

Diferentes métodos para determinar el período óptimo de maduración de cultivares de la caña de azúcar

Irenaldo Delgado-Mora^{1*}, Héctor Jorge-Suárez², Isaias Machado-Contrera²
y María Teresa Cornide-Hernández²

1. Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA). Grupo Empresarial AZCUBA. Autopista Nacional, km 246. Ranchuelo, Villa Clara. Cuba.
ireinaldo.delgado@inicavc.azcuba.cu
2. Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Grupo Empresarial AZCUBA. Carretera al CAI Manuel Martínez Prieto, km 2 ½. Boyeros, Ciudad de La Habana. Cuba.

RESUMEN

Determinar la maduración de la caña de azúcar no solo es importante en la producción, para poder hacer una buena programación de los cortes, sino también en la investigación, para comparar variedades que poseen diferentes ciclos de maduración. No existen reportes anteriores sobre el estudio de la meseta de madurez en la caña de azúcar; por ello, el objetivo del trabajo es determinar el período óptimo de maduración de cultivares de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*). El estudio se desarrolló en áreas experimentales de Matanzas, Villa Clara, Camagüey y Santiago de Cuba, en bloques al azar, con tres repeticiones. Se obtuvo como resultado que el primer método define las variables que identifican la meseta de maduración y establece la duración en días, por localidades: Matanzas (101 días), Cienfuegos (111 días), Camagüey (103 días) y Santiago de Cuba (96 días), se formaron dos grupos con valores de 90 y 120 días. El segundo método define los momentos óptimos de la meseta de maduración y la madurez máxima más precisa, con valores entre 39-40 días, iniciando la meseta de maduración la localidad de Cienfuegos, seguido de Camagüey y Santiago de Cuba que, presentan los mismos momentos y, por último, la localidad de Matanzas. No existe una receta fija en el manejo de los cultivares: C1051-73 logra el punto máximo de madurez en Matanzas el día primero de febrero, pero en Cienfuegos ocurre el 18 de enero; en Camagüey, corresponde el ocho de febrero y, en Santiago, el 27 de enero.

Palabras clave: meseta de madurez, período de maduración.

ABSTRACT

Determining the maturation of sugarcane is not only important in production, in order to make a good programming of the cuts, but also in research, when it is intended to compare varieties that have different ripening cycles. There are no previous reports on the study of the maturity plateau in sugarcane, therefore, the objective of the work is to determine the optimal period of maturation of sugarcane cultivars (*Saccharum spp.*). The study was conducted in experimental areas of Matanzas, Villa Clara, Camagüey and Santiago de Cuba, in randomized blocks with three repetitions. It was obtained as a result that the first method defines the variables that identify the maturation plateau and establishes the duration in days by locations: Matanzas (101 days), Cienfuegos (111 days), Camaguey (103 days) and Santiago de Cuba (96 days), forming two groups with values of 90 and 120 days. The second method defines the optimal moments of the maturation plateau and the most precise maximum maturity, with values between 39-40 days, starting the maturing plateau the town of Cienfuegos, followed by Camagüey and Santiago de Cuba that present the same moments and finally, in Matanzas. There is no fixed recipe in the management of cultivars: C1051-73 reaches the maximum maturity point in Matanzas on the first of February, but in Cienfuegos it occurs on January 18, in Camagüey it corresponds on February 8 and in Santiago on 27 from January.

Key words: maturity plateau, maturation period.

INTRODUCCIÓN

La acumulación de sacarosa en la caña, normalmente presenta un comportamiento semejante a la curva de Gauss (1), que aumenta al principio para, finalmente, declinar con el tiempo (figura 1).

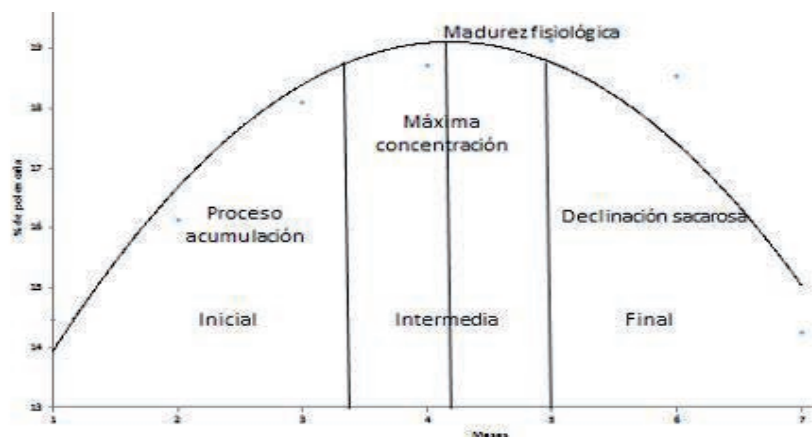


Figura 1. Comportamiento de la acumulación de sacarosa durante la zafra

Figura 1. Comportamiento de la acumulación de sacarosa durante la zafra.

Existen diferencias marcadas entre las variedades, respecto a su curva de acumulación, que también influye, significativamente, por factores modificables del rendimiento, sobre todo los no controlables (1).

Debe hacerse coincidir el periodo de máxima concentración de sacarosa (madurez fisiológica) con la época de cosecha (madurez teórica), para lograr el mejor rendimiento y recordarse que la edad (meses) no es sinónimo de madurez (1).

Determinar la maduración de la caña de azúcar es importante en la producción, para una buena programación de los cortes, y en la investigación, cuando se pretenden comparar variedades que poseen diferentes ciclos de maduración o se estudian variantes que influyen en el proceso de maduración de las distintas formas, adelantándolo o retardándolo. Esto justifica la necesidad de buscar métodos cada vez más precisos, pero fáciles, que permitan realizar esta tarea (2).

