

Técnicas para estimar el número de plantas a seleccionar en la evaluación de deposición de un insecticida simulado en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.)

Mairett Rodríguez*, Pablo Silva, Cintia Villegas y María Hernández

Instituto de Ingeniería Agrícola. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Apdo. 4579. Maracay 2101, Aragua. Venezuela

RESUMEN

En este estudio se presentan dos técnicas para estimar el número de plantas a seleccionar dentro de subpoblaciones de plantas, para la conducción de ensayos de la evaluación de la deposición de productos químicos fitosanitarios en el cultivo del maíz (*Zea mays* L.). Los ensayos se condujeron en el campo experimental de la Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela en Maracay. La primera técnica para la estimación del tamaño de muestra consideró los estratos formados por densidad de siembra y bloques, y la segunda consideró los estratos formados por densidad de siembra. Se empleó una pulverización hidráulica simulando la aplicación de un insecticida. Como parte de la evaluación de la calidad y eficiencia de aplicación del fitosanitario, se colocaron tarjetas de carpeta de manila en el universo de plantas y se evaluaron las variables diámetro medio volumétrico (DMV) y diámetro medio numérico (DMN), utilizando el procesador de imágenes ImageTool v.3. Se recomienda emplear la primera técnica y estratificar por densidad de siembra y bloques, ya que se obtiene el mayor tamaño de muestra, en este caso coincide con el tamaño de la población, debido a su alta variabilidad, asociada al tipo de boquilla o al material empleado como colector de gotas; por ello se sugiere realizar más pruebas en este material comparando varios programas analizadores de imágenes. Por otra parte, se recomienda el empleo del muestreo sistemático como técnica de selección de plantas para la ubicación de las tarjetas empleadas dentro de los estratos densidad de siembra y bloques.

Palabras clave: diámetro medio volumétrico, diámetro medio numérico, estratos, muestreo sistemático, colectores de gotas.

Techniques to estimate the number of plants to be selected in the evaluation of the deposition of a simulated insecticide to corn (*Zea mays* L.)

ABSTRACT

This study presents two techniques to estimate the number of plants to select from subpopulations of plants, to conduct trials to assess the phytosanitary chemical deposition in maize (*Zea mays* L.). The trials were conducted in the experimental field of the Faculty of Agronomy, Universidad Central de Venezuela in Maracay. The first technique for the estimation of the sample size considered strata formed by seeding and blocks, and the second considered strata formed by seeding. A hydraulic spraying simulating the application of an insecticide was used. As part of the evaluation of the quality and application efficiency on the plant, cards manila folder were placed in the universe of plants and volume mean diameter (DMV) and number average diameter (DMN) were evaluated using the processor images Image Tool v.3 . The first technique of stratifying by seeding and blocks is recommended to be used because it takes in consideration larger sample sizes, in this case coincides with the size of the population due to its high variability associated with

*Autor de correspondencia: Mairett Rodríguez

E-mail: mayrodba@yahoo.es

the type of nozzle or material used as drip, hence further testing is suggested in this material comparing various image analyzers programs. Furthermore, it is recommended to use a systematic sampling as a technique for selecting plants for the location of the cards used within strata density and blocks.

Key words: volume mean diameter, number average diameter, strata, systematic sampling drip.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz (*Zea mays* L.) es considerado uno de los principales rubros en el ámbito nacional y mundial por la importancia que representa este cereal para la alimentación humana y animal, además de las grandes extensiones de tierras cultivadas que ocupa (Adames, 2008). Los agricultores se han esforzado para que sus productos sean de buena calidad; sin embargo, hoy en día, en el mundo, se está orientando la calidad hacia la producción adecuada del cultivo y de la protección del medio ambiente donde este se desarrolla en pro de la salud y seguridad de las personas involucradas en todas las etapas de la cadena productiva (Rodríguez, 2010).

