

Prácticas de Agricultura de Conservación para la producción de maíz (*Zea mays* Lin.) ecológico

Conservation's agriculture practices for ecological maize (*Zea mays* Lin.) production

MsC. Eliecer Chirino González¹, DrC. Raymundo Vento Tielves¹, Ing. Ernesto Miguel Ferro Valdés¹, Ing. Marcos Antonio González Pérez¹, DrC. Yoel Martínez Maqueira², Ing. Daniel León García¹, MsC. Niubis Valdés¹, MsC. Alba Rosado Ruíz¹.

¹Universidad de Pinar del Río. Facultad de Ciencias Forestales y Agropecuarias.
Departamento de Agronomía de Montaña. Sede San Andrés, MES- Cuba

²Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales ECOVIDA

Fecha de recepción: 15 de octubre de 2020 Fecha de aceptación: 20 de noviembre de 2020

RESUMEN. En la actualidad los estudios relacionados a prácticas agrícolas como el caso de la siembra directa para el cultivo del maíz son muy escasos en nuestro país. La presente investigación contó con los resultados de dos campañas de manejo (siembra tradicional y siembra directa) de prácticas de manejo para el cultivo del maíz, establecidos en suelos Pardo sin Carbonatos en la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) Camilo Cienfuegos del municipio La Palma, provincia de Pinar del Río. El laboreo continuo del suelo trae consigo su baja fertilidad; debido a los procesos de erosión y degradación, así como a la incidencia de factores climáticos que limitan la resiliencia de los cultivos y que a su vez influyen significativamente en los rendimientos. Basado en esos elementos se pretendió contribuir mediante el empleo de la Agricultura de Conservación a la estabilidad de los descriptores agromorfológicos y de rendimiento del maíz, con el objetivo de implementar prácticas agrícolas que mejoren estos descriptores que contribuyan a mejorar el proceso productivo del cultivo y a su vez de una manera más beneficiosa para el medio ambiente. Se evaluaron los descriptores de rendimiento y sus componentes, así como los descriptores agromorfológicos del cultivo. Los resultados demostraron que la práctica de la siembra directa logra mantener las características agromorfológicas y de rendimiento, asimismo aporta beneficios a la conservación de las propiedades de los suelos y disminución de la erosión. Se pudo comprobar que el empleo de buenas prácticas agrícolas como la siembra directa para la producción de maíz logra mantener las propiedades agromorfológicas del cultivo con una tecnología muy amigable con el medio ambiente.

Palabras clave: Agricultura de Conservación, Descriptores Agromorfológicos, Maíz, Siembra Directa.

ABSTRACT. Actually research as direct seed has not advanced at the desired pace, and in the case of corn production. This research had the results of two management practices campaigns for the cultivation of corn, established in Brown soils without Carbonates in the Credit and Services Cooperative (CCS) Camilo Cienfuegos of the municipality of La Palma, Pinar del Río province. The effects of tillage bring with it the lack of soil fertility due to erosion and degradation processes, as well as the incidence of climatic factors that limit the resilience of crops and at the same time have a great influence in the yields. Based on these elements, it was

intended to contribute with Conservation Agriculture to the stability of the agromorphological and yield descriptors of corn, with the aim of implementing agricultural practices that improve these descriptors in a more beneficial way for the environment. The yield descriptors and their components were evaluated, as well as the agromorphological descriptors of the crop. The results showed that the applied conservation agriculture technology manages to maintain the agromorphological and yield characteristics; it brings benefits to the conservation of the properties of the soils and reduces erosion. It was proved that the use of good agricultural practices for the production of corn favors the quality of the products by not using chemicals, giving the population healthier products

Keywords: Agriculture of Conservation, Agromorphologic Describers, Direct Seed, Maize.

INTRODUCCIÓN

Con tan solo el 9% de la población mundial y el 4% de la población rural, América Latina y el Caribe, tiene el 16% de los suelos agrícolas; el 33% de la superficie apta, pero no utilizada para la agricultura; el 23% de la superficie de bosques; el 50% de la biodiversidad; el 22% del agua fresca y el 31% de los 35 millones de kilómetros cúbicos de recursos de agua dulce del planeta (Dirven, 2019). Para satisfacer la demanda mundial creciente de alimentos, producto del crecimiento poblacional y de algunos cambios en los patrones de consumo, en 2050 la producción deberá incrementarse en un 50% a partir de los niveles del año 2012 (FAO, 2018). El actual modelo de la agricultura industrial prevaleciente en el mundo, basado en el monocultivo, excesiva mecanización y uso de agro tóxicos, da crecientes señales de agotamiento. Ese paradigma sustentado en la revolución verde de mediados de la anterior centuria, ya no aporta los rendimientos deseados, los que por el contrario ya vienen descendiendo debido a la compactación del suelo y destrucción de otros recursos productivos (CEPAL, 2018).

