

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

Proyecto de Trabajo Final presentado para optar al Grado
de Ingeniero Agrónomo

Modalidad: Práctica Profesional

PÉRDIDA DE LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE LA
SEMILLA DE MANÍ (*Arachishypogaea L.*) DURANTE EL
PROCESAMIENTO POSCOSECHA

Nombre del Alumno: Franco Cerolini

DNI:34.574.669

Directora: Prof. Elena Fernández

Tutor Externo: Ing.Agr. Daniel Pahud

Río Cuarto – Córdoba

Abril 2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Título del Trabajo Final: Pérdida de la calidad fisiológica de la semilla de maní (*Arachishypogaea L.*) durante el procesamiento poscosecha

Autor: Cerolini, Franco

DNI: 34574669

Directora: Prof. Elena M. Fernández

Tutor Externo: Ing.Agr. Daniel Pahud

Aprobado y corregido de acuerdo con las sugerencias del Jurado Evaluador:

Fecha de Presentación: ____/____/_____.

Aprobado por Secretaría Académica: ____/____/_____.

Secretario Académico

ÍNDICE DEL TEXTO

Cuadro de contenido

CERTIFICADO DE APROBACIÓN	I
ÍNDICE DE CUADROS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
RESUMEN	IX
SUMMARY	X
INTRODUCCIÓN.....	1
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	3
Planta de Acondicionamiento	3
MARCO TEÓRICO	9
PODER GERMINATIVO: TEST EN CONDICIONES ÓPTIMAS.....	9
TEST DE VIGOR: ESTRÉS INDUCIDO	11
Test de frío	12
Envejecimiento acelerado	13
ATRIBUTOS QUE DEFINEN LA CALIDAD DE LA SEMILLA	13
Plántulas normales	13
Plántulas anormales.....	15
OBJETIVOS DEL TRABAJO	16
Objetivo principal	16
Objetivos específicos	16
MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
MUESTREO.....	17
REALIZACIÓN DEL TRABAJO.....	17
Establecimiento Nelly María:	17
Planta de Acondicionamiento de la Empresa Olega S.A.:	18
Laboratorio de Semillas de la FAV - UNRC	20
RESULTADOS.....	21

1.- DATOS POR CALIBRE, CON ATRIBUTOS DETERMINADOS EVALUADOS POR LOS TEST CON ESTRÉS INDUCIDO, EN CADA UNA DE LAS FASES DEL PROCESO.....	21
A.- Calibre: 38-42 (granos por onza).....	23
1.B.- Calibre: 50-60 (50-60 granos por onza).....	28
1.C.-Calibre: 80-100 (80-100 granos por onza).....	33
2.- COMPARACION ENTRE TEST, ORDENADOS POR CALIBRE, CON ATRIBUTOS PRINCIPALES SELECCIONADOS, PARA ETAPAS MÁS IMPORTANTES.	37
CONSIDERACIONES FINALES.....	42
CONCLUSIONES.....	44
BIBLIOGRAFÍA CITADA	45
ANEXO	47
ESQUEMA DE LAS EVALUACIONES	47
TEST CON ESTRÉS.....	47
CALIBRES SELECCIONADOS DE CADA ETAPA.....	48
REFERENCIAS/ETAPAS	48
GRÁFICOS ANEXOS	49
A.- Calibre: 38-42 (granos por onza).....	49
B.- Calibre: 50-60 (50-60 granos por onza).....	53
C.-Calibre: 80-100 (80-100 granos por onza).....	57

ÍNDICE DE CUADROS

A.- CALIBRE: 38-42 (GRANOS POR ONZA)	23
Cuadro a1: poder germinativo, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 38-42	23
Cuadro a2: plántulas vigorosas, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 38-42	24
Cuadro a3: plántulas débiles, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 38-42	24
Cuadro a4: plántulas anormales, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 38-42	25
Cuadro a5: plántulas muertas, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 38-42	26
Cuadro a6: semillas muertas, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 38-42	26
Cuadro a7: semillas duras, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 38-42	27
B.- CALIBRE: 50-60 (50-60 GRANOS POR ONZA)	28
Cuadro b1: poder germinativo, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 50-60	28
Cuadro b2: plántulas vigorosas, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 50-60	29
Cuadro b3: plántulas débiles, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 50-60	29
Cuadro b4: plántulas anormales (plántulas anormales + plántulas muertas), según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 50-60	30
Cuadro b5: plántulas anormales, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 50-60	30
Cuadro b6: plántulas muertas, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 50-60	31
Cuadro b7: semillas muertas, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 50-60	31

Cuadro b8: semillas duras, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 50-60..	32
C.-CALIBRE: 80-100 (80-100 GRANOS POR ONZA)	33
Cuadro c1: poder germinativo, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 80-100.....	33
Cuadro c2: plántulas vigorosas, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 80-100.	33
Cuadro c3: plántulas débiles, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 80-100.....	34
Cuadro c4: plántulas anormales (pa+pm), según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 80-100.....	34
Cuadro c5: plántulas anormales, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 80-100.	35
Cuadro c6: plántulas muertas, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 80-100.....	35
Cuadro c7: semillas muertas, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 80-100.....	36
Cuadro c8: semillas duras, según test de frío (tf) y envejecimiento acelerado (ea), de las semillas del calibre 80-100..	36

ÍNDICE DE FIGURAS

MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
Figura 1: Diagrama de Planta simplificado con los puntos de muestreo.....	19
DATOS ENTRE CALIBRES, CON ATRIBUTOS PRINCIPALES SELECCIONADOS Y ENTRE CALIBRES	37
Figura D1: Semillas germinadas y plántulas vigorosas y muertas según la metodología de evaluación de las semillas de los tres calibres del momento de arrancado(testigo).....	37
Figura D2: Semillas germinadas y plántulas vigorosas y muertas según la metodología de evaluación de las semillas de los tres calibres sometidas a todas las etapas previas antes del ingreso al acopio (arrancado, descapotado y transporte)..	38
Figura D3: Semillas germinadas y plántulas vigorosas y muertas según la metodología de evaluación de las semillas de los tres calibres sometidas a todas las etapas hasta pre-limpieza inclusive.	39
Figura D4: Semillas germinadas y plántulas vigorosas y muertas según la metodología de evaluación de las semillas de los tres calibres extraídas luego del descascarado y reducción de livianos.....	40
Figura D5: Semillas germinadas y plántulas vigorosas y muertas según la metodología de evaluación de las semillas de los tres calibres del final del proceso de acondicionamiento en la Planta..	41
A.- CALIBRE: 38-42 (GRANOS POR ONZA)	49
Figura A1: Poder germinativo, según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 38-42.....	49
Figura A2: Plántulas vigorosas, según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 38-42.....	49
Figura A3: Plántulas débiles, según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 38-42.....	50
Figura A4: Plántulas anormales (Plántulas anormales + Plántulas muertas), según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 38-42..	50

Figura A5: Plántulas muertas, según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 38-42.....	51
Figura A6: Semillas muertas, según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 38-42.....	51
Figura A7: Semillas duras, según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 38-42.....	52
B.- CALIBRE: 50-60 (50-60 GRANOS POR ONZA).....	53
Figura B1: Poder germinativo según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 50-60.....	53
Figura B2: Plántulas vigorosas según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 50-60.....	53
Figura B3: Plántulas débiles según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 50-60.....	54
Figura B4: Plántulas anormales (Plántulas anormales + Plántulas muertas) según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 50-60.. ..	54
Figura B5: Plántulas anormales según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 50-60.....	55
Figura B6: Plántulas muertas según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 50-60.....	55
Figura B7: Semillas muertas según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 50-60.....	56
Figura B8: Semillas duras según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 50-60.....	56
C.-CALIBRE: 80-100 (80-100 GRANOS POR ONZA).....	57
Figura C1: Poder germinativo según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 80-100.....	57
Figura C2: Plántulas vigorosas según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 80-100.....	57
Figura C3: Plántulas débiles según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 80-100.....	58

Figura C4: Plántulas anormales (Plántulas anormales + Plántulas muertas)según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 80-100..	58
Figura C5: Plántulas anormales según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 80-100.....	59
Figura C6: Plántulas muertas según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 80-100.....	59
Figura C7: Semillas muertas según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 80-100.....	60
Figura C8: Semillas duras según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 80-100.....	60

**PÉRDIDA DE LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE LA SEMILLA DE MANÍ
(*Arachis hypogaea* L.) DURANTE EL PROCESAMIENTO POSCOSECHA**

RESUMEN

La producción de semillas es un subsistema mucho más sensible, en cuanto a estrategias de manejo, que la producción de granos. La semilla de maní (*Arachis hypogaea* L.) es más susceptible al daño que las de otras especies, porque tiene un tegumento muy delgado y una radícula expuesta, haciéndola más vulnerable al tratamiento agresivo que sufre durante el manipuleo en la Planta Seleccionadora. Cuando la semilla de maní es utilizada para la siembra debe tener intacta su estructura, porque los daños internos y externos interfieren negativamente en el proceso de imbibición y removilización, afectando el desarrollo de las plántulas que determinan la germinación. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de las operaciones a las que se somete la semilla de maní, desde la producción primaria a campo, el recibo y acondicionamiento, el proceso de selección y clasificación y la conservación hasta la utilización como semilla sobre su calidad fisiológica. Luego de analizar un lote seleccionado mediante la utilización del poder germinativo y test de vigor en puntos clave del proceso se concluye que las semillas perdieron la capacidad de formar plántulas normales durante el acondicionamiento en la Planta, reduciendo la calidad fisiológica. Siendo las etapas más críticas del proceso el momento del tamañado y el descascarado de los frutos, donde aumentó el porcentaje de plántulas débiles y anormales, y durante la selección por tamaño de las semillas donde se incrementó de manera notable las plántulas y semillas muertas.

Palabras claves: *Arachis hypogaea*, tamaño de semilla, acondicionamiento, vigor.

**PHYSIOLOGICAL QUALITY LOSS PEANUT SEED (*Arachis hypogaea* L.)
DURING POSTHARVESTPROCESSING**

SUMMARY

Seed production is a much more sensitive subsystem than crop production as regards management strategies. The peanut (*Arachis hypogaea* L.) seed is more prone to damage than other seeds because it has a thin integument and an exposed radicle, making it more vulnerable to the aggressive treatment experienced during manipulation at the sorting plant. When used for sowing, the peanut seed has to keep its structure unbroken because both internal and external damage have a negative effect on the imbibition process, affecting seedling growth which determines germination. The aim of this study was to evaluate the effect of the procedures to which the peanut seed is exposed, from primary production in the fields and conditioning, the process of sorting and sampling, and conservation on seed quality. Three seed size were analyzed with germination and vigor test at key points of the process. It was observed that the seeds had lost their capacity to produce normal seedlings during their conditioning, reducing the germination and vigor. The most critical stages of the process were the pod sized and shelling which increased the percentage of weak normal and abnormal seedlings, and during the selection seed size which increased dead seedlings and dead seeds.

Key word: *Arachis hypogaea*, seed size, conditioning, vigor.

INTRODUCCIÓN

La germinación de una semilla y la emergencia de una plántula son procesos complejos combinan aspectos fisiológicos, químicos y físicos, que comienzan con la imbibición -al contacto con el agua- y culminan cuando el embrión deja de depender de las reservas propias acumuladas, para poder producir su propio alimento. Estos procesos, no sólo son afectados por las condiciones ambientales a las cuales las semillas son sometidas durante la siembra, sino también por factores internos relacionados con la “historia” de cada semilla individual y factores ambientales durante su crecimiento – desarrollo en la planta que les dio origen, pudiendo tener un profundo efecto en el comportamiento de la semilla (ISTA, 2014).

La semilla, para que germine, debe ser provista de agua, oxígeno y temperatura en un rango que depende de cada especie y variedad. Aún con condiciones ambientales adecuadas, no todas las semillas germinan. Las condiciones ambientales influyen en el crecimiento-desarrollo de las semillas y, consecuentemente, en su calidad fisiológica, por lo que para producirlas es necesario considerar el ambiente de producción (Fernández y Giayetto, 2006). En la historia de la semilla, la ocurrencia de ciertos factores, como deficiencias nutricionales durante la formación del embrión en la planta madre, o condiciones climáticas relacionadas con excesos o déficit hídricos, o procesos alternados de ambas situaciones, pueden producir daños en sus estructuras. Los cotiledones y plúmulas dañados pueden producir anomalías o incluso la muerte del embrión (Ketring y Reid, 1995).

Si bien son importantes los factores que afectan la germinación y el vigor, durante el crecimiento y desarrollo de la semilla en la planta madre, el comportamiento del lote puede ser afectado seriamente por el tratamiento que reciben las semillas durante la cosecha y en el acondicionamiento de la semilla durante el procesamiento cosecha. Durante esta etapa se pueden producir daños mecánicos en la semilla de maní por estar expuesta a una serie de procesos que impactan fuertemente en su condición física, por lo cual se aconseja minimizar los daños mecánicos a fin de contribuir a mantener la calidad de la misma (Guerke, 2005). Estos daños son más comunes en estaciones secas, cuando la baja humedad ambiental hace que las semillas pierdan agua rápidamente alcanzando valores que las tornan aún más frágiles y susceptibles al partido o a las roturas durante los procesos a las que están expuestas (Fernández y Giayetto, 2006).

En el campo, durante la operación de arrancado, es la primera situación a la que la semilla es expuesta a condiciones que le pueden provocar daño. Como su nombre lo indica, la planta madre de maní es arrancada del suelo, debido a que tiene la particularidad de que los óvulos fertilizados, después de la polinización, penetran en el suelo y el fruto se desarrolla subterráneamente. Una vez

arrancado el maní, el cordón deplantas invertido permanece en el lote perdiendo humedad, etapa que se denomina curado, hasta que se pueda iniciar el descapotado.

El tiempo de exposición durante ese periodo de oreo de los frutos y semillas debe ser reducido al mínimo, para que estén expuestos el menor tiempo posible a alta humedad relativa y temperatura, o variaciones de éstas, para no afectar la calidad fisiológica de la semilla.

Las condiciones ambientales durante el secado pueden favorecer el desarrollo de patógenos tales como *Aspergillus flavus*, causantes de la contaminación con aflatoxinas; como de otros hongos, entre ellos *Rhizopus spp*, *Aspergillus spp*, *Fusarium spp*, *Pythium spp* (habitantes naturales del suelo) causantes de reducir el poder germinativo el vigor, como así también, de causar podredumbres en las plántulas, como *damping off* (de pre y postemergencia), y que pueden ser transportados también por la semilla, produciendo daños poscosecha y en el almacenamiento (García et al., 2010).

Otro problema, es la ocurrencia de heladas inmediatamente después del arrancado, cuando las semillas tienen alto contenido de humedad. En esta situación, se pueden provocar daños fundamentalmente en los cotiledones, perder la coloración del tegumento y afectar los procesos metabólicos, reduciendo el porcentaje de germinación, vigor y emergencia a campo (Ketring y Reid, 1995). Además, las bajas temperaturas entre 0,9-1,6°C (Singleton y Patae 1989, citado por Fernández y Giayetto, 2006), aunque no llegan a producir heladas, durante tres noches consecutivas, pueden provocar daños en las semillas imperceptibles a simple vista y que pueden ser detectados por incrementos en la conductividad eléctrica -efecto aún mayor en las semillas de menor tamaño-, adjudicados a alteraciones en la estructura de las membranas celulares.

El descapotado, es también una parte de la cosecha que incide directamente sobre las pérdidas en cantidad y calidad del cultivo, y está condicionado por la disponibilidad de maquinaria, así como por las características técnicas de éstas.

Luego de esta etapa, continúa el acarreo hasta la planta industrial donde los frutos serán procesados. Allí, además de ser sometidos a los factores climáticos, puede producirse también la contaminación con microorganismos ambientales, dentro de los cuales pueden encontrarse patógenos oportunistas como *Aspergillus flavus* y especies de los géneros *Rhizopus*, *Aspergillus*, entre otros que en determinadas circunstancias pueden favorecer el deterioro de la semilla (Fernández y Giayetto, 2006).

En la Planta Industrial de acondicionamiento y clasificación, el procesamiento de la semilla del maní podría separarse en diferentes fases según la empresa.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

A mediados del año 2012, OLEGA S.A. pone en funcionamiento su nueva planta de producción de maní confitería, ubicada en la localidad de Reducción (Provincia de Córdoba), sobre la Ruta Nacional N° 8, km 560,5 donde fue realizado este Trabajo Final de Grado. Esta planta, orientada al rubro de acopio y selección de maní tipo confitería, cuenta con tecnología para descascarar y seleccionar maní de alta calidad, con muy bajo contenido de cuerpos extraños en el producto terminado, permitiendo así cumplir con las exigencias de los mercados internacionales. La planta posee una alta capacidad de limpieza, secado y almacenaje de maní en caja, y procesa únicamente maní de tipo “alto oleico”. Su producción es de 300 toneladas diarias de maní confitería, con una capacidad anual de 80.000tn de materia prima y con posibilidad de almacenaje de producto terminado de 14.000tn.

Planta de Acondicionamiento

En la Planta de Acondicionamiento de Olega SA, el procesamiento puede dividirse en tres fases (OLEGA, 2015), que se describen a continuación:

- 1.- Recibo y acondicionamiento de la materia prima.**
- 2.- Proceso principal.**
- 3.- Conservación y despacho del producto terminado.**

1.- En la *fase I*, el maní cosechado en “cajas”, llega del campo en camiones e ingresa al predio con su respectiva carta de porte, se la entrega al personal de guardia de la empresa, quien le provee un número de turno por quintuplicado, uno para la guardia, otro para el camionero y los restantes se utilizan para la identificación de las muestras.

La guardia autoriza al camionero a pasar al calador neumático, de acuerdo al orden de turno, donde se extraen las muestras según Norma XXII anexo A, para ser analizadas en los laboratorios de análisis físico y de aflatoxina.

El calador neumático toma dos muestras. Una de ellas es utilizada para el análisis de aflatoxina, la misma se descascara, se muele en el sector de molienda y luego es llevada al laboratorio de análisis químico para su análisis. La otra muestra es destinada al análisis físico, donde los operarios de la Calidad a la Recepción cuarteán la muestra, la pesan (1 kilo o más), y separan los granos sueltos, cuerpos extraños (marlo, palo, soja, maíz, cáscara, restos vegetales, chauchas vanas, etcétera); tierra o cascotes y cajas con granos. Cada fracción es pesada y registrado el valor en forma individual.

Posteriormente, las cajas son clasificadas con una tamañadora para luego ser descascaradas en forma mecánica, y así obtener el grano denominado “apto”. Estos granos son separados por tamaño con una mesa vibratoria, dividida en 5 zarandas durante 30 segundos, en cada tamaño se separan manualmente (por picoteo) los granos que presentan daños visibles a ojo desnudo (moho externo, tegumento manchado, grano podrido, dañado por insecto, partido, pelado o brotado). Los granos que no presentan daños externos, son llevados a un horno microondas durante 1 minuto, aproximadamente, para evaluar los posibles daños internos (helados, moho interno, ardido, manchado, inmaduro).

Una vez obtenidos ambos resultados, se procede a descargar, clasificando la materia prima en diferentes calidades (proceso de segregación) y de acuerdo con éstas se procesan en la planta según los requerimientos del mercado. Por lo general, cada una de las celdas de almacenamiento se dividen en dos o tres sectores que permiten separar los granos de maní según los siguientes criterios de calificación:

- Rango de humedades, pero nunca con valores de humedad mayores al 10%.
- Distintas calidades, según las bases de comercialización vigentes, no superando las tolerancias de recibos.
- Características genéticas: genotipos, contenido de oleico, 1^{ra} multiplicación, 2^{da} multiplicación, identificadas.
- Contenido de Aflatoxina, no excediendo las tolerancias de recibo (en ppb).

Los resultados obtenidos, son detallados en un formulario de acondicionamiento y descarga, que permite hacer un seguimiento y una trazabilidad del producto recibido y acopiado. Esta etapa, dentro de la recepción y acondicionamiento, se conoce como **muestreo, calidad y segregación de la materia prima**.

Inmediatamente, el maní se somete a un proceso de pre-limpieza inicial, donde se separan los cuerpos extraños (piedras, palos, tierra, entre otros) e impurezas dejándolo en óptimas condiciones para su almacenamiento en las celdas. Esta etapa se conoce como **pre-limpieza de materia prima**, allí el maní es sometido a un proceso de zarandeo, aspiración y múltiples caídas que pueden afectar la calidad del maní de manera negativa.

Luego, continúa el **proceso de secado**. Se trata de un proceso estático compuesto por carros secadores (acoplados con doble fondo), secadoras pivotantes y colgantes que utilizan gas licuado del petróleo (GLP) como combustible y a las cuales se comanda mediante un sistema automático (PLC) que establece las condiciones de funcionamiento (u órdenes de “seteo”) de cada secadora.