En tal sentido, Silva (2005) indica que la tendencia actual es a reducir los volúmenes de aplicación de fitosanitarios, intentando lograr una eficiente cobertura, y esto solo puede obtenerse con un estudio exhaustivo y multifactorial del sistema. Sin embargo, muchos estudios planificados para la evaluación de aplicación de fitosanitarios le dan poca o ninguna importancia a la estadística, y generalmente, se omite información que puede ser relevante o bien se consideran algunas innecesariamente o se enmascaran resultados. Como lo indican Montgomery y Runger (1996), los experimentos son una parte natural de la ingeniería y de los procesos de toma de decisiones científicas, por lo que es importante considerar el aporte estadístico en la planificación de estudios de evaluación de aplicación de fitosanitarios utilizados en cultivos en los cuales es necesario seleccionar muestras.

La inexistencia de guías metodológicas claras sobre el número de muestras y las técnicas de selección de plantas en investigaciones realizadas en el área de mecanización agrícola, específicamente en tecnología de aplicación de fitosanitarios en parcelas agrícolas, para efectuar inferencias estadísticas que permitan extrapolar los resultados y dar mayor confiabilidad a las evaluaciones efectuadas, conduce a la realización de este trabajo, el cual es parte de la investigación desarrollada por Villegas (2009), Hernández (2009) y Rodríguez (2010). En este estudio se presentan dos técnicas para estimar el número de plantas a seleccionar dentro de subpoblaciones para la conducción de ensayos en los cuales el objetivo sea evaluar la calidad y eficiencia de

aplicaciones de productos químicos fitosanitarios en el cultivo del maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

La determinación del tamaño de muestra se realizó con información obtenida a partir de un ensayo realizado en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, Maracay, estado Aragua, ubicado en las coordenadas 10° 16'20" N y 67° 36'35" E. Se seleccionó un área de 25 × 50 m para el estudio con 114 plantas.

Para la evaluación de la calidad y eficiencia de aplicación de un fitosanitario, se realizó una simulación siguiendo la metodología planteada por Rodríguez (2010), como sigue:

Características del cultivo: Se utilizó cultivo de maíz. Productor: INIA-Ceniap. Origen: estado Aragua. Cultivar: 'INIA 15'. Lote: IP-07-81. Germinación: 91%.

Control de plagas y nivel de infestación: Se estableció controlar la infestación por insectos, por lo que se simuló la aplicación de un insecticida.

Técnica de aplicación: Se empleó una pulverización hidráulica simulando la aplicación de un insecticida empleando para una mezcla con 200 L de agua pura y 110 g de un colorante inerte (marca comercial Wiki-Wiki). Se utilizó un pulverizador hidráulico marca Veniran, modelo ITMCO-TCG, con una capacidad del tanque de 600 L. La barra presentaba 16 boquillas a 0,5 m para cubrir 8 m. El pulverizador fue acoplado a un tractor JDT (Potencia motor 55 Kw). La mezcla se aplicó con una velocidad de 5,19 km/h, un caudal de 0,74 L/min y una dosis de aplicación de 171,09 L/ha.

La aplicación simulada del fitosanitario se realizó en la séptima semana del cultivo, correspondiente al estado vegetativo tres, que según Ascanio (2000) ocurre seis semanas después de la emergencia de la planta, la cual presenta 12 hojas totalmente desplegadas.

Condiciones climáticas de la zona: Durante la aplicación simulada del fitosanitario, la temperatura dentro del dosel del cultivo fue 33,2°C, humedad relativa 44%, y la velocidad del viento a los 2 y 0,65 m de altura

fue 3,55 y 0,65 km/h, respectivamente. Estas velocidades se obtuvieron de la Estación Climatológica del Campo de Mecanización de la Facultad de Agronomía-Universidad Central de Venezuela, Maracay, estado Aragua.

