

## Efecto del cambio de la fitotecnia sobre el rendimiento del maíz en condiciones locales campesinas

### Effect of the phytotechnic change on the corn yield in local farmers conditions

Eliecer Chirino González<sup>1</sup>, Ernesto M. Ferro Valdés<sup>1</sup>, Yunisleibis Cruz Domínguez<sup>1</sup>, Diosbel Maqueira Reyes<sup>1</sup> y Jesús Coro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Pinar del Río. Facultad de Agronomía de Montaña (FAMSA), MES- Cuba

<sup>2</sup> Cooperativa de Crédito y Servicios "Jesús Martínez", campesinos experimentadores

Contacto: [eliecer@upr.edu.cu](mailto:eliecer@upr.edu.cu)

Fecha de recepción: 16 de mayo de 2019      Fecha de aceptación: 23 de julio de 2019

**RESUMEN.** Se llevó a cabo una investigación con el objetivo de evaluar el efecto que sobre el rendimiento pudiera provocar, cambios en la fitotecnia de las poblaciones de maíz de libre fecundación, en la finca de un productor del municipio La Palma, provincia de Pinar del Río. Para ello se utilizó la variedad conocida como criollo procedente de la zona. Se estableció un diseño de bloques al azar con tres replicas a razón de cuarenta plantas por unidad experimental, durante dos años de estudio. Se evaluaron once descriptores agromorfológicos. Las variantes formadas fueron producto a las combinaciones de cuatro marcos de siembra y dos métodos de deshierbe. Se realizaron análisis de varianza simple y cálculo de promedio. Se procesaron los datos utilizando Excel 2003 y Statgraphics Plus 5.1. Se encontró, que las variantes de mejor rendimiento fueron AoB3 y A1B3, las de menor rendimiento fueron AoB2 y A1B2, que las variantes de mejor respuesta agronómica para los caracteres morfológicos fueron AoB2 y A1B2, encontramos además que existen diferencias significativas en los marcos de siembra y en los años de estudio.

**Palabras claves:** Descriptores morfológicos, Maíz (*Zea mays*, *Lin*), Rendimiento Variantes fitotécnicas.

**ABSTRACT.** An investigation was carried out with the objective to evaluate the effect on the yield produced by changes in the phytotechnic of corn populations with free fecundation in the municipally La Palma. Was used the criolla variety commonly used in this region. Was mounted a design of blocks at random with three reply with forty plants for experimental unit, during two years. Were evaluated eleven agromorfolographics describers. The variants formed were the combinations of four seed distance and two weed methods. With the data were carried out variance analysis and average calculation. The data were processed using Excel 2003 and Statgraphics 5.1. We found that the variants of better yield were AoB3 and A1B3 and that the smaller yield were AoB2 and A1B2, the variants of better agronomic answer for morphologic describers were AoB2 and A1B2, we also found significant differences in seed distance and in study years.

**Key words:** Morphologic describers, Maize (*Zea mays*, *Lin*), Phytotechnic variants, Yield.

## INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*, Lin) es uno de los tres cereales, junto al arroz (*Oryza sativa*) y al trigo (*Triticum vulgare*), que constituyen la columna vertebral del suministro de alimentos del mundo. El cultivo del maíz forma parte de una cultura milenaria de los países latinoamericanos y Cuba no es una excepción (Fernández, 2004). En el caso de Cuba, los primeros reportes de la existencia del maíz se remontan a la llegada de Cristóbal Colón, quien posteriormente lo trasladó a Europa, y de allí pasó a otras regiones del mundo para convertirse en un alimento universal (CiberCuba, 2015).

La intensificación del laboreo agrícola y la percepción popular de la necesidad del laboreo, han generado una serie de efectos medioambientales negativos, directamente relacionados con la erosión, la degradación física y biológica del suelo. Según la FAO (2015) el 33% de los suelos a nivel mundial están afectados por la erosión, asociadas principalmente a las prácticas de laboreo. Los suelos predominantes de la provincia de Pinar del Río están catalogado dentro de los de menor fertilidad del país, donde los procesos de degradación causantes de las limitantes de los suelos para los cultivos, son provocados en la generalidad de los casos por la aplicación de manejos inadecuados durante su explotación; dentro de ellos se destaca la erosión; se estima que el 80% de los suelos agrícolas están bajo riesgo de ser erosionados a diferentes intensidades, de acuerdo a su textura, ubicación y tipo de cultivo (Hernández & Hernández, 2015).