Es por ello, que la agricultura de conservación (AC) es un sistema de producción agrícola sostenible, que comprende un conjunto de prácticas agronómicas adaptadas a las condiciones locales década región. Las exigencias del cultivo y el manejo del suelo, evitan su erosión y degradación, mejoran su calidad y biodiversidad. Además contribuyen al buen uso de los recursos naturales agua y aire, sin menoscabarlos niveles de producción. Según la (FAO, 2017) el objetivo de la agricultura de conservación es lograr una agricultura sostenible y rentable dirigida al mejoramiento del sustento de los agricultores. Esto se logrará aplicando tres principios: una perturbación mínima del suelo; cobertura permanente del suelo; y la rotación de cultivos. En el contexto descrito, Cuba asume el reto de garantizar la sostenibilidad alimentaria de la sociedad mediante el incremento de la disponibilidad y acceso a los alimentos básicos.

Para ello, resulta de extraordinaria importancia aumentar la producción de granos, especialmente frijol y maíz.

La demanda de consumo del maíz es creciente a nivel mundial y no se aprecian saltos de producción espectaculares en los próximos años. Por tal razón, las reservas han disminuido gradualmente y los precios mantienen una tendencia alcista. La agricultura cubana tiene entre sus objetivos principales, lograr incrementos en la producción de granos en general y en particular el maíz por su importancia estratégica. Según el (PNUD, 2017). En respuesta a estas prioridades del país, en el 2014 se inició el Programa de apoyo al fortalecimiento de cadenas agroalimentarias a nivel local, conocido como Agrocadenas.

El rendimiento promedio mundial durante los últimos tres ciclos productivos es de 5,5 toneladas por hectárea (FIRA, 2016). Sin embargo, los países que ostentan los mayores niveles productivos logran duplicar esta cifra. Mientras, los países centroamericanos alcanzan como promedio entre 1,5 y 2 toneladas por hectárea (FAO -CEPAL, 2015). Los rendimientos del cultivo de maíz en nuestro país se ha caracterizado por ser bajos en los últimos 20 años no sobrepasando el valor medio de 2 Ton/ha, estos bajos rendimientos están dados por diversos factores como, déficit de humedad y erosión de los suelos, provocando una baja productividad. Uno de los elementos fundamentales que influye en los rendimientos y los resultados de la producción de los cultivos es la tecnología de manejo del suelo. La preparación del suelo depende del sistema de producción utilizado por el productor. La cual es influenciada por otros factores como precipitación, tipo de suelo y condición económica del productor. Para el productor el recurso más valioso es el suelo, por lo tanto, debe conservarlo. Una adecuada preparación del suelo, ayuda a controlar malezas, a enriquecerlo e impermeabilizarlo. Posteriormente estudios relacionados con la tecnología convencional en la agricultura mundial durante las últimas décadas, ha generado una situación poco favorable desde el punto de vista de la conservación de los recursos naturales productivos, especialmente el suelo (Arvidsson y Hakansson, 2014). La actividad agrícola requiere del uso de prácticas de manejo del suelo y el agua que minimicen las pérdidas de suelo por erosión y a que el arrastre de las capas superficiales disminuya la calidad de los suelos y su potencial productivo (Owen, 2015).

La Agricultura de Conservación se basa en el concepto fundamental del manejo integrado del suelo, el agua y todos los recursos agrícolas. El sistema de producción agrícola basado en la agricultura de conservación se basa en tres principios:

- Remoción mínima del suelo (sin labranza).

- Cobertura del suelo (mantillo) con los residuos del cultivo anterior, con plantas vivas, o ambos.
- Rotación de cultivos, para evitar plagas y enfermedades, y diseminación de malezas.

El objetivo de la investigación pretende: de implementar prácticas agrícolas como la siembra directa que mejoren los descriptores agromorfológicos y de rendimiento que contribuyan a mejorar el proceso productivo del cultivo y a su vez de una manera más beneficiosa para el medio ambiente en la CCS Camilo Cienfuegos del municipio La Palma.