Evaluación de la eficiencia o eficacia de aplicación del fitosanitario

Para evaluar la eficiencia de aplicación simulada del fitosanitario en relación al nivel de deposición de la aplicación, es decir, la cobertura alcanzada sobre la zona objetivo considerando una dosis mínima, puesto que si existe eficiente cobertura se estaría garantizando una buena eficacia en el control de las plagas y como consecuencia, la mortalidad del insecto. Se determinaron las variables diámetro medio volumétrico (DMV), que representa el diámetro medio teórico, expresado en μ , de las gotas tal que 50 por 100 del volumen del líquido pulverizado está constituido por gotas más pequeñas y el otro 50 por 100 por gotas mayores. Además se evaluó el diámetro medio numérico (DMN) que representa el diámetro medio teórico de gotas tal que 50 por 100 del número total de gotas tiene un diámetro superior y el otro 50 por 100 un diámetro inferior. Geométricamente corresponde a la mediana de la distribución de gotas del jet. Estas variables permiten valorar la calidad de una aplicación en términos del tamaño de gotas alcanzado en los depósitos, el cual está directamente relacionado con el grado de cobertura y por consecuencia la eficiencia y eficacia en los controles, para permitir que se encuentren dentro de los rangos de valores que sean recomendados por los expertos para cada condición de aplicación y cultivo.

Diseño del experimento

Se realizó un muestreo del suelo del área en la cual se realizó el estudio, en dos etapas, según metodología establecida por Ovalles (1991), a fin de constatar su variabilidad y planificar el diseño experimental apropiado bajo las condiciones del estudio. Se estableció un diseño de bloques al azar con tres bloques, con más de una planta cada uno. A partir del universo de plantas del experimento, se consideraron dos subpoblaciones, la primera formada por la combinación entre la densidad de siembra y bloque, y la segunda sólo densidad de siembra. Estos grupos o subpoblaciones, en lo sucesivo se denominarán estratos, ya que se suponen homogéneos dentro de ellos y diferentes entre sí.

Plan de muestreo para la selección de plantas

Para la evaluación de la aplicación de fitosanitarios es procedente la selección de las plantas en la cuales se ubicarán los colectores de gotas. Para ello, se acudió a las técnicas de muestreo y se determinó el tamaño de muestra mínimo de plantas a seleccionar dentro de cada estrato. En ese sentido, Fienberg y Tanur (1983) indi-

can que existen analogías entre el muestreo estratificado y el diseño de experimentos de bloques al azar, en cuanto a su estructura, ya que coinciden en que, el diseño experimental busca minimizar el error a través del bloqueo y el muestreo a través de la estratificación, suponiendo que en cada bloque se tiene un grupo homogéneo (la forma más simple del control local) y en la estratificación, la formación de grupos homogéneos dentro de los estratos, pero diferentes entre ellos.

Metodología o técnicas de selección de plantas

Se determinó el tamaño de muestra empleando los datos del universo de estudio, en la parcela seleccionada del cultivo de maíz con 114 plantas, considerando dos metodologías. La primera de ellas está basada en la determinación del tamaño de muestra para un muestreo aleatorio estratificado, en el cual se toma una muestra aleatoria simple de manera independiente en cada estrato o subpoblación, formado por la combinación entre densidad de siembra y bloque. Además, estos son formados con base al interés de estimar las variables DMV y DMN, dentro de cada bloque para cada densidad de siembra. Esta estratificación se plantea con la finalidad de mejorar la precisión en las estimaciones de las variables, dado que en los ensayos para evaluar la calidad y eficiencia de aplicación de fitosanitarios, en general se aplica el muestreo aleatorio simple o sistemático. Para este trabajo no es apropiado emplear el muestreo aleatorio simple, debido a que las densidades de siembra son subpoblaciones de interés, en las cuales se pretende obtener una estimación de las variables DMV y DMN de cada densidad, en cada bloque.

La segunda metodología está basada en la determinación del tamaño de muestra para un muestreo aleatorio estratificado, dentro de cada estrato densidad de siembra para las variables DMV y DMN. Se establecieron estos estratos considerando a las unidades experimentales densidad de siembra como subpoblaciones, a fin de obtener estimaciones por separado en el diseño de la muestra, si el interés es evaluar las densidades de siembra sin considerar los bloques.

Además, se estimó el tamaño de muestra estimando la varianza a partir de una variable considerada auxiliar como lo es el índice de superficie foliar (ISF), el cual se obtuvo al dividir el área foliar total entre el área del suelo ocupada por la planta. El área foliar se determinó en todas y cada una de las plantas del universo de estudio, utilizando la ecuación de Montgomery (1911); multiplicando largo \times ancho \times 0,75 de cada hoja. Este índice se empleó en el cálculo del tamaño de muestra estimado, para las dos metodologías de selección de plantas propuesta en este estudio.