Este proceso se lleva a cabo en hangares de secado que albergan los carros que se secarán en simultáneo.

Previamente al secado, se debe conocer el contenido de humedad de la masa de granos de maní almacenados en el carro, el cual se mide con humidímetro. El valor inicial determinará el tiempo de secado, pues, al finalizar el proceso, deberá contener entre 9 y 10%. La configuración del sistema (temperatura y caudal de aire al ingreso de la secadora) permite bajar, aproximadamente, 1 punto de humedad cada 3 horas de secado.

El proceso de secado inicia luego de que el carro secador está estacionado en el hangar y conectado a la manga de unión entre la turbina de secado, que proporciona el aire en condición “seca”, con la boca de la cámara de aireación del carro. Esta cámara de aireación es la que se forma con el doble fondo perforado del carro.

El flujo de aire seco, impulsado por una turbina, es forzado a pasar a través de la zaranda perforada y luego a través de la masa de granos/semillas de maní húmeda. Este flujo de aire seco va realizando un intercambio de humedad con los granos/semillas de maní y de esta forma va bajando su contenido. Dependiendo de la humedad relativa y temperatura ambiente, se configurarán automáticamente las condiciones de secado. Éstas pueden ser con quemador encendido o apagado. En caso de que la humedad relativa ambiente sea inferior a 45%, no será necesario encender los quemadores, ya que el aire que ingresa al carro tiene un contenido de humedad que permite el secado y en condiciones de hacer el intercambio de humedad con la masa. En caso de que la humedad ambiente sea superior a 45%, se deberán encender los quemadores para secar el aire y que, posteriormente, ingrese a la secadora con menos de 45% de humedad. Mientras mayor sea la húmeda ambiente, mayor será la actividad del quemador, que es controlada con un sensor de temperatura (sonda) ubicado en la manga de unión del carro y la secadora. En caso que sea necesario secar a una temperatura del flujo de aire mayor a 32°C, el proceso se detiene y es reanudado cuando cambian las condiciones climáticas, debido a que con esa temperatura se verán afectadas las propiedades organolépticas del maní. Esto puede ocurrir los días cálidos o calurosos (>20°C) y de mucha humedad relativa (>80%). La regulación de la válvula de gas es automática, y dará mayor o menor actividad al quemador, ajustándose cada dos minutos. Durante el proceso de secado, se van retirando muestras del maní para controlar el proceso.

El secado es una de las etapas que mayor cuidado requiere, ya que los frutos son expuestos a corrientes de aire de alta temperatura por periodos de tiempos que dependerán del equipo y el contenido de humedad de la semilla, factor de importancia ya que cuando es alto reducen su calidad debido a la pérdida rápida de agua, produciéndose daños externos e internos. El secado no debe exceder los 24°C porque afecta el sabor y 38°C si se destinará a semilla (González, 1984).

Una vez que el proceso de secado ha concluido, se procede a desenganchar la máquina de secado y a retirar el carro, que se deja un par de horas hasta que se estabilice su humedad y temperatura, entonces, ser descargado a las celdas de acopio. Con la liberación de los carros se confeccionan los registros de trazabilidad de esa mercadería, por cualquier inconveniente que surja en el futuro.

Después de terminado el proceso de pre-limpieza y secado (de ser necesario), el producto es almacenado en los silos celdas hasta que sea procesado, dividiéndola según sus características. Las celdas son herméticas y con sistema de aireación para evitar la condensación y preservar la calidad del maní. La etapa se la conoce con el nombre de **almacenamiento de la materia prima**. Sin embargo, esta condición no asegura que no se generen infecciones, debido a los microorganismos presentes, capaces de tolerar estas condiciones de almacenamiento, los cuales también pueden interferir en la calidad de la semilla (Rocha – García *et al.*, 2006). Es de fundamental importancia recalcar que para esta etapa los granos/semillas de maní permanecen contenidos en su respectiva caja.

2.- La **fase2**, conocida como **proceso principal**, consta de varias etapas.

En primera instancia, el maní recibe otro proceso de pre-limpieza más completo, separando todos los cuerpos extraños y las impurezas, conocido con el nombre de **pre-limpieza** propiamente dicha. En este nivel, se separan los granos sueltos de las vainas, destinándolos a una línea independiente del resto de los granos en caja.

Posteriormente, las cajas son sometidas a una operación de **tamaño**, donde son separadas en dos o tres calibres, con la finalidad de conseguir lotes más o menos uniformes de tamaños de cajas y facilitar así el proceso de **descascarado**. Ésta es una de las etapas más agresivas y, probablemente, la de mayor impacto en la calidad de la semilla. Este proceso consiste en la ruptura del pericarpio del fruto (cáscara) a través de cilindros, realizando el proceso en seis (6) etapas de descascarado, dependiendo del tamaño de las vainas. La cáscara, producto de este tratamiento, es retirada del proceso a través de un transporte neumático hasta las instalaciones de molienda de cáscara, que será utilizada por una fábrica de cementos como combustible sustituto del gas natural.

Las semillas son separadas en tres líneas de producción, las cuales reciben tratamientos similares pero no comparten las mismas maquinarias, como se describen a continuación:

- a) Grano grueso
- b) Grano pequeños(fino) y partido
- c) Grano suelto

En cada una de las líneas las semillas, luego del descascarado, pasan por un proceso de vibrado o **separación de livianos** donde los granos grandes, finos y partidos -procedentes de las etapas de descascarado- son sometidos a una separación de impurezas a través de mesas gravimétricas que, mediante un sistema de flujo de aire y un movimiento alternativo, separan por peso específico todo cuerpo extraño liviano y granos dañados (partidos, chuzos, entre otros). El rechazo de estas máquinas gravimétricas puede ser destinado a grano para industria de extracción de aceite o a una etapa de recupero.

Después de esta etapa, continua la **selección electrónica**, proceso por el cual, a través de máquinas foto-electrónicas dicromáticas se separan los granos que presentan algún daño, cuerpo extraño u otro color que difiere del color estándar del maní confitería. La máquina se basa en un potente sistema de visión (cámaras) y los disparos son efectuados por un eyector de aire que retira del flujo el grano dañado o cuerpo extraño. El rechazo de estas máquinas electrónicas es destinado a grano para la industria de aceite.

Próximo a esto, continua la etapa de **inspección**, donde el maní procedente de la selección electrónica ingresa a una inspección final. Los granos de maní son conducidos a través de una cinta transportadora donde personal especializado realiza un control estadístico de posibles cuerpos extraños, granos defectuosos o de otro color que la etapa anterior no hubiere separado. Este control es una de nuestras principales herramientas para la configuración y ajustes (establecimiento de las condiciones de funcionamiento) del proceso.

El maní seleccionado ingresa al proceso de tamañado mediante zarandas planas, a efectos de definir la granometría de acuerdo a estándares ya establecidos en cantidad de granos en un onza (28,35 g). Este proceso se denomina **clasificación por tamaño**. La determinación de la granometría se realiza con zarandas planas de perforaciones redondas o de tajo de acuerdo a la necesidad. Luego, las semillas de maní pasan por un detector de metales que realiza su separación, eliminándolos por un flujo de rechazos, etapa que se denomina **detección y eyección de metales**.

El proceso finaliza con el **embolsado del producto final**. El proceso de envasado en “big-bag” se realiza en la línea de producción mediante llenado directo por acción de gravedad, hasta llegar a 1250 kg, cuando se corta el flujo de producto, utilizando una balanza dosificadora. El envase es identificado con un rótulo con número de lote, año de cosecha, granulometría y peso.

En esta fase, las semillas están desprovistas del fruto -su principal protección natural-, por lo que se tornan muy susceptibles a sufrir daños en el tegumento y otras partes de las semillas como los cotiledones y la radícula. El daño en el tegumento altera la velocidad de imbibición de agua favoreciendo la entrada de agua rápidamente, lo que provoca daños en las células. En los cotiledones se produce muerte de los tejidos, incluso toda la semilla puede morir, pero el daño

inmediato es la pérdida de sustancias de reserva. La radícula, que está muy expuesta en la estructura de la semilla, es muy susceptible a daños, pudiendo experimentar fácilmente magulladuras causadas por las fuerzas de impacto durante el manipuleo, afectando la región meristemática. Otra región susceptible al daño es el punto de unión entre los cotiledones y el embrión, siendo las semillas de tamaños más grandes las más frecuentemente afectadas en esa zona, principalmente si han perdido el tegumento por un secado rápido (Fernández y Giayetto, 2006).

3.- La *fase3* del proceso se denomina **conservación y despacho del producto terminado**, y cuenta con dos etapas.

La primera, de **almacenamiento de producto terminado en depósitos refrigerados**, donde los lotes de producto que se fueron conformando durante la etapa de embolsado e identificación, son almacenados en un depósito acondicionado a $10^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y humedad relativa (HR) de $60\% \pm 10\%$, hasta que se solicite la orden de carga. Las condiciones de humedad relativa y temperatura del ambiente donde se almacenan las semillas, como la calidad con que las mismas inician el periodo de almacenamiento, son determinantes de la calidad del producto al finalizar este proceso (Fernández y Giayetto, 2006). Las semillas de menor calidad no sólo tendrán problemas posteriores a campo, sino que también se verá afectada su capacidad de almacenamiento y de soportar condiciones estresantes, tales como las proporcionadas por ambientes de 20°C y 75% de HR, o de 3°C y 80% de HR. Estas condiciones de alta humedad producen una reducción de la hormona etileno, una de las que regula la germinación (Ketring y Reid, 1995).

La etapa de **carga del producto terminado**: la orden de carga surge por requerimiento de clientes internos, a lo cuales se les entrega la mercadería solicitada con la conformidad de cumplimiento de especificaciones, y/o a clientes externos, cuyo lote cumple con la especificación de dicho cliente. Si el cliente lo requiere, puede estar avalado por un laboratorio externo. Con la orden correspondiente, se procede a la carga del lote en camiones que transportarán la mercadería hasta la playa de consolidación en contenedores. Estos camiones deben cumplimentar diferentes requisitos, de acuerdo al destino de la carga (exportación o uso interno), y si el producto está envasado en bolsas de 1250 kg o de 25 o 50 kg. Al finalizar la carga se pesa el lote, se precinta el camión, se anexa el número de precinto a la carta de porte y registro de carga y se libera el transporte para el envío a destino.

MARCO TEÓRICO

La semilla, a lo largo de su historia, es cosechada, procesada, almacenada, empaquetada y, a veces, transportada a largas distancias antes de ser sembrada. Actualmente, una semilla de buena calidad se ha transformado en un insumo relativamente costoso, y fundamental para obtener los máximos márgenes para el usuario. Para asegurar esto, las Asociación Internacional de Analistas de Semillas (ISTA), ha elaborado una serie de criterios, con bases científicas y parámetros estandarizados, así como también métodos para establecer estándares, con validez internacional, que determinan los atributos que hacen a una semilla de calidad y así posibilitar al usuario obtener semillas verdaderamente testeadas. Entre estos test, podemos definir dos grandes grupos: (i) test donde la semilla es sometida a condiciones óptimas y controladas en laboratorio de humedad, temperatura y características de sustrato que la especie requiere para germinar, y (ii) test donde la semilla es sometida a condiciones no favorables denominados test de vigor con estrés, donde se evalúa la capacidad de tener un desempeño adecuado en condiciones sub-óptimas, también posibles de obtener a campo o durante el almacenamiento (ISTA, 2008).

PODER GERMINATIVO: TEST EN CONDICIONES ÓPTIMAS

El poder germinativo es uno de los atributos más importantes que hacen a la calidad de la semilla (ISTA, 2006). El objetivo de un test de germinación es determinar la capacidad potencial de germinar de un lote de semillas, con la finalidad de poder predecir su comportamiento en condiciones óptimas, así como también, poder comparar diferentes lotes. Aquí radica la importancia de que cada semilla testada sea verificada y examinada de manera individual, bajo los más estrictos controles de calidad, ya que cada una de ellas contribuye individualmente a la calidad del lote (AOSA, 1983).

Un ensayo a campo es generalmente insatisfactorio, dado que sus resultados no pueden ser repetidos con confiabilidad. Para ello, se utilizan métodos de laboratorio con condiciones controladas, los cuales producen una germinación más regular, rápida y completa bajo condiciones estandarizadas (ISTA, 2006). Esto posibilita que los resultados de la evaluación tengan validez internacional y sean comparables con otros lotes de semillas y, además, que las diferencias sean sólo atribuibles a las condiciones *in situ* de la semilla.

Con el objeto de proveer a las semillas germinantes y a las plántulas las condiciones óptimas para su evaluación, se consideran los siguientes aspectos:

- *Medio de crecimiento: Sustrato:* El ISTA recomienda como sustrato para realizar las pruebas de germinación del maní (*Arachis hypogaea* L.), el método entre papel (Betweenpaper – BT). Este medio proporciona un adecuado espacio poroso para el aire y el agua, así como también para el correcto desarrollo del sistema radical y el correcto contacto del mismo con la humedad apropiada para que se realice la germinación y el crecimiento de la plántula. El papel de celulosa purificada, tipo toalla, con suficiente fuerza de resistencia al desgarro, evita que las raíces de las plántulas puedan crecer en y no a través del papel, así como también es capaz de resistir el manipuleo durante las pruebas de germinación. En este método, las semillas se distribuyen uniformemente entre dos capas de papel de germinación adecuadamente humedecidos en cajas o bandejas o bien haciendo rollos de papel los cuáles se colocarán en posición vertical dentro de la cámara de germinación y/o germinador (ISTA 2008).
 - ✓ *Retención de agua:* Este medio, cuando la cantidad de agua correspondiente es agregada, sus partículas poseen la suficiente capacidad para retener esa cantidad de humedad y proveer su continuo movimiento a la semilla y plántula, pero también de proveer suficiente espacio para la aireación requerida para la óptima germinación y crecimiento radicular (ISTA, 2006).
 - ✓ *pH:* El medio seleccionado proporciona un rango de pH entre 6 y 7.5, adecuado para la germinación (ISTA, 2006).
 - ✓ *Limpieza:* se toma en consideración que el medio este adecuadamente limpio de hongos, bacterias u otras sustancias tóxicas que pudieran interferir en el proceso de germinación de las semillas y crecimiento de plántulas.
- *Temperatura:* la velocidad de germinación y desarrollo del embrión, dependen de la temperatura. Se selecciona una temperatura de veinticinco grados Celsius, óptima para el desarrollo adecuado de las plántulas de esta especie (ISTA, 2006). Teniendo la precaución de que la misma fuere lo más uniforme posible durante todo el proceso y en todo el aparato germinador, y que la variación de la misma no supere $\pm 2^{\circ}\text{C}$.
- *Pre-tratamiento de las semillas:* Existen diversas razones por las cuales las semillas, a pesar de ser expuestas a condiciones óptimas para su germinación, pueden no germinar. La más importante es la dormición. Por ello, las semillas de maní se almacenan en un lugar seco y fresco por un periodo mayor a tres meses, lo que asegura la pérdida de dormición de la semilla.

TEST DE VIGOR: ESTRÉS INDUCIDO

Muchas veces, se utiliza para caracterizar un lote de semillas, el poder germinativo, que hace referencia a la cantidad de semillas germinadas, con adecuadas características fisiológicas, bajo condiciones óptimas y controladas en laboratorio de humedad, temperatura y características de sustrato, que la especie requiere para germinar. Estos resultados son válidos, cuando las condiciones de campo se asemejan a las del laboratorio. Sin embargo, estas condiciones no siempre ocurren, cuando las semillas son expuestas a condiciones ambientales sub-óptimas se producen cambios que afectan negativamente la actividad metabólica de las semillas, reduciendo la proporción de semillas germinadas (Marcos Filho, 2015). Entre estos cambios, se pueden mencionar modificaciones en la capacidad de síntesis de las mitocondrias y reducción de su actividad, desnaturalización de proteínas, disminución de las reservas, incremento en las cantidades de ácidos grasos libres y reducciones en los niveles de azúcares (Marnett, 1999), reducción de la actividad enzimática y síntesis de ARN (McDonald, 1999). La mayoría de estos eventos son desencadenados por la desorganización y pérdida de la integridad de las membranas celulares, causada por la peroxidación lipídica, la cual reduciría el potencial fisiológico de la semilla (Marcos Filho, 2015); mientras que, la ocurrencia de anomalías en las plántulas es atribuible a la muerte de tejidos en diferentes partes de las semillas, particularmente en los tejidos meristemáticos (McDonald, 1999).

Han sido formuladas técnicas para evaluar el comportamiento de las semillas en condiciones subóptimas, que se asemejarían más a la variada y cambiante oferta ambiental que ocurre a campo, conocidas con el nombre de test de vigor, las cuales proveen una cualificación más adecuada de las semillas (McDonald, 1994).

La AOSA (Association of Official Seed Analyst - EEUU) define como vigor de la semilla a “la suma de todas aquellas propiedades que determinan el potencial para una rápida aparición, uniforme, y el desarrollo de plántulas normales bajo una amplia gama de condiciones de campo” (AOSA, 1983; Baalbaki *et al.*, 2009). También, el ISTA lo define como vigor a “la suma de aquellas propiedades que determinan la actividad y performance de un lote de semillas para una aceptable germinación en un amplio rango de ambientes”. Un lote vigoroso de semillas es aquel potencialmente capaz de actuar adecuadamente bajo condiciones ambientales sub-óptimas para la especie (ISTA, 2014). En efecto, el vigor de las semillas es una interacción de características, de atributos independientes del potencial fisiológico como la velocidad de germinación y crecimiento de la plántula, la habilidad de germinar debajo o por encima de la temperatura óptima y otros aspectos relacionados con la tolerancia al estrés, es decir la definición de AOSA (AOSA, 1983; Baalbaki *et al.*, 2009).

La importancia de un test de vigor radica en que este procedimiento analítico, que evalúa la calidad de las semillas bajo condiciones estandarizadas, no sólo permitiría al productor determinar el vigor de un lote y establecer como éstas se comportarían en el campo antes de ser sembradas (McDonald, 1988); sino que, además, haría posible reproducir estos resultados por cualquier otro laboratorio y alcanzar, para el mismo lote de semillas, resultados similares (McDonald, 1999), o bien, brindar la identificación precisa de las diferencias en el potencial fisiológico entre lotes de idéntico valor comercial, con el objetivo de identificar cuáles de éstos tendrían la mayor probabilidad de obtener un mejor desempeño después de la siembra, o incluso, durante el almacenamiento (Marcos Filho, 2015).

Los requerimientos de un test de vigor incluyen, a diferencia de un test en condiciones estándares, una alta sensibilidad a las diferencias en el potencial fisiológico, no detectadas por los test de germinación, necesarias para identificar lotes de semillas de alto y bajo vigor, cuyos resultados serían comparables con el comportamiento a campo. Además, la correcta interpretación de los resultados de estos test, proveería información que permitiría determinar los requerimientos y su distribución durante la siembra y una estimación del probable éxito bajo distintas condiciones de campo (Marcos Filho, 2015).

Como se mencionó anteriormente, un test de vigor es una combinación de características que determinan el comportamiento potencial de un lote de semillas antes de ser sembrado. Como consecuencia existen múltiples técnicas para esta evaluación. Algunas de ellas, son realizadas con el objetivo de identificar la tolerancia del lote al estrés, de las cuales podemos mencionar el test de frío y el de envejecimiento acelerado.

Test de frío

Este procedimiento tiene el objetivo de evaluar la respuesta de un lote de semillas sometidas a bajas temperaturas durante la imbibición. Dos tipos de estrés son producidos con este test: (i): temperaturas sub óptimas, las cuales favorecen la fuga de los solutos celulares durante la absorción de agua de las semillas, debido a la desorganización del sistema de membranas -en tal situación de bajas temperaturas, la reparación de las membranas se produce a muy baja velocidad, incrementando la liberación de lixiviados, incluidos azúcares-; y (ii) la presencia de microorganismos, la cual se incrementa en el medio, no sólo como consecuencia de la temperatura, sino también por el estímulo producido por la liberación de azúcares, los cuales también contribuirían a producir el estrés (Marcos Filho, 2015).

Envejecimiento acelerado

Este test provee importante información acerca del potencial de almacenamiento de un lote de semillas (McDonald, 1988). Las semillas previamente calibradas son hidratadas hasta un nivel específico mientras son expuestas a temperaturas relativamente altas y humedades relativas próximas al 100% por un periodo determinado de tiempo. Luego de esto, las semillas son expuestas a condiciones óptimas de germinación. Las semillas más vigorosas, luego del tratamiento, producirían un mayor porcentaje de plántulas normales comparativamente con las de menor vigor (Baalbaki *et al.*, 2009). Este test es llevado a cabo a una temperatura de 41°C, debido a que ésta es la máxima temperatura tolerada por una proteína hidratada. Temperaturas mayores, promoverían la desnaturalización de las mismas, causando la inactivación metabólica y por consiguiente la muerte de la semilla (Marcos Filho, 2015).