La tierra es considerada el factor limitante para el pequeño agricultor, sin embargo la mano de obra es más limitante aún, ya que se estima que entre el 35 y el 70% del tiempo trabajado en la agricultura en África está destinado al control de las malezas y que, con excepción de las áreas donde se utiliza la tracción animal, la mayor parte del control de las malezas se hace a mano (Ransom, 1990).

Las pérdidas de rendimiento del maíz causado por la competencia de las malezas oscilan entre 20 y 100% en Brasil, Filipinas, Gambia, Sierra Leona y Nigeria y de 30 a 56% en Etiopía (Tadious y Bogale, 1994). También citan estos autores que en algunos casos en África la pérdida causada por las malezas es equivalente a la que causan conjuntamente las enfermedades y los insectos.

El porcentaje de tecnología agrícola aplicada para la producción de maíz y frijol en el municipio La Palma, desde la preparación del terreno hasta la cosecha, es de un 33,7% de corte convencional, un 49,7% tradicional y solo el 16,8% de los productores emplean alguna práctica agroecológica como la realización de compost, o esparcir los restos de la cosecha en el campo (Valido, 2016). Según Sánchez y Márquez (2014) las fincas del municipio la Palma son de tipo tradicional.

La producción de semillas es un proceso esencial de la agricultura, gracias a éste, los campesinos han domesticado las especies vegetales que hoy consumimos, creando una enorme variedad dentro de cada especie, al ir adaptándolas a distintas condiciones ambientales y necesidades culturales. Este proceso se ha mantenido en algunas regiones durante al menos diez mil años (Wikipedia, 2017). Estados Unidos es el mayor productor con el 30% de la producción total mundial, China le sigue de cerca con un poco más del 20% FAOSTAT (2018).

La evolución progresiva en Cuba de los rendimientos del maíz, comenzó con un bajo nivel de rendimiento de 0,4 t/ha, llegando 1,2 t/ha en condiciones de agricultura sostenible y con fuerte interacción genético-ambiental (Fernández, 2004). Otros autores citan que los rendimientos para el cultivo del maíz en Cuba no sobrepasan las 2 ton/ha en el sector estatal y las 2,5 ton/ha en el sector estatal (ONEI, 2016). El promedio de la producción de maíz en la etapa 2008-2016 fue de 1,84 toneladas por hectáreas (AELP, 2017).

En esta investigación se valora la producción de variedades locales de maíz en un área montañosa del municipio La Palma. El resultado de la misma pudiera trascender en la obtención de maíz de mayor potencial productivo para la zona de Arroyo Arenas, lo que aportará beneficios a la población ante cualquier situación excepcional. Pero como se conoce, el maíz es una planta que puede ser muy afectada por las labores inadecuadas, así como por su cultivo fuera del momento óptimo. Por ejemplo, se ha establecido que el tiempo crítico de competencia de las malezas con el maíz es durante los primeros 30 días y los que germinan después que el maíz ha completado su fase inicial de crecimiento (a los 30-35 días) tienen un efecto muy insignificante sobre el rendimiento. Se reconoce que los sistemas de producción campesinos, por lo general establecen patrones fitotécnicos para el cultivo del maíz, obviando la fertilidad

del suelo y requerimientos específicos de las variedades que cultivan, lo que se convierte en una limitante para la adecuada explotación de su potencial.

Es reconocido en la región de estudio que las prácticas tradicionales de cultivo del maíz en Arroyo Arenas, no posibilitan el aumento de los rendimientos de las poblaciones locales de maíz, por lo que se propuso con esta investigación, evaluar el efecto de ocho variantes fitotécnicas sobre el rendimiento en poblaciones de maíz de libre fecundación en la zona de Arroyo Arenas del municipio La Palma.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los años 2011 y 2012, se desarrolló una investigación en la finca del campesino de la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) Jesús Martínez del Consejo Popular Caiguanabo, municipio La Palma. La variedad utilizada fue la local de la zona, o sea la criolla. El tipo de suelo donde se estableció el experimento se desconoce así como su composición química.