Se determinó el tamaño de muestra de plantas a seleccionar dentro de cada estrato, y se estimaron los promedios de DMV y DMN, a partir de la ecuación general presentada por Seijas (2006):

$$n_y = \frac{k^2 N \sigma_y^2}{ND^2 + k^2 \sigma_y^2} \quad (1)$$

donde, k : el valor cuantil o percentil correspondiente al nivel de confianza fijado

D : error máximo admisible

N : tamaño de la población a muestrear

σ_y^2 : varianza de las observaciones

Las muestras dentro de cada estrato pueden seleccionarse sistemáticamente cada k plantas, donde $\frac{N}{n} = k$ (k = intervalo de selección de las muestras, N = número total de plantas, n = número de plantas a seleccionar), ya que en el campo, este mecanismo de selección es más factible frente a grandes extensiones de cultivo. Además, como lo refiere Seijas (2006), el muestreo sistemático es recomendado en poblaciones en las cuales se desea extraer muestras sistemáticas en cada uno de los estratos. En este caso, los efectos de las periodicidades ocultas tienden a anularse con este procedimiento.

Métodos empleados para la evaluación de la deposición de los productos fitosanitarios

Se utilizó una técnica cuantitativa para evaluar la deposición del insecticida simulado con la mezcla de la sustancia colorante inerte y agua, según Villegas (2009). Para la evaluación se emplearon tarjetas de carpeta tipo manila, marca Manpa (242×372 mm y base 9 ½ puntos) compuestas por 100% fibra de celulosa blanqueada, colorante a dosis muy bajas, resina de colofonia y aditivos.

Inicialmente, se realizó un ensayo preliminar para determinar el factor de expansión de las tarjetas de carpeta tipo manila en comparación con el papel "contac" (PVC), ya que se conoce el coeficiente de expansión del PVC, que fue de 0,26% según Silva (2005). Un ensayo preliminar indicó que existían diferencias significativas para las variables DMV y DMN entre las tarjetas evaluadas. Luego, se seleccionó una zona del cultivo, lo más homogénea posible en relación a las alturas de las plantas. Este sector fue considerado como el universo, para efectos de esta investigación. En esta zona se ubicaron las tarjetas, de carpeta tipo manila, destinadas a la captación del líquido pulverizado, sobre las hojas en todas y cada una de las plantas a tres alturas

del suelo, 20, 40 y 60 cm, ajustadas a las mismas con cinta doble cara.

Se colocaron las tarjetas de manila de 5×5 cm en la haz de las hojas cerca del tallo, a lo ancho de la hoja, un minuto antes del pase del tractor para la aplicación del fitosanitario, luego de lo cual se retiraron. Posteriormente, se estimó el DMV y DMN con las impresiones de las gotas captadas por las tarjetas utilizando para ello el procesador de imágenes ImageTool v.3 (Matteson *et al.*, 2002), mediante la ruta tomada, revisado por Martins *et al.* (2004) y adaptada por Rodríguez (2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tamaño de muestra considerando los estratos formados por densidad de siembra y bloques

Variable DMV: El tamaño de muestra fue de 114 plantas, los tamaños de muestras coinciden con el tamaño de las subpoblaciones (plantas), como se observa en el Cuadro 1, debido a que son pocas plantas y la variación es alta para esta variable. Se presentaron coeficientes de variación entre 32,60 y 109,96%, con un nivel de confianza de 90% y un error máximo admisible del 10%. Los tamaños de muestras obtenidos pudieran estar influidos por la precisión del programa Imagen Tool, el cual según los trabajos de Hernández (2009) y Villegas (2009), son más cercanos a los reales; así mismo, el uso de las tarjetas de manila empleadas en este trabajo pudo influir en la alta variabilidad de las observaciones, alterando el diámetro de las gotas que impactaron.

Variable DMN: El tamaño de muestra fue de 50 plantas; los tamaños de muestras estimados oscilaron entre 2 y 12 plantas en los estratos, con un nivel de confianza de 90% y un error máximo admisible del 10%, como puede observarse en el Cuadro 2. En este caso los tamaños de muestra obtenidos son menores a los del DMV, por cuanto esta variable resultó ser más heterogénea.