ATRIBUTOS QUE DEFINEN LA CALIDAD DE LA SEMILLA

El ISTA (2008) ha elaborado una serie de criterios con bases científicas y parámetros estandarizados, así como también métodos para establecer estándares, con validez internacional, que determinan los atributos que hacen a una semilla de calidad. La germinación fisiológica inicia cuando la raíz primaria perfora el tegumento y termina cuando la plántula alcanza un estado de desarrollo, que puede ser evaluado. Así, cuando se han alcanzado los días establecidos por la normativa las plántulas son valoradas de forma individual según la presencia de sus partes esenciales y se identifican como plántula normal o anormal.

Plántulas normales

Las plántulas normales son definidas como aquellas que muestran el potencial para continuar desarrollando de manera satisfactoria, cuando crecen en un suelo de buena calidad y bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y luz, lo que depende del correcto funcionamiento de las partes esenciales de la semilla durante la germinación y el desarrollo temprano de la plántula. Para ser considerada normal, una plántula debe cumplir los requisitos de alguna de las siguientes categorías (ISTA, 2006):

- **Plántulas intactas:** con todas sus partes esenciales correctamente desarrolladas, completas y saludables en relación con las demás.
- **Plántulas con defectos o deficiencias leves:** muestran ciertos defectos leves en sus estructuras esenciales. Tales plántulas deben tener un desarrollo satisfactorio y equilibrado, comparable con aquellas plántulas intactas del mismo test.

- **Plántulas con infección secundaria:** plántulas que han cumplido con su desarrollo, pero han sido infectadas por un hongo o bacteria provenientes de otras fuentes ajenas a la semilla que le dio origen.

Plántulas intactas

Para ser considerada en esta categoría, las plántulas deben:

- Estar totalmente desarrolladas,
- Con todas sus estructuras presentes, y
- En proporción con las demás, y
- Sanas.

Estructuras que son observadas para ser consideradas en esta categoría:

- Sistema radicular intacto:
 - ✓ Compuesto por una larga y esbelta raíz primaria, la cual es usualmente cubierta con numerosos pelos radiculares, y terminada en una punta fina.
- Eje de plántulas intacta:
 - ✓ Hipocótilo y epicótilo largo en semillas con germinación hipogea.
- Número específico de cotiledones:
 - ✓ En dicotiledóneas, dos cotiledones verdes y expandidos, en semillas con germinación epigea.

Plántulas con defectos leves

La experiencia ha demostrado que ciertos defectos o deficiencias en una parte esencial particular de la plántula pueden ser considerados como leves y tolerados, porque ellos pueden no obstaculizar el normal desarrollo, dando como resultado una plántula totalmente normal y comparable con las demás.

Los siguientes aspectos son considerados como defectos aceptables:

- Una raíz primaria defectuosa, suplantada por suficientes raíces secundarias fuertes.
- Fisuras o grietas superficiales o cicatrizadas en el eje de la semilla o cotiledones.
- Rulos suaves en el eje de la semilla o cotiledones.
- Pequeños puntos necrosados o partes faltantes en cotiledones u hojas primarias que no superen el 50% de la superficie.
- Un solo cotiledón o una sola hoja primaria en lugar de dos o alguna adicional.

Plántulas con infección secundaria

Cualquier plántula que se encuentre deteriorada producto del ataque de un hongo o bacteria, será considerada normal, si es evidente, que la semilla que le dio origen, no fue la fuente de tal infección, y todas las partes esenciales de la plántula se encuentran, en cierta forma, normales.

Plántulas anormales

Las plántulas anormales son definidas como aquellas que no muestran el potencial para continuar un desarrollo en una plántula satisfactoria cuando crecen en suelos de buena calidad y bajo condiciones favorables de humedad, temperatura y luz. Existen diversas razones que pueden producir semillas anormales, las más frecuentes se mencionan a continuación (ISTA, 2006):

- **Daño mecánico en el embrión:** daños en el embrión de la semilla, usualmente como resultado de causas externas tales como:
 - ✓ Daño mecánico durante la cosecha y procesado de los granos.
 - ✓ Deshidratación y humedecimiento.
 - ✓ Contacto repentino con agua en semillas muy secas.
 - ✓ Insectos y ácaros.
 - ✓ Cuando el daño resulta en plántulas con alguna de las estructuras esenciales faltantes o cuando el correcto desarrollo no ocurre, las plántulas son consideradas anormales.

Los posibles tipos de anomalías como resultado de daños mecánicos son los siguientes (ISTA, 2006):

1. Raíz principal pequeña, dividida o faltante.
 2. Grietas profundas y fracturas en los ejes de la semilla o en cotiledones.
 3. Cotiledones o ejes rotos y separados.
- **Deficiencias en el proceso fisiológico de desarrollo de la semilla o embrión:** Existen varios factores externos, que pueden experimentar las semillas durante su formación o almacenamiento por ejemplo en maní(ISTA, 2006):
 - ✓ Deficiencia de algún nutriente.
 - ✓ Clima húmedo durante la maduración que favorece el desarrollo de hongos y su dispersión como la de otros microorganismos.
 - ✓ Clima húmedo puede favorecer también la germinación en la plántula madre.

- ✓ Deficiencias genéticas.
- ✓ Cosecha prematura, con insuficientes semillas maduras.
- ✓ Envejecimiento natural o acelerado, dadas condiciones desfavorables de almacenamiento, las cuales pueden producir disturbios en la germinación o el desarrollo temprano de la semilla.
- ✓ Anomalías fisiológicas, pueden ser también resultado de anormalidades genéticas o del proceso natural de envejecimiento
- ✓ Plántulas desarrolladas insuficientemente, débiles, desbalanceadas, deformadas y dañadas son dejadas en la evaluación hasta el conteo final. Semillas muertas y podridas son removidas en los conteos parciales, para reducir el riesgo de infecciones secundarias.

OBJETIVOS DEL TRABAJO

Objetivo principal

- Evaluar el efecto de las operaciones a las que se somete la semilla de maní durante el acondicionamiento de la semilla en la Planta de Procesamiento sobre la calidad fisiológica.
- Identificar las etapas de acondicionamiento de la semilla de maní más críticas que generan daño afectando la calidad fisiológica.

Objetivos específicos

- ✓ Estudiar el efecto del acondicionamiento sobre el proceso de deterioro de las semillas que influencia los parámetros de calidad de la semilla.
- ✓ Evaluar el efecto de las operaciones del proceso de acondicionamiento según tamaño de las semillas (granometrías).
- ✓ Identificar el test de vigor que mejor explica los cambios producidos en la calidad de las semillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

MUESTREO:

El trabajo se realizó con semillas de tres tamaños (granometrías) contrastantes para:

- Estudiar el comportamiento general representativo de toda la población de semillas de este cultivo; seleccionando los tamaños extremos y el intermedio, según la distribución normal, considerando que se podrían identificar las diferencias más contrastantes del efecto del acondicionamiento.
- Evaluar el flujo total de las maquinarias de la planta, ya que los granos de distintos tamaños recorren circuitos diferentes, si bien comparten procesos similares, la maquinaria utilizada para tal fin no es siempre la misma.
- Facilitar el manipuleo de muestras en el laboratorio, en consecuencia de la reducción del número de lotes de semillas.

En el proceso industrial, estos tamaños se denominan calibres y se determinan por la cantidad de granos que pueden ser contenidos en una onza. En el laboratorio se utilizó una zaranda de tajo para la determinación de los calibres seleccionados.

Estos fueron:

- 38-42 granos/onza.
- 50-60 granos/onza.
- 80-100 granos/onza.

REALIZACIÓN DEL TRABAJO:

- Establecimiento Nelly María.
- Planta de Acondicionamiento de la Empresa Olega S.A.
- Laboratorio de Semillas de la FAV - UNRC.

Establecimiento Nelly María:

Datos del lote:

- ✓ Ubicado en las cercanías de la ciudad de Río Cuarto.
- ✓ Fecha de siembra: 20 al 22 de octubre de 2012.
- ✓ Superficie: 295 hectáreas.

- ✓ Calibres sembrados: 8.
- ✓ Densidad de siembra: 134kgha⁻¹.
- ✓ Multiplicación: segunda multiplicación.
- ✓ Rendimiento: 39 quintales seco, limpio, terminado.
- ✓ Fecha de arrancado: 20 al 26 de Abril de 2013.
- ✓ Fecha de descapotado: 28 de Mayo al 18 de Junio de 2013.
- ✓ Procesado: 19 de Junio de 2013.

En este establecimiento:

- Se obtuvieron las semillas testigo. En el lote de maní identificado, se muestrearon plantas al azar en diferentes partes del lote (10 muestras compuestas de 1m²), siguiendo un muestreo en W, luego del arrancado los frutos fueron extraídos de las plantas y descascarados a mano, para asegurar que ningún tipo de daño mecánico se produjese. La fecha de muestreo fue 15 de Mayo de 2013.
- En mismo lote, luego del arrancado, las plantas de maní quedaron expuestas a las condiciones ambientales hasta ser descapodadas, aproximadamente 1 mes
- Se dispuso de los registros meteorológicos para determinar que los daños en la semilla no fueran atribuibles a las condiciones desfavorables durante el crecimiento y desarrollo de la planta madre, principalmente a las condiciones adversas durante el periodo crítico de formación de la semilla.

Planta de Acondicionamiento de la Empresa Olega S.A.:

En este establecimiento:

- Se obtuvieron las semillas procesadas. Se prosiguió con el proceso de descapotado en puntos de muestreo representativos cubriendo zonas de bajo, loma y media loma, para evitar que las diferencias de calidad sean atribuibles a cuestiones intrínsecas del lote como factores edáficos o nutricionales, hasta obtener la suficiente cantidad de semilla para poder ser procesada en el acopio. Luego los frutos fueron transportados al acopio para ser procesados en la Planta de Acondicionamiento de la empresa Olega S.A. La planta cerró sus puertas horas previas a la recepción de la semilla cosechada y se la hizo funcionar en vacío para que cualquier semilla de otros campos no procedentes del lote en estudio fuera totalmente eliminada. Allí se definieron los puntos de muestreo en los posibles sitios del proceso que se consideraron como propensos a producir daños mecánicos en las semillas y se procedió a la descarga del material obtenido para

que la evaluación del daño mecánico fuera solo atribuible a factores relacionados al funcionamiento de la planta (Figura 1).

- Puntos seleccionados (Figura 1):

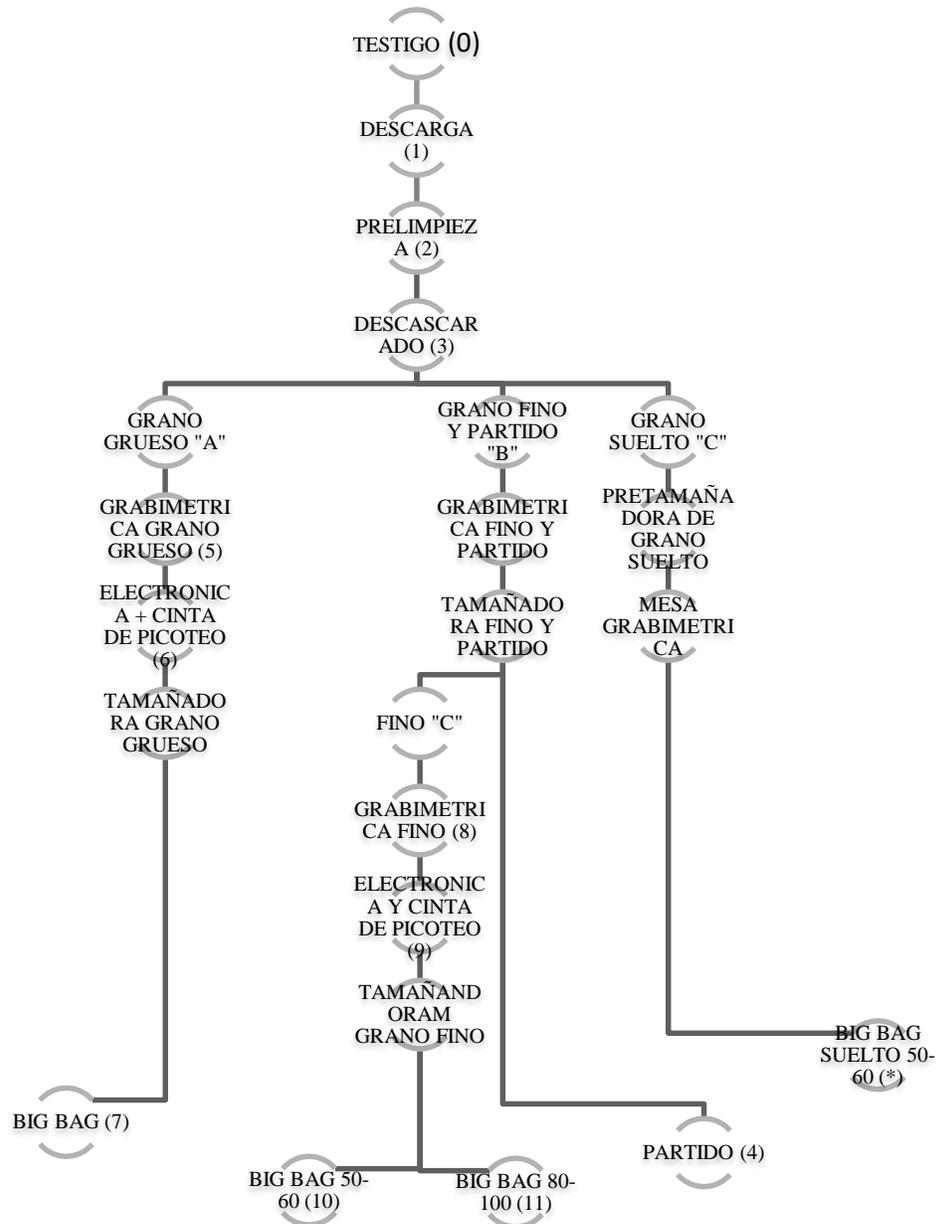


Figura 1: Diagrama simplificado del proceso en la Planta con los puntos donde se realizaron los muestreo indicados entre paréntesis (1 a 11).

Laboratorio de Semillas de la FAV - UNRC

Las semillas puras provenientes de cada sitio de muestreo (Figura 1 – Anexo), del proceso de acondicionamiento de las semillas, fueron evaluadas con los test que se describen a continuación, utilizando ocho repeticiones de 25 semillas cada una.

- Test de germinación en condiciones óptimas (Test Patrón de Germinación).
- Test de estrés inducido: envejecimiento acelerado y test de frío (Test de Vigor).

Descripción de los test

Poder germinativo (test sin estrés) (Test Patrón de Germinación)

La conducción del test patrón de germinación (TPG) se llevó a cabo según las normas del ISTA (2008), entre papel, a 25°C, realizando dos conteos: el primero a los 5 días, donde se cuantifican plántulas normales vigorosas y semillas muertas; el segundo conteo se llevó a cabo a los 10 días y cuantificaron las plántulas normales vigorosas y débiles, plántulas con anormalidades, plántulas muertas, semillas frescas, duras y muertas.

Test de frío (test con estrés)

El Test de Frío (TF) se llevó a cabo con el método entre papel y fueron colocadas en cámara durante siete días a 10° Celsius y luego cinco días a 25° Celsius. Al finalizar este periodo, en un único conteo, se cuantificaron los mismos parámetros que en el TPG.

Envejecimiento acelerado (test con estrés):

El Test de Envejecimiento Acelerado se realizó en dos etapas, en la primera de ellas las semillas fueron colocadas en una cámara con humedad relativa próxima al 100% durante 72 horas a 41°C y luego, en una segunda etapa, fueron acondicionadas entre papel y llevadas a cámara a 25°C durante 10 días. Al finalizar este periodo, en un único conteo se determinaron los mismos parámetros que en el TPG.

Los datos fueron procesados y analizados estadísticamente con ANOVA, y las medias comparadas mediante test de Duncan, usando el programa InfoStat (Di Renzo *et al.*, 2008).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos con los **test sin estrés** no se ajustaron correctamente, posiblemente como consecuencia de un exceso de humedad durante la realización de los mismos, predominando siempre y para cualquier etapa del procesamiento el atributo de semillas muertas, por lo que no **fueron considerados** para facilitar la comprensión del trabajo.

Los resultados se presentan de la siguiente forma:

- **1.- Datos por calibre, con atributos determinados, evaluados por los test con estrés inducido, para cada una de las fases del proceso.**
- **2.- Comparación entre test, ordenados por calibre, con atributos principales seleccionados, para etapas más importantes.**

1.- DATOS POR CALIBRE, CON ATRIBUTOS DETERMINADOS EVALUADOS POR LOS TEST CON ESTRÉS INDUCIDO, EN CADA UNA DE LAS FASES DEL PROCESO.

Calibres seleccionados:

- 38-42 granos/onza.
- 50-60 granos/onza.
- 80-100 granos/onza.

Atributos determinados:

- Poder germinativo (PG).
- Plántulas vigorosas.
- Plántulas débiles.
- Plántulas anormales
 - Plántulas con anomalías.
 - Plántulas muertas.
- Semillas muertas.
- Semillas duras.

Test con estrés:

- Envejecimiento acelerado (EA)
- Test de frío (TF)

Fases del proceso:

- 1 Descarga (arrancado + descapotado + transporte)
- 2 Pre-limpieza (stoner+despalillado+tamaño de caja)
- 3 Descascarado
- 4 Split
- 5 Gravimétrica grano grueso (Doble pasada)
- 6 Electrónica + cinta de picoteo
- 7 Tamañadora grano grueso + big-bag
- 8 Gravimétrica grano fino y split + tamañadora fino y split
- 9 Electrónica + cinta de picoteo
- 10 Tamañadora + big-bag 50-60
- 11 Tamañadora + big-bag 80-100
- * Pretamañadora de grano suelto + mesa gravimétrica grano suelto + big-bag grano suelto.

A.- Calibre: 38-42 (granos por onza).

En las semillas de mayor tamaño (calibre 38-42 granos por onza), el testigo presentó el mayor PG -evaluado con el TF y EA-comparativamente con las etapas siguientes. La caída más brusca del PG se produjo, según el TF, al pasar las semillas por la pre-limpieza (Cuadro A1), y según los resultados del EA, la caída estadísticamente significativa del PG se observó luego de la descarga; para el resto de los resultados no se observaron diferencias en las etapas de procesamiento en la Planta.

En la pre-limpieza, los frutos son sometidos a múltiples zarandeos, por periodos definidos, aunque prolongados de tiempo. En estas etapas las semillas están provistas de su protección natural, que es el pericarpio (caja). A pesar de ello, el manipuleo de los frutos pudo haber generado daños imperceptibles sumados a los provocados por la exposición a las condiciones ambientales estresantes (precipitación de 20mm sobre la hilera arrancada) durante un periodo prolongado de tiempo en el campo de aproximadamente 30 días desde el arrancado a la trilla debido a problemas logísticos (disponibilidad de maquinaria).

La caída significativa del PG durante el descascarado- detectada con el TF, posiblemente, es producto del daño producido por la máquina descascaradora, que fuerza a los frutos de tamaños no uniformes -dentro del lote- a pasar por un espacio menor que su ancho para ser descascarados y aunque el sistema de tamañado de la Planta separa las cajas en diferentes tamaños, no es suficiente para separar frutos de tamaños semejantes e uniformes para que no se produzca daños en las semillas durante el descascarado.

Cuadro A1: Poder germinativo (%), según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 38-42.

Etapa del Procesamiento en la Planta	TF (%) 38-42		EA (%) 38-42	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	83,81	d	65,33	b
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	36,67	b	40,73	a
2: Pre-limpieza	59,65	c	18,64	a
3: Descascarado	12,00	a	10,33	a
5: Gravimétrica (Doble pasada)	14,39	a	27,39	a
6: Electrónica + cinta de picoteo	6,98	a	18,97	a
7: Tamañadora grano grueso + big-bag	29,38	b	4,00	a

Las plántulas vigorosas fueron aquellas que presentaban un tamaño superior a las demás, con alta cantidad de pelos absorbentes y sin curvaturas atípicas del crecimiento, que se consideran potenciales características morfológicas para una rápida y uniforme aparición (ISTA, 2010). En

ambos test (TF y EA), el lote de semillas de maní al momento del arrancado (denominado testigo) presentaron diferencias importantes con las etapas siguientes en el procesamiento, en las que disminuyeron hasta hacerse cero según el test implementado (Cuadro A2; Anexo: Figura A2).

Cuadro A2: Plántulas vigorosas (%), según Test de Frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas de calibre 38-42.