Sin embargo, no existen reportes anteriores sobre el estudio de la meseta de madurez, de las curvas de maduración de cultivares de caña de azúcar; por ello, adquiere gran importancia definir la duración en días de esta meseta y determinar la variabilidad existente en diferentes periodos de evaluación. Por ello, el objetivo del trabajo es determinar, por diferentes métodos, el período óptimo de maduración de cultivares de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se cuenta con experimentos de genotipos de caña de azúcar, en varios ciclos de plantación y cosecha, en las cepas de caña planta y primer retoño, ubicados en suelo Ferralítico (Ferralsols) en la provincia de Matanzas; Pardo Sialítico (Cambisols), en Cienfuegos, Camagüey y Santiago de Cuba, según Hernández *et al.* (3, 4).

El diseño empleado fue de bloques, al azar, con tres repeticiones, en áreas de secano, la variable del rendimiento evaluada fue: porcentaje de pol en caña (% pol en caña), según la metodología establecida por el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA) (5).

El área de las parcelas es de 48 m², con un largo de 7.5 m, por un ancho de 1.60 m, con cuatro surcos de ancho (6).

Los experimentos fueron cosechados entre noviembre de 2010 a mayo de 2011, en la cepa de caña planta, con edades entre 14 - 20 meses; y entre noviembre de 2011 a mayo de 2012, en retoño, con 12 meses de edad.

Fueron analizados 19 cultivares, que coincidieron en las cuatro localidades (comerciales y en desarrollo), todos resultado del Programa de mejora cubano, (tabla 1).

Tabla 1. Cultivares estudiados

No	Genotipos	Nº	Genotipos	Nº	Genotipos	Nº	Genotipos
1	C1051-73	6	C86-251	11	C89-250	16	C90-530
2	C323-68	7	C86-56	12	C89-372	17	C91-115
3	C86-12	8	C88-380	13	C90-317	18	C91-356
4	C86-156	9	C89-148	14	C90-469	19	C91-367
5	C86-165	10	C89-176	15	C90-501		

Para definir la meseta de maduración de la caña de azúcar y sus características, se realizaron dos métodos diferentes, para determinar la meseta de maduración por localidad: el primero basado en los datos originales y su posible análisis e interpretación de una forma empírica o tradicional; y, el segundo, partió de los datos de las curvas de madurez.

Método empírico. Se tuvo en cuenta el comportamiento del porcentaje de pol en caña (PPC), durante las edades de 14 a 20 meses después de la plantación en la meseta de madurez, con los siguientes criterios:

1. La ubicación de la meseta con su punto central en el valor de PPC máximo (PPC_{max}), y como puntos extremos, las evaluaciones anterior (PPC_1) y posterior (PPC_2).
2. Para aquellos casos en los que la evaluación inmediata anterior al PPCmax fue superior al PPC_2 , se tomó como inicio de la meseta (PPC_1) la evaluación antecedente a la inmediata anterior al PPCmax.
3. Duración en días del período de la meseta (Dr), que se establecen patrones para definirla (tabla 2).
4. El porcentaje de pol en caña del mes de noviembre (PPCNov), en diciembre (PPCDic), en enero (PPCEne), en febrero (PPCFeb), en marzo (PPCMarz), en abril (PPCAbr) y en mayo (PPCMay).

Tabla 2. Criterio para determinar los patrones de maduración

Patrones	Variantes	PPC ₁	PPC _{max}	PPC ₂			Dr
	1	Ene	Feb	Mar			90
	2	Feb	Mar	Abr			90
	3	Ene	Mar	Abr	≥ 1 P1 y PMax		120
	4	Ene	Mar	Abr	≤ 1 P1 y Pmax		120
	5	Dic	Ene	Mar			120
	6	Dic	Ene	Feb			90
	7	Ene	Feb	Abr			120

5. Los valores de PPC, se ajustaron a un modelo binomial se realizaron las curvas de madurez a todos los genotipos estudiados, de ellas se extrajeron las variables: Coeficiente de determinación de la curva (R^2), intercepto y los estimados de las pendientes r_1 y r_2 .

Para definir las variables que caracterizan la meseta de madurez en cada localidad, se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) sobre la base de la matriz de correlaciones, con 11 variables (tabla 3) y con todas las variedades por localidad.

Método basado en la pendiente del modelo cuadrático (b) de las curvas. Para determinar el período y momento óptimo de maduración, en los cuatro sitios de prueba en estudio, en las dos cepas juntas (caña planta y retoño), se realizaron las curvas de madurez de 19 cultivares de caña de azúcar. Estas últimas se ajustaron a un modelo binomial de segundo orden, con sus coeficientes de determinación (R^2) y ecuaciones cuadráticas (7).

Tabla 3. Variables utilizadas en el Análisis de Componente Principal (ACP)

No.	Variables
1	Porcentaje de pol en caña en el mes de noviembre (PPCNov)
2	Porcentaje de pol en caña en el mes de diciembre (PPCDic)
3	Porcentaje de pol en caña en el mes de enero (PPCEne)
4	Porcentaje de pol en caña en el mes de febrero (PPCFeb)
5	Porcentaje de pol en caña en el mes de marzo (PPCMarz)
6	Porcentaje de pol en caña en el mes de abril (PPCAbr)
7	Porcentaje de pol en caña en el mes de mayo (PPCMay)
8	Porcentaje de pol en caña mes antes del máximo (PPC 1)
9	Porcentaje de pol en caña máximo (PPC máx)
10	Porcentaje de pol en caña mes después del máximo (PPC 2)
11	Duración de la meseta (Dr)

Para determinar el mes y el día, correspondiente al período óptimo de la curva de madurez (top), por cultivar, en cada localidad, se tuvieron en cuenta las ecuaciones siguientes:

$$PPC = a + bt + ct^2$$

Ec. 1

$$dPPC/dt = b + 2ct$$

Ec. 2, derivada de la ecuación 1

$$\text{Si, } top = dPPC/dt = 0$$

Sustituyendo en ecuación 2, $b + 2ct = 0$ entonces,

$$top = -b/2c$$

Ec. 3

donde:

a : intercepto de la curva; b : coeficiente del término lineal de la ecuación de la curva; t : tiempo; c : coeficiente del término cuadrático de la ecuación de la curva; top : tiempo del PPC óptimo de la curva de madurez; $dPPC$: razón de variación del PPC; dt : razón de variación del tiempo.