Tamaño de muestra considerando los estratos formados por densidad de siembra

Variable DMV: El tamaño de muestra fue de 101 plantas; los tamaños de muestras fueron de 35 plantas para el estrato densidad 1, y en la densidad 2 y 3 coinciden con el número de plantas de la subpoblación, con un nivel de confianza de 90% y un error máximo admisible del 10%, como se observa en el Cuadro 3.

Variable DMN: El tamaño de muestra fue de 23 plantas; los tamaños de muestras de los estratos

Cuadro 1. Tamaños de muestra para la variable diámetro medio volumétrico (DMV) en los estratos densidad por bloque, con un nivel de confianza de 90% y un error máximo admisible del 10%

Densidad	Bloque	Tamaño de subpoblación (Nº de plantas)	Tamaño de muestra (Nº de plantas)
1	1	16	16
1	2	16	16
1	3	16	16
2	1	12	12
2	2	12	12
2	3	12	12
3	1	10	10
3	2	10	10
3	3	10	10

Cuadro 2. Tamaños de muestra para la variable diámetro medio numérico (DMN) en los estratos densidad por bloque, con un nivel de confianza de 90% y un error máximo admisible del 10%.

Densidad	Bloque	Tamaño de subpoblación (Nº de plantas)	Tamaño de muestra (Nº de plantas)
1	1	16	7
1	2	16	4
1	3	16	2
2	1	12	8
2	2	12	12
2	3	12	2
3	1	10	10
3	2	10	3
3	3	10	2

Cuadro 3. Tamaños de muestra para la variable diámetro medio volumétrico (DMV) en los estratos densidad de siembra, con un nivel de confianza de 90% y un error máximo admisible del 10%.

Densidad	Tamaño de subpoblación (Nº de plantas)	Tamaños de muestra (Nº de plantas)
1	48	35
2	36	36
3	30	30

densidad de siembra, con un nivel de confianza de 90% y un error máximo admisible del 10% fueron menores al tamaño de la subpoblación. Se presentan estos resultados en el Cuadro 4.

Para todas las variables DMV y DMN los tamaños de muestra son considerablemente mayores cuando se consideran los estratos densidad por bloque que cuando se consideran los estratos densidad únicamente, como se observó en los cuadros anteriores. En los estratos densidad por bloque, para el ensayo la población constó de 16, 12 y 10 plantas, en las densidades 1, 2 y 3, respectivamente.

Por lo tanto, el número de plantas a seleccionar en la muestra deben ser los presentados para los estratos densidad por bloques para la variable DMV de $n=114$ plantas en total (Cuadro 1), ya que es el tamaño de muestra mínimo necesario para realizar las evaluaciones

de las variables DMV y DMN, considerando que los mismos se obtuvieron con los datos de la población. De esta manera garantizan, que por ser la de mayor varianza, el resto tendrán igual o mejor precisión. Es por ello que para este ensayo, por ser planificado como un diseño de bloques al azar si se emplean los señalados en los Cuadros 3 y 4, se estaría seleccionando una muestra menor a la mínima necesaria, corriendo el riesgo de incurrir en sesgos.

Por otra parte, si se ha de considerar el universo de plantas completo, es necesario realizar un muestreo piloto para estimar la varianza de las observaciones y estimar el tamaño de la muestra a partir de la ecuación 1. Éste número de plantas estimado, donde se ubicarán los colectores para la evaluación de la aplicación de los fitosanitarios, deben seleccionarse sistemáticamente, ya que esta técnica de selección de plantas en cultivos de

Cuadro 4. Tamaños de muestra para la variable diámetro medio numérico (DMN) en los estratos densidad de siembra, con un nivel de confianza de 90% y un error máximo admisible del 10%

Densidad	Tamaño desubpoblación (N° de plantas)	Tamaños de muestra (N° de plantas)
1	48	4
2	36	13
3	30	6

grandes extensiones es más apropiada por razones de manejo y practicidad.