Etapa del Procesamiento en la Planta	TF(%)38-42		EA (%)38-42	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	64,63	d	38,79	c
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	11,92	c	13,25	b
2: Pre-limpieza	12,15	c	2,04	a
3: Descascarado	0	a	3,16	a
5: Gravimétrica (Doble pasada)	0	a	8,13	b
6: Electrónica + cinta de picoteo	0	a	0	a
7: Tamañadora grano grueso + big-bag	3,02	b	0	a

Las plántulas débiles (Cuadro A3; Anexo: Figura A3) incrementaron significativamente - con el TF- durante las primeras etapas del proceso, siendo más drástico en la prelimpieza –previo al descascarado, cuando cayó drásticamente la germinación (Cuadro A1). En cambio no fueron registradas diferencias con el test de EA.

Cuadro A3: Plántulas débiles (%), según Test de Frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 38-42.

Etapa del Procesamiento en la Planta	TF(%)38-42		EA (%)38-42	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	19,19	b	26,54	a
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	24,75	b	27,48	a
2: Pre-limpieza	47,5	c	16,59	a
3: Descascarado	12,00	a	7,17	a
5: Gravimétrica (Doble pasada)	14,39	a	19,26	a
6: Electrónica + cinta de picoteo	6,98	a	18,97	a
7: Tamañadora grano grueso + big-bag	26,35	b	4,00	a

Las semillas del testigo, con el TF, presentó el porcentaje de plántulas anormales (ISTA, 2010) más bajo. El incremento más importante se registró entre la semilla testigo y la correspondiente a la descarga (Cuadro A4; Anexo: Figura A4). El porcentaje de plántulas anormales más elevado, se observó en las plántulas muestras correspondientes a la descarga (arrancado, descapotado y transporte); descascarado y separación de livianos (etapa 1, 3 y 5), siendo además las

etapas donde se registró la mayor cantidad (Cuadro A5). Con el test de EA, el testigo, la descarga, la pre-limpieza y el descascarado, registraron el menor número de este parámetro sin diferencia estadísticamente significativa. Los mayores valores se detectaron durante la reducción de livianos o mesa gravimétrica y el tamañado (etapa 5 y 7). El incremento más importante para el conteo de plántulas anormales, se registró entre el descascarado y la reducción de livianos (3 y 5).

El procesamiento de las semillas no generó aumentos en la producción de plántulas con anomalías en este tamaño de semillas (datos no mostrados), posiblemente debido a que el daño fue de alta intensidad provocando la muerte de las plántulas y/o las semillas. En base a estos resultados, el parámetro plántulas anormales estuvo conformado sólo por plántulas muertas.

Cuadro A4: Plántulas anormales (%), según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 38-42.

Etapa del Procesamiento en la Planta	TF(%)38-42		EA (%)38-42	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	5,00	a	32,63	a
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	55,42	c	38,13	a
2: Pre-limpieza	17,10	b	22,89	a
3: Descascarado	52,00	c	12,13	a
5: Gravimétrica (Doble pasada)	46,70	c	59,74	b
6: Electrónica + cinta de picoteo	18,93	b	33,53	a
7: Tamañadora grano grueso + big-bag	22,23	b	52,00	b

La proporción de plántulas muertas (Anexo: figura A5; Cuadro A5), como signo de deterioro (Delouche, 1963), incrementó con el procesamiento. Con el TF, la semilla testigo presentó el menor porcentaje para este parámetro. Los mayores porcentajes, fueron registrados en las muestras obtenidas en la descarga, descascaradas y mesa gravimétrica. El mayor incremento se registró entre la semilla testigo y la descarga.

El EA demostró que la mesa gravimétrica y la tamañadora de grano grueso fueron los puntos que presentaron el mayor porcentaje de plántulas muertas, sin diferencia estadística entre ellos. El incremento más significativo se presentó durante el acondicionamiento en la mesa gravimétrica, posiblemente como producto del vibrado intenso que genera colisiones entre las semillas desprovistas de su protección.

Cuadro A5: Plántulas muertas (%), según Test de Frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 38-42.

Etapa del Procesamiento en la Planta	TF(%)38-42		EA (%)38-42	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	5,00	a	20,42	a
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	55,42	c	37,10	a
2: Pre-limpieza	16,08	b	22,89	a
3: Descascarado	52,00	c	12,13	a
5: Gravimétrica (Doble pasada)	46,7	c	59,74	b
6: Electrónica + cinta de picoteo	18,93	b	33,53	a
7: Tamañadora grano grueso + big-bag	22,23	b	52,00	b

El porcentaje de semillas muertas mostro tendencia a aumentar(Cuadro A6; Anexo: figura A6) durante el acondicionamiento. Los valores más reducidos para este parámetro, evaluados con el TF se registraron en las etapas iniciales del acondicionamiento (testigo, descarga y pre-limpieza). Los porcentajes más elevados se registraron durante la selección electrónica más la cinta de picoteo y la tamañadora de grano grueso más el llenado del big-bag (Cuadro A6). Con el test de EA, las muestras testigo y las obtenidas en la descarga presentaron el menor porcentaje de este parámetro. El mayor valor se registró con el descascarado. El incremento más grande en la cantidad de semillas muertas se registró entre la pre-limpieza y el descascarado.

Cuadro A6: Semillas muertas (%), según Test de Frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 38-42.

Etapa del Procesamiento en la Planta	TF(%)38-42		EA (%)38-42	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	10,17	a	0	a
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	4,98	a	18,13	a
2: Pre-limpieza	14,13	a	45,96	b
3: Descascarado	31,00	b	69,35	b
5: Gravimétrica (Doble pasada)	26,57	b	12,87	a
6: Electrónica + cinta de picoteo	52,06	c	46,5	b
7: Tamañadora grano grueso + big-bag	41,29	c	44,00	b

El porcentaje de semillas duras presentó valores bajos, incrementándose durante el acondicionamiento en la Planta, según el TF (Anexo: figura A7), lo que indica dormancia secundaria (Fernández y Giayetto, 2006). El mayor porcentaje de semillas duras se registró con el TF durante la selección electrónica y manual (picoteo), sin diferencias entre las otras etapas (Cuadro A7). En cambio, con el EA, se detectaron diferencias significativas entre la pre-limpieza y descascarado y las otras etapas.

Cuadro A7: Semillas duras (%), según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 38-42.

<u>Etapa del Procesamiento en la Planta</u>	TF(%)38-42		EA (%)38-42	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	1,02	a	2,04	a
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	2,92	a	3,02	a
2: Pre-limpieza	9,13	a	12,51	b
3: Descascarado	5,00	a	8,20	b
5: Gravimétrica (Doble pasada)	12,35	a	0	a
6: Electrónica + cinta de picoteo	22,03	b	1,00	a
7: Tamañadora grano grueso + big-bag	7,11	a	0	a

En síntesis, en el calibre 38-42, se produjo la mayor disminución del PG durante el descascarado, en cambio el porcentaje de plántulas vigorosas se redujo durante la descarga; lo que quiere decir que el PG entre esta primera etapa en la planta y el descascarado estuvo conformado por plántulas débiles, indicando una fuerte caída del vigor del lote de semillas, es decir reducción de la calidad. La aparición de plántulas muertas se registró durante el descascarado y se mantuvieron esos valores en el pasaje por la mesa gravimétrica. En las etapas siguientes, selección electrónica y manual, incrementó la proporción de semillas muertas, indicando alto nivel de daño provocado por el acondicionamiento de las semillas.

1. B.- Calibre: 50-60 (50-60 granos por onza)

El PG de las semillas del calibre intermedio (50-60 granos por onza), al igual que en los demás calibres, se redujo conforme avanzó el proceso de acondicionamiento en la Planta de procesamiento, independientemente de la metodología utilizada para evaluar el vigor (Anexo: figura B1).

El PG, evaluado con el TF y el EA, alcanzó el mayor valor en el arrancado (testigo) y la descarga superando, estadísticamente, a las demás etapas del procesamiento de las semillas; observándose una caída con la pre-limpieza y tamañado de caja (Cuadro B1).

La caída del PG más drástica registrada con el TF fue previa al descascarado, extracción de livianos o mesa gravimétrica y tamañado de granos finos y Split hasta hacerse cero en las etapas subsiguientes. Con el EA, la principal disminución se produjo como consecuencia del daño ocasionado por la pre-limpieza y tamañado de caja. Con este test, nunca alcanzó valores de cero, aunque los registrados en las etapas iniciales fueron inferiores que con el TF. Esto demuestra que los test de vigor evalúan diferentes características de las semillas que conducen a su deterioro (Marcos Filho, 2015).

Es para destacar que el alto valor de PG, obtenido con el TF (>75%), al momento de arrancado y descarga, considerando que los frutos permanecieron en el campo alrededor de 30 días expuestos a condiciones ambientales estresantes -como 20mm de precipitaciones sobre la hilera arrancada-, hasta ser recolectados por la descapotadora y transportados hasta el acopio.

Cuadro B1: Poder germinativo (%), según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 50-60.

<u>Etapa del Procesamiento en la Planta</u>	TF (%) 50-60		EA (%)50-60	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	79,83	d	65,87	c
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	68,00	c	51,30	c
2: Pre-limpieza	49,36	b	27,53	b
8: Descascarado + gravimétrica + tamañadora	0	a	16,10	a
9: Electrónica + cinta de picoteo	0	a	8,24	a
10: Tamañadora + llenado de big-bag	0	a	6,20	a

El porcentaje de plántulas normales vigorosas, evaluado con ambos test de estrés, de igual forma que el PG se redujo notablemente con el acondicionamiento en la Planta de procesamiento, (Anexo: figura B2).

El porcentaje de plántulas vigorosas -evaluados con el TF-, al igual que lo ocurrido con el PG, alcanzó los valores más elevados en las etapas iniciales, para luego disminuir bruscamente hasta hacerse cero después de la pre-limpieza; la caída más notable ocurrió entre la descarga y la pre-limpieza. Con el EA, la mayor reducción se registró en la pre-limpieza del lote en caja, a partir de esta etapa hubo una disminución no estadísticamente significativa (Cuadro B2).

Cuadro B2: Plántulas vigorosas (%), según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 50-60.

Etapa del Procesamiento en la Planta	TF (%) 50-60		EA (%) 50-60	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	65,93	d	34,02	b
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	44,00	c	32,82	b
2: Pre-limpieza	5,00	b	5,13	a
8: Descascarado + gravimétrica + tamañadora	0	a	3,06	a
9: Electrónica + cinta de picoteo	0	a	1,02	a
10: Tamañadora + llenado de big-bag	0	a	1,04	a

El mayor porcentaje de plántulas normales débiles, según TF, fue el de las semillas provenientes de la pre-limpieza –es decir previas al ingreso a la planta-, luego de esta etapa no se registraron estas plántulas (Anexo: figura B3). Esto se explica por el incremento de plántulas muertas (Cuadro B6) y semillas muertas (Cuadro B7). En cambio, con el EA, hay una reducción gradual de las plántulas débiles durante el procesamiento, marcando un punto de inflexión durante la pre-limpieza, sin alcanzar valores de cero (Cuadro B3).

Cuadro B3: Plántulas débiles (%), según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 50-60.

Etapa del Procesamiento en la Planta	TF (%) 50-60		EA (%) 50-60	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	13,91	b	31,85	b
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	24,00	c	18,48	a
2: Pre-limpieza	44,36	d	22,40	b
8: Descascarado + gravimétrica + tamañadora	0	a	13,04	a
9: Electrónica + cinta de picoteo	0	a	7,22	a
10: Tamañadora + llenado de big-bag	0	a	5,15	a

Los porcentajes de plántulas anormales -conformados por las plántulas con anomalías más las plántulas con infección primaria (ISTA 2008)-registrados con el TF- alcanzó los valores más elevados entre la descarga y la pre-limpieza y luego se hizo cero (Anexo: figura B4) explicado por el aumento de semillas muertas presente a partir de la pre-limpieza en adelante (Cuadro B7);

Anexo: figura B7). Con el EA, prácticamente no hubo diferencias significativas entre las etapas del acondicionamiento (Cuadro B4). El parámetro plántulas anormales estuvo conformado casi en su totalidad por plántulas muertas.

Cuadro B4: Plántulas anormales (%) (Plántulas con anormalidades + Plántulas muertas), según Test de Frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 50-60.

Etapa del Procesamiento en la Planta	TF (%) 50-60		EA (%)50-60	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	4,02	b	12,80	a
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	20,00	c	37,50	b
2: Pre-limpieza	15,17	c	35,43	b
8: Descascarado + gravimétrica + tamañadora	1,00	a	42,82	b
9: Electrónica + cinta de picoteo	0	a	15,62	a
10: Tamañadora + llenado de big-bag	0	a	37,22	b

Las plántulas anormales sólo estuvieron presentes en algunas etapas de ambas metodologías para evaluar la calidad del lote de semillas (TF y EA)(Anexo: Figura B5).El análisis estadístico arrojó diferencias entre el testigo y las etapas del procesamiento con el TF, y la descarga con las otras etapas con el EA (Cuadro B); los valores registrados con el TF fueron muy bajos (1%), en cambio con el EA tuvo un valor más alto en una etapa posterior y no se mantuvo posiblemente por el aumento de plántulas muertas (Cuadro B6) y/o semillas muertas (Cuadro B7).

Cuadro B5: Plántulas con anormalidades (%), según Test de Frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 50-60.

Etapa del Procesamiento en la Planta	TF (%) 50-60		EA (%)50-60	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	1,00	b	0	a
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	0	a	7,50	b
2: Pre-limpieza	0	a	1,02	a
8: Descascarado + gravimétrica + tamañadora	0	a	0	a
9: Electrónica + cinta de picoteo	0	a	0	a
10: Tamañadora + llenado de big-bag	0	a	0	a

El porcentaje de plántulas muertas (Anexo: figura B6; Cuadro B6), evaluadas con el TF y EA, presentó la misma tendencia que las “plántulas anormales” (Cuadro B4) dado que estuvo conformado principalmente por plántulas muertas.

Cuadro B6: Plántulas muertas (%), según Test de Frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 50-60.

<u>Etapa del Procesamiento en la Planta</u>	TF (%) 50-60		EA (%)50-60	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	3,02	b	12,80	a
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	20,00	c	30,00	a
2: Pre-limpieza	15,17	c	34,40	b
8: Descascarado + gravimétrica + tamañadora	1,00	a	42,82	b
9: Electrónica + cinta de picoteo	0	a	15,62	a
10: Tamañadora + llenado de big-bag	0	a	37,22	<u>b</u>

La proporción de semillas muertas (Anexo: Figura B7) se incrementó a partir de la pre-limpieza, y más notablemente hacia el final del proceso industrial. La proporción de semillas muertas, registradas con el TF, incrementó a partir de la pre-limpieza y tamañado de caja, alcanzando altos valores a partir de la etapa en que las semillas pierden la protección natural (paredes del fruto), es decir la mesa gravimétrica y tamañadora de las semillas (Cuadro B7). Con el EA, se observa el mismo comportamiento, aunque con valores más bajos. Estos resultados permiten demostrar que el TF es más sensible para detectar las diferencias entre las etapas del procesamiento (Marcos Filho, 2015).

Cuadro B7: Semillas muertas (%), según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 50-60.

<u>Etapa del Procesamiento en la Planta</u>	TF (%) 50-60		EA (%)50-60	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	11,07	b	18,31	a
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	3,00	a	11,21	a
2: Pre-limpieza	23,31	c	26,60	b
8: Descascarado + gravimétrica + tamañadora	75,00	d	41,07	b
9: Electrónica + cinta de picoteo	95,00	<u>e</u>	66,84	<u>c</u>
10: Tamañadora + llenado de big-bag	93,00	e	55,54	c

El porcentaje de semillas duras presentó una elevación del valor en la pre-limpieza y tamañado de caja con el EA, y en la mesa gravimétrica y tamañadora de semilla con el TF (Cuadro B8; Anexo: Figura B8). Demostrando, que durante el procesamiento las semillas de tamaño intermedio (50-60) pueden entrar en dormancia secundaria, teniendo el mismo comportamiento que las semillas de mayor tamaño (Cuadro A7), aunque en una etapa posterior (selección electrónica y manual).

Cuadro B8: Semillas duras (%), según Test de Frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 50-60.

<u>Etapa del Procesamiento en la Planta</u>	TF (%) 50-60		EA (%)50-60	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	5,08	a	3,02	a
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	9,00	a	0	a
2: Pre-limpieza	12,17	a	10,45	b
8: Descascarado + gravimétrica + tamañadora	24,00	b	0	a
9: Electrónica + cinta de picoteo	5,00	a	9,30	b
10: Tamañadora + llenado de big-bag	7,00	a	1,04	a

Como síntesis de la evaluación de la calidad de las semillas de tamaño intermedio (calibre 50 – 60 granos /onza), se remarca que estas tuvieron un comportamiento similar a las semillas de mayor tamaño (calibre 38 – 42), dondese observa una caída drástica del PG luego del descascarado. Las plántulas vigorosas se reducen como consecuencia del manipuleo de la semilla en el campo y la pre-limpieza en el acopio. Esta disminución es notoriamente contrastable con el aumento de plántulas débiles, que si bien conforman el PG, demuestran una reducción de la calidad del lote. Por otra parte los otros parámetros que reducen el PG, tales como plántulas anormales y muertas incrementan en la primera mitad del proceso y en la segunda mitad el porcentaje de semillas muertas.

1. C.-Calibre: 80-100 (80-100 granos por onza)

El PG de las semillas del menor calibre (80-100 granos por onza) disminuyó conforme la semilla avanzaba en el acondicionamiento (Anexo: Figura C1), coincidiendo con el comportamiento de los otros tamaños de semillas evaluados (Anexo: Figuras A1 y B1).

Las semillas del testigo, según el TF, no fueron diferentes en el PG a las de las primeras etapas del acondicionamiento, y luego de la pre-limpieza no se registraron semillas germinadas (Cuadro C1), siguiendo el mismo comportamiento que las semillas de tamaño intermedio (Cuadro B1). La evaluación con el EA, también muestra un comportamiento semejante que con el TF, pero los valores son de menor magnitud.

Cuadro C1: Poder germinativo (%), según Test de Frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 80-100.

<u>Etapa del Procesamiento en la Planta</u>	TF (%)80-100		EA (%)80-100	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	59,00	b	63,65	c
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	50,94	b	22,80	b
2: Pre-limpieza	56,31	b	0	a
8: Descascarado + gravimétrica + tamañadora	0	a	8,00	a
9: Electrónica + cinta de picoteo	0	a	5,09	a
11: Tamañadora + llenado de big-bag	0	a	2,10	a

El comportamiento de las plántulas vigorosas (Anexo: figura C2), fue muy similar en ambos test de estrés; se registró una fuerte caída de este parámetro (Cuadro C2) luego del arrancado, trilla y transporte al acopio. A partir del descascarado no se observan plántulas vigorosas.

Cuadro C2: Plántulas vigorosas (%), según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 80-100.

<u>Etapa del Procesamiento en la Planta</u>	TF (%)80-100		EA (%)80-100	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	43,00	c	43,8	c
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	8,85	b	5,81	b
2: Pre-limpieza	13,83	b	0	a
8: Descascarado + gravimétrica + tamañadora	0	a	0	a
9: Electrónica + cinta de picoteo	0	a	0	a
11: Tamañadora + llenado de big-bag	0	a	0	a

Según el TF, el mayor porcentaje de plántulas débiles se registró durante la descarga y la prelimpieza. Mientras que con el EA se registraron a nivel de campo (testigo) y en la descarga (Cuadro C3).

Cuadro C3: Plántulas débiles (%), según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 80-100.

Etapa del Procesamiento en la Planta	TF (%)80-100		EA (%)80-100	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	16	b	19,86	<u>b</u>
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	42,1	c	16,98	b
2: Pre-limpieza	42,48	c	0	a
8: Descascarado + gravimétrica + tamañadora	0	a	8	a
9: Electrónica + cinta de picoteo	0	a	5,09	a
11: Tamañadora + llenado de big-bag	0	a	2,1	a

Las plántulas anormales se producen, entre otros factores, por daños físicos (golpes) en los ápices de la raíz o tallos. Los porcentajes de plántulas anormales más elevados se registraron luego del descascarado con el EA (Anexo: figura C4), en cambio con el TF no se observaron cantidades significativas (Cuadro C4), posiblemente dada la cantidad elevada de semillas muertas que se registraron en las etapas iniciales del proceso.

Cuadro C4: Plántulas anormales (%), según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 80-100.

Etapa del Procesamiento en la Planta	TF (%)80-100		EA (%)80-100	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	11,00	b	14,05	a
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	8,94	b	16,01	a
2: Pre-limpieza	10,00	b	98,00	b
8: Descascarado + gravimétrica + tamañadora	0	a	41,20	a
9: Electrónica + cinta de picoteo	6	b	31,52	a
11: Tamañadora + llenado de big-bag	0	a	41,38	a

Las plántulas con anomalías estuvieron presentes solo con el EA al momento del arrancado (Anexo: figura C5; Cuadro C5).