Cada MEval (mes) se codificó consecutivamente con 10 momentos, al cual le correspondió la fracción resultante de dividir el día del mes / total de días del mes. Se evaluó la ecuación cada tres días, durante los meses de diciembre (segundo mes) al mes de abril (sexto mes); es decir, sin tener en cuenta los meses extremos (de noviembre a mayo), período de inicio y fin de la contienda azucarera (anexo 1).

Para el cálculo de los intervalos propuestos (Factores de Tiempo (FT)), se seleccionaron los valores cercanos al momento óptimo (top) del cálculo diario de las pendientes de las curvas ($dPPC/dt$).

dt), y correspondieron con el 10 % en valores absolutos, como punto 1; el resto de los valores se agruparon en cinco, para pendientes positivas y negativas, respectivamente, alrededor del punto 1, para un total de 70 mediciones.

A los (FT) formados se les realizó el análisis de varianza de clasificación simple y comparación de medias, mediante la prueba de múltiple rango con dúcima de Tukey ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Método empírico o tradicional

En el método empírico desarrollado (tabla 4), mostró que Santiago de Cuba ofrece la menor duración promedio de la meseta, debido a que el 78.9 % de los cultivares en estudio no sobrepasan los 90 días de duración de la meseta de maduración; así mismo, se alcanzan los valores más bajos de PPCmáx (17.85).

Las localidades de Cienfuegos y Camagüey muestran los mejores valores en cuanto a rendimiento y duración de la meseta, respectivamente. Es importante tener en cuenta estos aspectos para la programación de la estrategia de corte en la zafra azucarera, dado que los cultivares no responden igual en todas las localidades.

Tabla 4. Datos de la meseta de madurez en las localidades de estudio

Localidades	Cantidad de cultivares en estudio	Duración de la meseta por cultivar		Duración promedio de la meseta	Valor promedio PPCmáx por la duración		Valor promedio PPCmáx
		90 días	>90 días		90 días	>90 días	
Matanzas	19	12	7	101	18.89	16.62	18.73
Cienfuegos	19	8	11	111	19.77	19.71	19.73
Camaguey	19	11	8	103	19.45	19.11	19.31
Santiago	19	15	4	96	17.84	17.89	17.85

En el análisis de componentes principales (ACP) se desarrolló la matriz de correlación y se pudo comprobar la relación que existe entre un grupo de variables, por lo que se procedió a la eliminación progresiva de estas y seleccionaron seis variables de baja a media relación.

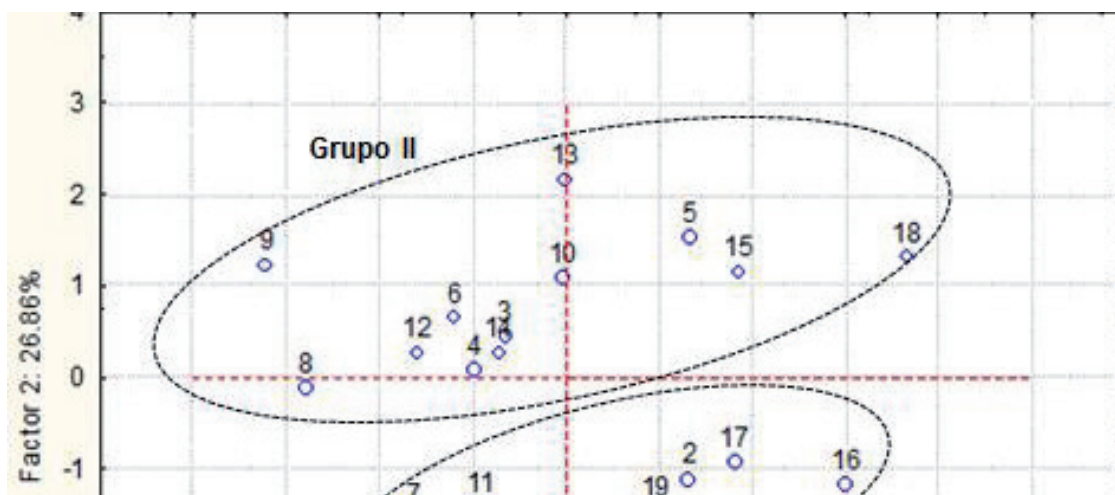
En el análisis de componentes principales (ACP) con seis variables, al evaluar los valores y vectores propios, se observó que en las cuatro localidades coinciden las seis variables que identifican la meseta de maduración (porcentaje de pol en caña en el mes de enero (PPCEne), (porcentaje de pol en caña en el mes de febrero (PPCFeb), porcentaje de pol en caña máxima (PPC máx), porcentaje de pol en caña mes antes del máximo (PPC 1), porcentaje de pol en caña, mes después del máximo (PPC 2) y duración de la meseta (Dr).

