada del corte.
- La época óptima para zafras de 120 días es, desde el punto de vista agroclimático de la primera decena de enero a la segunda de abril.
- No se justifica técnica ni económicamente zafras que comiencen tarde y tengan una duración de 120 días.

BIBLIOGRAFIA.

- Alvarado, R. 1987. Guía para el Cultivo de la Caña de Azúcar. Disponible en <http://www.agronegocios.gob.sv/comoproducir/guias/ca%C3%B1aazucar.pdf>,
- Arveladze, G. (1983) .Variaciones espacio temporales de los rendimientos de la caña de azúcar en Cuba. A. C. C.
- Fernández, A. et al. (1983). Botánica y fisiología de la caña de azúcar. Editorial Pueblo y Educación. p 83-96, 126-127, 163-166.
- Guzmán, Hernández Tomás. et al. (1987). Agrotecnia de la caña de azúcar. Tomo V, p187
- Herrera, J. (1990). Agrupamiento y caracterización de los suelos de Cuba a partir de sus propiedades hidrofísicas. Informe de tarea 511. Instituto de Riego y Drenaje.
- Herrera, M. (1984). Caracterización del potencial productivo de las empresas cañeras situadas en las provincias orientales de la República de Cuba. Memorias ATAC, 44 Congreso. División : Agricultura y Biología
- Herrera, M. (1986). Evaluación agroclimática del abastecimiento hídrico de regiones cañeras de Cuba. Ciencias Técnicas Agropecuarias. Vol. 1. N^o 1.
- Herrera, M. (2000). Caracterización agroclimática de las áreas cañeras del CAI Héctor Molina. Tesis en opción al título de Master en Ciencias en Agroecología y Agricultura Sostenible. C.E.A.S.
- Lopetegui, C. et al. (1992). Caracterización climática decenal de la provincia de Pinar del Río. Revista Cubana de Meteorología. (en prensa).
- Marrero, P. (1986). Algunos índices económicos y su relación con los rendimientos en caña de azúcar. ISCAH. Documentos de Ciencia y Técnica. (3). p. 52-57.
- Morales, P. (1993). Programación y economía de la zafra. Editorial Ciencias Sociales. La Habana. p 9,10,12,13,19,20,21,53,54,55,57,58,63.
- Rojas, O.; M. Eldin, (1983). Zonificación agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar (*Sacharum spp.*) en Costa Rica. Turrialba. Vol. 33. N^o 2. p151-160.
- Sánchez, O. (2005). Subdirector económico de la Empresa 30 de Noviembre. (Comunicación Personal).

- Sulroca, F. (1999). Condiciones naturales y su papel en los costos. Cuba Azúcar. Julio/Septiembre. p. 19-24.
- Sulroca, F. (2000.) Evolución de la organización Territorial de la Agricultura Caña (III) CubaAzúcar. Vol.XXIX; No 4 octubre- diciembre
- Valdés, M. A. (2004). Zonificación Agroclimática de la Empresa Azucarera 30 de Noviembre de Piar del Río. Tesis en opción al título de Master en Agroecología y Agricultura Sostenible.