Cuadro C5: Plántulas con anomalías (%), según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 80-100.

Etapa del Procesamiento en la Planta	TF (%)80-100		EA (%)80-100	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	SC	F	4,08	b
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	0	sd	0	a
2: Pre-limpieza	0	sd	0	a
8: Descascarado + gravimétrica + tamañadora	0		0	a
9: Electrónica + cinta de picoteo	0		0	a
11: Tamañadora + llenado de big-bag	0		0	a

Las plántulas muertas fueron registradas con el TF hasta la pre-limpieza, en cambio con EA se mantuvieron estables durante el proceso (porque el alto valor registrado en la pre-limpieza no puede ser considerado) (Cuadro C6; Anexo: Figura C6). Aunque con el EA hay una tendencia de incrementar las plántulas muertas hacia el final del proceso. La caída en el número de plántulas normales vigorosas y débiles y poder germinativo en general, puede explicarse en parte por la alta proporción de semillas que desarrollaron plántulas (germinaron) pero murieron antes del conteo.

Cuadro C6: Plántulas muertas (%), según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 80-100.

Etapa del Procesamiento en la Planta	TF (%)80-100		EA (%)80-100	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	11,00	b	9,97	a
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	8,94	b	16,01	a
2: Pre-limpieza	10,00	b	98,00	b
8: Descascarado + gravimétrica + tamañadora	0	a	41,20	a
9: Electrónica + cinta de picoteo	6,00	b	31,52	a
11: Tamañadora + llenado de big-bag	0	a	41,38	a

El valor más alto del porcentaje de semillas muertas, evaluadas con el TF, se registraron luego del descascarado (Cuadro C7). Esta elevada proporción de semillas muertas, puede contrastarse con los resultados del PG (Cuadro C1), donde a partir de la pre-limpieza de granos en caja se genera el incremento de semillas muertas que podría explicar la reducción del PG. Con el EA, prácticamente, no existen diferencias entre las diferentes etapas (Cuadro C7; Anexo: figura C7).

Cuadro C7: Semillas muertas (%), según Test de Frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 80-100.

Etapa del Procesamiento en la Planta	TF (%)80-100		EA (%)80-100	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	17,00	a	18,38	a
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	33,71	b	52,24	b
2: Pre-limpieza	25,73	b	1,00	a
8: Descascarado + gravimétrica + tamañadora	89,00	c	50,80	b
9: Electrónica + cinta de picoteo	87,00	c	63,39	b
11: Tamañadora + llenado de big-bag	92,00	d	56,52	b

La cantidad de semillas duras fue estable con TF, sin diferencias entre las estaciones muestreadas (Cuadro C8; Anexo: figura C8), en cambio, con el EA se registraron sólo en las primeras etapas con diferencias entre ellas pero con valores muy bajos, comparativamente con el TF.

Cuadro C8: Semillas duras (%), según Test de Frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), de las semillas del calibre 80-100.

Etapa del Procesamiento en la Planta	TF (%)80-100		EA (%)80-100	
	Media	Dif. Est.	Media	Dif. Est.
0: Testigo	13,00	a	3,92	b
1: Descarga (arrancado + descapotado + transporte)	6,40	a	8,96	c
2: Pre-limpieza	7,96	a	1,00	a
8: Descascarado + gravimétrica + tamañadora	11,00	a	0	a
9: Electrónica + cinta de picoteo	7,00	a	0	a
11: Tamañadora + llenado de big-bag	8,00	a	0	a

En las semillas más pequeñas (calibre 80 – 100 granos por onza), el PG tuvo la misma tendencia que las semillas de tamaño intermedio y más grandes. La mayor disminución en el número de plántulas vigorosas, puede observarse al inicio del proceso, es decir entre el arrancado y descapotado, y contraponerse con el aumento de plántulas débiles. La aparición de semillas muertas se observa recién luego de la segunda mitad del proceso hacia el final. Para este calibre en particular, los atributos que definen a la calidad de la semilla (PG, Vigor, etc.) fueron en general inferiores que los valores evaluados en los otros calibres.

2.- COMPARACION ENTRE TEST, ORDENADOS POR CALIBRE, CON ATRIBUTOS PRINCIPALES SELECCIONADOS, PARA ETAPAS MÁS IMPORTANTES.

El análisis entre los tres calibres en estudio, se realizó en ciertas etapas seleccionadas por ser consideradas de interés y se contrastaron los valores de PG, plántulas vigorosas y plántulas muertas obtenidos de las evaluaciones con los dos test de estrés (EA y TF).

En la figura D1, podemos observar los valores de PG, plántulas vigorosas y muertas de las semillas sometidas a los test con estrés, de los tres tamaños de semillas (calibres) evaluados al momento de arrancado (testigo, sin daño mecánico).

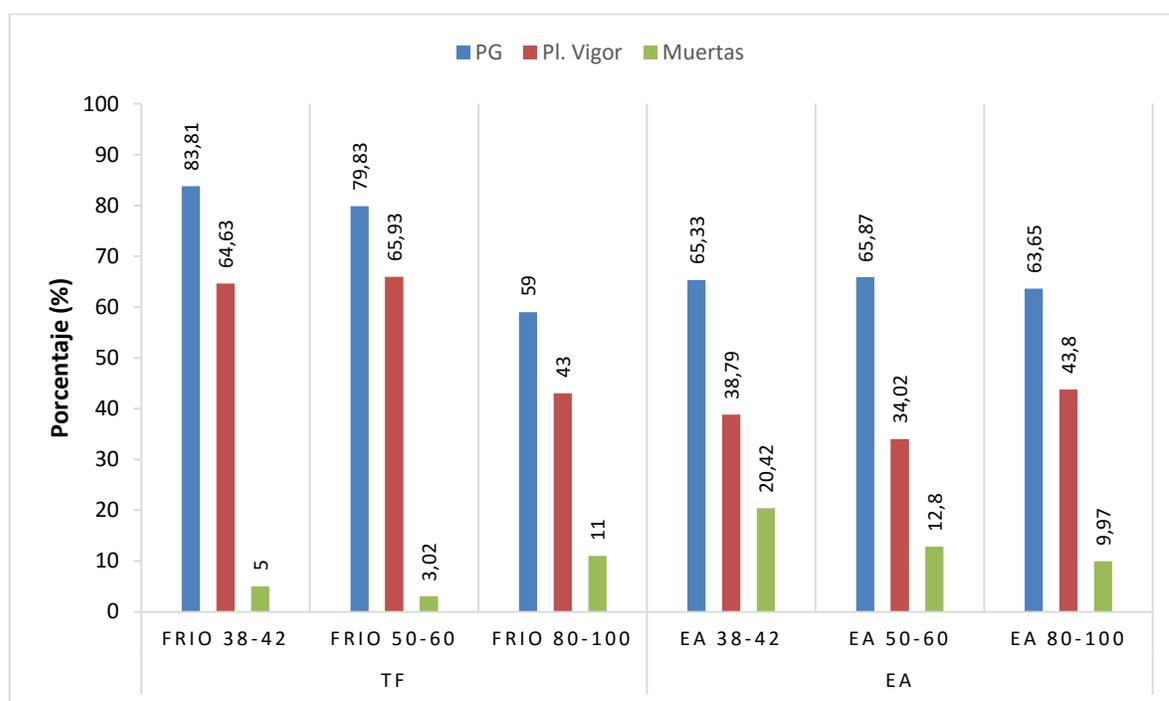
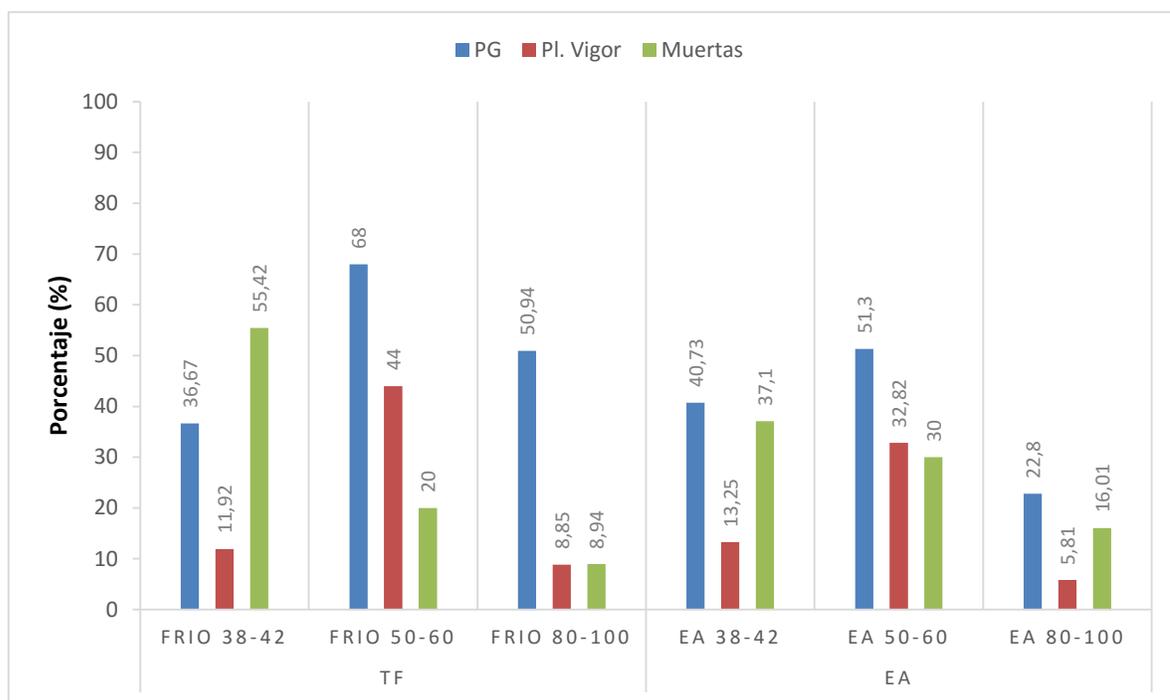


Figura D1: Semillas germinadas y plántulas vigorosas y muertas según la metodología de evaluación de las semillas de los tres calibres al momento de arrancado (testigo).

Los resultados del TF (estrés con frío), muestran que las semillas de mayor tamaño son las que presentan mayor proporción de plántulas normales (PG) comparativamente con las semillas más pequeñas y las intermedias. En cuanto a plántulas vigorosas los calibres mayores e intermedios superan de manera significativa a las granometrías inferiores. La proporción de plántulas muertas fue mayor en las semillas más pequeñas, seguido por el la granometría superior y luego la intermedia. El EA no presentó diferencias significativas en el PG entre los tres calibres, siendo la

semilla de mayor tamaño levemente superior. Las plántulas vigorosas fueron mayores en el calibre menor que a su vez presentó el menor número de plántulas muertas.

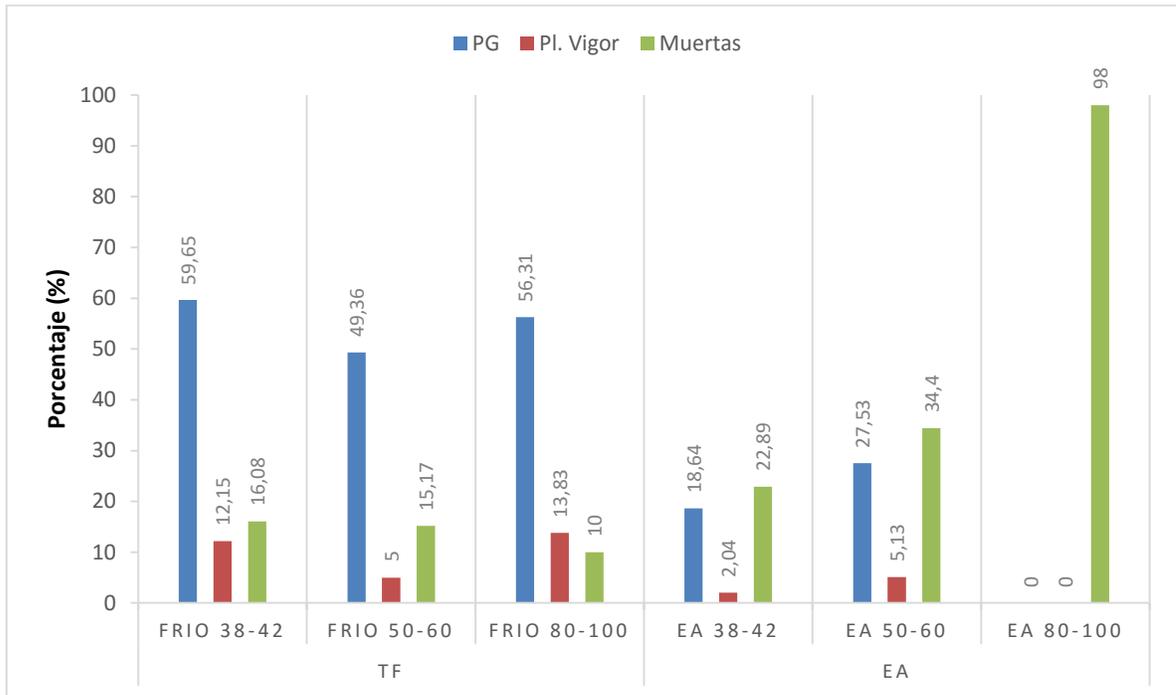
La figuraD2 muestra el comportamiento de las semillas de los tres calibres, según las metodologías de evaluación de la calidad fisiológica de las semillas, en la etapa de muestreo correspondiente al arrancado, descapotado y traslado al acopio.



FiguraD2: Semillas germinadas y plántulas vigorosas y muertas según la metodología de evaluación de las semillas de los tres calibres sometidas al arrancado, descapotado y transporte.

En la evaluación con el TF, las semillas de tamaño intermedio presentan el mayor PG (68%), seguidas de las más pequeñas (50.94%) y por último las semillas de mayor tamaño (36.67%). La reducción del PG en las semillas grandes se debió principalmente, a la muerte de las plántulas. En las semillas del calibre 50-60 el PG estuvo conformado principalmente por plántulas vigorosas (44% = 65%). Para plántulas vigorosas, la granometría superior mostró el mayor porcentaje, seguido de la granometría intermedia y por último la menor. La situación es la misma con el atributo plántulas muertas. Los resultados del EA presentan la misma tendencia que el TF para PG, vigor y semillas muertas.

La figura D3 presenta el análisis de los porcentajes de semillas germinadas y plántulas muertas y vigorosas de los tres calibres con los dos métodos de evaluación de las semillas provenientes de la etapa de muestreo de la pre-limpieza.



FiguraD3: Semillas germinadas y plántulas vigorosas y muertas según la metodología de evaluación de las semillas de los tres calibres obtenidas luego de la pre-limpieza.

Los resultados del TF permiten observar que el lote de semillas de mayor tamaño (38-42 granos por onza) tuvo la mayor proporción de semillas germinadas, seguido por la granometría inferior y por último el calibre intermedio. El parámetro plántulas vigorosas de los calibres extremos presentaron los mayores valores. Las plántulas muertas fueron incrementadas en los calibres superiores y reducidos en el calibre intermedio. Con el test de EA, el mayor PG se registró en las semillas de tamaño intermedio, seguido por la granometría superior. El tamaño inferior no presentó plántulas normales (PG), consecuentemente tampoco plántulas vigorosas en esta etapa. Las plántulas muertas fueron mayores en el calibre menor, seguido del intermedio y por último el superior, siendo notoriamente superior a los demás calibres.

En la figuraD4 se compara el comportamiento de las semillas (PG y plántulas vigorosas y muertas) de los tres calibres durante el proceso del descascarado.

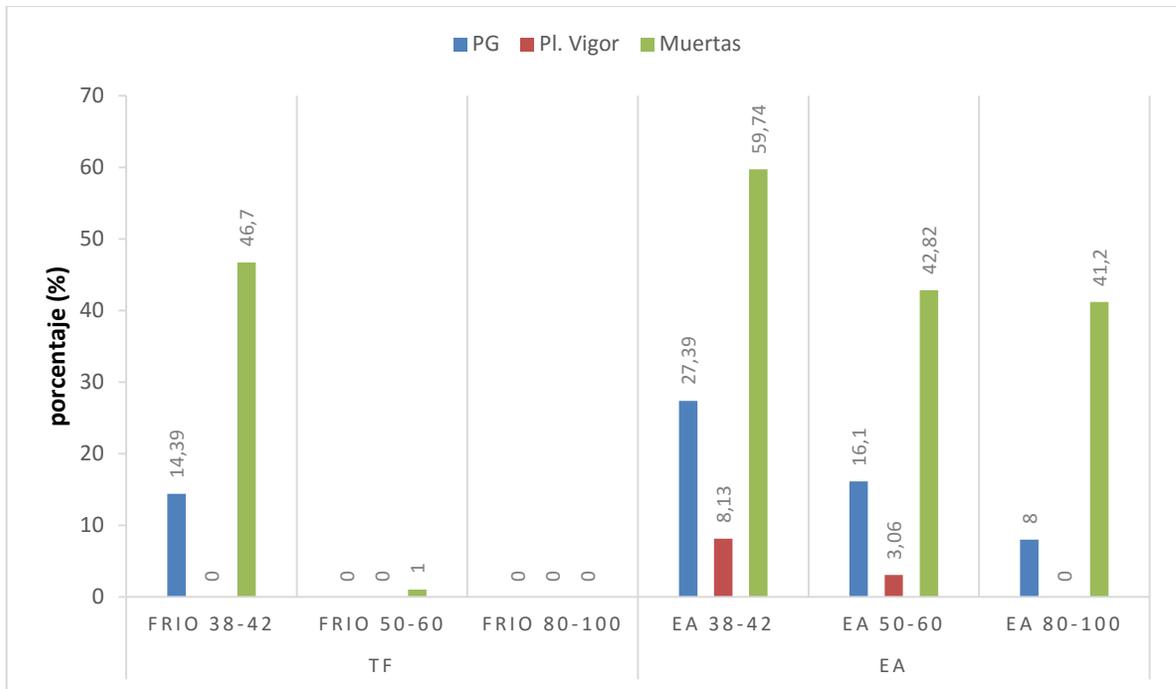


Figura D4: Semillas germinadas y plántulas vigorosas y muertas según la metodología de evaluación de las semillas de los tres calibres extraídas luego del descascarado y reducción de livianos (mesa gravimétrica).

El TF sólo detectó semillas germinadas en la granometría superior, aunque con valores relativamente bajos. En ninguno de los calibres se desarrollaron plántulas vigorosas. Solo la granometría superior muestra un elevado número de plántulas muertas en esta etapa.

La ausencia de plántulas en estos parámetros evaluados, es explicada debido a que para esta etapa predominaban débiles y anormales para los calibres medio e inferior (ver cuadros B3; C3; B4; C4 de la sección 1). En cambio el EA, los tres parámetros evaluados (PG y plántulas vigorosas y muertas) se redujeron con el tamaño de las semillas.

En el Figura D5 se analiza el PG y el porcentaje de plántulas vigorosas y muertas, según las dos metodologías de evaluación, de las semillas de los tres calibres evaluados al final del proceso de acondicionamiento. Estos resultados estarían evaluando el daño final que reciben las semillas luego de pasar por las diferentes etapas del acondicionamiento en la Planta procesadora (acopio).

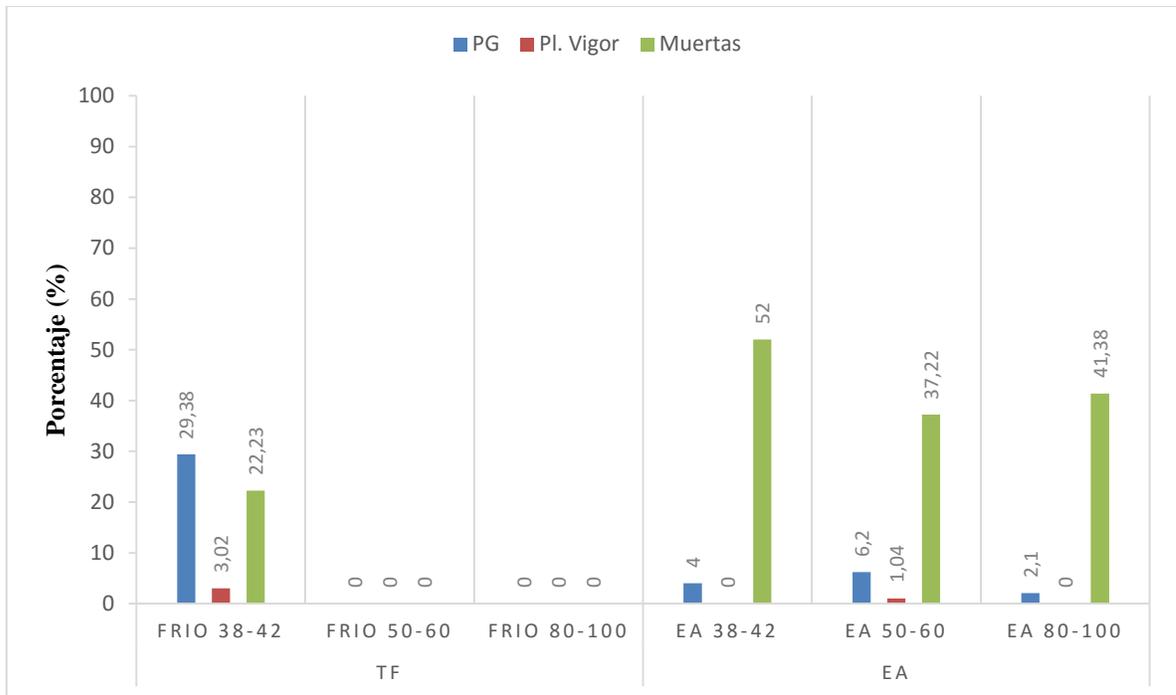


Figura D5: Semillas germinadas y plántulas vigorosas y muertas según la metodología de evaluación de las semillas de los tres calibres del final del proceso de acondicionamiento en la Planta.