Los valores de extracción en los dos primeros componentes oscilan de 79.81 % a 95.28 %, que indica buen porcentaje de variación total y que puede explicar la población estudiada (tabla 5). Resultados similares con respecto a la variación total fueron informados por Milanés *et al.* (8) y Jorge, H. *et al.* (9).

La figura 2, muestra la representación de los dos primeros componentes en la localidad de Matanzas, donde se forman dos grupos diferentes, caracterizados por la duración de la meseta; el grupo 1 con los cultivares que mantienen la meseta de madurez superior a los 90 días, y el grupo 2, con la meseta en 90 días, que demuestra la variabilidad que existe entre los cultivares en este periodo.

Tabla 5. Análisis de componentes principales en las cuatro localidades con 19 cultivares

Valores propios	Matanzas		Cienfuegos		Camaguey		Santiago de Cuba	
	CP 1	CP 2	CP 1	CP 2	CP 1	CP 2	CP 1	CP 2
Valor	3.40	1.61	3.75	1.27	4.59	1.13	3.39	1.40
Valor acdo.	3.40	5.01	3.75	5.02	4.59	5.72	3.39	4.79
% Acdo.	56.71	83.57	62.57	83.74	76.48	95.28	56.46	79.81
Peso relativo de las variables en cada componente								
PPCEne	-0.62	-0.71	-0.85	-0.02	-0.91	-0.33	-0.72	0.08
PPCFeb	-0.86	-0.33	-0.81	-0.30	-0.95	-0.07	-0.81	-0.50
PPC 1	-0.91	-0.02	-0.94	0.01	-0.95	0.11	-0.74	0.43
PPC máx	-0.84	0.25	-0.85	-0.25	-0.98	0.09	-0.86	-0.42
PPC 2	-0.80	0.38	-0.85	0.40	-0.98	0.08	-0.87	0.09
Dr	0.26	-0.88	0.12	-0.97	0.09	-0.99	0.36	-0.87

**Figura 2.** Representación de las dos componentes en la localidad de Matanzas, con 19 cultivares.

Es de destacar que el cultivar número nueve (C89-148) alcanza los mejores resultados en la variable porcentaje de pol en caña, para esta localidad, (18.60), así como el número 18 (C91-356) con valores inferiores (16.49). Además, se observa que C86-56 (No. 7), C89-250 (No. 11), C1051-73 (No. 1), C91-367 (No. 19), C323-68 (No. 2), C91-115 (No. 17) y C90-530 (No. 16) forman el grupo I; es decir, los que necesitan hasta 120 días para alcanzar su meseta de maduración; el resto, está conformado por grupo II, con cultivares en que la meseta llega a alcanzar hasta 90 días de madurez.

La figura 3, muestra la representación de las dos primeras componentes en la localidad de Cienfuegos, donde se forman dos grupos bien diferenciados; el grupo I caracterizado por los cultivares C88-380 (No. 8), C86-12 (No. 3), C89-176 (No. 10), C89-372 (No. 12), C86-56 (No. 7), C86-156 (No. 4), C90-469 (No. 14), C90-501 (No. 15), C91-115 (No. 17), C323-68 (No. 2) y C91-356 (No. 18) con la duración de la meseta de madurez hasta 120 días y el resto de los cultivares forman el grupo II, con la duración hasta los 90 días.

C1051-73 (No. 1) alcanza los mayores valores promedios en este sitio (20.39), así como C91-356 (No. 18) vuelve a ratificar los resultados obtenidos en matanzas, con los más bajos valores de pol (18.25).

La figura 4, muestra la representación de las dos primeras componentes en la localidad de Camagüey, donde se forman también dos grupos, igual que en Matanzas y Cienfuegos, con la diferencia

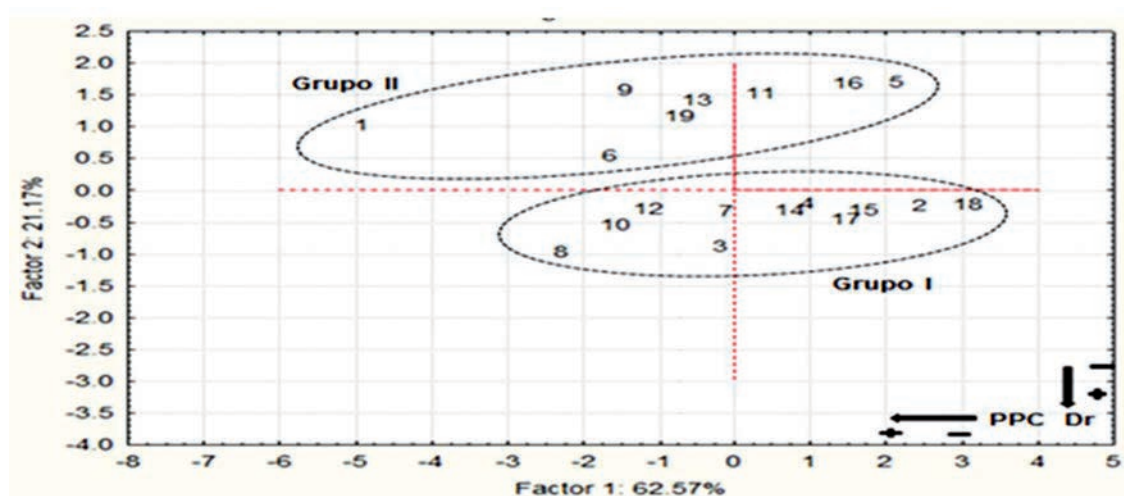


Figura 3. Representación de las dos componentes en la localidad de Cienfuegos, con 19 cultivares.