Se realizó un diseño de bloques al azar con tres réplicas. Se formaron ocho variantes experimentales (**Tabla 1**), producto a las combinaciones de cuatro marcos de siembra y dos métodos de deshierbe, utilizando como testigo la variante local utilizada por los productores de la zona, cada variante es una parcela con 40 plantas. El deshierbe total consistió en mantener el experimento libre de malezas durante todo el ciclo del cultivo y el deshierbe tradicional consistió en realizar una o dos limpia de malezas durante el ciclo del cultivo. El resto de las medidas agrotécnicas se realizaron según las utilizadas por los productores en la región de estudio.

**Tabla1.** Variantes formadas e identificador de la combinación entre los dos tipos de deshierbe y los cuatro marcos de siembra.

No	Identificador	Variante formada	Plantas/ha
1	AoBo (Testigo)	Limpia tradicional a 0,80 X 0,50	25 000
2	AoB1	Limpia tradicional a 0,70 x 0,50	28 571
3	AoB2	Limpia tradicional a 1 x 1	10 000
4	AoB3	Limpia tradicional a 0,60 x 0,50	33 333
5	A1Bo	Limpia total a 0,80 x 0,50	25 000
6	A1B1	Limpia total a 0,70 x 0,50	28 571
7	A1B2	Limpia total a 1 x 1	10 000
8	A1B3	Limpia total a 0,60 x 0,50	33 333

Se utilizaron once descriptores para la evaluación de todos los experimentos (**Tabla 2**). Para ello se siguieron las indicaciones de Carballo (2000). Se tomaron 10 muestras al azar de cada variante fitotécnica experimental.

**Tabla 2.** Descriptores utilizados en la evaluación y su simbología.

No	Símbolo	Descriptores
1	AP	Altura de la planta
2	HPM	Hileras por mazorca
3	DM	Diámetro de las mazorca
4	GPM	Granos por mazorca
5	LM	Largo de la mazorca
6	Rend	Rendimiento (ton/ha)
7	DBT	Diámetro de la base del tallo
8	AF	Área foliar
9	GPH	Granos por hileras
10	P100G	Peso de 100 granos
11	MPP	Mazorcas por planta

Para el análisis de los datos se realizaron cálculo de promedio, análisis de varianza simple entre los factores analizados. Se utilizó la herramienta estadística Statgraphics 5.1 y para generar las figuras y tablas donde se muestran los resultados de nuestra investigación se empleó la herramienta Office Excel 2010.

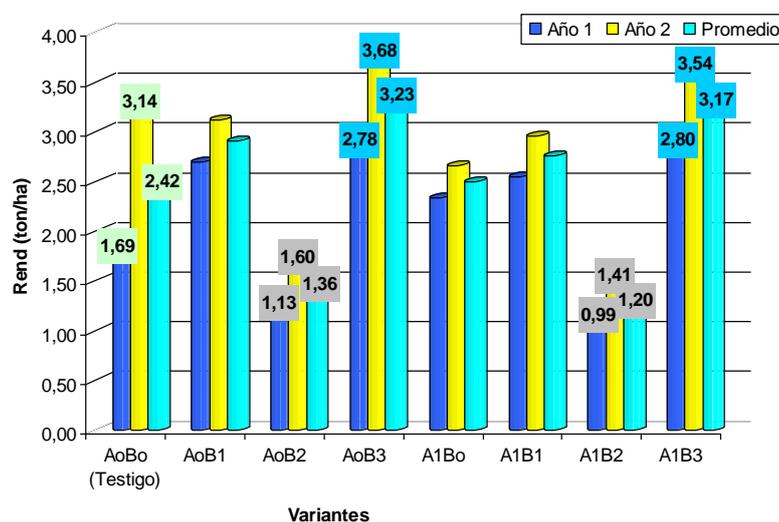
Se calculó el rendimiento en toneladas por hectáreas para un 12% de humedad, utilizando para esta actividad el instrumento *Stenlite*, el cual mide la humedad de los granos en una muestra de 300 gramos, después de que la semilla sea secada al sol, como fue el caso en la investigación. Las variables climáticas fueron obtenidas de la estación meteorológica de las Catalinas, área perteneciente al Consejo Popular Caiguanabo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el caso del rendimiento el segundo año de estudio se comportó mejor que el primer año, la variante de mejor rendimiento fue AoB3 y A1B3 con valores promedio de 3,23 y 3,17 ton/ha respectivamente y las de menor rendimiento fueron la AoB2 y A1B2 con rendimientos promedios de 1,36 y 1,20 ton/ha respectivamente. En el caso de la variante utilizada como testigo la media fue de 2,42 ton/ha. Se puede observar además las diferencias mostradas para

los años de estudio, siendo el segundo año el de mejor comportamiento de las variables climáticas para el buen desarrollo del cultivo (**Fig. 1**).