Los cultivos de cobertura son de interés en la agricultura sostenible que muchos de ellos mejorar la sostenibilidad de los atributos de los agroecosistemas y también a mejorar la calidad de los vecinos los ecosistemas naturales. Los agricultores eligen crecer y manejar los tipos específicos de cultivo de cobertura sobre la base de sus propias necesidades y objetivos, la influencia de los factores biológicos, factores ambientales, sociales, culturales y económicos del sistema alimentario en el que actúan los agricultores. Constituyen una tecnología que es fácil de diseminar, un puñado de semillas y algún conocimiento para difundirlas de lugar a lugar. En muchas situaciones, y en Centro y Sur América, la diseminación ha sido por medio de "agricultor a agricultor" con más ayuda de los ONGs que por los servicios de extensión del gobierno. El conocimiento local, la confianza para experimentar y su involucración en la distribución de semillas, ha sido efectivo en la diseminación de la tecnología a través del movimiento campesino-campesino (Anderson, 1997).

En regiones semiáridas, los cultivos de cobertura pueden jugar un rol importante en la conservación del agua y el control de la erosión eólica. Especies tolerantes a la sequía, tales como la canavalia (*Canavalia ensiformis*), proporcionan cobertura al suelo. La agricultura de conservación desde el punto de vista Social, Económico y Ambiental tiene amplios beneficios como:

- Ahorro de combustible, tiempo y reposición de implementos.
- Rendimientos y beneficios económicos más rentables.
- Menos trabajo pesado.
- Seguridad alimentaria de humanos y animales.
- Resistencia de los cultivos a la sequía.
- Mayor humedad en el suelo, regenera el suelo y mejor fertilidad.
- Evita la erosión y la evaporación del suelo, por lo tanto disminuye la salinidad.
- Mejora la biodiversidad del suelo, a través de la rotación de los cultivos.

- Mayor fijación del carbono y disminución del efecto invernadero.

Este tipo de agricultura es aplicada en unas 100 millones de hectáreas en el mundo. Más del 60 % de la población del Caribe depende de la agricultura, por lo que una gran proporción de gente queda vulnerable frente a los cambios socioeconómicos y naturales. Los principales factores de debilidad son la baja productividad, las condiciones ambientales extremas como consecuencia del cambio climático y el alto costo de los insumos, según indica la (FAO ,2006).

MATERIALES Y MÉTODOS

En la investigación del cultivo del maíz (*Zea mays*, Lin.); se utilizó la variedad criollo, además fue conducida en la CCS Camilo Cienfuegos, ubicada en el consejo popular Santos Cruz en el municipio La Palma. La altitud es 14,3 msnm, el suelo es Pardo sin Carbonatos, arenoso, con un relieve llano. Las variables climáticas se obtienen de la estación meteorológica de La Palma. Se realizó un diseño de bloques al azar con tres réplicas y dos tratamientos (siembra tradicional y siembra directa sobre cultivo de cobertura con la canavalia).

Se realizó un diseño de bloques al azar con tres réplicas y dos tratamientos (siembra tradicional y siembra directa sobre cultivo de cobertura con la canavalia), práctica esta sin antecedentes en la localidad para este cultivo. Las parcelas se diseñaron con 40 plantas totales, 10 por surco. Cada parcela experimental tenía 3 m ancho x 6 m de largo y 50cm de pasillos. El suelo donde se montaron las parcelas para la siembra directa se encontraba tres años si realizar ciclos vegetativos o sea en barbecho. Este diseño completamente al azar (DCA) es el más simple de todos los diseños, en el cual los tratamientos son asignados aleatoriamente a las unidades experimentales sin ningún tipo de restricción. Es rendimiento es calculado para un 12% de humedad y para un marco de siembra de 0,90 x 0,70 m.

En este experimento también se tomó en cuenta las labores de preparación de suelo y las atenciones culturales al cultivo se realizaron acorde al tipo de agricultura a las empleadas por los productores de la zona y en la siembra directa para tecnología de Agricultura de Conservación sobre cultivo de cobertura con la canavalia. La tabla 1 muestra las características del proceso tecnológico desarrollado.

Tabla 1. Labores de preparación de suelo y atenciones culturales por tipo de siembra.