Tamaños de muestra estimados considerando los estratos formados por densidad de siembra y bloques, conjeturada la varianza a partir del ISF

Se compararon los resultados de ISF para el ensayo en el cultivo del maíz, constatándose que hubo diferencias entre las tres densidades ($P = 0,0000$). Se observó que la densidad 1 (92 950 plantas/ha) presentó un mayor ISF que la densidad 3 (55 000 plantas/ha). Trabajos como los de Villegas (2009), Hernández (2009) entre otros, han evidenciado esta asociación. Por otra parte, Márquez (1995, 1997) indica que esta variable es una expresión fiel del área sombreada por el dosel vegetal.

El tamaño de muestra fue de 25 plantas; en los estratos los tamaños de muestras oscilaron entre 1 y 6 plantas, con un nivel de confianza de 90% y un error máximo admisible del 10%. En el Cuadro 5 se evidencia que los tamaños de muestra estimados fueron menores a los presentados en los Cuadros 1 y 2. El ISF presentó muy poca variabilidad, debido a que en el área de estudio las plantas eran bastante homogéneas.

Tamaños de muestra estimados considerando los estratos formados por densidad de siembra, conjeturada la varianza a partir del ISF

El tamaño de muestra fue de ocho plantas; en los estratos los tamaños de muestras fueron de 2 y 4

plantas, con un nivel de confianza de 90% y un error máximo admisible del 10%. Como se observa en el Cuadro 6, los tamaños de muestra estimados fueron menores a los mínimos necesarios presentados en los Cuadros 3 y 4. El ISF presentó muy poca variabilidad, debido a que en la zona del ensayo las plantas eran bastante homogéneas en las densidades.

El ISF afecta la penetración del fitosanitario reflejando diferencias entre densidades de población, para el DMV, según señalan Villegas (2009) y Hernández (2009), quienes indican además, que el DMN no es afectado por el ISF. Esto se debe, a que a menor interferencia producida por el dosel de las hojas mayor será la cantidad de gotas posicionadas en las tarjetas de captación aumentando los volúmenes de cada una de ellas, así como superponiendo gotas que puedan caer en el mismo objetivo.

Aún cuando el ISF afecta la penetración del fitosanitario, en este estudio se observó, que para hacer estimaciones de la calidad y eficiencia de aplicación, no puede considerarse como una variable auxiliar para estimar su varianza y determinar el tamaño de muestra para estimar los promedios de DMV y DMN a partir de estimadores de razón o regresión, porque se incurriría en subestimaciones. La variabilidad del ISF y de las variables objeto de estudio son muy diferentes, demostrado por muestras de tamaños menores.

Cuadro 5. Tamaños de muestra en los estratos densidad por bloque, en base al índice de superficie foliar (ISF).

Densidad	Bloque	Tamaño de subpoblación	Tamaño de muestra
1	1	16	3
1	2	16	4
1	3	16	6
2	1	12	2
2	2	12	3
2	3	12	1
3	1	10	2
3	2	10	2
3	3	10	2

Cuadro 6. Tamaños de muestra en los estratos densidad de siembra, en base al índice de superficie foliar (ISF).

Densidad	Tamaño de subpoblación	Tamaños de muestra
1	48	4
2	36	2
3	30	2

CONCLUSIONES

En ensayos similares, para la estimación del tamaño de muestra de plantas seleccionar, si no se cuenta con información de la varianza de las variables objeto de estudio, se recomienda emplear un muestreo piloto que permita estimarlas. Se sugiere hacer simulaciones de muestreo de las plantas empleando la técnica de selección basada en el muestreo sistemático y realizar estimaciones de los promedios de DMV y DMN.

En los ensayos donde se consideran variables como la densidad de siembra y altura de posición de la tarjeta en la planta, si se cuenta con el marco de muestreo, es recomendable utilizar las plantas como unidad de muestreo. De lo contrario, debe emplearse los metros lineales en cada hilera como unidad de muestreo, y colocar soportes o las tarjetas sobre las plantas.

Los tamaños de muestra obtenidos con los estratos formados sólo por densidad de siembra son menores tanto para la variable DMV como para DMN, a los obtenidos con los estratos formados por densidad de siembra y bloques de 114 y 50 plantas para las variables DMV y DMN, respectivamente.