Se debe señalar que las diferencias mostradas en los rendimientos de las diferentes variantes se deben fundamentalmente a dos aspectos, primero a los distintos marcos de siembra utilizados ya que mientras más plantas por hectárea exista mayor será el rendimiento y viceversa, esto es hasta cierto punto como en nuestro estudio que se redujo hasta 060 x 0,50 por lo que sería factible que en futuras investigaciones evaluar que sucede si se continúa reduciendo el marco de siembra con respecto al rendimiento y segundo las variables climáticas de cada año de estudio.



**Figura 1.** Rendimiento promedio en (ton/ha) de las ocho variantes formadas.

La tasa de crecimiento óptima del maíz aumenta con temperaturas entre 32 a 35°C si la humedad del suelo es abundante. En el caso de nuestro estudio, la temperatura en los dos años se mantuvo entre los 30 y 34°C, siendo 31,75°C para el primer año y 32,58°C para el segundo año, coincidente con lo planteado por Leonard como combinación óptima para el desarrollo del cultivo. No obstante, a pesar de que la temperatura fue adecuada para el desarrollo del cultivo, también pudo tener efecto negativo respecto al rendimiento, ya que según Leonard, temperaturas en exceso de 32°C tienden a reducir el rendimiento si ocurre durante la polinización. Durante el período posterior a mediados de mayo y el mes de junio, tiempo comprendido en que ocurrió la polinización, la temperatura promedio fue superior a 32°C, por lo que se deben suponer afectaciones al rendimiento (Leonard, 2000).

Por su parte, las precipitaciones sobrepasaron el mínimo adecuado 500 milímetros ya que en el período de (Abril-Julio) se acumularon 610,30mm en el primer año y 623,60 mm en el segundo (Rabí, 2001).

La media general para el rendimiento del primer año fue de 2,12 ton/ha y para el segundo año fue de 2,76 ton/ha. Siendo el segundo año donde se mostró mayor rendimiento, así como también el más favorable para el buen desarrollo del cultivo.

Cabe destacar que en experimentos realizados en la misma zona, pero con variedades introducidas se obtuvo una media general de rendimiento de 1,67 ton/ha, siendo inferiores a los resultados alcanzados en nuestra investigación (Coro, 2012).

El análisis de varianza para el rendimiento muestra que existe diferencia significativa para un 95% de confianza, tanto para las ocho variantes como para los dos años de estudio, no así para el caso de las réplicas donde no hubo diferencia significativa (**Tabla 3**).

**Tabla 3.** Análisis de Varianza para Rendimiento. Sumas de Cuadrados Tipo III.

Fuente EFECTOS PRINCIPALES	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
A: Variantes formadas	25,0713	7	3,58162	20,62	0,0000
B: Año	4,9601	1	4,9601	28,56	0,0001
C: Réplica	0,113654	2	0,0568271	0,33	0,7263

Las pruebas de Duncan de contraste múltiple de rangos para rendimiento según las variantes formadas muestran cuatro grupos homogéneos para un 95%. Los grupos formados son: AoB3, A1B3 como los de mejor comportamiento para el carácter en cuestión, le sigue las variantes formadas por AoB1, A1B1; A1Bo, AoBo y las de menor comportamiento fueron la AoB2, A1B2 (**Tabla 3**).

Para el caso del factor Año el segundo muestra la diferencia significativa, mostrando mejores valores que el primero, estando influenciado por las condiciones climáticas de la zona en la época de estudio. Para las réplicas no existen diferencias significativas por lo que se deduce que el suelo fue homogéneo en el desarrollo de la investigación.