No	Siembra tradicional	No	Siembra directa
1	Arar	1	Limpiar terreno (Chapear)
2	Cruzar	2	Sembrar cultivo de cobertura
3	Gradar	3	Chapear cultivo de cobertura

4	Surcar	4	Sembrar el maíz
5	Sembrar el maíz	5	Limpia (escarde)
6	Pase del cultivador o grilla	6	Cosecha
7	Aporque		
8	Guataquea		
9	Riego		
10	Fertilización con nitrato		
11	Cosecha		

El cultivo de cobertura (canavalia) se sembró 6 meses antes de sembrar el maíz, se chapea la cobertura y entre 7 a 10 días se procedió a realizar la siembra directa del maíz en las parcelas experimentales. Para la siembra directa se empleó una guataca y machete. Los descriptores evaluados para el cultivo del maíz se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Descriptores evaluados en el experimento.

No	Carácter	Símbolo
Descriptores de los componentes de rendimiento		
1.	Hileras por mazorca	HpM
2.	Granos por hileras	GpH
3.	Granos por mazorca	GpM
4.	Mazorcas por planta	MpP
5.	Peso de 100 granos	P100G
6.	Plantas por metro cuadrado	Plantas/m ²
7.	Rendimiento	Rend
Descriptores agromorfológicos.		
8.	Largo de la mazorca	LM
9.	Ancho de la mazorca	AM
10.	Área foliar	AF
11.	Altura de la planta	AP
12.	Diámetro de la base del	DBT

Para el análisis de los datos se analizó el cálculo de promedio, análisis de varianza para un 95,0 % intervalos de confianza. Para ello 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 2007.

Para medir la humedad del grano se utilizó 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 La Palma.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento (ton/ha) y sus componentes

Para el caso del rendimiento la siembra tradicional mostró un valor promedio de 2,60 y 1,23 ton/ha, para la siembra directa, mostrando una diferencia de 1,37 ton/ha entre los dos tipos de siembras (Fig. 1). Las diferencias del rendimiento pudieron estar dadas por las condiciones climáticas imperantes en la época que se desarrolló el experimento, ya que se comportaron de manera diferente durante el estudio. (Leonard, 2000) planteó que la tasa de crecimiento óptima del maíz aumenta con temperaturas entre 32 a 35°C si la humedad del suelo es abundante, temperaturas en exceso de 32°C tienden a reducir el rendimiento si ocurre durante la polinización. Por su parte el mínimo adecuado de las precipitaciones es de 500 milímetros (Rabí, 2001), durante la investigación se sobrepasaron estos valores. Esta zona es muy atípica dentro de la zona norte costera del municipio, donde las condiciones climáticas son propias de la zona como muy bajas precipitaciones formando un microclima típico del lugar muy distinto al resto del municipio y en específico donde se encuentra ubicada la estación meteorológica. Se debe señalar que las condiciones del suelo y el clima afectaron por igual a los dos tipos de siembra utilizados en el experimento.