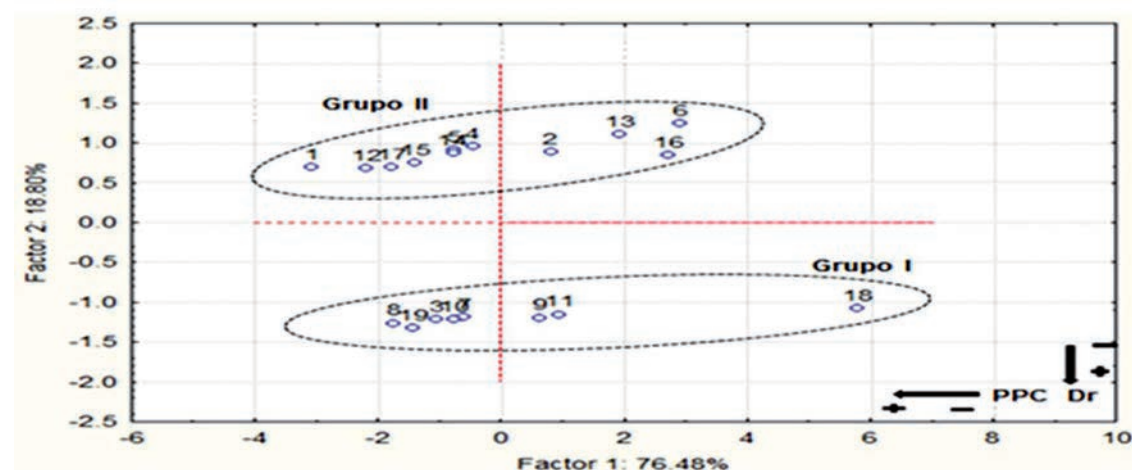


Figura 4. Representación de las dos componentes en la localidad de Camagüey, con 19 cultivares.

de que el grupo I lo forman C88-380 (No. 8), C91-367 (No. 19), C86-12 (No. 3), C89-176 (No. 10), C86-56 (No. 7), C89-148 (No. 9), C89-250 (No. 11) y C91-356 (No. 18), el resto, forman el grupo II.

Sin embargo, C1051-73 vuelve a obtener los mayores valores de rendimiento para estos tipos de suelos (20.77), lo que demuestra que es un cultivar de alto contenido azucarero y estable, excepto en Matanzas que puede estar dado por el tipo de suelo y las condiciones del estudio (ferralítico rojo, con alto drenaje interno, alta velocidad de infiltración y en seco), condiciones que afectan los resultados de este cultivar.

C91-356 (No. 18) alcanza los menores valores de rendimiento (16.08), aspecto a tener en cuenta dado que las tres localidades analizadas hasta el momento, ratifica su condición.

La figura 5, muestran la representación de las dos primeras componentes en la localidad de Santiago de Cuba, donde se forman dos grupos diferentes, caracterizados por la duración de la meseta de madurez.

El grupo I, formado por los cultivares C89-372 (No. 12), C88-380 (No. 8), C90-469 (No. 14) y C91-115 (No. 17), con 120 días de duración de la meseta; el resto, es el grupo II, se debe destacar a C1051-73 (No. 1), que presenta los mayores valores de pol (18.15) y C90-317 que ofrece los valores de rendimiento inferiores para esta localidad (15.95).

Es importante señalar la variabilidad de los cultivares en cada ambiente, ya que de los 19 en estudio, C86-56 solamente repite en tres localidades, por presentar la duración de la meseta de maduración por encima de los 90 días; sin embargo, existen otros 10, que están indistintamente en

dos localidades, aspectos estos a tener en cuenta para la estrategia de corte, por ello no se pueden manejar con un criterio universal.

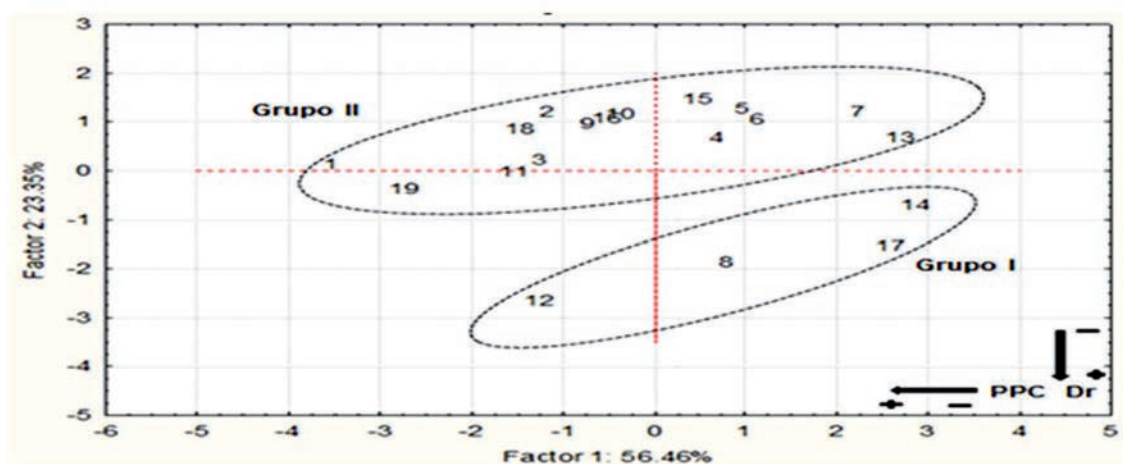


Figura 5. Representación de las dos componentes en la localidad de Santiago de Cuba, con 19 cultivares.

