



Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ciencias Agrarias

Maestría en Producción Vegetal

Tesis

Muestreo de frutos de naranjo 'Valencia late' (*Citrus sinensis*, L. Osbeck) para ajustar una metodología de evaluación fitosanitaria (MEF) de lotes cítricos comerciales

Tesista: Ing. Agr. Ricardo Horacio Mika

Directora: Dra. Mónica Balzarini

Codirector: Dr. Mariano Córdoba

Año 2016



AGRADECIMIENTOS

A mi esposa Cristina y mis hijos Ricardo Martín y Enrique Daniel por la paciencia de tantas horas sustraídas de compartir en familia para poder concretar esta tesis.

Una especial mención al Ing Agr. Sergio Garrán con cuyo desinteresado aporte de conocimientos y continuo aliento permitió concretar estos objetivos.

A los monitores Matías Sanabria, Marcos Frunciere, Claudia Maciel y Fabián Gerling por la paciencia y constancia en la realización de los monitoreos fruto por fruto.

Al INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) Centro Regional Entre Ríos y a la EEA INTA Concordia por el aporte de los recursos económicos y humanos para poder concretar el cursado de la maestría, cursos extracurriculares y levantamiento de los datos de campo.

A mis directores de tesis Dra. Mónica Balzarini y Dr. Mariano Córdoba por el tiempo dedicado para la elaboración de la tesis y su excelente y pronta atención ante cada solicitud.

A la Facultad de Ciencias Agrarias de Corrientes y su área de posgrado por la disposición constante para cada trámite.

Al Dr. Pedro Sansberro, director de la Maestría, por su excelente disposición en otorgar prórrogas y asesoramiento.

A la cátedra de Estadística de la facultad de Ciencias Agrarias de Corrientes por el apoyo inicial en la definición de las estrategias y temas de la tesis, Dra. Laura Jiménez y Dra. Silvia Mazza.

A mis compañeros en la EEA Concordia, Ing. Agr. Sergio Garrán, Ing. Agr. Vanesa Hochmaier, Sr. Daniel Zabalzo, Sr. Rubén Garín, Sr. José Telayna por cubrir mi ausencia durante muchas jornadas completas en los compromisos diarios de nuestro equipo de trabajo.

A mis compañeros de la EEA INTA Concordia por su disposición y ayuda, Ing. Agr. Sergio Ramos, Ing. Agr. Beatriz Díaz.

A los Sres. propietarios de los lotes, productores Sres. Matías Paoli y Hugo Estévez y sus técnicos asesores Ings Agrs. Rubén Díaz Vélez y Eduardo Blanco, por permitirnos trabajar en sus lotes y brindar toda la información disponible.

REFLEXIÓN

Buscar la opción más cercana posible a la verdad en una población muy grande demanda sentido común, sinceridad y dedicación. Si quisiera acercarme a la pura verdad en su esencia por cada situación planteada, necesitaría invertir más tiempo que el tiempo que dure mi fugaz paso sobre este mundo.

Es una mentira decir que la toma de muestra de algunos individuos de una población grande es verdad. Cuanto más individuos contemplo, voy descartando los errores gruesos, hasta que llegando a la mayor cantidad de individuos posible, podría inferir que me aproximaría a una verdad. A cada situación planteada, surgirán nuevas incógnitas, hasta que indefectiblemente será necesario agregar el componente de la fe para alcanzar el entendimiento más profundo posible. Existe una sola persona que se atrevió a decir "yo soy la verdad", Jesucristo, y solo en él encontramos la respuesta a todos los interrogantes que nos hacemos en la búsqueda de la verdad. Algunas respuestas llegarán rápido, otras no, por su soberana voluntad. El dijo: "Y conocerán la verdad y la verdad los hará libres". Con la verdad nos libramos de equivocarnos el diagnóstico, de errar el camino, acercándonos lo más rápido posible a la solución mas acertada de cualquier problema planteado, sea de origen científico o aun existencial.

Es mi deseo que este trabajo aporte soluciones para acercarse lo más posible a la verdad de la población de frutos de un lote cítrico, y así alcanzar una solución a los complejos problemas que nos plantea, pero a su vez también, que esta breve reflexión despierte la inquietud en el lector para encontrar en Jesús la esencia misma de toda verdad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

P.

ABREVIATURAS	I
RESUMEN	II
ABSTRACT	III
CAPÍTULO 1	1
Introducción	1
Citricultura en el NEA y Evaluación Fitosanitaria	1
Hipótesis	7
Objetivo General	8
Objetivos específicos	8
CAPÍTULO 2	9
Materiales y Métodos	9
Datos Experimentales	9
Metodología	11
A. Selección de la población de plantas en estudio.....	11
B. Estimación del rendimiento	12
C. Evaluación de la calidad de frutos	14
D. Factores que afectan al rendimiento y la calidad	15
E. Determinación del tamaño de muestra	15
F. Relación entre calidad rendimiento y factores.....	17
G. Metodología para el análisis de la variabilidad espacial.....	17
CAPÍTULO 3	18
Resultados	18
A. Caracterización del rendimiento y la calidad de la producción en dos lotes de naranja Valencia late	18
B. Factores que afectan al rendimiento de las plantas y a la calidad de los frutos.	19
C. Factores que afectan al rendimiento de las plantas.....	19
D. Factores que afectan la calidad de los frutos.....	23
E. Análisis de la relación entre calidad, rendimiento y factores que afectan la calidad	27
F. Evaluación de esquemas tentativos de muestreo	30
1. Resultados de los muestreos en el lote A	30
1.1. Análisis de la calidad del fruto.....	30
1.2. Análisis del tamaño de muestra para la estimación del factor <i>creasing</i> .	34
2. Resultados de los muestreos en el lote B	35
2.1. Análisis de la Calidad del Fruto	35