Se recomienda estratificar por densidad de siembra y bloques, ya que se obtiene el mayor tamaño de muestra, así se garantiza una mejor precisión en cualquier caso. Para los efectos de este ensayo, no debe emplearse el ISF para estimar la varianza en las estimaciones del tamaño de muestra, debido a que su variabilidad es diferente a las de las variables DMV y DMN.

Se recomienda realizar más pruebas en el material empleado en este estudio, comparando varios programas analizadores de imágenes.

AGRADECIMIENTOS

Al apoyo financiero otorgado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela (Proyecto PI-01-7275-2008/1). Al Instituto de Ingeniería Agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adames, S. 2008. Evaluación del efecto del herbicida nicosulfuron sobre diferentes materiales genéticos de maíz (*Zea mays* L.) en Venezuela. Trabajo de Grado. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Cabudare, Venezuela. 60 p.
- Ascanio, J. 2000. Fisiología de la planta de maíz. In Fontana, H; C. Gonzalez. (Comp.) El maíz en Venezuela. Fundación para la Investigación Agrícola Danac. San Javier, Venezuela. pp. 33-49.
- Fienberg, S. ; J. Tanur. 1983. Reuniting the twain: remarking upon the parallels between sample surveys and randomized experiments. International Statistical Institute, Booklet Recueilvol II. Invited and Contributed papers. Madrid. pp. 748-751.
- Hernández, M. 2009. Evaluación de la calidad y eficiencia de aplicaciones con dosis reducidas, realizadas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones experimentales. Trabajo de Grado realizado para optar al Título de Ingeniero Agrónomo. Fac. Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 29 p.
- Márquez, L. 1995. Mejora en las técnicas y en los equipos de aplicación de fitosanitarios. Partes I, II y III. Seminario de Postgrado de Ingeniería Agrícola. Fac. Agronomía Universidad Central de Venezuela. Maracay.
- Márquez, L. 1997. Tecnología para la aplicación de defensivos agrícolas. XXVI COMBEA-SEMI-ÁRIDOS. Un Desafío á Engenharia Agrícola. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. 25 p.
- Martins, M.; R. Faria; H. Fernandes; J. Coury. 2004. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazío. Pesq. Agropec. Bras., 39: 977-985.
- Matteson, S; P. Nummikoski; R. Langlais; T. Deahl; O. Langland; S. DeVoise; P. Campbell; K. Kalkwarf; J. Howe. 2002. Image tool 2.0. Dept. Dental Diagnostic Science at University of Texas. Disponible en: <http://compdent.uthscsa.edu/dig/itdesc.html>. [Consultado: 15 julio 2009].

- Montgomery, E.G. 1911. Correlation studies of com. Nebraska Agricultural Station. Annual report 24. Lincoln, EUA. pp. 108-159.
- Montgomery, D; G. Runger. 1996. Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. Editorial McGraw-Hill. Ciudad de Mexico, Mexico 895 p.
- Ovalles, F. 1991. Metodología para determinar la superficie representada por muestras tomadas con fines de diagnóstico de fertilidad. Fonaiap, Ceniap, IIAG. Serie B. Maracay, Venezuela 44 p.
- Rodríguez, M. 2010. Evaluación de dos técnicas de selección de plantas tomadas de la teoría de muestreo para poblaciones finitas, en el estudio de la calidad y eficiencia de aplicación de fitosanitarios a un ensayo de campo en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*). Trabajo de Ascenso. Fac. Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 169 p.
- Seijas, F. 2006. Investigación por muestreo. 3^{era} Ediciones de la Biblioteca-EBUC, Ediciones FaCES-UCV. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 430 p.
- Silva, P. 2005. Evaluación del efecto de la temperatura, humedad relativa y velocidad del viento, sobre la calidad y eficiencia de la pulverización realizada al cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en su primera fase de desarrollo, bajo condiciones experimentales. Tesis de Maestría. Fac. Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 190 p.
- Villegas, C. 2009. Evaluación de la Cobertura de Aplicaciones realizadas al cultivo de Maíz (*Zea mays L.*), bajo diferentes densidades de siembra en condiciones experimentales. Fac. Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 35 p.