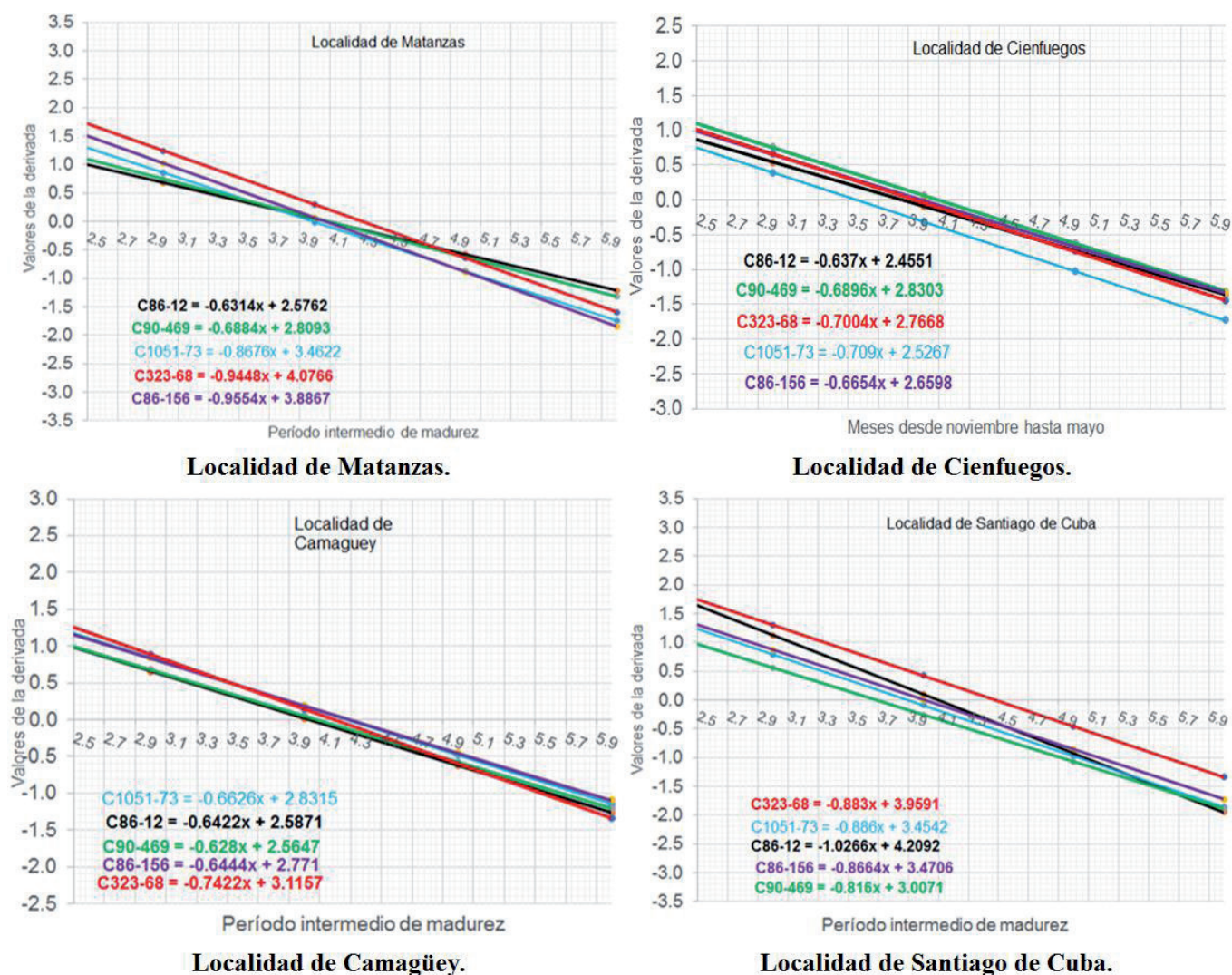


Figura 6. Representación gráfica del período intermedio de madurez, expresado por la derivada de la curva en las cuatro localidades.

Método basado en la pendiente del modelo cuadrático (b) de las curvas

Se pudo observar más claramente, en la línea recta proyectada, que los puntos medios y la variación del rendimiento en esta etapa de madurez son diferentes (figura 6), ya que los puntos medios varían según el genotipo y el ambiente dado: en Matanzas (4.1), Cienfuegos (3.9), Camagüey (4.2) y Santiago de Cuba (4.0).

Se observó que no existe una receta fija en manejo de los cultivares, dado su comportamiento regional, por ejemplo: C1051-73 logra el punto máximo de madurez en Matanzas, el día primero de febrero; pero, en Cienfuegos ocurre el 18 de enero; en Camagüey, corresponde el ocho de febrero y, en Santiago, el 27 de enero (tabla 6). Además, se calcularon los valores absolutos (Vabs) de las pendientes (anexo 2), a las cuales se les realizó el análisis de varianza (ANOVA) correspondiente; y los siete grupos tuvieron diferencias estadísticas significativas (tabla 7).

Tabla 6. Determinación del mes y día correspondiente al punto máximo de madurez por cultivar en cada localidad