**Tabla 4.** Método: 95,0 porcentaje Duncan.

Nivel	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
A1B2	6	1,2	0,170142	X
AoB2	6	1,36	0,170142	X
AoBo	6	2,41667	0,170142	X
A1Bo	6	2,495	0,170142	X
A1B1	6	2,755	0,170142	XX
AoB1	6	2,90667	0,170142	X
A1B3	6	3,17333	0,170142	X
AoB3	6	3,225	0,170142	X

En la **Tabla 5** se observa que para el caso de los componentes de rendimiento, la variante de mayor valor, de forma general para los caracteres relacionados al rendimiento, fue la AoB2 a un marco de siembra de 1 x 1 que es la variante de menor número de plantas por hectárea, como se aprecia en la **Tabla 1**. Las variantes de menor valor para los componentes de rendimiento fueron A1B3 a un marco de siembra de 0,60 x 0,50 y la variante utilizada como testigo, o sea la AoBo. Es evidente que al disminuir el marco de siembra aumenta el número de plantas por hectárea y viceversa por lo que estos componentes de rendimiento pueden verse favorecido o afectado al tener las plantas tanto mayor o menor espacio físico para su normal desarrollo.

**Tabla 5.** Variantes de mayor, menor valor y su media para los descriptores analizados.

.Componentes de rendimiento	Mayor valor		Menor valor	
	Variante	Media	Variante	Media
Hileras por mazorcas	AoB2 (1 x 1)	14	AoBo (testigo) A1B3 (0,60 x 0,50)	12 12
Granos por hilera	AoB2 (1 x 1)	31	AoBo (testigo) A1B3 (0,60 x 0,50)	25 26
Granos por mazorca	AoB2 (1 x 1)	419	AoBo (testigo) A1B3 (0,60 x 0,50)	331 338
Mazorcas por planta	AoB2 (1 x 1)	1,20	AoB3 (0,60 x 0,50) A1B3 (0,60 x 0,50) AoBo (testigo)	1,02 1,02 1,08
Peso 100 granos (g)	A1B3 (0,60 x 0,50) AoBo (testigo)	33,4 31,8	A1Bo (0,80 x 0,50)	29,5
<b>Descriptores morfológicos</b>				
Largo de la mazorca (cm)	A1B2 (1 x 1)	15,45	A1B1 (0,70 x 0,50)	13,49
	AoB1 (0,70 x 0,50)	15,27	A1B3 (0,60 x 0,50)	13,49
			AoBo (testigo)	13,51
Ancho de la mazorca (cm)	AoB1 (0,70 x 0,50)	3,58	A1B2 (1 x 1)	3,07
	AoB2 (1 x 1)	3,89	AoBo (testigo)	3,28

Altura de la planta (cm)	A1B2 (1 x 1)	251,73	A1B3 (0,60 x 0,50)	222,73
	AoB2 (1 x 1)	252,27	AoB3 (0,60 x 0,50)	231,58
			AoBo (testigo)	243,79
Diámetro del tallo (cm)	AoB2 (1 x 1)	2,06	AoB3 (0,60 x 0,50)	1,44
	A1B2 (1 x 1)	2,07	A1B3 (0,60 x 0,50)	1,62
			AoBo (testigo)	1,73
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	A1B2 (1 x 1)	421,55	AoB3 (0,60 x 0,50)	314,85
	AoB2 (1 x 1)	402,65	A1B3 (0,60 x 0,50)	317,23
			AoBo (testigo)	362,58

Para el caso de los demás descriptores morfológicos se observó que las variantes de mejor comportamiento de forma general fueron la AoB2 y A1B2 a un marco de siembra de 1 x 1, es apreciable como estos descriptores se ven favorecidos con el aumento del marco de siembra ya que al existir menos plantas por hectárea hay mejor desarrollo del cultivo.

Las variantes de menor valor registrado de forma general para los descriptores morfológicos fueron la AoB3, A1B3 a un marco de siembra de 0,60 x 0,50 y la testigo (AoBo). Igualmente se observó cómo influye negativamente reducir el marco de siembra sobre los descriptores morfológicos en cuestión, no ocurriendo así para el caso del rendimiento, como ya se explicó anteriormente (**Fig. 1**).

## CONCLUSIONES

Las variantes de mejor rendimiento fueron AoB3 y A1B3 ambas con un marco de siembra de 0,60 m x 0,50 m tanto para la limpia total como la tradicional.