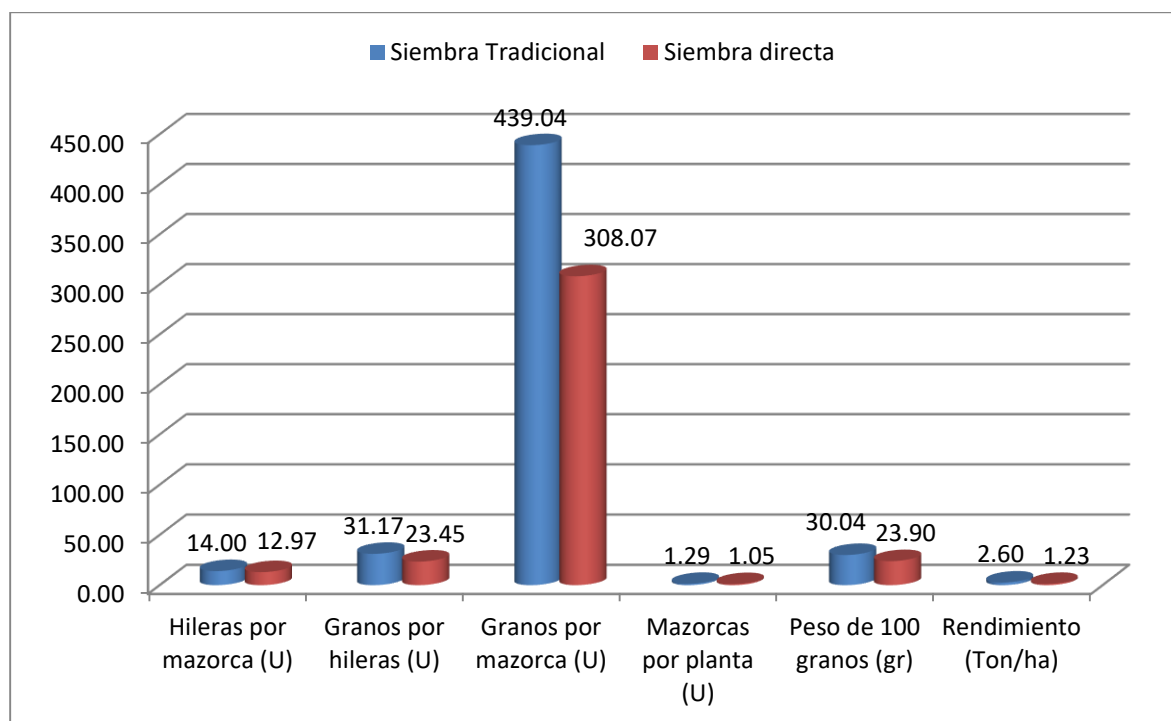


Figura 1. Promedio general para los dos años de estudio para el rendimiento y sus componentes para los dos tipos de siembra.

Según (Jaime, 2012) en la zona de Santos Cruz, se obtuvo resultados similares en el experimento de colecta de variedades locales, donde el promedio general para el rendimiento de todas las variedades para los dos años de estudio fue de 2,50 ton/ha calculado para un 11% de humedad, y para un marco de siembra de 0,65 m entre plantas y 0,85 m, parámetro que influye directamente sobre el rendimiento según (Cruz, 2014).

El análisis de varianza para el rendimiento muestra que existe diferencia significativa para un 95% de confianza para los tipos de siembra tradicional y directa. Podemos plantear que tanto las condiciones climáticas como el tipo de suelo afectaron por igual a los dos tipos de siembra utilizados en el experimento por lo que afirmamos que se cumple la hipótesis de nuestra investigación que el tipo de siembra si influye sobre el rendimiento del cultivo.

El carácter número de hileras por mazorca, mostró valores de 14,00 y 12,97 hileras como promedio para la siembra tradicional y directa respectivamente (Figura 1), estas diferencias están influenciadas por las condiciones climáticas y el tipo de siembra utilizado. Otros investigadores (Jaime, 2012) realizó una evaluación de variedades en la misma zona de estudio, el autor plantea que los valores promedios de hileras por mazorca para la variedad analizada estuvieron entre 14,7 como mínimo y 15,9 el máximo de hileras promedio por mazorca, no así el caso de la siembra tradicional la cual fue inferior mostrando una media de 12,97 hileras por mazorca. Pero si se coincide con (Fernández, 2009) donde caracteriza las razas de maíz cubano, su estudio en donde obtiene valores entre 12 y 14 hileras promedio.

Para el caso del número de granos por hileras, la siembra tradicional se comportó con valores superiores que la siembra directa, mostrando como promedio 31,17 granos por hilera para la siembra tradicional y la siembra directa con 23,45 granos por hilera para el segundo año de análisis (**Fig. 1**). Una vez más estos resultados se relacionan con el tipo de siembra utilizado y a al efecto de las condiciones climáticas.

Según la clasificación propuesta por (Carballo, 2001) el rango promedio de granos por hileras de 21 a 30 las clasifica de pocos. En el caso de la siembra directa se clasifica como de pocos y la siembra tradicional se clasifica como intermedio.

Autores como (Jaime, 2012) en su evaluación de variedades locales de la zona obtuvo resultados para este descriptor de 39,60 granos por hileras como menor valor y de 42,60 granos por hileras como el mayor valor obtenido en su investigación, clasificadas como alto, estos valores están muy por encima de nuestro experimento.

Los granos promedios por mazorca, para los dos tipos de siembra, en el caso de la siembra tradicional mostro un valor promedio de 439,04 granos por mazorca y la siembra directa con 308,07 granos promedio (**Fig. 1**).