2.2. Análisis del tamaño de muestra para el factor <i>creasing</i>	38
2.3. Análisis del tamaño de muestra para el factor melanosis	40
2.4. Análisis del tamaño de muestra para el factor podrido	41
2.5. Análisis del tamaño de muestra para el factor cancrrosis	42
G. Análisis de la variabilidad espacial	44
CAPÍTULO 4	51
Discusión	51
Conclusiones	60
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS	65
Anexo I: Descripción de la Metodología de Evaluación fitosanitaria (MEF)	65
Anexo II: Procedimientos en programa estadístico Infostat	72

ABREVIATURAS

MEF: Metodología de Evaluación Fitosanitaria

EXP: frutos exportables

INT: frutos para mercado interno

IND: frutos para industria

S: superior

E: Elegido

C.; Comercial

M: Común

D: Descarte

m: metros

mm: milímetros

CV: Coeficiente de variación

AIC: Criterio de Información de Akaike

Kg: kilogramos

g: gramos

t: tonelada

ha: hectárea

RESUMEN

Muestreo de frutos de naranja 'Valencia late' (*Citrus sinensis*, L. Osbeck) para ajustar una metodología de evaluación fitosanitaria (MEF) de lotes cítricos

La Metodología de evaluación fitosanitaria (MEF) es una forma sistematizada de tomar datos de un lote cítrico. Su objetivo es identificar y cuantificar los factores que afectan rendimiento y calidad. Conociendo estos factores y su proporción de afectación se pueden ajustar las decisiones de manejo. El objetivo del presente trabajo es definir una metodología de muestreo para evaluar calidad de la producción con mayor respaldo estadístico que la actualmente aplicada en la MEF. La complejidad de factores que afectan la calidad hace que el ajuste de una metodología de muestreo no sea una tarea simple. Se aplicó una versión modificada de la MEF realizando un muestreo intensivo sobre dos lotes, A y B, evaluando rendimiento y calidad en un tercio de las plantas y un tercio de las frutas, completando así una novena parte de la producción. Se registraron calibre, calidad comercial y hasta cuatro factores por fruto. Se generó una línea base o "gold standard" de problemas detectados, utilizada para aplicar la técnica de remuestreo de Efron. Se consideraron 30 remuestreos aleatorios, sin reposición, tomando todas las plantas relevadas, una de cada dos y una de cada tres y 8, 16 y 24 frutos por planta, completando así 9 esquemas de muestreo. En el lote A, considerando una planta de cada 6 y muestreando 8 frutos por planta se demostró que no hay diferencias estadísticas significativas con el valor "Gold Standard". En el lote B, la alta variabilidad, tanto en la calidad de plantas como de frutos, determinó que no se puedan establecer muestreos efectivos según esos esquemas. Además, con la información obtenida y utilizando técnicas geoestadísticas se pudieron elaborar mapas con la distribución espacial del rendimiento, de la calidad y de sus principales factores. Se consideran estas aplicaciones aportes significativos para realizar una fruticultura de precisión.

Palabras clave: MEF, fruticultura de precisión, rendimientos, calidad, variabilidad espacial, citrus.

ABSTRACT

Fruit sampling of 'Valencia late' orange (*Citrus sinensis*, L. Osbeck) to adjust a phytosanitary evaluation methodology (MEF) in commercial citrus plots

The phytosanitary evaluation method (MEF) is a systematic way to take data from commercial citrus plots. Its main objective is to identify and quantify factors affecting their yields and fruit quality. Complexity of factors involved makes this not a simple task. Knowing these factors and their proportion of involvement can improve decision-making tasks in citrus grove management. Aim of this work is to define a sampling methodology to assess fruit quality. This information would be also useful to improve the MEF sampling scheme. In this work, a modified version of MEF was applied conducting intensive sampling on two plots, A and B. Fruit yield and quality was evaluated in a third of the plants and fruits of both plots. Fruit diameter, commercial quality and up to four factors affecting it per fruit were measured or identified and registered. A baseline or "gold standard" problems detected was generated in order to apply Efron's technique of resampling. Taking into account all the surveyed plants, thirty random resamplings without replacement were considered, one in two, one in three, and 8, 16 and 24 fruits per plant, respectively, completing nine sampling schemes. In plot A, the sampling scheme considering a plant among 6 and 8 fruits per plant showed no statistically significant differences compared to the "Gold Standard" value. Instead, in plot B, the high variability in the quality of plants and fruits did not allow to establish an effective sampling scheme. Using information generated by the method and applying geostatistical techniques, maps showing spatial distribution of yield, fruit quality and main factors affecting them within both plots could be developed. All this information can be also considered suitable to be used as a basic tool in precision fruit production.

Keywords: MEF, precision agriculture, yield, fruit quality, spatial variation, citrus.