Las variantes de mejor respuesta agronómica fueron AoB2 y A1B2 ambas con un marco de siembra de 1 m x 1 m para los dos tipos de limpia.

El marco de siembra fue influyente y estableció diferencias significativas para el caso del rendimiento.

El segundo año de estudio, las variantes mostraron mejores resultados que en el primero, pudiendo estar influenciado esto por las condiciones climáticas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AELP (2017). Anuario Estadístico de La Palma. (2016). Oficina de Estadística e Información, municipio La Palma. Pinar del Río. Cuba. Edición 2017. 129 pp.
- Carballo, A. (2000). Manual gráfico para la descripción varietal del Maíz (*Zea mays*, L.). 1ed. México: SAGARPA: pp114.
- CiberCuba. (2015). Disponible en: <http://www.cibercuba.com/lecturas/acercamiento-la-cultura-del-maiz-en-cuba>. Revisado el 22 de Julio de 2015.
- Coro Y. (2012). Evaluación agromorfológica de 15 variedades de maíz (*Zea mays*, Lin) en Arroyo Arena, San Andrés, La Palma. (Tesis de Diploma). Pinar del Río: Universidad de Pinar del Río. Faculta de Agronomía de Montaña: pp 42-43.
- FAO, (2015). Año Internacional de los Suelos. <http://www.fao.org/soils-2015>.
- Fernández, Lianne; M. Torres, M. Sánchez y O. Rabí. (2004). En Barrantiarán-Gamarra, M.; A. Chávez-Cabrera, R. Sevilla-Panizo y T. Narro-León (Eds.) XX Reunión Latinoamericana de maíz, 11-14 octubre 2004, Lima: pp 56-61.
- FAOSTAT. (2018). Production of Maize: top 10 producers (2016). Consultado el 17 de octubre de 2018. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>.
- Hernández, J. M. L., Carcedo, E. C., & Hernández, E. de la N. (2015). Influencia de la agricultura de conservación sobre el suelo y el cultivo del tabaco en San Juan y Martínez, Cuba. Revisa AVANCES, Vol. 17, No.4, p.318-326.
- Leonard, David. Una introducción a los cultivos individuales. (2000). Disponible en: <http://media.payson.tulane.edu:8083/html/spanish/pc/m0035s/m0035s08.htm> (Consulta en mayo 9 de 2006).
- MINAG. (2004). Proyección de la producción del maíz para el MINAZ. Liliana. Mimeografiado: pp 5
- ONEI. (2016). Oficina Nacional de Estadística e Información de Cuba. Sector Agropecuario. Edición 2017.
- Ransom, J.K. (1990). Weed control in maize/legume intercrops. In S.R. Waddington, A.F.E. Palmer & O.T. Edje, eds. Research Methods for Cereal/Legume Inter-cropping. Proc. of a Workshop on Research Methods for Cereal/Legume Intercropping in Eastern and Southern Africa. México, DF, CIMMYT.
- Rabí. (2001). Guía Técnica para la producción del cultivo del Maíz (*Zea mays*, Lin). Apoyo al programa para el cultivo popular de productos básicos en las provincias orientales del país: pp 8.
- Sánchez C y M. Márquez. (2014). Tipificación de sistemas de producción agrícola en el municipio La Palma, Pinar del Río, Cuba. (Tesis de Diploma). Pinar del Río: Universidad de Pinar del Río. Facultad de Agronomía de Montaña.
- Tadius, T. & Bogale, T. (1994). Effect of different weed management methods on grain yield of maize in western Ethiopia. In Maize Research for Stress Environments. Proc. 4th Eastern and Southern Africa Reg. Maize Conf., Harare, Zimbabwe, 28 Mar.-1 Apr. 1994. México, DF, CIMMYT.

Valido, Y. (2016). Tecnologías agrícolas aplicadas a la producción del frijol y maíz en nueve cooperativas del municipio La Palma: Universidad de Pinar del Río. Filial de Agronomía de Montaña.

Wikipedia. (2017). Enciclopedia Libre. Funciones de las semillas. Disponible en <http://www.jardinactual.com/articuloshtm2.php?articulo=303>. (Consultada diciembre de 2017).