Estos resultados son inferiores a otras evaluaciones realizadas con variedades locales de la misma zona realizada por (Jaime, 2012) obtuvo resultados para este descriptor en cuestión de 568,50 granos por mazorca como el menor valor registrado en su estudio y 696,40 granos promedio por mazorca como el mayor valor registrado en su investigación. Si comparamos nuestro resultado con el del autor, sus valores obtenidos duplican en algunos casos a los nuestros, o sea son valores muy superiores, para el caso de nuestra la media general para los dos años de estudio con la siembra tradicional fue de 439,04 granos promedio y 308,07 granos promedio por mazorca para la siembra directa.

El índice de mazorcas por planta para cada tipo de siembra, se observa (**Fig. 1**) que para la siembra tradicional el valor promedio fue de 1,29 y de 1,05 para la siembra tradicional, no son diferencias significativas.

(Jaime, 2012) en su experimento en la misma zona de estudio obtuvo resultados entre 1,05 y 1,30 como índice promedio de mazorcas por plantas.

En cuanto al peso promedio de cien granos, la siembra tradicional tuvo un valor promedio de 30,04 gramos con respecto a la siembra directa que tuvo un valor promedio de 23,90 gramos por cada cien granos. De manera general no son diferencias significativas.

Resultados similares obtuvo (Jaime, 2012) con valores promedio entre 26,18 como el menor registra doy 33,93 gramos por cada cien granos como el mayor registro en su experimento con variedades locales de la zona.

Descriptores agromorfológicos

De acuerdo a los datos registrados, referente al largo promedio de la mazorca, la variedad criollo estudiada se clasifican entre cortas y medianas, según la clasificación dada por Carballo (2001). Se puede observar en la figura 2 que el valor promedio para la siembra tradicional fue de 15,44 cm, superior a la siembra directa con un valor promedio de 12,26 cm.

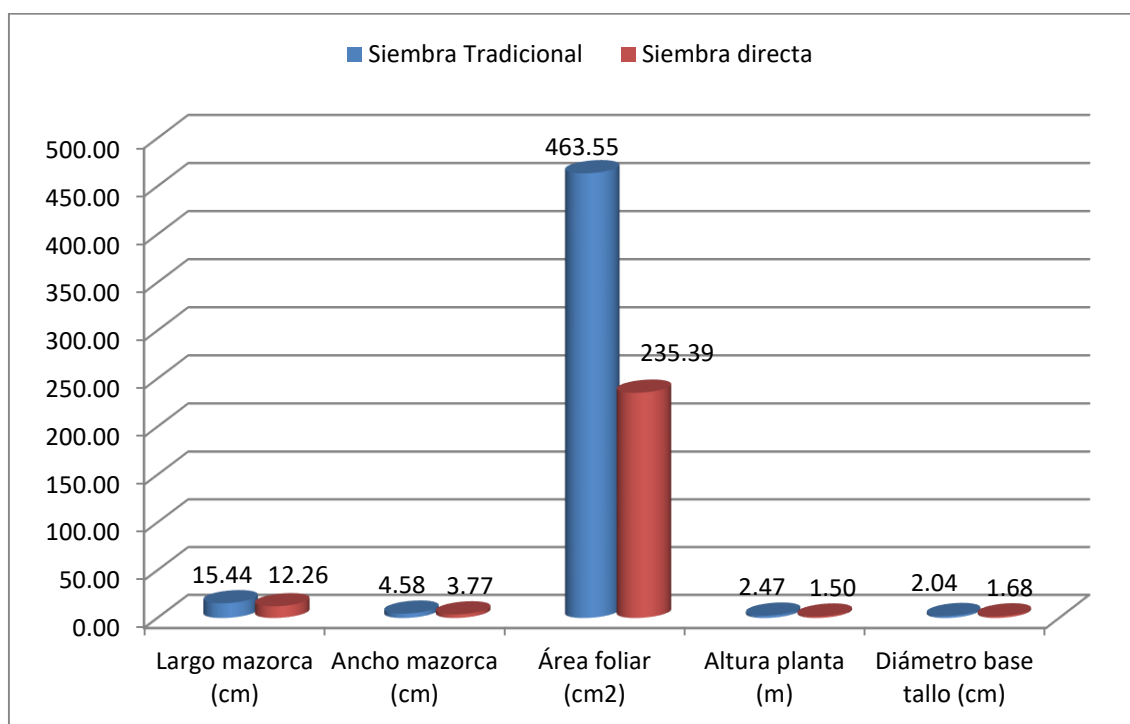


Figura 2. Promedio general para los dos años de estudio de cada uno de los descriptores agromorfológicos para los dos tipos de siembra.