Los resultados del TF muestran que sólo el calibre mayor tuvo semillas germinadas y un pequeño porcentaje de plántulas vigorosas que no superó el 4%. La ausencia de plántulas en los parámetros PG, plántulas vigorosas y plántulas muertas es explicada debido a que para esta etapa predominaban semillas muertas para los calibres medio e inferior (ver cuadros B7; C7 de la sección 1).

Con el EA, las semillas de tamaño intermedio presentan mayor proporción de semillas germinadas, siendo las semillas de menor tamaño las que tuvieron menor proporción. Solo el calibre intermedio presentó plántulas vigorosas, aunque el porcentaje apenas superó el 1%. A su vez las semillas de mayor tamaño tuvieron la mayor proporción de plántulas muertas, seguida por el calibre inferior y en último lugar las semillas de tamaño intermedio.

CONSIDERACIONES FINALES

La maquinaria utilizada para el tamañado y descascarado de frutos, y la selección por tamaño de las semillas de maní, provoca daños-estadísticamente comprobables- en las semillas que reducen su calidad fisiológica conforme avanza en su procesamiento.

La evolución del proceso de deterioro durante el paso de las semillas en el acopio fue de la siguiente manera: al comienzo del proceso las muestras presentaban una elevada cantidad de semillas germinadas y vigorosas, con bajos valores de plántulas débiles y anormales y no presentaban plántulas o semillas muertas. Conforme se avanzó en el procesamiento, durante la primera mitad del mismo, comenzaron a aparecer como primer signo de deterioro plántulas débiles y anormales y reducciones importantes en el número de plántulas vigorosas. Hacia la segunda mitad del procesamiento, el porcentaje de plántulas vigorosas alcanzó valores cercanos a cero, y comenzaron a concentrarse los mayores porcentajes de semillas en los parámetros de plántulas débiles, anormales y muertas, en contraposición de la reducción de semillas germinadas. Hacia el final del proceso, predominaron los porcentajes de plántulas y semillas muertas.

Las etapas críticas durante el acondicionamiento en la Planta de acopio fueron dos:

1. Tamañado y descascado de los frutos, donde aumentó el porcentaje de plántulas débiles y anormales; y
2. selección por tamaño de las semillas, donde aumentó la proporción de plántulas y semillas muertas.

En los tres calibres evaluados el comportamiento fue similar. La mayor disminución del número de plántulas vigorosas se observó al inicio del proceso, donde los primeros signos de deterioro aparecen después del descascarado. Las plántulas vigorosas se reducen como consecuencia del manipuleo de la semilla en el campo y la pre-limpieza en el acopio. Esta disminución es notoriamente contrastable con el aumento de plántulas débiles, que si bien conforman el PG, demuestran una reducción de la calidad del lote. Por otra parte, los otros parámetros que reducen el PG, tales como plántulas anormales y muertas, incrementaron en la primera mitad del proceso y en la segunda mitad el porcentaje de semillas muertas.

Las diferencias entre calibres se hicieron notar a la hora de contraponer los atributos de calidad. Las semillas que presentaron porcentajes más elevados de vigor y poder germinativo, y menor reducción de éstos en el transcurso del procesamiento fueron las del calibre mayor, seguidas por las de granometría intermedia y en tercer lugar, la inferior.

Durante la etapa de evaluación en el laboratorio existió un error durante la realización del test patrón sin estrés, por el cual los resultados debieron ser descartados; por lo que no fue posible

comparar si los resultados obtenidos se ajustaban en mayor o menor medida con los test sin estrés. Sin embargo, los test con estrés se ajustaron muy bien y evaluaron el deterioro de la semilla durante su procesamiento.

Los test de estrés con frío (TF) mostraron, en general, en las etapas iniciales, mayores porcentajes de los parámetros relacionados con la calidad de la semilla, aunque con tendencias más bruscas de reducción. Los test de EA, si bien en etapas iniciales mostraban porcentajes más bajos de los mismos atributos de calidad de semilla, la tendencia de reducción fue menor y hacia el final del proceso superiores a los valores obtenidos con el TF. Esto demuestra que los test de vigor evalúan diferentes características de las semillas que conducen a su deterioro (Marcos Filho, 2015).

CONCLUSIONES

La maquinaria utilizada para el tamañado y descascarado de los frutos, y la selección por tamaño de las semillas provoca daños, estadísticamente comprobables, en las semillas que reducen su calidad fisiológica conforme avanzan en su procesamiento.

El tamaño de las semillas influencia el daño provocado durante el acondicionamiento en la Planta, siendo menor a medida que aumenta el tamaño.

El Test de Frío permitió detectar con mayor precisión las diferencias en calidad de las semillas debidas a los daños que les provocan los equipamientos o metodologías implementadas para acondicionar las semillas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- AOSA. 1983. *Seed Vigor Testing Handbook*. AOSA, Ithaca, NY, USA.
- BAALBAKI, R.; S. ELIAS; J. MARCOS-FILHO y M.B. MCDONALD. 2009. *Seed vigor testing handbook*, AOSA, Ithaca, NY -EEUU.
- DELOUCHE, J.C. 1963. Seed deterioration. *Seed world*. 92 (4): 14-15.
- FERNÁNDEZ, E.M. y O. GIAYETTO. 2006. *El cultivo de maní en Córdoba*. Primera edición. Editorial Universidad Nacional de Río Cuarto. 280 p.
- GARCÍA, J., C. ODDINO., G. MARCH., L. TARDITI., S. FERRARI., I. CAVIGLIASO., V. PONZIO., D. DI FIORE., L. D'ERAMO y A. MARINELLI. 2010. Deterioro de la semilla de maní en el proceso de obtención de grano a semilla. XXV Jornada Nacional de Maní. General Cabrera – Córdoba, Argentina. *Actas*, p: 45-50.
- GONZÁLEZ, C. 1984. *Manual técnico para la producción del maní en Costa Rica*. Universidad de Costa Rica. Estación Experimental Fabio Baudrit. Escuela de Fitotecnia. San Pedro Montes de Oca, Costa Rica. p: 7-19.
- GUERKE, W.R. 2005. Evaluating peanut (*Arachis hypogaea* L.) seed vigor. *Seed Technol.* 27(1): 121-126.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. 2008. InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- ISTA. 2006. *Seed Vigour Testing*. The International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland.
- ISTA. 2008. *Seed Vigour Testing*. The International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland.
- ISTA. 2010. *Seed Vigour Testing*. The International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland.
- ISTA. 2014. *Seed Vigour Testing*. The International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland.
- KETRING, D.L. y J.L. REID. 1995. Peanut growth and development. En: Melouk, H.A. y F.M. Shokes. *Peanut Health Management*. APS Press. EE.UU cap. 3. p: 11-18.
- MARCOS FILHO, J. 2015. *Fisiología das sementes de plantas cultivadas*. 2^{ed}. ABRATES, Londrina, PR, Brazil.
- MARNETT, L.J. 1999. Lipid peroxidation-DNA damage by malondialdehyde. En: *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 424: 83-95.
- MCDONALD, M.B. 1988. Challenges in seed technology. 10th Seed Technology Conference. ed. J.S. Burris. Ames, IA. *Proceedings*. p: 11-31.
- MCDONALD, M.B. 1994. The history of seed vigor testing. *Journal of Seed Technology*, 17: 93-101.

- MCDONALD, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. *SeedScience and Technology*, 27: 177-237.
- OLEGA. 2015. Planta-de-procesamiento-de-maní-crudo. En: www.olega.com.ar/index.php/es/pagina-de-inicio/26-slide-espanol/25-planta-de-procesamiento-de-mani-crudo. Consultado: 05-10-2015.
- ROCHA-GARCIA, C. y L. ZARAIN. 2006. *Mecanismos de Patogenicidad e Interacción: Parasito-Hospedero II*. Universidad Autónoma de Puebla, México. Cap.7. p:227-243.

ANEXO

ESQUEMA DE LAS EVALUACIONES

- Campo:
 - Testigos (0)
 - Calibre: 38-42
 - Envejecimiento Acelerado (test con estrés)
 - Test de Frio (test con estrés)
 - Calibre: 50-60
 - Envejecimiento Acelerado (test con estrés)
 - Test de Frio (test con estrés)
 - Calibre: 80-100
 - Envejecimiento Acelerado (test con estrés)
 - Test de Frio (test con estrés)
- Proceso:
 - Etapas (1 a 11)
 - Calibre: 38-42
 - Envejecimiento Acelerado (test con estrés)
 - Test de Frio (test con estrés)
 - Calibre: 50-60
 - Envejecimiento Acelerado (test con estrés)
 - Test de Frio (test con estrés)
 - Calibre: 80-100
 - Envejecimiento Acelerado (test con estrés)
 - Test de Frio (test con estrés)

TEST CON ESTRÉS

Envejecimiento acelerado por calibre

Etapas: 0 a 11*

Test de frío por calibre

Etapas: 0 a 11*

CALIBRES SELECCIONADOS DE CADA ETAPA

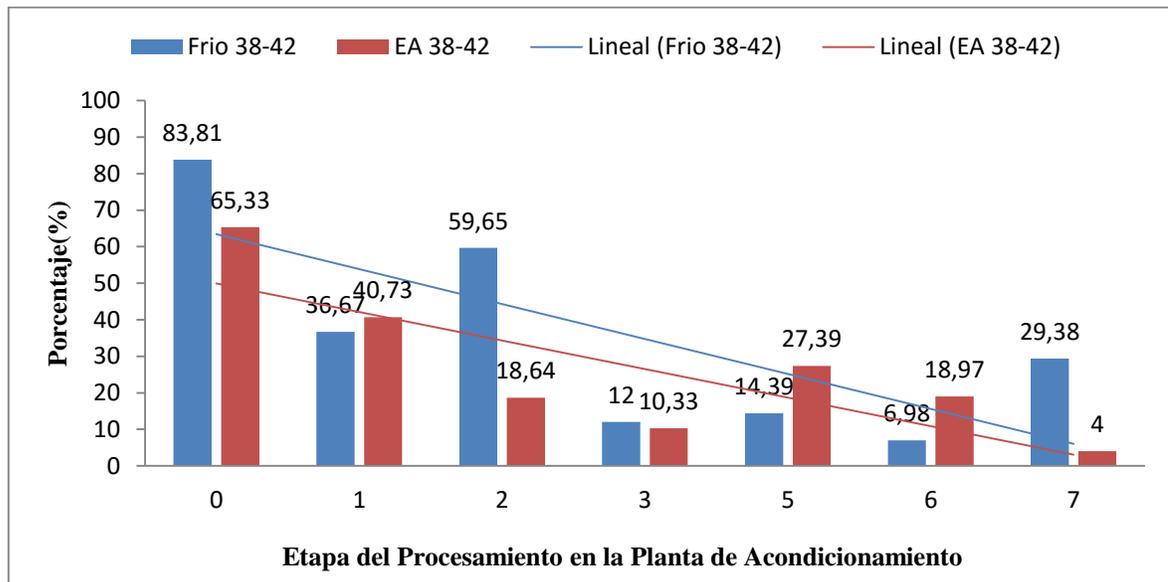
- 38-42 granos/onza.
- 50-60 granos/onza.
- 80-100 granos/onza.

REFERENCIAS/ETAPAS

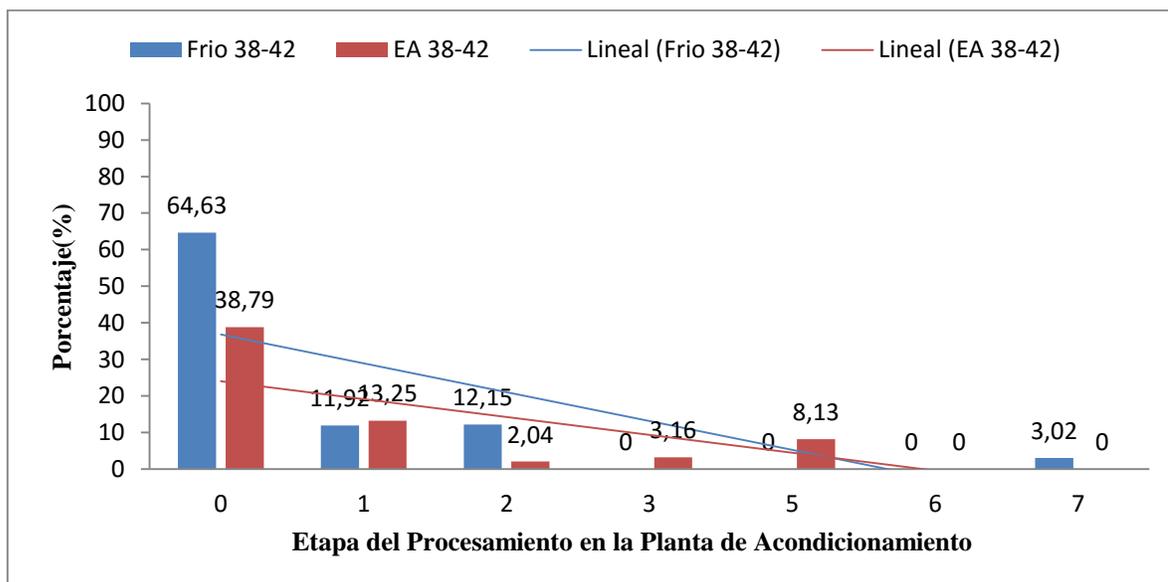
0. Testigo
1. Descarga
2. Pre-limpieza (stoner+despalillado+tamaño de caja)
3. Descascarado
4. Split
5. Gravimétrica grano grueso (Doble pasada)
6. Electrónica + cinta de picoteo
7. Tamañadora grano grueso + big-bag
8. Gravimétrica grano fino y split + tamañadora fino y split
9. Electrónica + cinta de picoteo
10. Tamañadora + big-bag 50-60
11. Tamañadora + big-bag 80-100
- *. Pretamañadora de grano suelto + mesa gravimétrica grano suelto + big-bag grano suelto.

GRÁFICOS ANEXOS

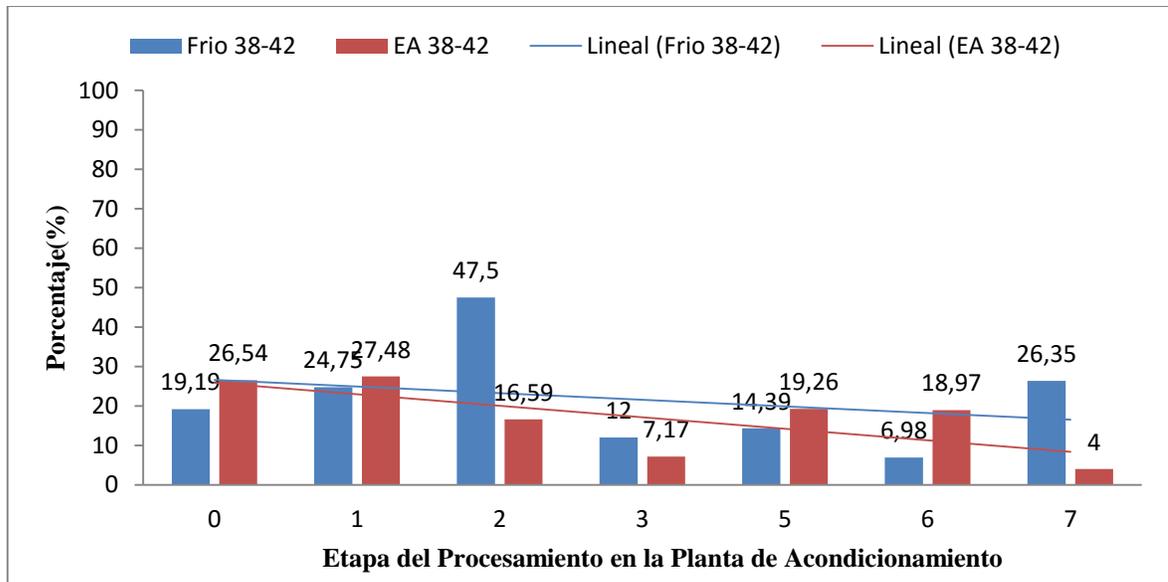
A.- Calibre: 38-42 (granos por onza).



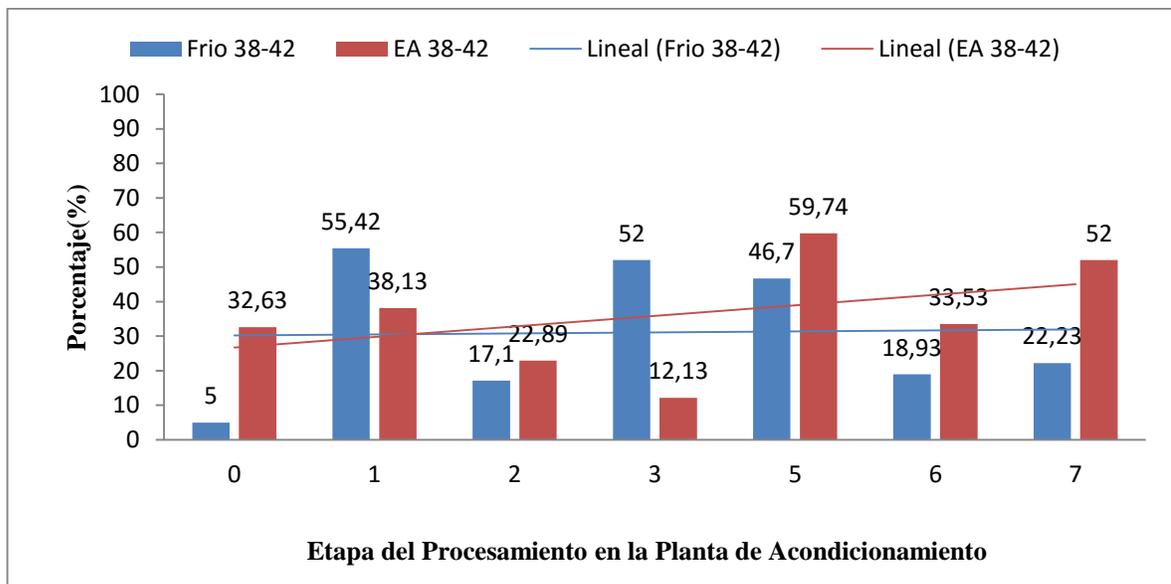
Anexo: figura A1: Poder germinativo, según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 38-42.



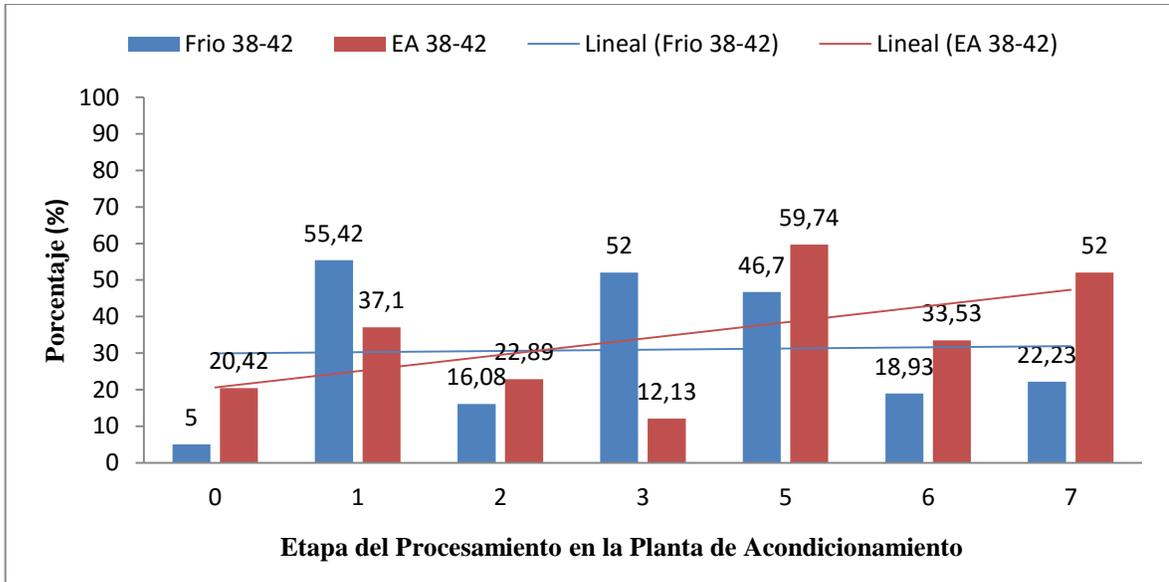
Anexo: figura A2: Plántulas vigorosas, según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 38-42.