V	Variedad	Localidad 1			Localidad 2			Localidad 3			Localidad 4		
		x	Mes	Día	x	Mes	Día	x	Mes	Día	x	Mes	Día
1	C1051-73	4.0	Feb	0	3.6	Ene	18	4.3	Feb	8	3.9	Ene	27
2	C323-68	4.3	Feb	8	4.0	Feb	0	4.2	Feb	6	4.5	Feb	14
3	C86-12	4.1	Feb	3	3.9	Ene	27	4.0	Feb	0	4.1	Feb	3
4	C86-156	4.1	Feb	3	4.0	Feb	0	4.3	Feb	8	4.0	Feb	0
5	C86-165	4.7	Feb	20	3.9	Ene	27	4.2	Feb	6	4.2	Feb	6
6	C86-251	4.5	Feb	14	3.8	Ene	24	4.3	Feb	8	4.3	Feb	8
7	C86-56	4.4	Feb	11	4.0	Feb	0	4.3	Feb	8	4.0	Feb	0
8	C88-380	4.3	Feb	8	3.8	Ene	24	4.1	Feb	3	4.1	Feb	3
9	C89-148	4.7	Feb	20	3.8	Ene	24	4.2	Feb	6	4.2	Feb	6
10	C89-176	4.6	Feb	17	3.9	Ene	27	4.1	Feb	3	4.2	Feb	6
11	C89-250	4.4	Feb	11	3.3	Ene	9	4.2	Feb	6	4.2	Feb	6
12	C89-372	4.5	Feb	14	4.0	Feb	0	4.2	Feb	6	4.5	Feb	14
13	C90-317	4.9	Feb	25	3.2	Ene	6	4.4	Feb	11	4.3	Feb	8
14	C90-469	4.1	Feb	3	4.1	Feb	3	4.1	Feb	3	3.7	Ene	21
15	C90-501	4.1	Feb	3	3.9	Ene	27	4.2	Feb	6	3.8	Ene	24
16	C90-530	4.1	Feb	3	3.8	Ene	24	4.1	Feb	3	4.4	Feb	11
17	C91-115	4.2	Feb	6	3.9	Ene	27	4.2	Feb	6	4.2	Feb	6
18	C91-356	4.3	Feb	8	4.0	Feb	0	4.0	Feb	0	3.6	Ene	18
19	C91-367	4.4	Feb	11	4.4	Feb	11	4.1	Feb	3	4.2	Feb	6
MEDIA		4.4	Feb	11	3.8	Ene	24	4.2	Feb	6	4.1	Feb	3

Tabla 7. ANOVA de los valores absolutos por localidad

Causas de variación	Matanzas			Cienfuegos			Camaguey			Santiago de Cuba		
	MS	F	p	MS	F	p	MS	F	p	MS	F	p
Tto.	1.0300	55.636	0.0000	0.6025	55.696	0.0000	0.7023	55.593	0.0000	0.9534	55.657	0.0000
Error	0.0185			0.0108			0.0126			0.0171		

Al analizar la comparación de medias, se pudo contactar que, en las cuatro localidades el grupo 1, que corresponde al período de máximo rendimiento, fue diferente totalmente a los demás, así como los grupos segundo y tercero, pertenecientes también al período de la meseta de la madura-

ción de la caña de azúcar, fueron similares entre ellos, pero diferentes a los grupos cuatro, cinco, seis y siete (tabla 8).

Tabla 8. Comparación de medias de los valores absolutos por localidad

Tto1	Vabs1	Sig	Tto2	Vabs2	Sig	Tto3	Vabs3	Sig	Tto4	Vabs4	Sig
7	1.33	a	6	1.00	a	7	1.10	a	6	1.28	a
6	1.29	a	7	1.00	a	6	1.06	a	7	1.25	a
5	0.88	b	4	0.66	b	5	0.73	b	4	0.84	b
4	0.84	b	5	0.66	b	4	0.69	b	5	0.81	b
3	0.43	c	2	0.31	c	3	0.36	c	2	0.41	c
2	0.39	c	3	0.31	c	2	0.32	c	3	0.38	c
1	0.09	d	1	0.07	d	1	0.07	d	1	0.09	d

Los grupos uno, dos y tres coinciden con la menor variación del rendimiento, lo que sugiere el momento más estable de esta variable; es decir, el punto en que se logra la meseta de la maduración de varios cultivares en cada una de las localidades.

Por este método se definen los momentos óptimos de la meseta de la maduración de la caña de azúcar, así como el período donde existe máxima madurez para cada localidad (tabla 9). Se destaca que la localidad que inicia la meseta de maduración es Cienfuegos, en la región centro sur del país, seguida por Camagüey y Santiago de Cuba, que presentan los mismos momentos y, por último, la localidad de Matanzas, en la zona norte occidental.

Tabla 9. Período de duración de la meseta y máxima maduración por localidad

Duración (días)	Localidades			
	Matanzas	Cienfuegos	Camagüey	Santiago
Meseta maduración	21 de enero al 1 de marzo (40 días)	6 de enero al 14 de febrero (40 días)	15 de enero al 22 de febrero (39 días)	15 de enero al 22 de febrero (39 días)
Máxima madurez	6 de febrero al 14 de febrero (9 días)	21 de enero al 1 de febrero (12 días)	1 de febrero al 8 de febrero (8 días)	1 de febrero al 8 de febrero (8 días)

CONCLUSIONES

1. El primer método define las variables que identifican la meseta de maduración (porcentaje de pol en caña en el mes de enero (PPCEne); (porcentaje de pol en caña, en el mes de febrero (PPCFeb), porcentaje de pol en caña máxima (PPC máx); porcentaje de pol en caña mes antes del máximo (PPC 1), porcentaje de pol en caña, mes después del máximo (PPC 2) y duración de la meseta (Dr) y establece la duración en días de la meseta de maduración de 19 cultivares de la caña de azúcar por localidades: Matanzas (101 días), Cienfuegos (111 días), Camagüey (103 días) y Santiago de Cuba (96 días), en dos grupos con valores de 90 y 120 días.
2. Por el segundo método se definen los momentos óptimos de la maduración de la caña de azúcar, así como el período en que existe máxima madurez para cada localidad, de una forma más precisa, con valores entre 39-40 días, iniciando la meseta de maduración la localidad de Cienfuegos, en la región centro sur del país, seguido de Camagüey y Santiago de Cuba, que presentan los mismos momentos y, por último, la localidad de Matanzas, en la zona norte occidental.