Según la clasificación de (Carballo, 2001), en nuestro experimento, los dos tipos de siembra se clasifican como cortas en cuanto al largo de la mazorca, pues existen valores promedios que están entre 10 y 15 cm.

Autores como (Coro, 2012) en su estudio realizado con variedades introducidas en la zona montañosa del municipio La Palma obtuvo resultados de hasta 16,70 cm de largo promedio de las mazorcas.

El ancho de la mazorca, mostró diferencias entre los tipos de siembra, en este caso para la siembra tradicional con 4,58 cm de ancho, y 3,77 cm de ancho para la siembra directa (**Fig. 2**).

Según la clasificación de (Carballo, 2001) valores por debajo de 4 cm de ancho se clasifican como mazorcas delgadas, por lo tanto teniendo en cuenta la media general del estudio realizado, el tipo de siembra directa se clasifica como delgada, no así la siembra tradicional que mostró valores superiores.

En el carácter área foliar, se observa que el tipo de siembra tradicional registró un promedio de 463,55 cm², para el caso de la siembra directa con un valor promedio de 235,39 cm² (**Fig. 1**). Una vez más las diferencias entre los resultados obtenidos al tipo de siembra utilizado y al efecto de las condiciones climáticas.

Se observa que la siembra tradicional fue casi el doble que la siembra directa en cuanto al área foliar, por lo que se plantea que estas prácticas agrícolas influyen sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo. Si comparamos con (Jaime, 2012), se obtuvo resultados similares al de su estudio de evaluación de variedades locales criollas ya que registró valores de 282,86 cm² como el de menor promedio y la mayor área folia registrada fue de 361,30 cm² de su experimento.

Para la altura de la planta, este carácter se muestra en la figura 2 donde la siembra tradicional fue superior a la siembra directa registrado un valor de 2,47 m y 1,50 m para la siembra tradicional. Resultados similares obtuvo (Jaime, 2012) para el caso de la siembra tradicional en su experimento las variedades estudiadas mostraron una altura promedio entre 2,46 y 2,67m, no siendo así para la siembra directa que se obtuvo resultados inferiores.

Según la clasificación de (Carballo, 2001) la siembra tradicional se encuentra formando parte de la categoría de porte medio, ya que se encuentran valores entre los 2,00 y 2,50m de altura. El caso de la siembra directa clasifica como de porte pequeño ya que registró valores por debajo de los 2,00m de altura.

Según (Coro, 2012) este carácter es asociado a adaptabilidad de la variedad a las condiciones ambientales del medio, no obstante, se muestran diferencias entre los dos tipos de siembras empleados; las que pudieron estar condicionadas por las diferentes tipos de siembra empleados en el experimento.

En cuanto al carácter diámetro de la base del tallo, de igual forma la siembra tradicional mostró valores promedio superiores que la siembra directa, con un promedio de 2,04 cm y 1,68cm respectivamente (**Fig. 2**).

Este carácter muestra diferencias para los dos tipos de siembra, las que pudieron estar condicionadas por las variables climáticas y a las prácticas de diferentes tipos de siembra empleados en el experimento, igual que sucedió con el descriptor altura de la planta.

(Jaime, 2012) en su experimento, las variedades estudiadas mostraron un mínimo promedio 2,13cm y 2,37cm como máximo promedio de la base del tallo.

CONCLUSIONES

La alternativa de manejo de la siembra directa a través de agricultura de conservación para el cultivo del maíz, logra mantener las propiedades agromorfológicas con una tecnología muy

amigable con el medioambiente. Para caso del rendimiento si se muestran diferencias para los dos tipos de siembra; donde se mostró un valor de 1,37 ton/ha entre un tipo de siembra y la otra; debido tanto a las condiciones climáticas y a los diferentes tipos de siembra empleadas en la investigación para el cultivo del maíz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, S. Ferraes, N. Gundel, S. Keane, B. y Pound, B (Eds.). (1997). Cultivos de Cobertura: componentes de sistemas integrados. Taller Regional Latino-Americano. 3-6 de Febrero 1997. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autonoma de Yucatan, Apartado 116-4, Merida 97100, Yucatán, México.
- Arvidsson, J.; Hafansson, I. (2013): "Response of different crops to soil compaction Short term effects in Swedish field experiments", *Soil and Tillage Research*, 138: 56-63, 2014, ISSN: 0167-1987, DOI: 10.1016/j.still.2013.12.006.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Chile). (2018d). Panorama Social de América Latina 2017 (en línea). Santiago, s.e. 210 p. Consultado 30 sep. 2019. Disponible en https://www.un-ilibrary.org/economic-and-social-development/panorama-social-de-america-latina-2018_d0938e4f-es.
- CEPAL Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Chile. (2019b). Informe de avance cuatrienal sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe. Santiago, s.e. 232 p.
- CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Chile. (2019c). Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo - Consejo de Alto Nivel de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Costa Rica (en línea). Consultado 23 sep. 2019. <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/instituciones/consejo-de-alto-nivel-de-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible-de-costa-rica>
- CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Chile. (2019^a). Estudio Económico de América Latina y el Caribe El nuevo contexto financiero mundial: efectos y mecanismos de transmisión en la región (en línea). Santiago, CEPAL. 243 p. Consultado 17 sep. 2019. Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44674/174/S1900414_es.pdf.

- CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Chile. (2019d). Panorama fiscal de América Latina y el Caribe, 2019 (en línea). Santiago, CEPAL. 136 p. Consultado 7 oct. 2019. Disponible en <https://www.cepal.org/es/publicaciones/44516-panorama-fiscal-america-latina-caribe-2019-politicas-tributarias-la-movilizacion>.
- CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Chile. (2019e). Panorama social de América Latina 2018. Santiago, s.e. 224 p.
- CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Chile. (2018^a). Balance preliminar de las economías de América Latina y el Caribe (en línea). Santiago, Chile. 145 p. Consultado 13 sep. 2019. Disponible en http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37344/S1420978_es.pdf?sequence=68
- 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. Facultad de Agronomía de Montaña.
- Cruz, Y. (2014). Efecto sobre el rendimiento de ocho variantes de combinaciones fitotécnicas en el control de malezas y distancia de siembra, en poblaciones de maíz (*Zea mays*, Lin.) de libre fecundación en la CCS Jesús Martínez perteneciente al Consejo Popular de Caiguanabo. [Tesis de Diploma]. Municipio La Palma. Pinar del Río: Universidad de Pinar del Río. Facultad de Agronomía de Montaña.
- Dirven, M. (2019). Nueva definición de lo rural en América Latina y el Caribe en el marco de FAO para una reflexión colectiva para definir líneas de acción para llegar al 2030 con un ámbito rural distinto. (en línea). Santiago, Chile, FAO.
- FAO. (2006). Capacitación técnica en equipos para la Agricultura de Conservación. Colectivo de autores. Proyecto TCP/CUB/3002.
- FAO-CEPAL. (2015). Evolución del sector agropecuario en Centroamérica y la República Dominicana, 1990-2014. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, (LC/MEX/L.1175), México, D.F.
- FAO. (2017) Agricultura de conservación brota en los campos cubanos Consultado el 26 de enero de 2020. Disponible: <http://www.fao.org/cuba/noticias/detail-events/ru/c/1027893/>

FAO. (2018). Manual de sistemas de labranza para América Latina, [en línea], ser. Boletín de Suelos de la FAO, no. ser. 66, Ed. FAO, Roma, Italia, 193 p., Google-Books-ID: bpHSafz3Ma0C, 1992, ISBN: 978-92-5-303253-2, Disponible en: https://books.google.com.cu/books/about/Manual_de_sistemas_de_labranza_para_Am%C3%A9.html?id=bpHSafz3Ma0C&redir_esc=y [Consulta: 23 de junio de 2018].

Fernández, Lianne J. Crossa, Zoila M. Fundoray G.Gálvez. (2009). Caracterización de razas cubanas de maíz (*Zea mays*, Lin.) mediante marcadores agromorfológicos en la colección nacional del cultivo. Cultivos Tropicales, vol. 30, no. 4.

FIRA (2016). Panorama Agroalimentario: Maíz. Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial.

Jaime, Y. (2012). Evaluación morfoagronómica de diez materiales locales de maíz (*Zea mays*, Lin.) con tolerancia a déficit hídrico en la zona de Santos Cruz, municipio La Palma. [Tesis de Diploma]. Municipio La Palma. Pinar del Río: Universidad de Pinar del Río. Facultad de Agronomía de Montaña.

Owen, D. (2015). Estimación de la pérdida de Educativos del Instituto Politécnico Nacional. México DF. México. pp. 318.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores:

Los autores han participado en la redacción del trabajo y análisis de los documentos.