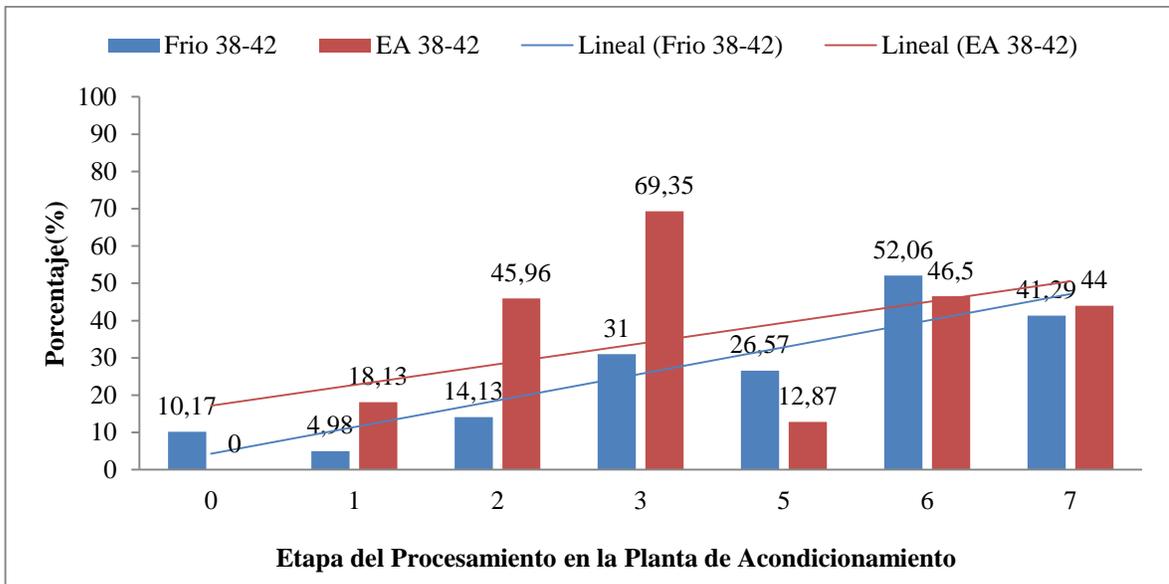
Anexo: figura A3: Plántulas débiles, según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 38-42.



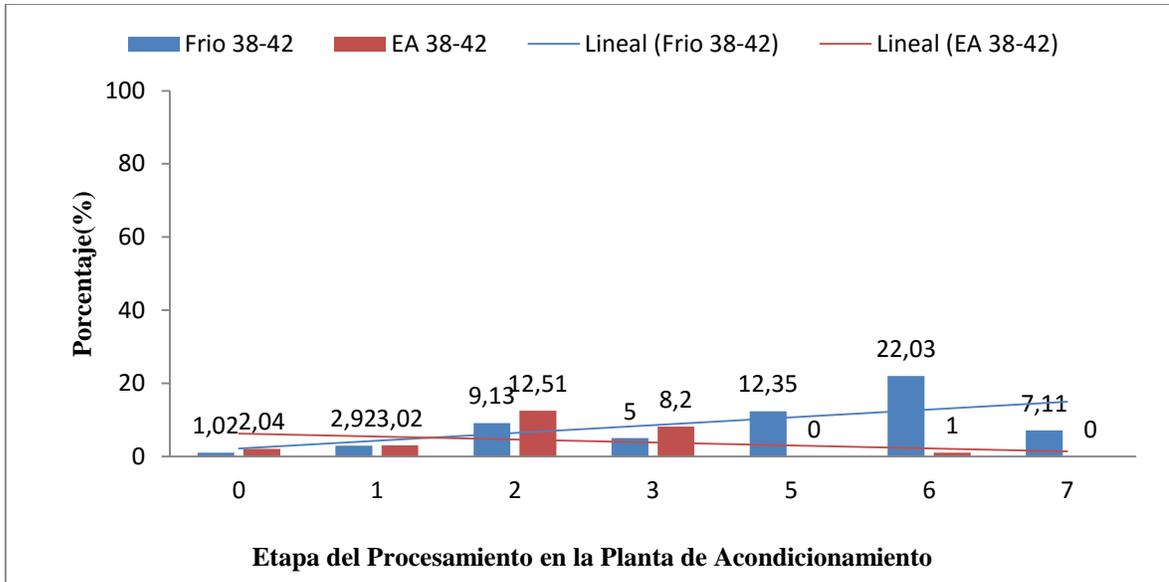
Anexo: figura A4: Plántulas anormales (Plántulas anormales + Plántulas muertas), según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 38-42.



Anexo: figura A5: Plántulas muertas, según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 38-42.

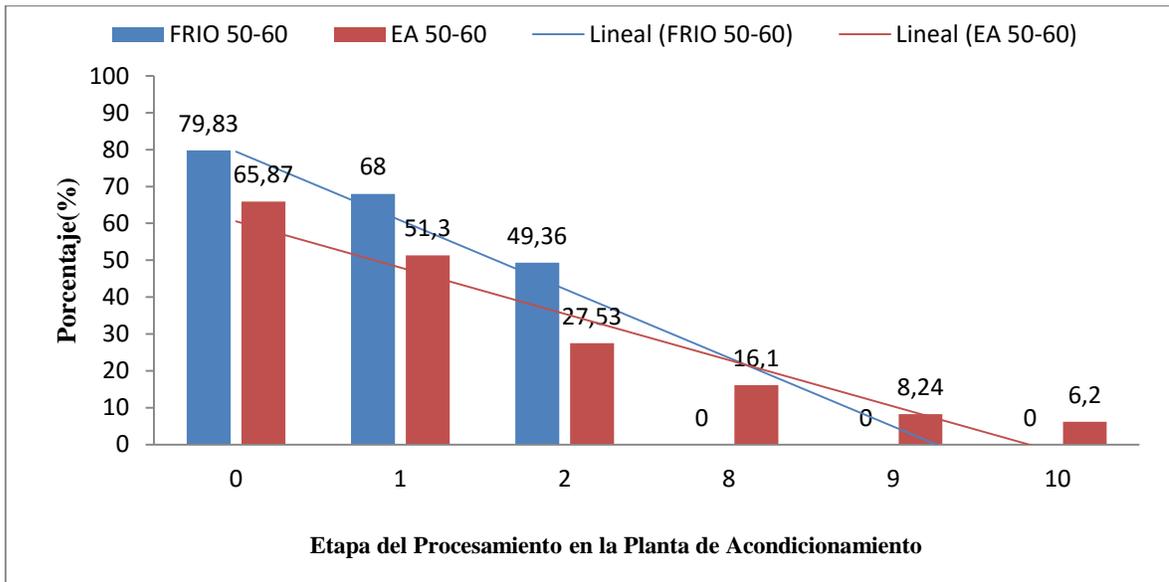


Anexo: figura A6: Semillas muertas, según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 38-42.

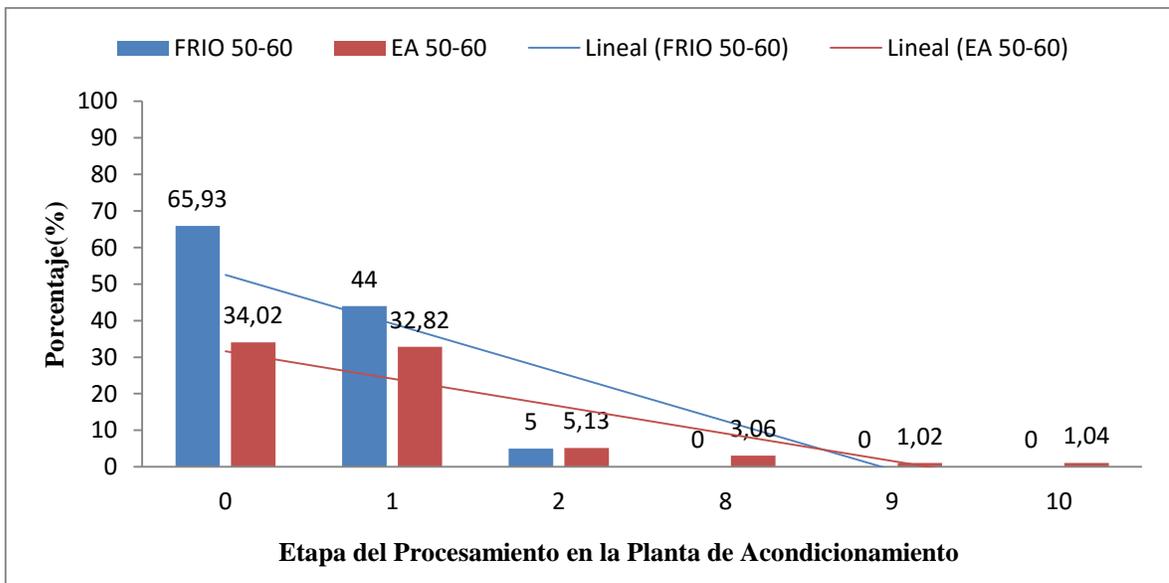


Anexo: figura A7: Semillas duras, según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 38-42.

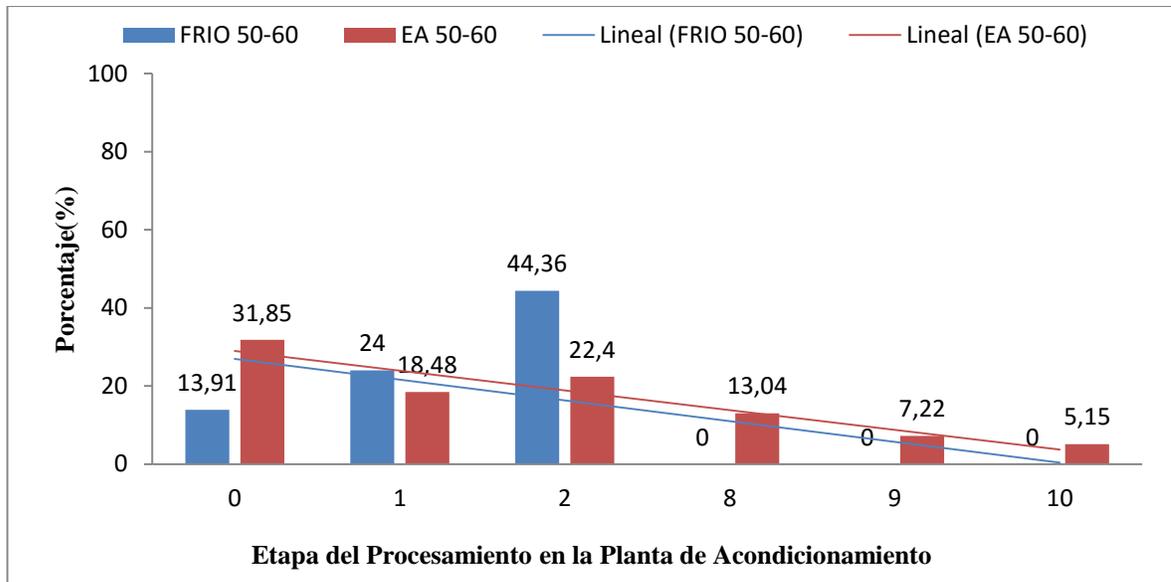
B.- Calibre: 50-60 (50-60 granos por onza).



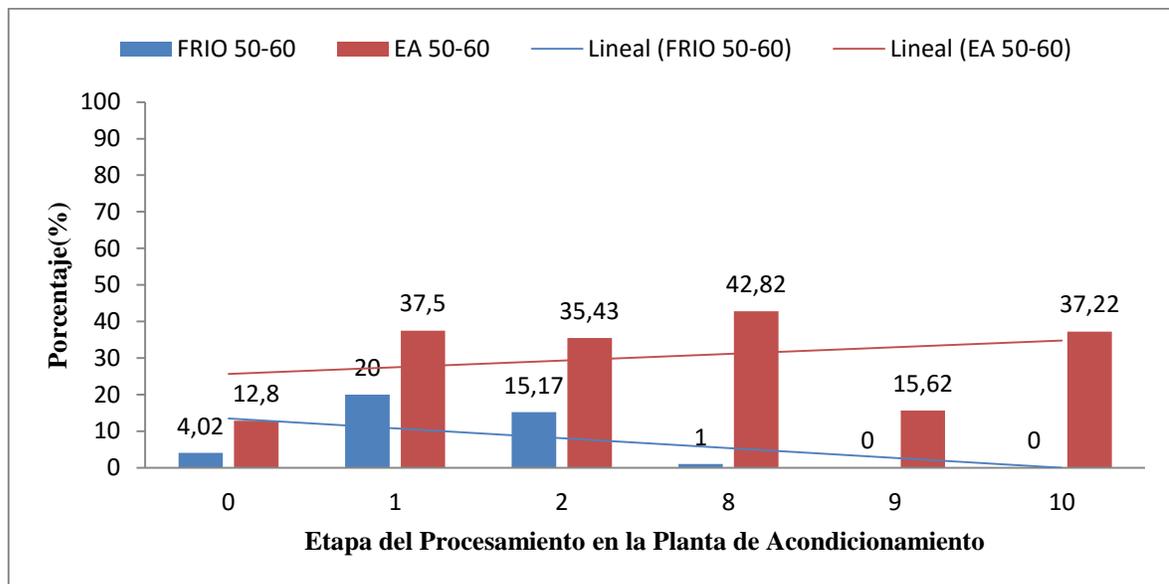
Anexo: figura B1: Poder germinativo según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 50-60.



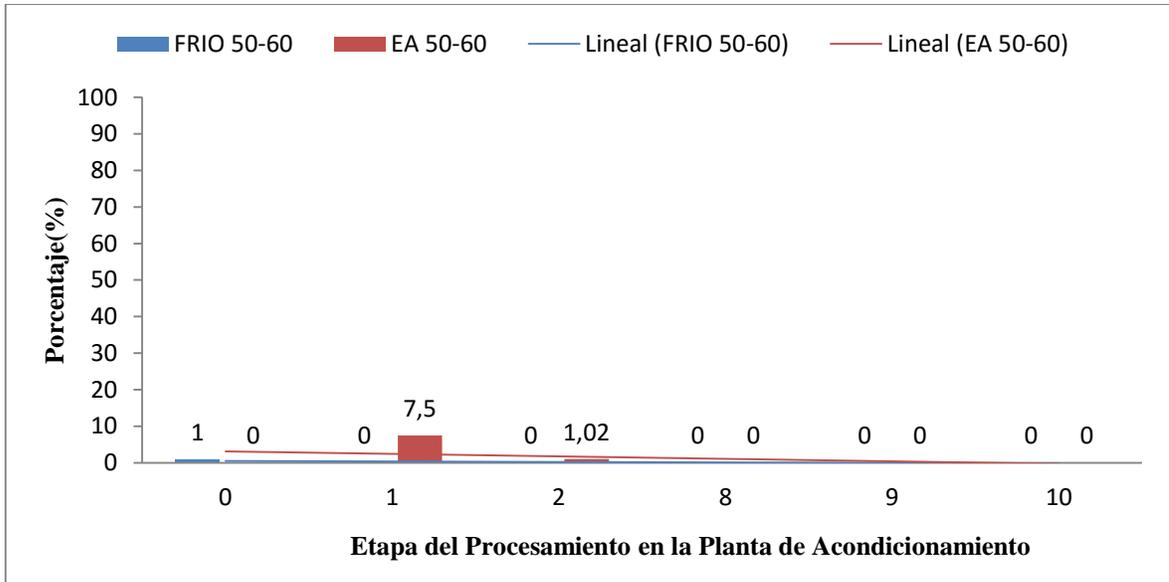
Anexo: figura B2: Plántulas vigorosas según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 50-60.



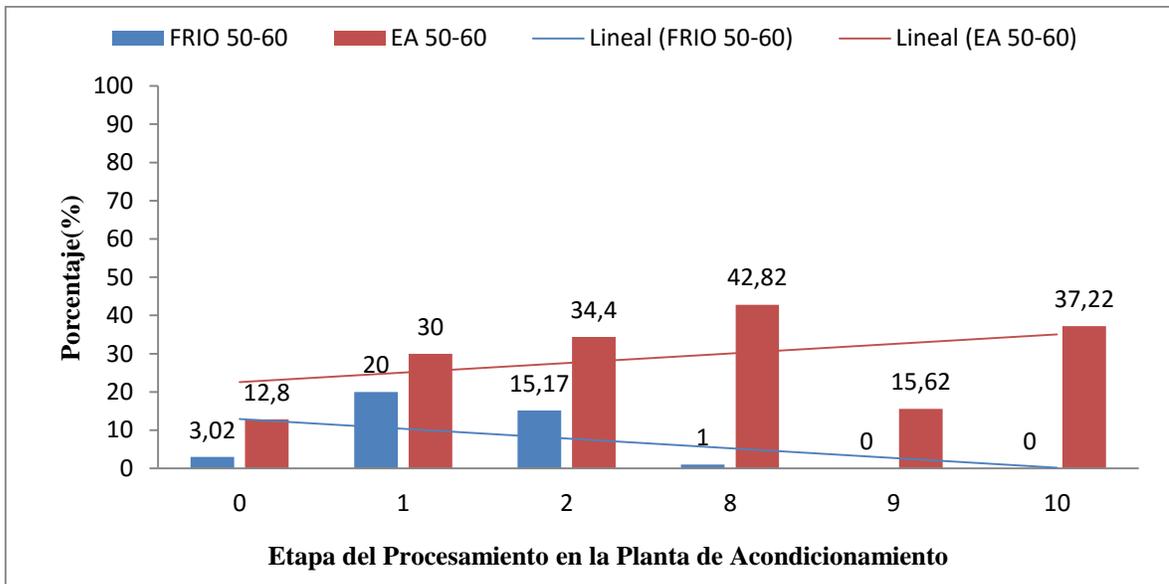
Anexo: figuraB3: Plántulas débiles según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 50-60.



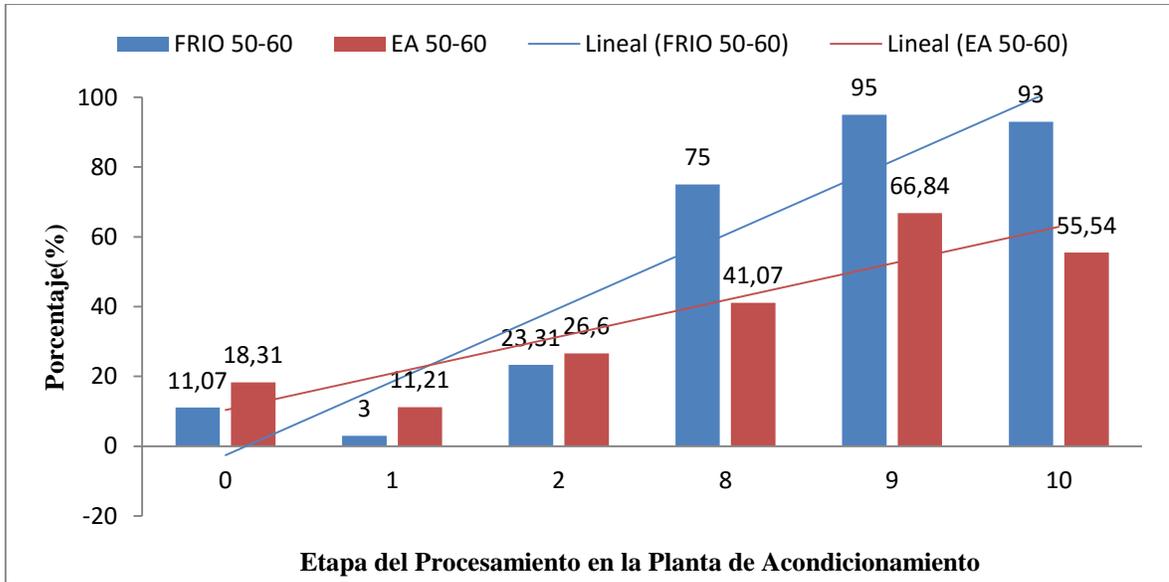
Anexo: figura B4: Plántulas anormales (Plántulas anormales + Plántulas muertas) según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 50-60.