3. No existe una receta fija en el manejo de los cultivares, por su comportamiento regional, por ejemplo: C1051-73 logra el punto máximo de madurez en Matanzas el día primero de febrero, pero en Cienfuegos ocurre el 18 de enero, en Camagüey corresponde al ocho de febrero y, en Santiago, el 27 de enero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chavez Solera, M. A. 1982. La maduración, su control y la cosecha de la caña de azúcar. Seminario de Tecnología Moderna de la Caña de Azúcar", 2, San José, Costa Rica, 1982. Memorias. San José, CAFESA / ATACORI / MAG/ LAICA, setiembre. p: 28-40.
2. Jorge, H.; García, H.; Bernal, N.; Jorge, I.; Vera, A. y Suárez, O. 2007. Variedades de caña de azúcar en Cuba. Una nueva concepción y manejo. XXX Convención Nacional ATAM. Veracruz.
3. Hernández, A.; Pérez, J.; Ortega, O.; Avila, L.; Cárdenas, A.; Marrero, A. y Companioni, N. 1975. II Clasificación genética de los suelos de Cuba. Revista Agricultura. VIII (1): 47-69.
4. Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. y Rivero, L. 1999. Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. La Habana. AGRINFOR, 64 p.
5. Jorge, H.; González, R.; Casas, M. y Jorge, I. 2011. Normas y Procedimientos del Programa de Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Cuba. La Habana, Cuba, PUBLINICA. 308 p.
6. Pérez, J.L. y Milanés, N. 1979. Revista Ciencias de la Agricultura. No. 4.
7. Morales, A. 1993. Programación y economía de la Zafra. Editorial de Ciencias Sociales. La Habana. 135pp.
8. Milanés, N.; Mesa J.M. y Cabrera, A. 1987. Clasificación de ambientes y genotipos en la 3ra etapa del esquema de selección con el uso de variables de manejo y cosecha y edafoclimáticas. Boletín INICA, 2:6-9.
9. Jorge, H. 1996. Estudio genético de los componente agroazucareros en las etapas clonales del esquema de selección partiendo de posturas aviveradas de caña de azúcar (*Saccharum spp*). Tesis en opción al Grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. INICA. MINAZ, 90 pp.

Anexo 1. Determinación del día y del mes de la maduración de la caña de azúcar

Mes	Días/Mes (Fracción*- Días totales del mes)	Fracción de los No. corridos	No. corridos
Diciembre	0	0.0	2.0
Diciembre	3	0.1	2.1
Diciembre	6	0.2	2.2
Diciembre	9	0.3	2.3
Diciembre	12	0.4	2.4
Diciembre	16	0.5	2.5
Diciembre	19	0.6	2.6
Diciembre	22	0.7	2.7
Diciembre	25	0.8	2.8
Diciembre	28	0.9	2.9
Enero	0	0.0	3.0
Enero	3	0.1	3.1

Mes	Días/Mes (Fracción*- Días totales del mes)	Fracción de los No. corridos	No. corridos
Enero	6	0.2	3.2
Enero	9	0.3	3.3
Enero	12	0.4	3.4
Enero	15	0.5	3.5
Enero	18	0.6	3.6
Enero	21	0.7	3.7
Enero	24	0.8	3.8
Enero	27	0.9	3.9
Febrero	0	0.0	4.0
Febrero	3	0.1	4.1
Febrero	6	0.2	4.2
Febrero	8	0.3	4.3
Febrero	11	0.4	4.4
Febrero	14	0.5	4.5
Febrero	17	0.6	4.6
Febrero	20	0.7	4.7
Febrero	22	0.8	4.8
Febrero	25	0.9	4.9
Marzo	0	0.0	5.0
Marzo	3	0.1	5.1
Marzo	6	0.2	5.2
Marzo	9	0.3	5.3
Marzo	12	0.4	5.4
Marzo	16	0.5	5.5
Marzo	19	0.6	5.6
Marzo	22	0.7	5.7
Marzo	25	0.8	5.8
Marzo	28	0.9	5.9
Abril	0	0.0	6.0

Anexo 2. Valores absolutos (Vabs) de las pendientes en cada localidad

Tto1	Vabs L1	Vabs L2	Vabs L3	Vabs L4
7	1.51	1.14	1.25	1.42
7	1.42	1.07	1.18	1.33
7	1.33	1.00	1.10	1.25
7	1.24	0.93	1.03	1.16
7	1.15	0.86	0.95	1.07
5	1.06	0.79	0.88	0.99
5	0.97	0.73	0.80	0.90
5	0.88	0.66	0.73	0.81
5	0.79	0.59	0.65	0.73
5	0.70	0.52	0.58	0.64
3	0.61	0.45	0.51	0.55
3	0.52	0.38	0.43	0.46

Tto1	Vabs L1	Vabs L2	Vabs L3	Vabs L4
3	0.43	0.31	0.36	0.38
3	0.34	0.24	0.28	0.29
3	0.24	0.17	0.21	0.20
1	0.15	0.10	0.13	0.12
1	0.06	0.03	0.06	0.03
1	0.03	0.04	0.02	0.06
1	0.12	0.11	0.09	0.15
2	0.21	0.17	0.17	0.23
2	0.30	0.24	0.24	0.32
2	0.39	0.31	0.32	0.41
2	0.48	0.38	0.39	0.49
2	0.57	0.45	0.46	0.58
4	0.66	0.52	0.54	0.67
4	0.75	0.59	0.61	0.75
4	0.84	0.66	0.69	0.84
4	0.93	0.73	0.76	0.93
4	1.02	0.80	0.84	1.02
6	1.11	0.87	0.91	1.10
6	1.20	0.94	0.99	1.19
6	1.29	1.00	1.06	1.28
6	1.38	1.07	1.14	1.36
6	1.47	1.14	1.21	1.45