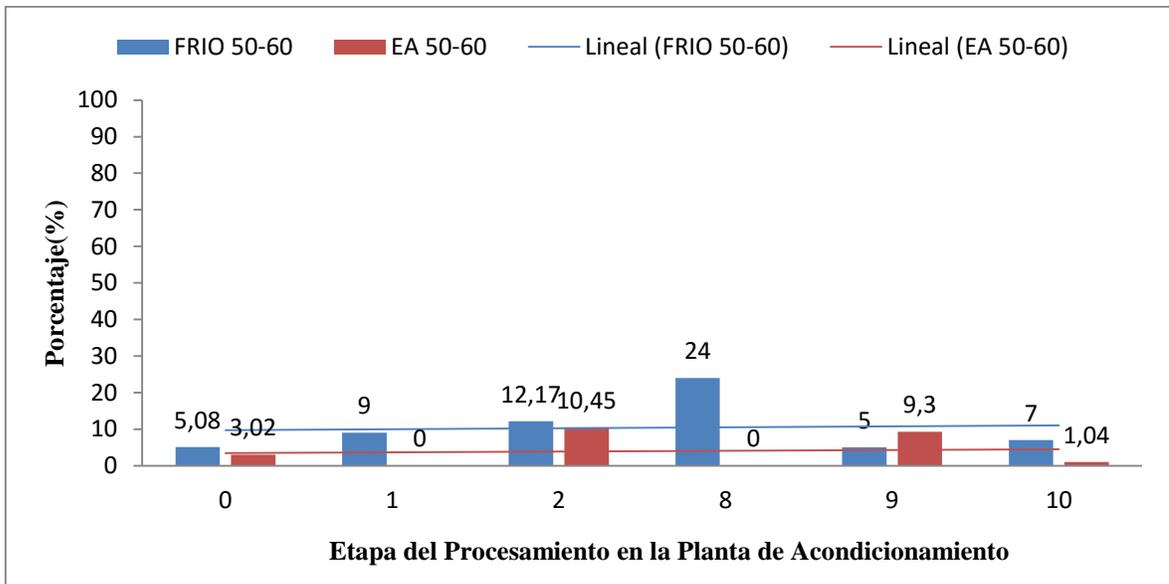
Anexo: figura B5: Plántulas anormales según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 50-60.



Anexo: figura B6: Plántulas muertas según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 50-60.

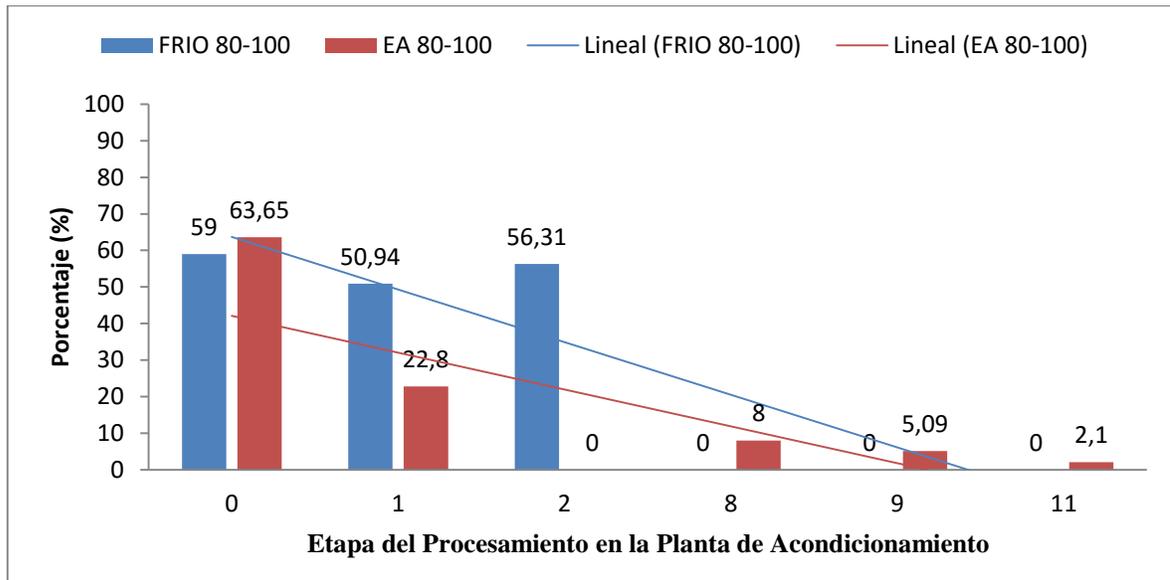


Anexo: figura B7: Semillas muertas según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 50-60.

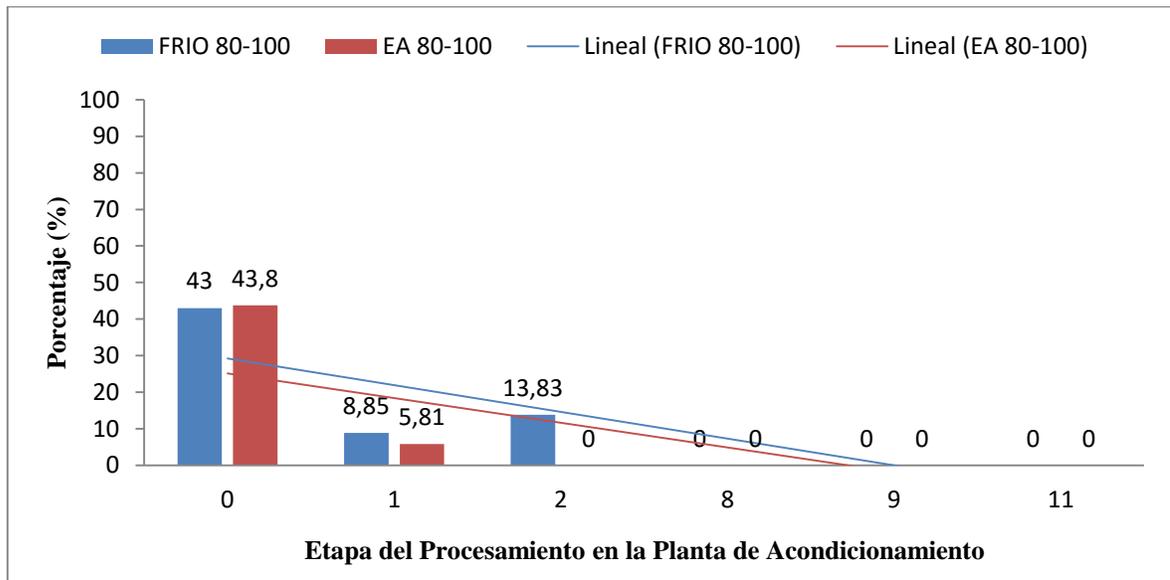


Anexo: figura B8: Semillas duras según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 50-60.

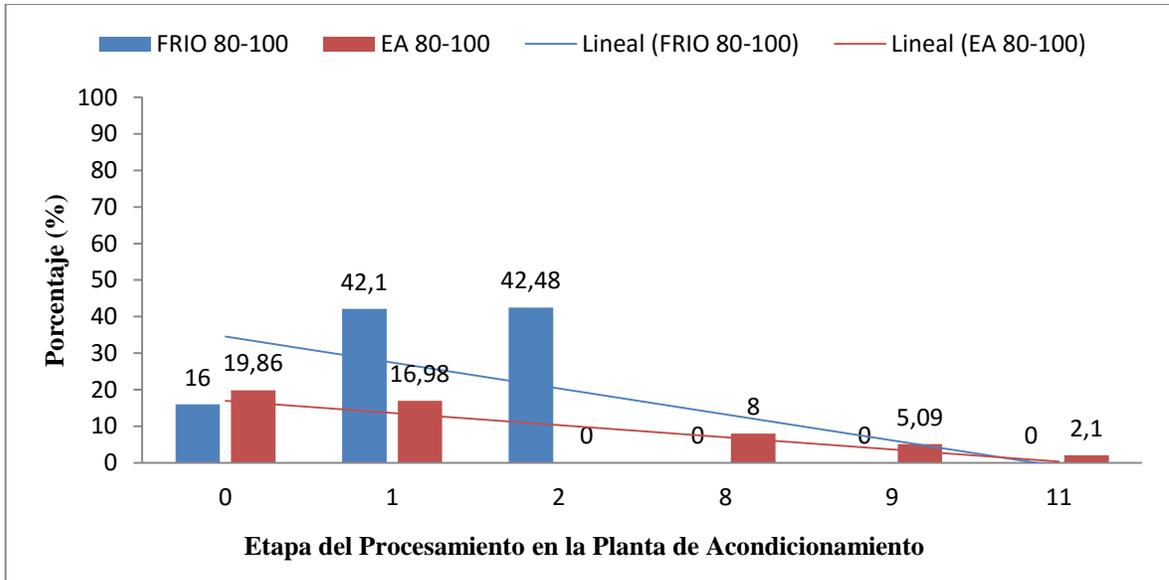
C.-Calibre: 80-100 (80-100 granos por onza).



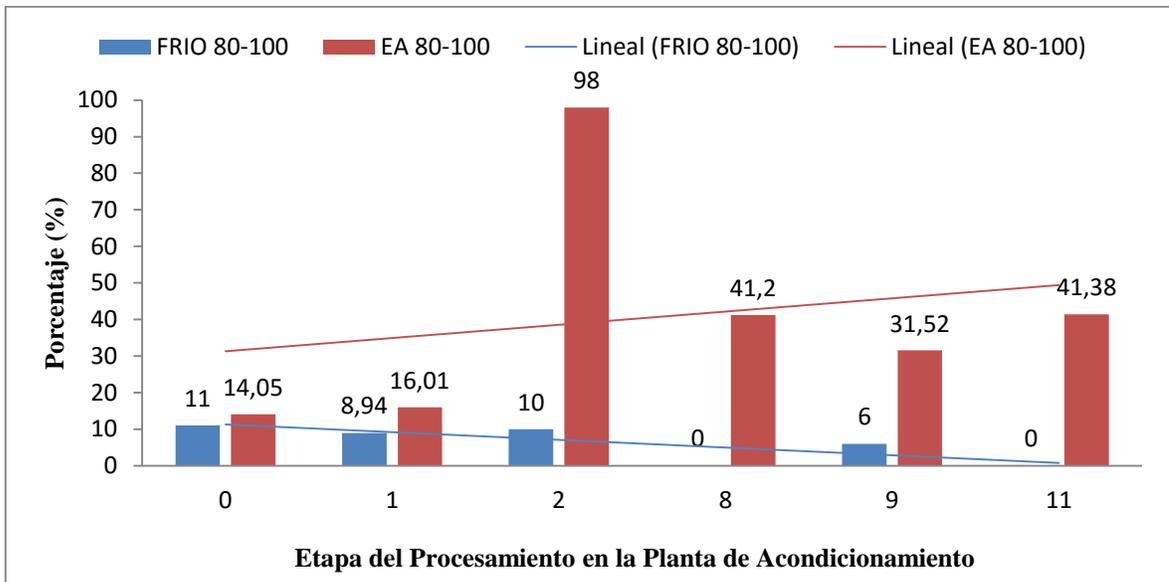
Anexo: figura C1: Poder germinativo según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 80-100.



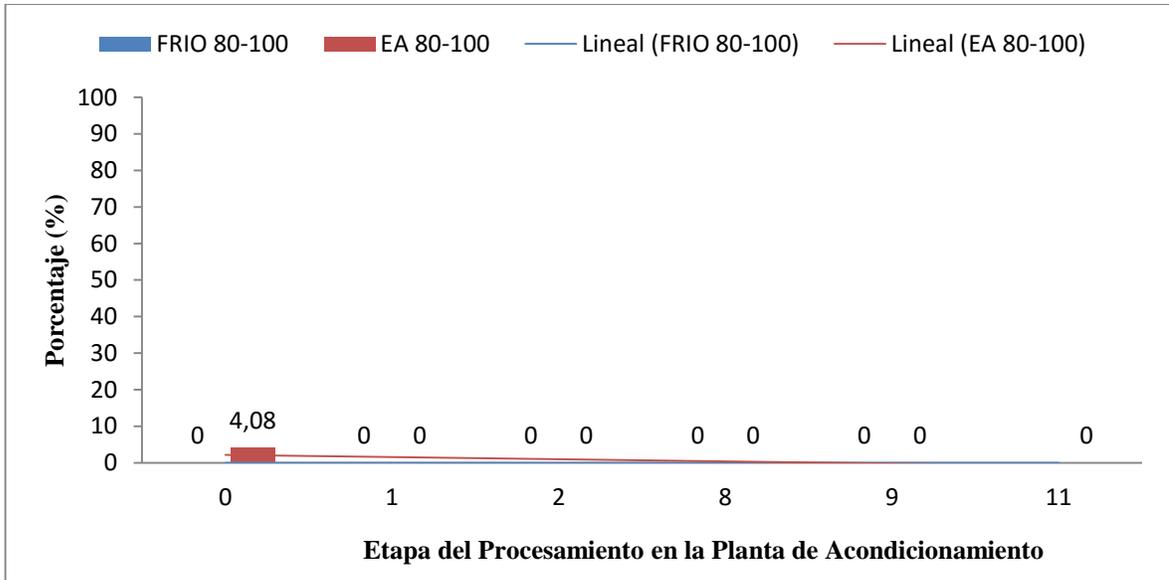
Anexo: figura C2: Plántulas vigorosas según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 80-100.



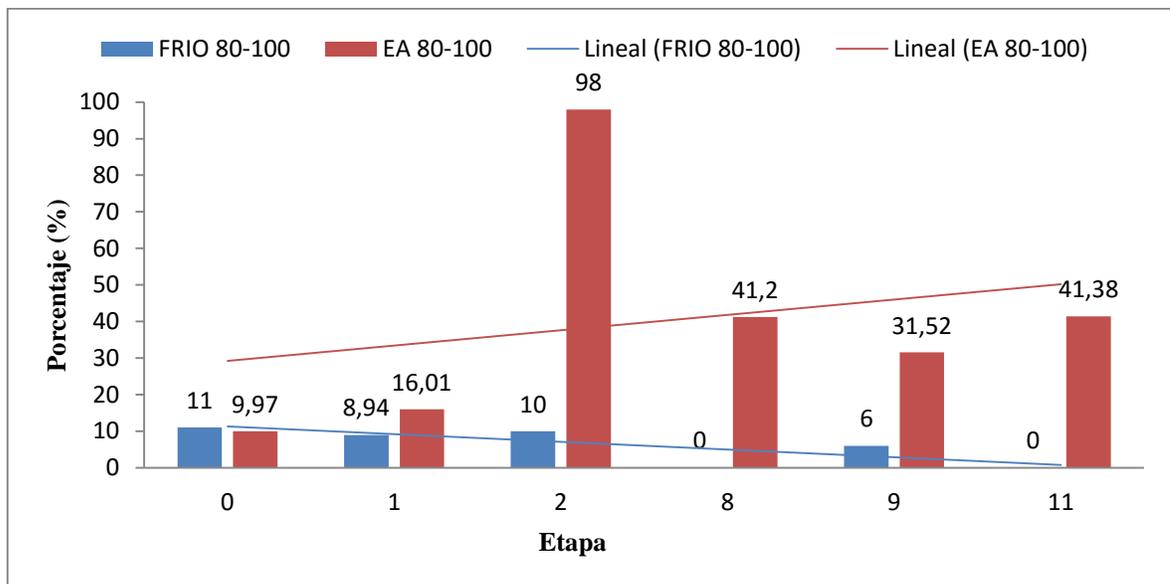
Anexo: figura C3: Plántulas débiles según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 80-100.



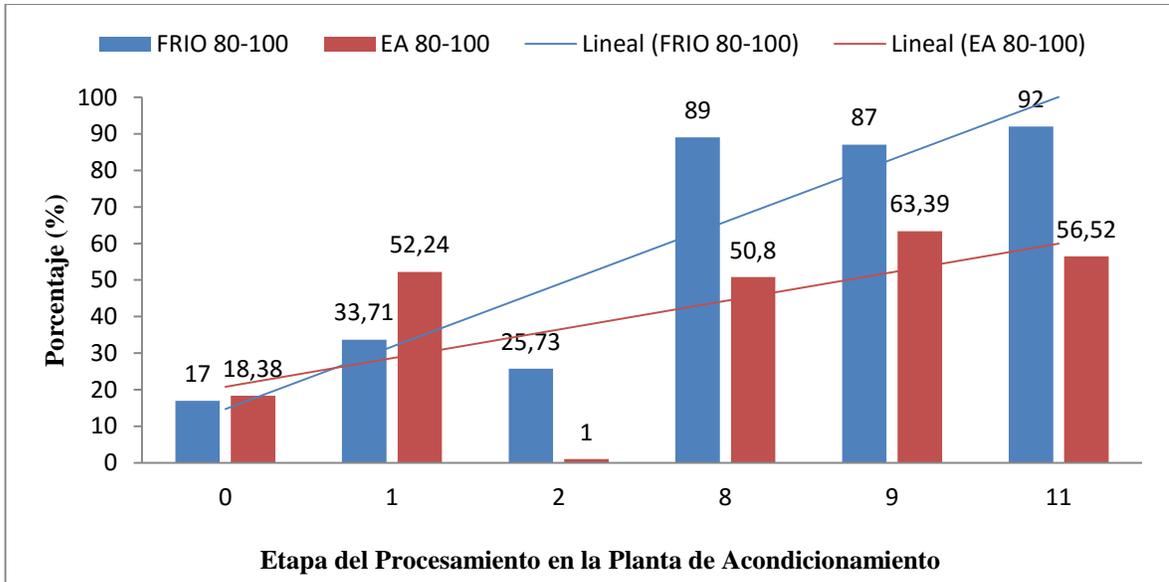
Anexo: figura C4: Plántulas anormales (Plántulas anormales + Plántulas muertas) según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 80-100.



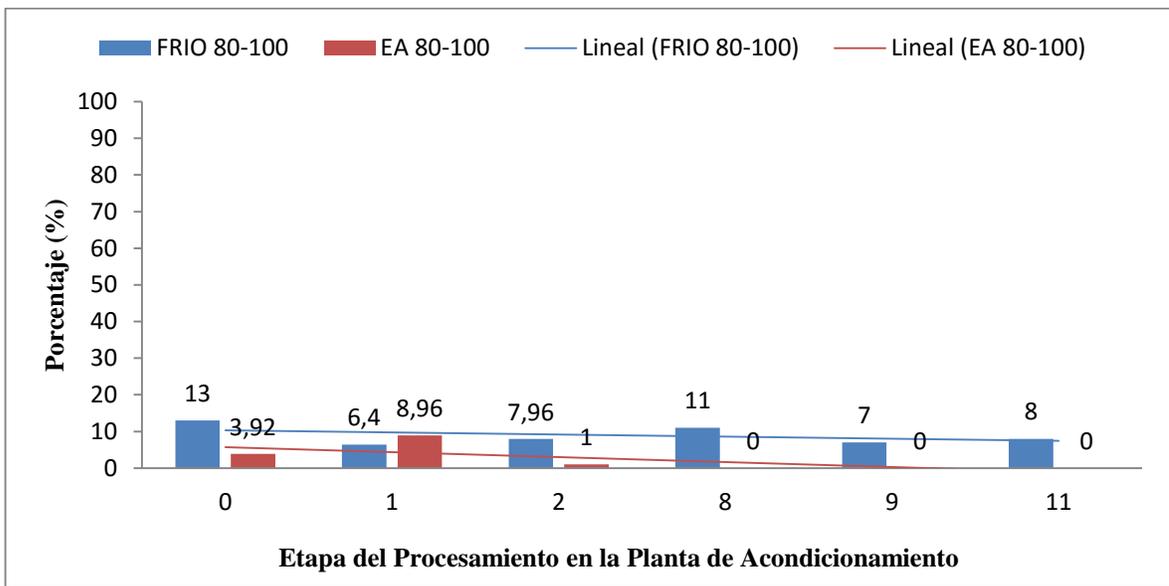
Anexo: figura C5: Plántulas anormales según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 80-100.



Anexo: figura C6: Plántulas muertas según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 80-100.



Anexo: figura C7: Semillas muertas según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 80-100.



Anexo: figura C8: Semillas duras según Test de frío (TF) y Envejecimiento Acelerado (EA), durante el procesamiento en la Planta, de las semillas de calibre 80-100.